

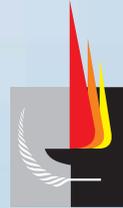
2008
WICC

Universidad Nacional
de La Pampa

ANALES

5 y 6 de mayo de 2008
General Pico | La Pampa

**X WORKSHOP
DE INVESTIGADORES EN
CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**



UNLPam
Universidad Nacional de La Pampa
FACULTAD DE INGENIERÍA



RedUNCI
Red de Universidades Nacionales
con Carrera de Informática

ISBN 978-950-863-101-5

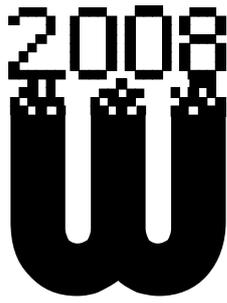


9 789508 631015



Editorial de la Universidad Nacional de La Pampa
6 de mayo de 2008





Universidad Nacional
de La Pampa

X WORKSHOP
DE INVESTIGADORES EN
CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

WICC

ANALES

5 y 6 de mayo de 2008
General Pico | La Pampa

EDITOR
Mg. Hugo ALFONSO

Alfonso, Hugo Alfredo

Anales WICC 2008 / Hugo Alfonso -

1a ed. - General Pico : Univ. Nacional de La Pampa, 2008.

896 p. ; 21x29 cm.

ISBN: 978-950-863-101-5

1. Informática.
 2. Sistemas de información.
- I. Alfonso Hugo.
 - II. Anales WIC 2008

CDU 004

Fecha de catalogación: 28/04/2008

ANALES X Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación

Responsable del Comité Editor: Hugo Alfredo ALFONSO.

Mayo de 2008, Santa Rosa, La Pampa

Coordinación de Diseño y Diagramación: Alina ORELLANA, Carlos BERMUDEZ

Impreso en Argentina

ISBN: 978-950-863-101-5

Cumplido con lo que marca la ley 11.723

EdUNLPam - Año 2008

Cnel. Gil 353 PB - CP L6300DUG

SANTA ROSA - La Pampa - Argentina

ISBN 978-950-863-101-5



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

Rector: Sergio D. MALUENDRES

Vice-rectora: Estela TORROBA

EdUNLPam

Presidente: Luis A. DÍAZ

Director de Editorial: Rodolfo D. RODRIGUEZ

Consejo Editor de EdUNLPam

Prof. Edith ALVARELLOS de LELL - Ing. Estela BAUDINO - Ing. Mgr. Griselda CISTAC -
Dr. José CAMIÑA - Mgr. Mariela ELIGGI - Dra. Mirta KONCURAT - Ing. Javier MACCHI -
Mgr. Alicia SÁENZ - Mgr. Sonia SUÁREZ CEPEDA

Coordinación Red UNCI
Ing. Armando DE GIUSTI
Dr. Guillermo SIMARI

Comité Organizador

Presidente: Hugo Alfonso

Gabriela Minetti
Carolina Salto
Natalia Stark
Alina Orellana
Carlos Bermúdez
Alejandra Mansilla
Patricia Graglia
Gustavo Lafuente
Guillermo Lafuente

Coordinadores de Areas
Agentes y Sistemas Inteligentes
Marcelo ERRECALDE (UNSL)
Diego MARTINEZ (UNS)

Arquitectura, Redes y Sistemas Operativos
Nelson ACOSTA (UNCPBA)
Jorge ARDENGHI (UNS)

Computación Gráfica, Imágenes y Visualización
Claudia RUSSO (UNLP)
Sergio MARTIG (UNS)

Ingeniería de Software y Bases de Datos
Guillermo FEIERHERD (UNPSJB)
Marcelo Estanyo (UNLaM)

Procesamiento Distribuido y Paralelo
Marcelo NAIOUF (UNLP)
Javier Echaiz (UNS)

Tecnología Informática aplicada en Educación
Beatriz Depetris (UNPSJB)
María MALBRÁN (UBA)

Comité Académico

(Conformado por un representante de cada Universidad Miembro de la RedUNCI)

ACOSTA Nelson (UNICEN)
ALFONSO Hugo (UNLPAM)
COSSO Pablo (UBA)
CUKIERMAN Uriel (UTN)
DE GIUSTI Armando (UNLP)
ESQUIVEL Susana (UNSL)
FEIERHERD Guillermo (UNPSJB)
FORRADELLAS Raymundo (UNSJ)
LEONE Horacio (UTN)
LOYARTE Horacio (UNL)
MORCHIO Raul (UTN)
PRATO Laura (UNVM)
SÁNCHEZ Laura (UNCOMA)
SIMARI Guillermo (UNS)
AGUIRRE Jorge (UNRC)
ARIAS FIGUEROA Daniel (UNSA)
CUENCA PLETSCH Liliana (UTN)
DAPOZO Gladys (UNNE)
DE VICENZI Marcelo (UAI)
ESTAYNO Marcelo (UNLM)
FERNÁNDEZ Miguel (UNER)
KANTOR Raúl Eduardo (UNR)
LOISEAU Irene (UBA)
MÁRQUEZ María Eugenia (UNPA)
PADOVANI Hugo (UM)
PERI Jorge (UNLU)
SEGURA Enrique (UBA)
VIALEY Mario (UNaM)

Índice

Agentes y Sistemas Inteligentes	
Autenticación Facial Inteligente	1
Sistema automático para Asignación de aulas y distribución de espacios	6
Sistema para la detección precoz de problemas en el aprendizaje	10
Toma de Decisiones basadas en Argumentación	15
Algoritmos Evolutivos para Resolver el Problema de Ruteo de Vehículos con Capacidad Limitada	20
Predicción de Consumo de Energía Basada en Sistemas Conexionistas	24
Sistema inteligente para el tratamiento de ruidos	29
Dinámica en Argumentación Mediante Revisión de Creencias	34
Programación de Agentes y Argumentación	39
Metaheurísticas para Resolver Problemas de Visibilidad	44
Bases de conocimiento en sistemas multi-agente	49
Planificación y Argumentación	54
Formalización del Dialogo en Sistemas Multi-Agente	57
Hibridización de K-Means a través de Técnicas Metaheurísticas	62
Hacia la Solución del Problema de Chequeo de Instancia en Ontologías Inconsistentes Usando Argumentación Rebatible	66
Un Prototipo De Biblioteca Digital Inteligente Aplicada al Ámbito Académico Universitario	71
Hacia un Framework de Argumentación con Accrual de Argumentos	76
Detección de Estilos de Aprendizaje Mediante Técnicas de Análisis de Cluster	80
Designing Intelligent Database Systems through Argumentation	85
Hacia la Minería de Caminos de Dependencia en Instituciones Electrónicas	90
Sistemas Inteligentes. Aplicaciones en Minería de Datos, Robótica Evolutiva y Redes de Computadoras	95
Incorporando Búsqueda Local a un Algoritmo ACO para el Problema de Scheduling de Tardanza Ponderada	101
Algoritmos Evolucionarios aplicados al Problema de Secuenciamiento de Flow Shop	105
Planificación Dinámica para el Mantenimiento Eficiente de Locaciones Petroleras	110
Implementación de agentes BDI en JADEX	115
Bluebot: Una Propuesta Accesible de Robótica Móvil para Propósitos Didácticos	120
Expresividad de la Programación en Lógica Rebatible*	125
Redes Neuronales Artificiales Aplicadas a Ciencias Sociales	129
Planificador continuo como controlador de agentes robots	136
Optimización del Espacio Áulico Mediante Algoritmos Genéticos	141
Problemas de Planificación para Máquina Única en Entornos Dinámicos Implementados con Metaheurística ACO y AES	145
Metaheurísticas para Resolver Problemas de Corte y Empaquetado	150
Metaheurísticas aplicadas a la resolución del problema de ensamblado de fragmentos de ADN	154
Controladores Inteligentes Aplicados a Robótica Móvil	851
Arquitectura, Redes y Sistemas Operativos	
Modelo predictivo de comportamiento de barcos	159
Análisis Cuantitativo del Comportamiento de Diferentes Tipos de Nodos Wireless Usando Modelación y Simulación con Redes de Petri	164
Búsquedas Web con Información de Contexto y Anotaciones Sociales	169

Construcción de un sistema operativo didáctico	174
Simulación de Actividades en Red Local	179
Recuperación de Información Distribuida sobre Bases de Datos Textuales Basadas en Sindicación	184
Diseño de Herramienta para la Generación Automática de Cámaras Inteligentes	190
Incorporando Información Semántica Para la Selección de Servicios Web Robustos	194
Interconectando sistemas de Domótica	199
Redes de Microcontroladores: Definición, Evaluación y Perspectivas de un Sistema Distribuido	204
Sincronización Microcontroladores Interconectados: Evaluación de Factibilidad y Detalles de Implementación	209
Tuning de una Red de Clientes Ultralivianos para ambientes de desarrollo JAVA	214
INCA-Tracker: <i>Desarrollo De Un Sistema De Vigilancia Y Supervisión De Flotas</i>	219
Linux embebido en un soft-processor Microblaze	224
Análisis de Plataforma Sewart utilizando SimMechanics Aplicada al Desarrollo de Simuladores de Vuelo	229

Computación Gráfica, Visualización e Imágenes

EIGENFUNGI: Desarrollo de un Método de Data Mining para la Detección Automática de Patrones en Microscopía Aplicada a Micología Médica	234
Estudio de Usabilidad de los Sistemas KEYES en Ambientes Tridimensionales Virtuales	239
Aplicación Móvil que Implementa un Catálogo de Circuitos Integrados Reduciendo Requerimientos de Memoria usando SVG	244
Desarrollo de herramientas de software para el procesamiento de datos topográficos submarinos	248
Procesamiento digital de imágenes radiográficas de baja calidad con onditas: Caso de diagnóstico en pequeños mamíferos.	253
Reconstrucción Automática de Lechos Acuáticos	258
Segmentación de Series de Tiempo Mediante Patrones Basados en la Percepción Visual	263
Determinación Automatizada de Fertilidad en Muestras de Esperma a partir de Secuencias de Video	268
Semantic Based Visualization: A first approach	273
Tratamiento de imágenes digitales y video. Visión y Reconstrucción 3D	278
Prototipo de simulador de tráfico vehicular	284
Caracterización de Conjuntos de Datos en Visualización*	289
Visualización Progresiva de Terrenos en Dispositivos Móviles	293
Desafíos en el camino desde el Modelo Unificado Visualización hasta la construcción de visualizaciones	297
Aplicación de Visualización de Grafos utilizando Servicios Web	301
Visualización de redes Peer-To-Peer utilizando Diagramado Esférico	305
Hacia una huella digital robusta para imágenes y video	310
Normalización de Imágenes Satelitales en el Análisis Multi-Temporal	315
Un Sistema de Visión Global para Fútbol de Robots	320
Dimensión Fractal de Autocorrelación Cúbica en Imágenes Tridimensionales	325
Rendering Acelerado de Volúmenes en GPU mediante Splatting	330

Ingeniería de Software y Bases de Datos

AJAX: un análisis tecnológico y posibilidades metodológicas	335
Desarrollo de un ciclo de mejora Construcción de un método de diagnóstico	340

Propuestas de Refactorización POA	346
Integrando Enfoques de Medición y Evaluación con Minería de Datos y Procesamiento de Flujos	351
Identificación, Evaluación y Uso de Composiciones Software	356
Administrador Libre de Bases de Objetos	361
Reunión Espacio-Temporal en escenarios donde sólo un conjuntos de entrada está indexado	366
Clasificación de Componentes OTS (Off-The-Shelf) para Sistemas de Información Geográficos	371
Integración de Modelos de Entornos Topográficos Aplicada al Desarrollo de Simuladores de Vuelo	376
Sistemas de Información Basados en Ontologías. Un Área Emergente	381
Una Visión Cognitiva de Modelos de Requisitos de Software	386
Modelo De Usuarios Basado En Estereotipos Para Interfaces Adaptativas	392
Medición y Evaluación de Calidad Sensible al Contexto en Proyectos de Software y Web	396
Líneas de Investigación del Laboratorio de Informática de Gestión	401
Elaboración de Especificación de Requerimientos de Seguridad en el Desarrollo de Sistemas de Información Basado en la Modelización de Conocimientos	404
Desarrollo de aplicaciones Web utilizando herramientas FLOSS. Una experiencia en el CENPAT-CONICET	409
Imputación de datos con operador OWA de la mayoría	414
Mejorando el Nivel Semántico del Léxico Extendido del Lenguaje	419
Selección de aplicaciones invocadas por el motor Workflow basada en Servicios Web y reglas de Transformación de Grafos	424
Uso de Ontologías para Memoria Organizacional	429
Ingeniería Inversa Aplicada a Software Numérico: Modelos Climáticos	434
Recuperación de Información en Bases de Datos de Texto	439
Ontologies for the Semantic Web	444
Mejora en la Administración de Procesos de Desarrollo de Software Tipo SPEM Automatizados Bajo Workflow	451
Determinación de la Eficacia de la Braquiterapia en Tratamiento de Cáncer Basada en Minería de Datos	456
Identificación de Patrones Característicos de la Población Carcelaria Mediante Minería De Datos	461
Métodos Iconográficos de Observación, Exploración y Comunicación Aplicados a la Minería de Textos	466
Revisión de Resultados Experimentales en Técnicas de Prueba y de Educción de Conocimientos	471
Herramienta para la evaluación y mejora del proceso de software en pequeñas organizaciones	476
Un Modelo de Usuario para Personalizar la Oferta en Comercio Electrónico	481
Modelos de Proceso Para la Integración del Negocio Utilizando Service Oriented Architecture (SOA)	485
Sistemas de Software Distribuido	490
Calidad en el desarrollo de Sistemas de Software	495
TICs y procesos productivos en PyMES	499
El Proceso de Minería de Datos Asistido por Ontologías	505
Sistema Distribuido en Tiempo Real	510
Índices para Bases de Datos Métrico-Temporales	515
Clasificación de los Lenguajes definidos en torno a Servicios Web y Web Semántica	520

Índices en Memoria Secundaria para Búsquedas en Texto	525
Implementación de un Sistema de Información Geográfica en Municipios de la Zona Norte de la Provincia de Santa Cruz	530
Análisis y Modificación de Código Heredado para Cómputo de Alto Rendimiento con Modelos Numéricos del Clima	534
ORGANIZACIONES INTELIGENTES Sustentabilidad de la Gestión Informática del Conocimiento	539
Uso de Grafos Geométricos para Calcular Join por Similitud en Espacios Métricos	544
Inspección de Código para relacionar los Dominios del Problema y Programa para la Comprensión de Programas	549
Indexando Bases de Datos no Convencionales para Memorias Jerárquicas *	554
Construcción de un Modelo Conceptual para Gramáticas Formales y Maquinas Abstractas con Ontologías Usando Protégé	559
Componentes de Dominio para Sistemas de Información Ambiental	565
Pronósticos de Riego Presurizado para Cultivo de Olivo en Regiones Áridas	570
Técnicas de clasificación aplicadas al estudio del rendimiento de ingresantes universitarios	574
TICs aplicadas en E-Government. Experiencias	579
Gestionando el Conocimiento y el Talento	584
Streams basados en RSL para métricas de Posicionamiento Web	589

Procesamiento Concurrente, Paralelo y Distribuido	
Motores de Búsqueda Web Síncronos/Asíncronos	594
Diseño e Implementación de un Portal GRID Orientado a Aspectos*	599
Paralelización de Estructuras Métricas para Búsquedas por Similaridad en Servidores Web.*	604
P-DIndex: Optimizando las búsquedas sobre Espacios Métricos	608
Servicios de Información y Descubrimiento de Recursos en una infraestructura Grid	613
Automatización de la Detección de Intrusos a partir de Políticas de Seguridad	618
Adaptación de Procodi para Computación Paralela	623
Técnicas de Datamining aplicadas al procesamiento de Logs	628
Computación Distribuida de Alto Rendimiento y Disponibilidad: Desarrollo y Perspectiva	633
Ciclo de Vida para el Aprendizaje Por Compartición de Conocimientos Entre Sistemas Inteligentes Autónomos	638
Algoritmos de planificación dinámica en entornos Grid	643
Sistemas Paralelos sobre Arquitecturas Distribuidas. Aplicaciones en Clusters, Multiclusters y GRID.	648
Procesamiento distribuido y paralelo. Fundamentos y aplicaciones.	652
Sincronización de Relojes Orientada a Evaluación de Rendimiento en Clusters	658
Programación Paralela con Esqueletos: fundamentos e implementación	663
Simulación paramétrica paralela. Aplicación a modelos de predicción de inundaciones.	668

Tecnología Informática Aplicada en Educación	
Control de LegoNxt desde Squeak	673
Estrategias Inteligentes aplicables a un Sistema Educativo	678
La Teoría Triárquica de la Inteligencia de Sternberg Aplicada a la Creación de Programas	683
Un proyecto de docencia, extensión e investigación en la asignatura "Modelos y Simulación"	688
Líneas de Investigación del Laboratorio de Informática Educativa y Medios Audiovisuales. FIUBA.	693

La Enseñanza de Algebra con Ntic'S en la Universidad	698
Tecnología para la enseñanza de bases de datos : Un entorno de desarrollo enfocado a la enseñanza del diseño de bases de datos	703
Hacia la Modelización del Aprendizaje con Tecnología Móvil: una Visión Pedagógica	707
Definición de los principales actores y sus roles para los cursos de EaD en la Facultad de Ciencias Económicas de la UNPSJB	714
Enseñanza virtual y Estilos de aprendizaje. Consideraciones para el mejoramiento del rendimiento académico.	714
Sistemas de Código Abierto para Aprendizaje a Través de Internet	719
La Teoría Triarquica de la Inteligencia Considerada para Abordar la Construcción de un Software Educativo del Ámbito Informático	724
FAQs & IPOD - Implementación de Enseñanza Móvil	729
La Web Semántica como herramienta para e-learning	735
Medición de la Brecha Tecnológica	740
Descubriendo Conocimientos para Adecuar Estilo de Enseñanza	745
Ingeniería del Conocimiento: Análisis de Ciclos de Gas	750
Hacia un Repositorio Web de Objetos de Aprendizaje	755
Modelo Integrado de Gestión Académica para Promover Ventajas Competitivas en la Universidad. Aplicación del Enfoque de Gestión del Conocimiento	765
Educación Basada en la Web	770
EBW: Línea de Investigación en Herramientas Tecnológicas	775
Una Herramienta para la Construcción Colectiva de Encuestas	780
E-Learning	785
Desarrollo de un Software Educativo para la Visualización Gráfica del Comportamiento de Algunos Métodos Numéricos	790
Elementos iniciales del Sistema de Apoyo al Aprendizaje que permite al alumno enlazar temas examinados en tres asignaturas de la carrera de Informática: Sistema SAAF (Sistema de apoyo al Aprendizaje de Autómatas Finitos)	795
Entornos virtuales para el aprendizaje: producción de contenido estándar y su gestión mediante repositorios de Objetos de Aprendizaje	800
Una Estrategia Didáctica para el Dictado de Informática Teórica	805
Educación en TICs en asignaturas de informática en la Facultad de Humanidades	810
Aplicación de TIC para el Desarrollo de Capacidades institucionales de Gestión de Comunidades Rurales de la Patagonia Argentina	815
Estrategia De Gestión Intrainstitucional Para La Mejora De La Calidad De La Formación Docente De Carreras De La Unse: Un Proyecto De Cooperación Integrando Las Tic	820
Repositorios y Objetos de Aprendizaje	825
Disponibilidad de Material de Estudio Estandarizado en Plataformas Educativas	830
Nuevos Paradigmas para la EBW	835
La Educación Basada en la Web y la tecnología móvil	840
TICs en Educación: Experiencias de intervenciones docentes en espacios virtuales	845

Autenticación Facial Inteligente

Snaider Javier, Proaño Valencia Andrés Proaño,
López De Luise Daniela, Georgina Stegmayer

IT-Lab, Universidad de Palermo, Buenos Aires, Argentina,
TE (54 11) 5199 4520 FAX (54 11) 4963 1560
aigroup@palermo.edu

Abstract

Este documento presenta la línea de investigación AURA, dedicada al desarrollo de un framework de codelets combinándolos con redes neuronales para aplicarlo a la autenticación de rostros. Se propone un modelo donde la red neuronal representa el rostro a validar mediante eigenfaces. El resultado es procesado con un framework que permite darle “fluidez” a la validación detectando variaciones sobre la imagen a validar. Este utiliza codelets y una red de conceptos que, en forma descentralizada, permiten darle “significado” a las imágenes que se le presentan. El framework está planteado en forma genérica para aplicarlo a otros dominios en el futuro.

Keywords

Codelets, neural networks, eigenfaces, autenticación facial, biometría.

Introducción

En el campo de la seguridad, los usuarios deben recordar información (claves) y poseer tarjetas de acceso. Las claves pueden ser olvidadas, las tarjetas perdidas o robadas. Ambos elementos requieren un esfuerzo consciente del participante para que funcionen. La biometría en cambio, usa características específicas e intransferibles de los usuarios, difíciles de duplicar o alterar y con menor esfuerzo de uso. [1]

Existen varios tipos de biometría: huellas digitales, geometría de la mano, retina, rostro, firma, voz, etc. De todo el grupo, el rostro es el menos invasivo pues puede procesarse incluso sin que éste tenga conocimiento de ello. [2]

La investigación para autenticar por medio del rostro cuenta con más de veinte años de trabajo, diferentes tipos de algoritmos y técnicas como Most Expressive Features (MEF), Most Discriminating Features (MDF's) y Dynamic Link Architecture (DLA). [3]

En general, la detección de rostro puede ser tratado como un problema de reconocimiento de patrones, lo cual puede resolverse típicamente con una red neuronal (RN)[4][5][6] de tipo perceptrón [7]. En la actualidad, enfoques basados en Inteligencia Computacional[8], tales como RNAs perceptrón multicapa (MLP) [9][10] muestran ser adecuados para los problemas de reconocimiento facial (RF). En [11], estudiando diferentes imágenes faciales del mismo sujeto, variando la orientación y características de forma, han logrado demostrar que la autenticación de usuario puede realizarse con tasas de falsa aceptación y rechazo cercanas al 0%. En [12] se muestra que, con un modelo RN MLP entrenado con 5 tomas distintas pertenecientes a 40 individuos, simultáneamente; al ser probado con otro grupo de 5 fotos de los mismos 40 individuos, pueden lograrse excelentes resultados, entregando una precisión cercana al 100% en la identificación cuando las imágenes son similares.

La etapa del proyecto correspondiente a la incorporación de imágenes y procesamiento preliminar se lleva a cabo con una Red Neuronal que genera un vector que describe el rostro en análisis en función de una serie de imágenes denominadas *eigenfaces*.

Pero este proyecto se caracteriza por combinar el problema de autenticación de rostro no sólo con el uso de Redes Neuronales, sino también de codelets para el procesamiento y la autenticación respectivamente. La ventaja de este nuevo enfoque es la versatilidad frente a las variaciones tales como: iluminación, gestos, posición, etc.

La incorporación del modelo de codelets permite adicionalmente reconocer variaciones sobre las condiciones originales de captura del rostro. El modelo de codelets nace en el proyecto Copycat de Douglas Hofstadter y Melanie Mitchell [13][14] 0 (donde se propone un esquema descentralizado de percepción basado en una red de conceptos llamada slipnet, una memoria de trabajo Workspace y pequeños fragmentos de código, especializados en una función pero no dirigidos llamados codelets. La interacción de estos elementos produce un comportamiento emergente de percepción logrando una fluidez no lograda por otros enfoques.

Posteriormente el Stan Franklin y Baars desarrollaron un modelo más complejo basado en este esquema y la *global workspace theory*. [15][15][16]

Existen varios trabajos que utilizan esta estrategia, entre ellos podemos nombrar los de Hofstadter y Mitchell, que modelaron varios sistemas de analogy making y pattern recognition.

Continuando el mismo proyecto James B. Marshall implementa Metacat como una versión mejorada de Copycat. [17]

En esta línea Harry Foundaris realiza una investigación para resolución de problemas visuales con reconocimiento de características y analogías. En proyectos de mayor envergadura, el grupo liderado por Stan Franklin en la Universidad de Memphis, desarrolló varios proyectos utilizando estas tecnologías. En especial el proyecto IDA de asignación de personal para la marina de los Estados Unidos, que interactúa directamente con el personal y negocia con ellos los destinos de acuerdo a sus preferencias y las políticas de la Marina.

Si bien el enfoque de codelets se utilizó en diversas áreas al momento no existirían antecedentes de su aplicación para validación de rostros.

Estructura de AURA

El sistema de reconocimiento facial consta básicamente de tres bloques [18]: Preproceso, Extracción de características y Clasificación. En el primer paso se realiza, sobre la imagen de entrada, el pre-procesamiento necesario para resaltar los detalles de interés (por ejemplo reducción de ruido introducido por el dispositivo de captura). En la segunda etapa se extraen las características a utilizar en el reconocimiento; actualmente se aplica el método de las *eigenfaces* [19] (ampliamente difundido en el área de RF, obteniendo un vector patrón para cada imagen) lo cual permite reducir la cantidad de información necesaria para el almacenamiento del rostro, y como trabajo futuro se propone el agregado de un modelo RN que reciba las imágenes procesadas y reduzca aún más (al mínimo posible) la información característica que debe almacenarse por cada imagen, para que luego su búsqueda en la BD de rostros autorizados sea más rápida y eficiente. Por último se efectúa la clasificación, comparando el nuevo patrón con los patrones de usuarios registrados almacenados en una BD. La arquitectura propuesta para el sistema AURA se muestra en la figura 1.

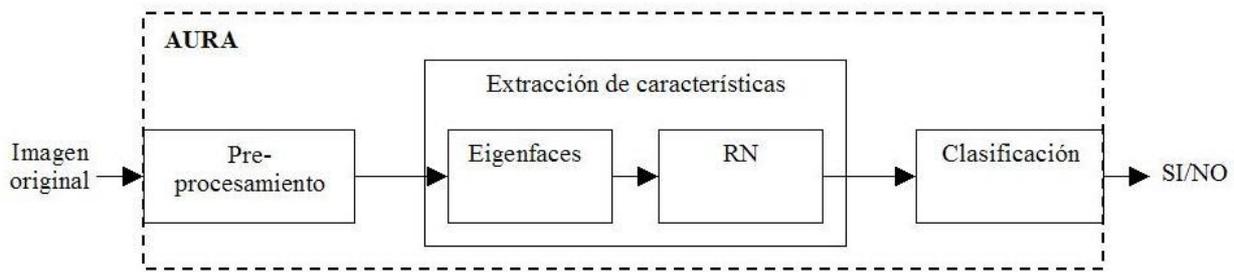


Figura 1. Estructura de AURA

Framework

El modelo del framework se basa en el proyecto Copycat0. Busca agregar un grado de flexibilidad a la percepción de situaciones y problemas. Esta flexibilidad es lo que permite manejar situaciones nuevas, encontrar nuevas soluciones a problemas o percibir objetos de forma alejada a su percepción original, como piedras como martillos o perchas como antenas de TV.

Está formado por una red de conceptos llamada Slipnet en ella se concentra el conocimiento del sistema y la memoria de largo plazo. Una memoria de trabajo donde se plantea el problema a trabajar (workspace). Un coderack que es un despachador de codelets. Un esquema básico de cómo se organizan estos componentes puede verse en la Figura 2.

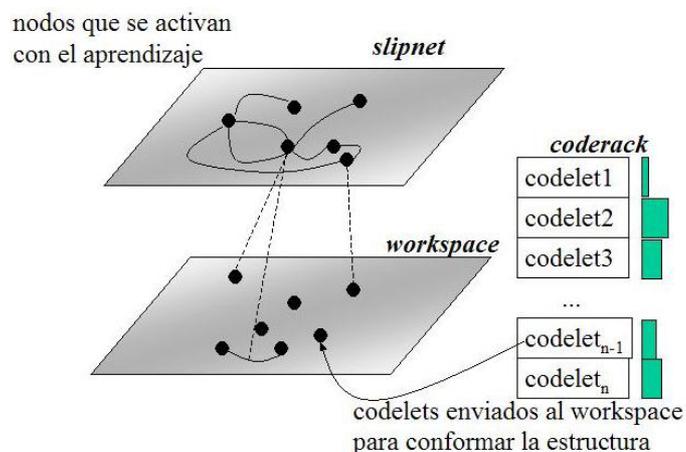


Figura 2. Organización del framework de codelets

Slipnet

Es similar a una red de conceptos donde cada nodo es un concepto.

La particularidad es que las distancias relativas entre los conceptos puede variar dinámicamente y se forma un halo de deslizamiento.

Workspace

Es el espacio de trabajo, donde se forman estructuras entre los conceptos. Estas estructuras se van modificando mediante la acción de los codelets, agrupándose y separándose dinámicamente buscando la mejor solución a problema planteado.

Se representan allí el estado de situación del sistema analizado.

Codelets

Son pequeñas rutinas altamente especializadas que evalúan las estructuras de conceptos que se generan en el Workspace y el estado del SplitNet, generando grupos y estructuras y despachando nuevos codelets.

Su ejecución no es determinística, sino que existe una probabilidad dinámica de ejecución de cada uno, esto permite que se puedan ejecutar codelets aún con pocas posibilidades de éxito. Este esquema es similar al *Simulated Annealing* en redes neuronales.

Podemos compararlos como hormigas en un hormiguero. Cada hormiga no es fundamental para el funcionamiento del hormiguero, pero en conjunto producen un funcionamiento notable.

Coderack

Es el controlador de los codelets. Es similar a un “perchero” de sacos o camperas en un salón. Los codelets entran y salen en forma más o menos aleatoria y quedan encolados ahí hasta que se dispara su ejecución.

Estado actual y trabajo futuro

La implementación se realiza en forma paralela en dos universidades. La Universidad Tecnológica Nacional Regional Santa Fe (UTN-FRSF), se encarga de implementar la captura, el preprocesamiento y la descomposición en eigenfaces. El AIGroup de la Universidad de Palermo (UP) implementa el framework genérico de codelets y su adaptación para la validación de rostros.

En la actualidad el equipo UTN-FRSF, se halla depurando el algoritmo para reducir la cantidad de eigenfaces necesarias. El equipo UP esta en la fase inicial de las pruebas de software para el procesamiento de los lotes generados por UTN-FRSF.

A futuro se integrará todo el sistema para pruebas de campo, y se medirá la sensibilidad del mismo frente a variaciones de las condiciones.

Bibliografía:

- [1] Liu, S., Silverman, M., "A practical guide to biometric security technology," *IT Professional* , vol.3, no.1, pp.27-32, Jan/Feb 2001
- [2] Wikipedia http://en.wikipedia.org/wiki/Facial_recognition_system
- [3] Dugelay J.L., Junqua J.-C, Kotropoulos C., Kuhn R.; Perronnin F.; Pitas I., "Recent advances in biometric person authentication," *Acoustics, Speech, and Signal Processing, 2002. Proceedings. (ICASSP '02). IEEE International Conference on* , vol.4, no., pp. IV-4060-IV-4063 vol.4, 2002
- [4] Haykin S. "Neural Networks", MacMillan (1994).
- [5] Meireles M.R.G., Almeida P.E.M., Simoes .M.G., "A Comprehensive Review for Industrial Applicability of Artificial Neural Networks", *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 50, nro. 3, (2003)
- [6] Pinkus A. "Approximation Theory of the MLP Model in Neural Networks", *Acta Numerica*, 143-195 (1999).
- [7] Valentin D., Abdi H., O'Toole A. J., Cottrell W." Connectionist models of face processing: a survey". *Pattern Recognition*, Vol. 27 No. 9, pp.1209-1230, 1994.
- [8] Abdel-Mottaleb M., Mahoor M.H., "Algorithms for assessing the quality of facial images", *IEEE Computational Intelligence Magazine*, May 2007, vol. 2, no.2, pp. 10-17.

- [9] Cabello, E.; Sánchez, A.; Pastor, L, "Some experiments on face recognition with neural networks", Springer NATO ASI Series, Computer and Systems Sciences, vol. 163, pp. 589-598, 1998.
- [10] Xiao C, "Biometrics-Technology, application, challenge, and Computational Intelligence solutions", IEEE Computational Intelligence Magazine, May 2007, vol. 2, no. 2, pp. 5
- [11] Nakamura K., Takano H., "Rotation and size independent face recognition by the spreading associative neuronal network", in Proc.Int. Joint Conf. on Neural Networks, Canada, July 2007, pp. 8213-8219.
- [12] Salinas R., xLarraguibel L., "Red neuronal de arquitectura paramétrica en reconocimiento de rostros", revista Ciencia Abierta, Universidad de Chile, vol. 17, 2005.
- [13] Hofstadter D. R. "Fluid Concepts and Creative Analogies: Computer Models of the Fundamental Mechanisms of Thought" . (1995) . Nueva York. USA. Basic Books.
- [14] Mitchell M. "Analogy-making as Perception". (1993) . Cambridge Massachuset. MIT Press. Hofstadter D. R., Mitchell, M. "The Copycat Project: A model of mental fluidity and analogy-making". (1994) . Memo 755. Artificial Intelligence Lab. MIT.
- [15] Franklin S. , Kelemen A., McCauley L. " IDA: A Cognitive Agent Architecture". (1998). IEEE Conf on Systems, Man and Cybernetics. : IEEE Press Bogner M., Maletic J., Franklin S., "ConAg: A Reusable Framework for Developing Conscious Software Agents".
- [16] Bogner M. B. "Realizing 'Consciousness' In Software Agents". (1999) . Disertación doctoral, University of Memphis.
- [17] Marshall J. B. "From Copycat to Metacat: Developing a Self-Watching Framework for Analogy-Making". (1997) . T. Veale (ed.), Proceedings of Mind II: Computational Models of Creative Cognition, Dublin City University, Irlanda.
- [18] Müller O., "Verificación Biométrica Automática de Identidad Mediante Reconocimiento Facial", Tesis de grado, Ingeniería Informática, FICH-UNL, 2007.
- [19] Turk M., Pentland A., "Eigenfaces for recognition", Journal of Cognitive Neuroscience, 3(1):71-86, 1991.

Sistema automático para

Asignación de aulas y distribución de espacios

Pablo Cababie, Facundo Cancelo, Daniela López De Luise
Universidad de Palermo (TE. 5199 4520 - FAX 4963 1560),
ITLab, AIGROUP, aigroup@palermo.edu

Abstract—El problema de asignación de aulas y optimización de espacios ha sido desarrollado e investigado hasta hoy utilizando diversas herramientas y tecnologías. En este trabajo se propone encontrar una solución al problema de asignación de aulas, profesores y recursos como primer paso para diseñar un sistema que pueda ser adaptado a problemas similares. El enfoque aquí presentado se basa en algoritmos genéticos, cuyos resultados relevantes se presentan y evalúan. Dada la esencia del problema, la investigación se centra en un algoritmo MOEA (Multi Objective Evolucionary Algorithm) que optimice varios objetivos al mismo tiempo, que competirán para llegar al mejor resultado posible.

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo corresponde al proyecto llevado a cabo en el ITLab de la Universidad de Palermo, bajo el nombre Gdarim, para optimizar y mejorar el sistema de asignación de aulas. Este proceso suele realizarse manualmente, estimando y estipulando los recursos como mejor parecen ajustarse.

A simple vista parece la optimización de algunos pocos parámetros (cantidad de alumnos por clase, capacidad de las aulas y cantidad de recintos disponibles) pero requiere el modelado de relaciones complejas entre los mencionados parámetros. Entre las versiones de software, algunas soportan visualmente la tarea de asignar aulas manualmente; las que no suelen implementar inteligencia alguna, ni optimizan la distribución[2][4][5]. Existen soluciones que recurren a métodos matemáticos, como el simplex [8] y en otras se llega a utilizar inteligencia artificial.[9]

El resto de este trabajo se organiza como sigue: en la sección II se presentan algunos productos y alternativas vigentes en el mercado; en la sección III se explica la estructura y arquitectura general que tiene Gdarim, tanto a nivel de implementación y código como a nivel de su diseño; en la sección IV se compara Gdarim y todas las opciones que se ofrecen en el mercado. La sección V define las conclusiones y el trabajo propuesto para el futuro.

II. PRODUCTOS VIGENTES

No parece existir aún un producto con administración y asignación de recursos y aulas totalmente automatizado. Aplicaciones como Matrícula y Classroom scheduler[5], ayudan a la visualización del esquema temporal y la distribución de espacios, pero carecen de inteligencia alguna en la asignación de las aulas y recursos. Visual Classroom Scheduler, [2] distribuye y acomoda las clases en los ámbitos disponibles. Matrícula[1], se limita a integrar la información académica en un sistema permitiendo la interacción entre diferentes áreas. El más prometedor sería Softaula [3], que provee una interfaz amigable para crear un esquema de clases y horarios, pero no asigna las aulas con inteligencia ni ayuda a mejorar la performance en la distribución. El open source Classroom Scheduler [5] permite una visualización de la distribución de los salones de clase. Otro open source, phpScheduleIt [4], no asigna

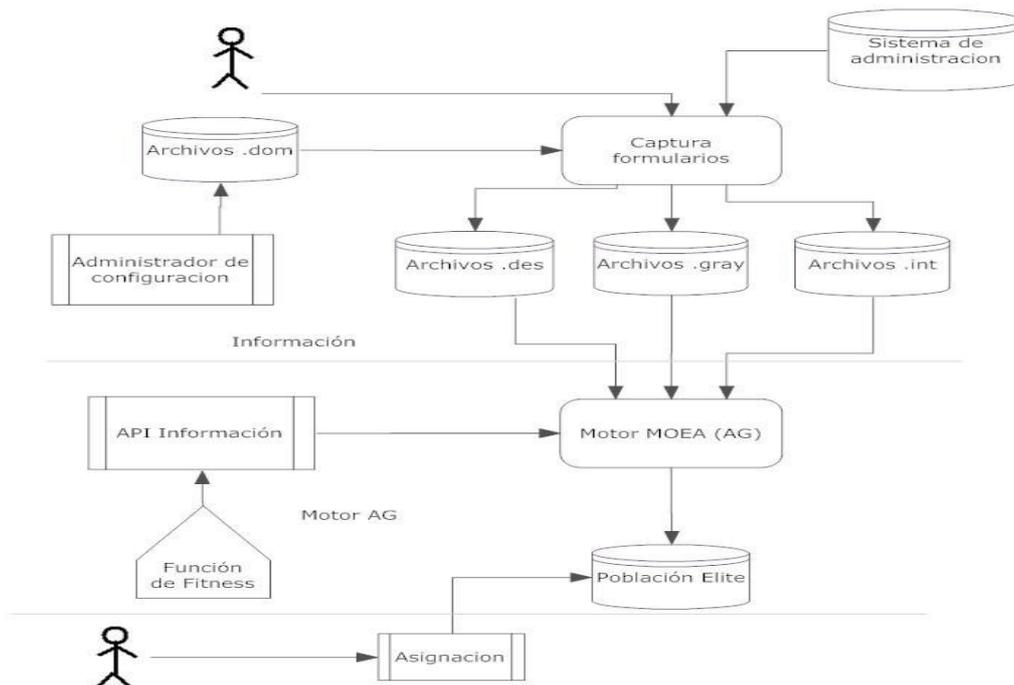
los recursos eficientemente pero gestiona los cambios de aula ante eventos especiales y ayuda a gestionar los cambios para que la repercusión de los mismos sea mínima dentro del esquema propuesto. Algunas universidades incorporaron la asignación manual a los sistemas informáticos. Como en la Universidad nacional del Comahue, con su sistema SIU Guaraní [6]. Dicho sistema realiza la gestión académica de alumnos, gestiona aulas, mesas de exámenes, jurados, etc. Las alternativas mencionadas aportan un avance considerable en el proceso de asignación de aulas sin embargo, ninguna de estas consigue resolverlo por completo.

III. ESTRUCTURA DE GDARIM

El problema de asignación de aulas podría reducirse a una asignación de recursos, con una cantidad considerable de parámetros interdependientes. La propuesta de Gdarim es usar algoritmos genéticos [7], tecnología apropiada para este tipo de problema. Este fue desarrollado en Java, por su portabilidad y su característica de open source. El prototipo consta de tres módulos (ver Fig. 1):

- Información: contiene y administra la información del problema y sus características.
- Motor AG: corazón del algoritmo genético y la inteligencia de la solución.
- Asignación: registra y administra las posibles asignaciones de recursos que genera el algoritmo.

Figura 001. Arquitectura.



Se carga la información requerida en varios formularios. La misma es almacenada en archivos que luego son accedidos y “entendidos” por la aplicación. La información ingresada es codificada en genomas, que son evaluados, mutados y cruzados de acuerdo a las operaciones de AG definidas para el problema[7] y a funciones de aptitud que serán las encargadas de determinar que alternativa resuelve mejor el problema.

El proyecto cuenta con archivos de configuración, de dominio de valores para las variables en texto y en código gray, de descripción de las interrelaciones entre las variables (resultado de los formularios), los códigos e identificadores de cada entidad.

El proceso empieza definiendo el tipo de Problema Gdarim que consta de 21 variables binarias y una cantidad de restricciones que, en principio, dependen de los formularios y otras restricciones implícitas (por ejemplo, que las materias no se superpongan). Con ésto, se invoca el motor MOEA.

Se crea una población inicial que está formada por un conjunto finito de individuos para un día determinado. Cada uno es una asignación completa para todas las aulas ingresadas y los recursos correspondientes. En la definición del gen se especifica qué parámetros se deben evaluar para la representación del problema. Algunos de los parámetros son: nro. De aula, materia, profesor, turno, etc. Una vez definido el Gen, se genera la población inicial con n_0 individuos. Se eliminan las asignaciones incorrectas y se eligen los mejores individuos, resultando una población de trabajo de n_1 individuos.

En el MOEA propuesto se optimiza no sólo la asignación de aulas, sino además la asignación de los profesores a pesar de potencialmente ser objetivos contrapuestos [11][12]. Se aplica la función de fitness **f1** para la asignación de aulas y la función **f2** para la asignación de profesores. Ambos criterios deben ser optimizados, y con este algoritmo podrán competir en función de la incidencia sobre el beneficio y desventaja alcanzados en ambas funciones [10].

A fin de acotar el espacio de búsqueda, el algoritmo trabaja con una o más funciones que modelan las restricciones al problema.

- Se define un problema como un conjunto finito de objetivos a resolver, que por la naturaleza del algoritmo serán típicamente más que uno. En este caso son dos, la optimización de aulas y de profesores.
- Se crea una población inicial en forma azarosa, pero en base a los posibles valores del dominio.
- Se calcula el fitness de la población para cada función objetivo.
- Se seleccionan de la población a aquellos individuos que por su tipo de dominancia pasan a formar parte de la elite.
- A continuación se itera una cantidad de veces estipuladas por configuración.
- En cada iteración se cruzan, se mutan, y se seleccionan a los individuos para crear la nueva población.
- Al final de cada iteración se actualiza la población elite de manera que se mejore paulatinamente el fitness de los objetivos del problema.

IV. GDARIM Y SISTEMAS ALTERNATIVOS

En particular Gdarim, pretende resolver el problema de la asignación automatizada y eficiente de aulas. Intenta contemplar parámetros y alternativas posibles para adaptarse a cualquier institución educativa y poder ser implementado con cambios mínimos, ahorrando el arduo de trabajo de buscar, y probar diferentes opciones de distribución hasta llegar a la más convincente.

La mayoría del software registrado hasta el momento fue creado con el fin de facilitar la tarea de asignación manual de aulas. Sin embargo, GDarim, propone resolverlo por completo. Tan solo es necesario ingresar la información requerida, para que sea procesada y posteriormente devuelve las mejores alternativas. Este desarrollo no se encuentra integrado ni asociado con otra aplicación, sin embargo puede configurarse para operar mediante el uso de JODBC o archivos de texto intermedios, lo que brinda aun más flexibilidad y consistencia en la información administrativa.

Gdarim a diferencia de SoftAula [3], por ejemplo, incorpora la inteligencia y capacidad de optimizar el espacio sin necesidad de intervención del operador. El mismo puede ser adaptado para cualquier institución intentando optimizar la distribución eficiente de recursos con solo modificar la función de ajuste (aptitud) y los parámetros de acuerdo a las reglas de negocio dadas.

Aplicaciones como PhpScheduleIt [4], Classroom scheduler [5], representan un modelo de la información en forma concisa y clara. No obstante su lógica es muy rudimentaria en comparación con el prototipo de Gdarim.

V. ESTADO Y TRABAJO A FUTURO

Esta propuesta pretende resolver un problema difícil hasta ahora y presentar un aporte para la administración del espacio en las instituciones educativas, resultando muy probablemente un fuerte ahorro de tiempo y dinero. Las aplicaciones existentes constan de desarrollos maduros en ciertos aspectos, pero en ningún caso se ha verificado la asignación completamente automática de recursos. Gdarim es innovador desde la perspectiva técnica porque propone un algoritmo inteligente altamente paramétrico y multi-objetivo como es el Epsilon-MOEA.

Actualmente el proyecto tiene implementado un prototipo inicial que recibe información administrativa y propone hasta 8 alternativas de asignación ponderadas. En los próximos meses, se depurarán los algoritmos para refinar parámetros sensibles a los resultados.

VI. REFERENCIAS

- [1] “Sistema Matricula”, Pereira Educa, Colombia, <http://www.pereiraeduca.gov.co>
- [2] “Visual Scheduling System,” <http://www.vss.com.au/index.asp>
- [3] “Softaula”, http://www.softaula.com/es/prod/prod_comparativa.asp
- [4] “PHPScheduleIt”, software opensource, <http://sourceforge.net/projects/phpscheduleit/>
- [5] “Classroom Scheduler”, software opensource, <http://sourceforge.net/projects/cr-scheduler/>
- [6] “SIU Guaraní”, Univ. Nac. de Comahue, Tecnologías de la Informac., <http://www.uncoma.edu.ar>
- [7] “Introducción a la computación evolutiva”, Anselmo Perez Serrada, 1996
- [8] “Modelos de despacho eléctrico económico -ambiental”, Pablo Pizarro. Univ. de Mendoza, 2006
- [9] “Modelado de la Distribución de Espacios Físicos mediante Algoritmos Evolutivos”, C.A. Delrieux, IX WICC. 2007.
- [10] “Optimización Multiobjetivos del proceso de Torneo”, Ing. R. Quiza Sardiñas, Matanzas. 2004.
- [11] “Twenty Years of Evolutionary Multi-Objective Optimization: A Historical View of the Field”, Carlos A. Coello Coello. Mexico, D. F., Nov. 11, 2005.
- [12] “Visualization and Data Mining of Pareto Solutions Using Self-Organizing Map”, S. Obayashi et al., 980-8577. Japón.
- [13] “Introducción a la Optimización Evolutiva Multiobjetivo”, Carlos A. Coello Coello Sept. 2002, <http://neo.lcc.uma.es/>

Sistema para la detección precoz de problemas en el aprendizaje
Fiel Martínez A. A., Esperón G., Porreca C., Decunto M., López De Luise D., Laurito F.,
Scanavino L., Laudadio A., Burgos M.
AIGroup – TE/FAX 011-5199 4520 – aigroup@palermo.edu

I. Introducción

La edad preescolar es fundamental en el desarrollo del niño por los procesos relacionados con el desarrollo de la inteligencia, la personalidad y las habilidades de comportamiento social[1]. En términos generales, el desarrollo puede concebirse como un conjunto de fenómenos en un proceso dinámico de organización sucesiva de funciones biológicas, psicológicas y sociales en compleja interacción, cuyas estructuras se modifican de acuerdo a las experiencias vitales [1]. Según Michelini, las experiencias vitales negativas, así como las alteraciones en la organización de funciones biológicas, psicológicas y sociales, debidas a diversos factores, podrían ejercer una influencia determinante en el fracaso escolar en etapas posteriores. Resulta importante la detección precoz de dichas alteraciones por dos razones: para compensar las deficiencias biológicas y las ligadas a los contextos sociales y familiares desfavorables; y en segundo lugar, para habilitar a los contextos educativos a llevar al niño más allá de su nivel desarrollo actual[2]. Cuanto más temprana sea la detección, se traducirá en mayores posibilidades de acción.

La propuesta de este proyecto, se basa en el estudio de algunos factores que inciden en este proceso. Si bien son múltiples los agentes intervinientes[3], el presente constituye un primer paso para la formalización a través de un sistema informático de su tratamiento en edades entre los 3 y los 6 años, y por lo tanto es de esperar el progresivo refinamiento del mismo.

El resto de este trabajo se organiza como sigue: secc. II, describe los factores intervinientes en el aprendizaje; secc. III los factores contemplados en el proyecto; secc. IV describe el estado del software en la materia, la secc. V el objetivo y la propuesta, la secc. VI. el resultado de los estudios preliminares y la última sección las conclusiones y trabajo a futuro.

II. Factores intervinientes

Dado que la bibliografía se concentra en los niños escolarizados, a continuación se describen los factores generalmente reconocidos como determinantes del proceso de aprendizaje, independientemente de la edad del niño.

Factores médicos o biológicos: Relacionados con el niño como organismo, con las incidencias genéticas, hereditarias y constitutivas. Incluyen circunstancias como la gestación, parto y momentos perinatales, enfermedades paternas y del niño, condiciones higiénico-sanitarias, peso, talla y alimentación. Se manifiestan principalmente en perturbaciones y dificultades para la adquisición y desarrollo del lenguaje [4] [3].

Factores Psicológicos: Son todos aquellos aspectos internos del niño como ser inteligente. Los aspectos psicomotores son los mejores exponentes e indicadores de su desarrollo psíquico[3] e inciden fuertemente en la obtención de logros escolares satisfactorios[4], así como la autoestima (proceso ligado al estímulo y actitudes paternas) [6], la introversión o la extraversión. De todos, la motivación juega tal vez el papel más relevante [4]. Debe considerarse, sin embargo que según ciertas investigaciones[4], las situaciones de aprendizaje informales y poco estructuradas actúan como ansiógenas y dificultan el proceso.

Factores socio-educativos: Relacionados con los procesos iniciales de socialización del niño. Refiere a las repercusiones por la adaptación al sistema de normas, valores y exigencias en su entrada a una institución educativa. Se refleja en la forma de relacionarse del niño con docentes y pares, participación en el juego y aceptación de las normas. El registro y análisis minucioso de estos datos, en forma aislada o conjunta, podría constituir una señal [4].

Dificultades Específicas: Trastornos en el área perceptivo-motora que si bien puede sospecharse que son de origen orgánico, no ofrecen posibilidad de verificación. Dichos trastornos aparecen sobre todo en el nivel de aprendizaje del lenguaje, su articulación y su lectoescritura; como

pequeñas perturbaciones, como la alteración de la secuencia percibida, imposibilidad de construir imágenes claras de fonemas, sílabas y palabras, inaptitud gráfica, etc.[7]. Podrían ser ocasionadas por afecciones psiconeurológicas, y eventualmente genéticas. Las formas leves a veces pasan inadvertidas. También comprende, entre otras, perturbaciones del cálculo, reconocidas como “discalculia”, con fenómenos como la disgrafía numérica (números escritos de forma extraña o modificados en su interpretación. Ej.: 26 por 62, 1002 por 102), la dislexia del cálculo aritmético (falta de reconocimiento visual o auditivo de los números), dificultad del cálculo aritmético (no saber colocar las cifras adecuadamente una debajo de otra), dificultad lingüística del cálculo (no asociar la cantidad con el símbolo numérico, no comprender el enunciado de los problemas aritméticos, el significado de las palabras operativas, o la ordenación de las operaciones), etc.[4]

Factores Ambientales: Refieren al entorno material del niño, posibilidades del medio en relación a la cantidad, calidad, frecuencia y redundancia de los estímulos que constituyen su campo de aprendizaje habitual (características de la vivienda, barrio, escuela, acceso a lugares de esparcimiento y deporte, canales de cultura, etc.), determinantes en la detección precoz de problemas de aprendizaje porque permitirían comprender su coincidencia con los valores vigentes en su entorno.[7]

III. Factores considerados en PROA

Para el desarrollo del presente trabajo y atendiendo a los factores mencionados anteriormente se seleccionaron dos grupos de variables clasificadas como indirectas y directas.

Las variables indirectas tienen como objetivo relevar los aspectos biográficos, sanitarios y socioculturales en una muestra de 56 niños en edad preescolar (pertenecientes a dos jardines de infantes) y estudiar la incidencia de los distintos factores. Las variables directas tienen por finalidad evaluar las producciones de los niños y detectar patrones por edades. La selección de variables fue consensuada con los asesores psicopedagógicos del equipo de investigación y las maestras de los niños involucrados.

IV. Técnicas y sistemas existentes

El relevamiento realizado para este trabajo, tanto de bibliografía como de herramientas de evaluación, sugiere que una de las mayores dificultades que se presenta actualmente, es la ausencia de instrumentos adaptados y estandarizados de medición en niños de 3 a 6 años de edad.

Algunos tests empleados en niños de temprana edad evalúan sólo algún aspecto específico del desarrollo. Tal es el caso de PRUNAPE, que evalúa el desarrollo psicomotor en niños de 0 a 5,99 años)[8]. La minibatería Koppitz, empleada para la evaluación en el ámbito psicoeducativo si bien ha sido estandarizada y adaptada a nuestro país presenta el inconveniente de que los tests que la componen (Test de Memoria Visual y Aural de dígitos, Test Bender Infantil, Test Gráfico del Dibujo de la figura Humana) son aplicables a niños mayores de cinco años y medio, cinco años y cuatro años respectivamente[10][9][11]. La Escala de Inteligencia para Preescolar y Primaria de Wechsler es aplicable a niños de cuatro a seis años y presenta las dificultades adicionales de requerir un extenso tiempo de toma y de ser de administración individual.

Las consideraciones anteriores, acerca de las limitaciones de las pruebas mencionadas, en relación al rango etario de aplicabilidad, tiempo y modalidad de administración, sumadas a la ausencia de baremos actuales, tornan inadecuadas dichas pruebas para el objetivo de detección primaria de problemas de aprendizaje.

Entre el software relevado se pueden señalar dos tipos de aplicaciones: software didáctico (destinado a desarrollar e incrementar habilidades motoras, de lectoescritura, de comprensión y relación en niños de cuatro años en adelante)[11][12] y software para el procesamiento de resultados de tests de administración manual[14].

No se han hallado antecedentes sobre desarrollos de sistemas expertos aplicados a procesos de evaluación de aprendizaje.

Fons i Santacana [15] señala que los sistemas expertos aplicados específicamente a la evaluación psicológica infantil podrían ayudar tanto al evaluador como al evaluado a razonar usando la máxima información pertinente aplicable a un caso, transformando la evaluación en un acto de enseñanza-aprendizaje.

V. Propuesta PROA

El objetivo de la propuesta PROA es desarrollar un prototipo de evaluación precoz de problemas de aprendizaje. Dicho sistema experto evaluaría con algorítmicas inteligentes si un niño entre 3 y 6 años tiene problemas potenciales de aprendizaje. Se planea la posibilidad de que a su vez realice sugerencias.

Arquitectura: La captura de datos se divide en dos partes, el protocolo de variables directas (PVD) y el protocolo de variables indirectas (PVI), que se presentan en la Fig. 1

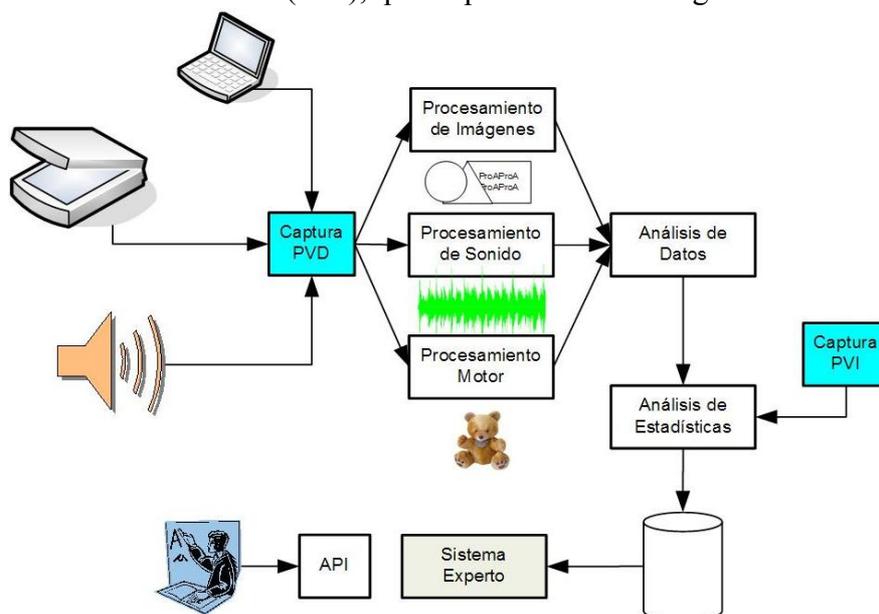


Fig. 1. Arquitectura global de PROA

El módulo PVI, será el responsable de capturar datos que servirán para armar un perfil bio-psico-social del alumno así como datos personales que pueden afectar su rendimiento (estos datos son confidenciales), gracias a la interfaz gráfica amigable de éste, la maestra o responsable del jardín, podrá realizar la captura sencilla. Los datos capturados son almacenados en un archivo de texto, para su posterior análisis. El módulo PVD, será el responsable de capturar las imágenes que son tomadas a través de un scanner o dispositivo análogo, el sonido y los datos sobre motricidad. A cada niño se le entregarán hojas A4 y una cartuchera estandarizada (lápiz negro 2HB y lápices de colores estándar), estos materiales son proporcionados por el equipo evaluador de forma que todas las pruebas se realicen en iguales condiciones. Una vez realizada la captura, se analiza por medio de tres módulos: el de Procesamiento de Sonido, el de Procesamiento de Imagen y el de Procesamiento Motor los que detectan figuras, movimientos, presión y las comparan contra patrones predefinidos y convierten los datos a un formato apto para el análisis. Posteriormente, estos datos se procesan en el módulo de Análisis de Datos para evaluar la precisión en las actividades gráficas. Luego, en el módulo de Análisis de Estadísticas, se juntan con los datos colectados del PVI, determinando así el desempeño del niño. Los resultados finales son mostrados por medio de una interfaz conectada a un sistema experto.

Características: El niño sólo tiene contacto con el papel y lápiz (o los dispositivos de captura), mientras que el operador (docente a cargo, evaluador, psicopedagogo, etc.) lo hará con interfaces gráficas que permiten introducir los datos al sistema. Su sencillez asegura una rápida curva de aprendizaje y una forma simple de ver los resultados, así el análisis de datos será transparente para

el usuario final. En términos generales, el diseño modular y flexible responde a los siguientes objetivos primarios del proyecto:

-Módulos auto-contenidos: el sistema puede funcionar esencialmente con los componentes mínimos que permitan al menos la introducción manual de información. A instancias de las eventuales necesidades, es posible adicionar módulos (smart boards, micrófonos y parlantes, scanner, etc).

-Especificidad de tratamiento: el objetivo primario es la captura de información de manera automática, pero se prevee el procesamiento estadístico, la detección automática de ciertos indicadores clínicos y psicológicos y el asesoramiento inicial de la comunidad.

Los módulos del sistema experto son desarrollados en java, que se caracteriza por:

-Programas transportables: el código, cuando está bien generado, deriva en archivos capaces de correr en cualquier tipo de sistema operativo.

-Orientado a objetos: lo que permite una mayor flexibilidad de implementación.

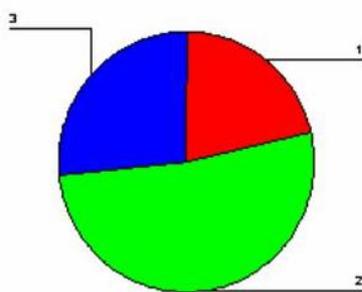
-Gran cantidad de librerías y soporte.

Finalmente es de destacar que el proyecto se lleva a cabo en etapas progresivas, que permiten la verificación estadística de cada resultado, como medio para validar cada estrategia implementada y planificar los pasos sucesivos.

Implementación PROA: Actualmente el proyecto consta de una serie de módulos correspondientes a los subsistemas PVD y PVI presentados en la Fig. 1. La captura de datos se realiza con procedimientos manuales establecidos en un protocolo que se entrega a los operadores. El ingreso de la información, por medio del sistema, permite una mínima validación y homogeneización dentro de la base de datos. Los archivos generados, son procesados con software estadístico especializado (InfoStat © y WEKA ©) para estudiar las características de la muestra evaluada. En un futuro, este procesamiento se realizará íntegramente con el módulo Análisis de Estadística. Respecto a los subsistemas Procesamiento de Imágenes y Procesamiento de Sonidos, los mismos se hallan en proceso de implementación y aún no han sido integrados al sistema.

VI. Estudio de casos

Luego de un exhaustivo estudio estadístico descriptivo, se hallaron similitudes en las muestras de ambos jardines, salvo un cierto sesgo en el presentismo y el tiempo de relación de los niños con el mismo docente. A fin de realizar el estudio de conglomerados, se verificaron las hipótesis de aplicabilidad y se obtuvieron los perfiles siguientes (ver Fig. 2):



característica	Conglomerado			Total
	1	2	3	
Cant hermanos	0 – 1	0-1	>=1	0-1
Cambio jardín	si	no	no	Poco
Como fue el parto	cesárea	normal	normal	Normal
Presentismo	Bajo	alto	medio	Alto-medio
Tiene padre	si	si	Adoptado-si	Si
Tiene madre	Si	si	si	Si
Padres conviven	Casi todos	Casi todos	si	Casi todos
Media edad	Gran variabilidad	mínima	intermedia	

Fig. 2. análisis de conglomerados

Los datos se agrupan naturalmente en tres grupos distinguibles, cuyas características se muestran en la tabla a la derecha de la figura. Se hallaron algunos sesgos interesantes. Principalmente puede decirse que existiría un grupo de niños con características típicas, representados en el conglomerado 2. Los mismos revisten el mayor porcentaje de la muestra y se caracterizan por escasa cantidad de hermanos, estabilidad dentro del jardín, nacimientos por parto normal, alto presentismo y la mínima variabilidad en la media de edad. De los dos grupos restantes, el grupo 1 tiene individuos con mayor cantidad de nacimientos por cesárea, así como menor presentismo y mayor cantidad de cambios de

jardín. Este grupo posee también la mayor variabilidad de la media de edad. Respecto al tercer grupo, podría decirse que perfila individuos con características intermedias a los dos anteriores. La tasa de nacimientos por partos, la estabilidad en el jardín son similares al grupo 2. Sin embargo denotan mayor cantidad de hermanos, presentismo inferior y una variabilidad de la edad media mayor a la de dicho grupo.

VIII. Conclusiones y trabajo a futuro

Los resultados preliminares permiten indicar que efectivamente las variables capturadas en el formulario PVI son consistentes y constituyen buenos indicadores para la definición de perfiles conductuales. Queda por establecer la relación entre los perfiles hallados y el desempeño escolar, lo que será posible en la medida en que se recapturen los mismos datos sobre los individuos estudiados a través del tiempo y se pueda observar cómo se manifiesta en su actividad. También queda por derivar mayores características de los conglomerados (a través de la incorporación del resto de las variables contenidas en el PVI, y las capturadas en el PVD), relacionar las variables de ambos protocolos entre sí y discriminar los perfiles por jardín, a fin de detectar posibles sesgos institucionales. Sería interesante, asimismo, repetir este análisis por salas.

Finalmente se deberán verificar las tendencias halladas en este trabajo con muestras de mayor tamaño.

Entre las primeras dificultades observadas, se halla la determinación del grado de distorsión rellenado de las figuras en el PVD. Cualquier escala manual que se elabore se ve influenciada por factores subjetivos. En consecuencia, es imprescindible incorporar el subsistema Procesamiento de Imágenes para estandarizar y proveer una métrica rigurosa. Adicionalmente deberán implementarse subsistema para la realización y evaluación de tests que contemplen la integración de distintas modalidades sensoriales (auditivo oral, auditivo gráfico, visual oral) y motor.

VIII. Referencias

- [1] Michellini M.L., Rodriguez S., Montiel S. et al. "Apoyo sanitario interdisciplinario en educación inicial". Rev. Chilena de pediatría. 2000, vol.71, no.2, p.154-176. ISSN 0370-4106.
- [2] Palacios J., Marchesi A., Coll C. "Desarrollo psicológico y educación 1". Alianza Psicología. 1998. ISBN 84-206-8686-7
- [3] García Nieto N. "El diagnóstico pedagógico en la educación infantil". Revista Complutense de Educación, vol 6, nro. 1. Servicio de Publicaciones. Univ. Complutense. Madrid, 1995
- [4] Quirós J. "El lenguaje lectoescrito y sus problemas". Ed. médica Panamericana. 1975. ISBN 950-06-0510-4
- [5] Casullo M. "Psicología para docentes". Ed. Guadalupe. 1991. ISBN 950-500-250-1
- [6] Millon T., Roger D. "Trastornos de la personalidad. Más allá del DSM IV". Masson S.A. 1998. ISBN. 84-458-0518-5
- [7] Paín S. "Diagnóstico y tratamiento de los problemas de aprendizaje". Ed. Nueva Visión. 1998. ISBN 950-602-006-X
- [8] Pascucci M.C., Lejarraga H., et. al. "Validación de la prueba nacional de pesquisa de trastornos de desarrollo psicomotor en niños menores de 6 años". Arch.Arg. pediatría v.100 n° 5. 2002
- [9] Koppitz, E. "El test gestáltico visomotor para niños". Ed. Guadalupe. 1986. ISBN 950-500-025-1
- [10] Casullo, M, Leibovich de Figueroa, N. "El Test VADS de Koppitz". Ed. Guadalupe. 2005. ISBN 950-500-204-1
- [11] Casullo, M. "El test gráfico del dibujo de la figura humana". Ed. Guadalupe. 1998. ISBN 950-500-205-6
- [12] Kidspiration. <http://www.inspiration.com/productinfo/kidspiration/index.cfm>
- [13] Plaphoons. <http://www.xtec.cat/~jlagares/f2kesp.htm#PLAPHOONS>
- [14] WPPSI. http://alpha.fdu.edu/psychology/wppsi_iii_computer_template.htm
- [15] Forns I Santacana, M. "Evaluación psicológica infantil". Ed. Barcanova S.A. 1993. ISBN 84-7533-943-3

Toma de Decisiones basadas en Argumentación

Edgardo Ferretti,[†] Marcelo Errecalde,[†] Alejandro García,[‡] Guillermo Simari[‡]

[†]Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Computacional (LIDIC)¹
Departamento de Informática
Universidad Nacional de San Luis
Ejército de los Andes 950 - Local 106
(D5700HHW) - San Luis - Argentina
Tel: (02652) 420823 / Fax: (02652) 430224
e-mail: {ferretti, merreca}@unsl.edu.ar

[‡]Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial (LIDIA)²
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación
Universidad Nacional del Sur
Av. Alem 1253, (B8000CPB) Bahía Blanca, Argentina
Tel: (0291) 459-5135 / Fax: (0291) 459-5136
e-mail: {ajg, grs}@cs.uns.edu.ar

Resumen

Este artículo describe, en forma resumida, parte de los trabajos de investigación y desarrollo que se están llevando a cabo en la línea “Agentes y Sistemas Multi-agente” del LIDIC, en conjunto con investigadores del LIDIA. El objetivo de este trabajo es presentar las principales temáticas que están siendo abordadas actualmente en el área de agentes cognitivos.

Uno de los objetivos principales de esta línea, es el estudio y desarrollo de modelos de coordinación para agentes que forman parte de un sistema multi-agente; asimismo, uno de los objetivos parciales del grupo de trabajo, es analizar la utilización de técnicas de argumentación en modelos de coordinación de alto nivel.

Un paso previo necesario para lograr la coordinación de múltiples agentes, es que cada agente perteneciente al sistema tome una decisión acerca de cual será su próxima acción a seguir. De esta manera, cuando un agente toma decisiones, se produce normalmente la presentación de argumentos a favor o en contra de diferentes alternativas. En consecuencia, el estudio y desarrollo de modelos de toma de decisiones que usan argumentación para seleccionar las alternativas candidatas, en sistemas multi-agente, es otra área de estudio relevante para nuestra línea de trabajo. Actualmente, este estudio se está llevando a cabo en el ámbito de la toma de decisiones individuales (sistemas con un único agente). El estudio se está abordando con un enfoque teórico/práctico que establece similitudes con modelos teóricos clásicos de toma de decisiones, y prevé aplicaciones en problemas complejos del mundo real. En particular, el énfasis estará puesto en problemas que involucren coordinación y toma de decisiones en dominios con un único y con múltiples robots.

¹Las investigaciones realizadas en el LIDIC son financiadas por la Universidad Nacional de San Luis y por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT).

²Las investigaciones realizadas en el LIDIA son financiadas por la Universidad Nacional del Sur, por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) y por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

1. Introducción

La toma de decisiones, a menudo vista como una forma de razonamiento orientada a la acción, durante mucho tiempo ha sido objeto de estudio de filósofos, economistas, psicólogos y científicos de la computación, entre otros. Dada cierta información acerca del estado actual del mundo y las consecuencias de las acciones potenciales, cualquier problema de decisión equivale a seleccionar las “mejores” acciones o aquellas suficientemente “buenas” que son posibles entre las diferentes alternativas. Es importante destacar, que la información disponible puede ser incompleta o incierta. Además, la bondad de una acción es juzgada estimando, quizás por medio de múltiples criterios, cuantas de sus consecuencias posibles concuerdan con las intenciones del tomador de decisiones o satisfacen sus preferencias. Asimismo, se asume que el agente se comporta de manera racional [23], al menos en el sentido que sus decisiones deben ser consistentes con sus preferencias. Sin embargo, se podría tener un punto de vista de la racionalidad, que requiriera que el comportamiento del tomador de decisiones estuviera conforme a postulados que establecen como debe comportarse un agente racional [17].

Los problemas de decisión han sido considerados desde diferentes puntos de vista, de los cuales se pueden distinguir dos tendencias principales que están influenciando actualmente la investigación en *Inteligencia Artificial (IA)*; estas son: la *teoría de decisión clásica* y los enfoques de decisión *BDI (Beliefs-Desires-Intentions)* y de *razonamiento práctico*.

1.1. Teoría de Decisión Clásica

La teoría de decisión clásica, desarrollada mayormente por economistas, se ha centrado principalmente en explicitar cuándo un tomador de decisiones es racional. En consecuencia, se han elaborado principios para comparar distintas alternativas. Un principio de decisión particular como el de la *utilidad esperada clásica*, debe ser justificado sobre la base de un conjunto de postulados de racionalidad, que deben ser satisfechos por la relación de preferencia existente entre las acciones. Esto significa, que en este enfoque la *racionalidad* es capturada a través de un conjunto de postulados que describen, qué es un comportamiento de decisión racional.

Este enfoque tiene como entradas un conjunto de acciones candidatas y una función que calcula el valor de sus consecuencias, cuando las acciones son realizadas en un estado dado junto con información parcial o completa acerca del estado actual del mundo. La salida, es una relación de preferencia entre acciones. Es importante destacar, que tal enfoque tiene como objetivo hacer un ranking del grupo de acciones candidatas, en vez de centrarse en una acción individual. Además, se presupone que las acciones candidatas son factibles de llevarse a cabo.

Realizando una sobre-simplificación, se pueden distinguir entonces dos grupos de trabajo en IA que siguen este enfoque de toma de decisiones. El primer grupo estaría representado por investigadores que usan *Redes Bayesianas* [19] y que trabajan en planeamiento bajo incertidumbre, por ejemplo [8]. Además, algunos trabajos en IA han tenido como objetivo desarrollar frameworks de decisión cualitativos, pero aún siguiendo la línea de pensamiento de la teoría de decisión clásica, entre ellos pueden citarse [9, 22].

1.2. Enfoques de Decisión BDI y de Razonamiento Práctico

Otros investigadores en IA que trabajan en razonamiento práctico, comenzando con la pregunta “¿cuál es la acción correcta que un agente debe realizar en una situación determinada?” [20, 21], han propuesto un proceso de dos pasos para responder a esta pregunta: el primer paso, a menudo llamado *deliberación* [23] consiste en identificar las metas del agente; en el segundo paso, se buscan maneras de lograr esas metas, es decir planes, y en consecuencia metas intermedias y sub-planes. Este

tipo de enfoque trae a colación aspectos tales como: ¿cómo se generan las metas?, ¿son las acciones posibles?, ¿tienen las acciones efectos indeseables?, ¿son los sub-planes compatibles?, ¿existen planes alternativos para lograr una meta dada?, etc.

En [5, 6], se ha argumentado que esto puede hacerse representando los estados cognitivos del agente; a saber, sus creencias, deseos e intenciones (arquitectura BDI). Esto requiere un enfoque expresivo en cuanto a la representación de conocimiento y preferencias, que contrasta con el enfoque de decisión clásica que usa directamente una distribución de incertidumbre (una distribución de probabilidad en el caso de la utilidad esperada) y una función de utilidad (valor). Además, el paso de deliberación es meramente un problema de inferencia, dado que equivale a encontrar un conjunto de deseos que están justificados sobre la base del estado actual del mundo y sobre los deseos condicionales. De hecho, chequear si un plan es factible y que no nos guiará a consecuencias indeseadas es aún un problema de inferencia. Un problema de decisión ocurre solamente cuando se tienen varios planes o sub-planes posibles y uno de ellos debe ser elegido.

2. Tareas en Progreso y Trabajos Futuros

La *argumentación* es un modelo de razonamiento basado en la construcción y evaluación de argumentos que interactúan entre sí. Estos argumentos tienen como fin, soportar, explicar o atacar enunciados que pueden ser opiniones, decisiones, etc. La argumentación ha sido utilizada en diferentes dominios; como razonamiento no-monótono [7, 10], manejo de inconsistencias en bases de conocimiento [1, 2] y modelado de diferentes tipos de diálogos, en particular persuasión [3] y negociación [4]. Un enfoque de negociación basado en argumentación tiene la ventaja de que además de intercambiar ofertas, se intercambian razones que las soportan y que eventualmente podrían llevar al receptor a cambiar sus preferencias. En consecuencia, se puede llegar a un acuerdo entre las partes de manera más conveniente, pues en otros enfoques donde las preferencias de los agentes son fijas la negociación puede fallar.

De esta manera, adoptar un enfoque de este estilo en los problemas de decisión, tendría el beneficio de que el tomador de decisiones además de tener una buena elección, tendría las razones subyacentes que la soportan de una manera fácil de entender. La toma de decisiones basada en argumentación, es más afín a la forma en que los seres humanos deliberan y finalmente toman o entienden una elección.

Es por eso que desde nuestra perspectiva consideramos la toma de decisiones individuales usando un enfoque argumentativo, donde se hace énfasis en la justificación de cual es la mejor decisión a tomar en una situación dada, y donde se dejan de lado otros aspectos del razonamiento práctico tales como la generación de metas, la factibilidad de las mismas y su planeamiento. De esta forma, el modelo de decisión rebatible en el que se está trabajando, sigue los lineamientos clásicos de la toma de decisiones, pero justificado desde el punto de vista de la argumentación. En particular, en [12], se presentó un modelo para la toma de decisiones rebatibles que combina reglas de decisión y argumentos. En el framework de decisión allí propuesto, la política de decisión del agente se puede modificar de manera flexible, realizando pequeños cambios en los criterios que influyen en las preferencias del agente y en la comparación de argumentos. Nuestro enfoque incluye una metodología simple para desarrollar los componentes de decisión del agente. De esta manera, un framework de decisión desarrollado siguiendo esta metodología, exhibe algunas propiedades interesantes con respecto a la consistencia en las decisiones requerida por el enfoque clásico de teoría de decisión [17]. Si el agente (tomador de decisiones) tiene disponible todo el conocimiento relevante acerca de sus preferencias con respecto a las posibles alternativas candidatas que se le pueden presentar, entonces nuestra propuesta implementa una *relación de preferencia racional*. No obstante, si el agente posee conocimiento parcial acerca de sus preferencias, aún exhibirá un comportamiento de elección consistente, que formalmente se relaciona con el *axioma débil de la preferencia revelada* del enfoque

de *reglas de elección*, un enfoque clásico de teoría de *Toma de Decisiones Individuales* [17] mucho más flexible que el enfoque *basado en preferencias*. Los principios presentados en [12], fueron ejemplificados en un dominio de un único robot Khepera 2 simulado [16, 18], que debe tomar decisiones acerca de que caja debe transportar a continuación, mientras realiza tareas de limpieza en un ambiente estático (donde los únicos cambios que se producen es por el accionar del mismo). Para ello, hemos hecho uso del framework *Khe-DeLP* [11, 13] que posibilita a los robots Khepera razonar usando *Defeasible Logic Programming* (DeLP) [15].

Como trabajo futuro, una primer extensión de nuestro trabajo consistirá en considerar la presencia de múltiples agentes en el ambiente. En [14], se presentó un primer enfoque a la toma de decisiones rebatibles en un sistema con múltiples robots. Sin embargo, en este nuevo escenario, se deberán considerar formalismos relacionados con la coordinación de agentes y también tendremos que establecer las conexiones formales con nuestro enfoque.

3. Consideraciones finales

Con respecto a los enfoques tradicionales de la teoría de decisión clásica, nuestro trabajo difiere principalmente en que el análisis se centra directamente en la relación de preferencia del agente, y no en una función de utilidad que representa a esta relación. Este aspecto nos permite establecer de manera directa, conexiones formales entre nuestro enfoque de toma de decisiones basadas en argumentación y enfoques más esenciales para modelar el comportamiento de elección individual.

El hecho de poder experimentar con dominios de un único y de múltiples robots, reales y simulados, por un lado permite transferir a la práctica los resultados teóricos formales que se obtienen y por otro, presenta dificultades propias del dominio, cuya solución práctica permite la abstracción de los conceptos utilizados para formular dicha solución, logrando una retroalimentación que permite perfeccionar los modelos teóricos obtenidos.

Referencias

- [1] T. Alsinet, C. Chesñevar, L. Godo, S. Sandri, and G. Simari. On the computation of warranted arguments within a possibilistic logic framework with fuzzy unification. In *Proceedings of the 11th International Workshop on Non-Monotonic Reasoning (NMR)*, 2006.
- [2] L. Amgoud and C. Cayrol. Inferring from inconsistency in preference-based argumentation frameworks. *Journal of Automated Reasoning*, 29(2):125–169, 2002.
- [3] L. Amgoud, N. Maudet, and S. Parsons. Modeling dialogues using argumentation. In *Proceedings of the Fourth International Conference on MultiAgent Systems (ICMAS)*, pages 31–38. IEEE Computer Society, 2000.
- [4] L. Amgoud, S. Parsons, and N. Maudet. Arguments, dialogue and negotiation. In *Proceedings of the 14th European Conference on Artificial Intelligence (ECAI)*, pages 338–342, 2000.
- [5] M. Bratman. *Intentions, Plans and Practical Reason*. Harvard University Press, 1987.
- [6] M. Bratman, D. Israel, and M. Pollack. Plans and resource bounded reasoning. *Computational Intelligence*, 4, 1988.
- [7] C. Chesñevar, A. Maguitman, and R. P. Loui. Logical models of argument. *ACM Computing Surveys*, 32(4):337–383, 2000.

- [8] T. Dean, L. Kaelbling, J. Kirman, and A. Nicholson. Planning under time constraints in stochastic domains. *Artificial Intelligence*, 76(1-2):35–74, 1995.
- [9] J. Doyle and R. Thomason. Background to qualitative decision theory. *AI Magazine*, 20(2), 1999.
- [10] P. M. Dung. On the acceptability of arguments and its fundamental role in non-monotonic reasoning, logic programming and n-person games. *Artificial Intelligence*, 77(2):321–357, 1995.
- [11] E. Ferretti, M. Errecalde, A. García, and G. Simari. Khedelp: A framework to support defeasible logic programming for the khepera robots. In *International Symposium on Robotics and Automation (ISRA)*, pages 98–103, San Miguel Regla, Hidalgo, México, August 2006.
- [12] E. Ferretti, M. Errecalde, A. García, and G. Simari. Decision rules and arguments in defeasible decision making. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Computational Models of Argument (COMMA)*, Frontiers in Artificial Intelligence and Applications. IOS Press, Mayo 2008. (ACEPTADO).
- [13] E. Ferretti, M. L. Errecalde, A. J. García, and G. R. Simari. Khepera robots with argumentative reasoning. In *Proceedings of the 4th International AMIRE Symposium*, pages 199–206, Buenos Aires, Argentina, October 2007.
- [14] E. Ferretti, N. Rotstein, M. Errecalde, A. García, and G. Simari. Defeasible decision making in a multi-robot environment. *Research in Computing Science*, 32:150–160, 2007. Special issue “Advances in Artificial Intelligence and Applications”.
- [15] A. J. García and G. R. Simari. Defeasible logic programming: an argumentative approach. *Theory and Practice of Logic Programming*, 4(2):95–138, 2004.
- [16] K-Team. Khepera 2. <http://www.k-team.com>, 2002.
- [17] A. Mas-Collel, M. D. Whinston, and J. R. Green. *Microeconomic Theory*. Oxford University Press, 1995.
- [18] O. Michel. Webots: Professional mobile robot simulation. *Journal of Advanced Robotics Systems*, 1(1):39–42, 2004.
- [19] J. Pearl. *Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems*. Morgan-Kaufmann, 1988.
- [20] J. Pollock. The logical foundations of goal-regression planning in autonomous agents. *Artificial Intelligence*, 106(2):267–334, 1998.
- [21] J. Raz. *Practical Reasoning*. Oxford University Press, 1978.
- [22] S. W. Tan and J. Pearl. Qualitative decision theory. In *Proceedings of the 11th National Conference on Artificial Intelligence*, pages 928–933, 1994.
- [23] M. J. Wooldridge. *Reasoning about Rational Agents*. MIT Press, Cambridge Massachusetts, London England, 2000.

Algoritmos Evolutivos para Resolver el Problema de Ruteo de Vehículos con Capacidad Limitada

Patricia Graglia², Natalia Stark¹, Salto Carolina¹, Hugo Alfonso¹

Laboratorio de Investigación en Sistemas Inteligentes (LISI)
Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de La Pampa
Calle 110 Esq. 9 (6360) General Pico – La Pampa – Rep. Argentina
Te. / Fax: (02302) 422780/422372, Int. 6302
e-mail: ¹{nstark, saltoc, alfonsoh@ing.unlpam.edu.ar}, ²pmg_xxi@yahoo.com.ar

Resumen

Una de las líneas de trabajo en nuestro laboratorio, consiste en el diseño y el desarrollo de algoritmos heurísticos y meta heurísticos que resuelvan una de las variantes del problema de optimización conocido como Problema de Ruteo de Vehículos, reconocido internacionalmente con la sigla VRP (Vehicle Routing Problem). VRP es uno de los problemas del área de logística y tráfico que ha recobrado mayor importancia básicamente por el gran interés práctico ya que se lo vincula a toda una gama de problemas de optimización de similares características.

La optimización de la planificación de recursos reduce significativamente los costos de los distintos recursos involucrados.

La hibridización y el paralelismo son dos de las técnicas que han permitido diseñar meta-heurísticas y dar solución a problemas de optimización. Estas meta-heurísticas han logrado, con un esfuerzo razonable, alcanzar buenos resultados.

Con estas líneas trabajo se pretende encontrar soluciones al problema de ruteo de vehículos con capacidad limitada (CVRP) mediante técnicas meta-heurísticas que resulten más eficaces y eficientes que las actuales; logrando un conjunto de diversas soluciones de buena calidad y en un intervalo de tiempo razonable, como es requerido en situaciones reales.

Introducción

Muchos problemas de optimización discreta buscan la mejor configuración de un conjunto de variables para alcanzar el objetivo planteado por el mismo. Una clase de ellos que se destaca especialmente es la conocida con el nombre de *Problemas de Optimización Combinatoria (POC)*. Estos problemas requieren de la búsqueda de la mejor solución dentro de una determinada área finita de búsqueda, para ello se desarrollan diferentes algoritmos que pueden evidenciar distinto grado de *eficiencia* y *eficacia* en la búsqueda de tal solución. Para estos problemas se han desarrollado algoritmos que pueden ser clasificados como *completos* o *aproximados*. Los algoritmos completos están garantizando encontrar para cada instancia del problema de tamaño finito una solución óptima en tiempo limitado [15, 18]. Para POC que sean *NP*-duros [10], no existe algoritmo en tiempo polinomial.

Por lo tanto, los métodos completos deben necesitar tiempo de computación de orden exponencial en el peor de los casos. Esto conlleva que para mayores instancias se requiera un tiempo computacional demasiado grande para el propósito práctico perseguido.

En las últimas dos décadas, emergió una nueva clase de algoritmos aproximados que combinan las características de los métodos heurísticos básicos en estructuras de mayor

nivel intentando con ello alcanzar una mayor eficiencia y efectividad en la exploración del espacio de búsqueda. Actualmente, estos métodos reciben el nombre de *metaheurísticos*. Algunos de estos métodos están inspirados en la naturaleza y en vez de basar la búsqueda en una única solución lo hacen sobre varias soluciones simultáneamente, pudiendo las soluciones responder a una única estructura o varias.

De estos métodos que trabajan sobre varias soluciones surgen los llamados métodos basados en población, siendo uno de ellos el conocido *Algoritmo Evolutivo –AE*, que cubren un amplio campo de aplicación. Estos algoritmos están inspirados en las capacidades naturales de como la evolución de la vida se va adecuando a las condiciones medioambientales [14]. El éxito alcanzado resolviendo problemas de gran complejidad no fue descubierto hasta principios de los ochenta, a pesar de que sus orígenes se remontan a finales de los cincuenta.

Los AE, a pesar de usar procesos estocásticos obtienen resultados que son claramente no aleatorios, la componente determinista del algoritmo –función de evaluación– orienta la dirección de la búsqueda, mientras que la parte aleatoria se encarga de la explotación de la búsqueda local. Ellos mantienen un conjunto de estructuras (población) que evolucionan acorde con las reglas de selección y los denominados operadores de búsqueda tales como la recombinación y la mutación.

La población de individuos representa un conjunto de soluciones potenciales a un problema de optimización dado, y es sometida a una serie de operadores probabilísticos (mutación, selección y recombinación).

Cada uno de los individuos posee una medida de su adaptación al entorno llamada *fitness* o adecuación. La adecuación de un individuo refleja el valor de la función objetivo que se busca optimizar.

La reproducción pone atención en los individuos con mejor adaptación, de ahí que explote la información disponible en los individuos. Por otro lado, la *recombinación* y la *mutación* alteran dichos individuos suministrando un medio para la exploración. El operador de *mutación* introduce innovación en la población, variando los cromosomas de los individuos. La *recombinación* intercambia información entre distintos individuos de la población.

El Problema de Ruteo de Vehículos con capacidad limitada (CVRP) es una de las variantes del Problema de Ruteo de Vehículos (VRP) que es considerado emblemático en el campo de la logística y tráfico, remontándose su tratamiento a los años 1960's [5, 6, 7]. Desde la década del 90 se han realizado significativos aportes teóricos y prácticos introduciendo enfoques metaheurísticos tales como Tabu Search [11], Simulated Annealing [17], Colonias de Hormigas [4], Algoritmos Evolutivos [3, 9, 20], entre otros.

El CVRP consiste en encontrar un conjunto de rutas con la menor distancia posibles que les permita a los vehículos de una empresa entregar los pedidos solicitados por sus clientes. Cada uno de los vehículos cuenta con una determinada capacidad de traslado, la cual no puede ser superada, y comienza y finaliza su recorrido en el depósito. Todos los clientes deben ser atendidos y la demanda de cada uno de ellos no puede ser fraccionada, o sea que la carga de un cliente es transportada completamente por un único vehículo.

Tareas de Investigación y Desarrollo

Básicamente las tareas de investigación y desarrollo consisten en: profundizar y modificar la herramienta de software Mallba [1], la cual permite la generación de algoritmos meta-heurísticos híbridos, multiobjetivos, descentralizados y paralelos;

analizar codificaciones para la representación de las soluciones del problema en estudio; estudiar el comportamiento de algoritmos evolutivos para resolver CVRP con distintos operadores de cruce y mutación; analizar la incorporación de operadores de búsqueda local; analizar el comportamiento de los algoritmos implementados, poniendo especial énfasis en las ventajas proporcionadas por los algoritmos distribuidos y paralelos con respecto a sus pares secuenciales.

Cabe aclarar que se ha avanzado en estas tareas. Se han realizado diferentes experimentos sobre la estructura algorítmica del paquete Mallba. Se empleó un algoritmo genético al cual se le incorporó el módulo correspondiente al problema CVRP. Se optó por implementar una representación del problema propuesta por Alba y Dorronsoro [2] y los operadores de cruce tradicionales, para el tipo de representación seleccionado: Edge Recombination Crossover (ERX) [21], Partial Mapped Crossover (PMX) [12], Order Crossover (OX) [8] y Cycle Crossover (CX) [16]. La principal desventaja de esos operadores es que no incorporan conocimiento del problema para llevar a cabo el intercambio de información genética. Por lo tanto, siguiendo la propuesta por Salto et al. para un problema de empaquetado [19], hemos propuesto nuevos operadores de recombinación, los cuales transmiten las mejores características de uno de los padres (en este caso se traduce a mejores recorridos) al hijo durante el proceso de recombinación, con el propósito de minimizar el recorrido total. Por otra parte se ha investigado en la literatura los operadores de mutación aplicables a este problema, resultando los más utilizados intercambio, inversión e inserción. Se han realizado pruebas combinando los tipos de cruces antes mencionados con los operadores de mutación con el objetivo de obtener la mejor combinación de operadores para resolver de manera eficiente el problema en cuestión. Por otra parte, se está estudiando la conveniencia de aplicar el operador de búsqueda local 2-OPT [13] en distintas etapas del proceso evolutivo.

Resultados Esperables

Se espera obtener algoritmos meta-heurísticos que resuelvan eficaz y eficientemente el problema de ruteo de vehículos con capacidad limitada (CVRP) donde se halla logrado incorporar un diseño apropiado de la representación de las soluciones, junto con un conjunto de operadores que incorporen conocimiento del problema. Además de, definir y estudiar extensiones paralelas de los modelos desarrollados, de manera que, no sólo se aproveche la potencia numérica inherente a las técnicas descentralizadas sino, que también se puedan obtener ganancias en tiempo real al utilizar un conjunto de computadoras para resolver el problema mencionado.

Referencias Bibliográficas

- [1] Alba E, Almeida F, Blesa M, Cotta C, Díaz M, Dorta I, Gabarro J, Gonzalez J, León C, Moreno L, Petit J, Roda J, Rojas A, Xhafa F. MALLBA: Towards a Combinatorial Optimization Library for Geographically Distributed Systems. Proc. of the XII Jornadas de Paralelismo. 2001. Pages 105-110. [Http: citeseer.nj.nec.com/alba01mallba.html](http://citeseer.nj.nec.com/alba01mallba.html)
- [2] Alba E, Dorronsoro B. Solving the Vehicle Routing Problem by Using Cellular Genetic Algorithms. Evolutionary Computation in Combinatorial Optimization – EvoCOP, 2004. pp 11-20

- [3] Baker B M, Ayechev M. A. A genetic algorithm for the vehicle routing problem. *Computers & Operations Research*, Volume 30, Issue 5, April 2003, Pages 787-800.
- [4] Bell J, McMullen P. Ant colony optimization techniques for the vehicle routing problem. *Advanced Engineering Informatics*. Elsevier. 2004; 18; 41-48.
- [5] Christofides N, Eilon S. An Algorithm for the vehicle dispatching problem. *Oper Res Quarterly*, 1969; 20 (3): 309-18.
- [6] Christofides N, Mingozzi A, Toth P. The vehicle routing problem. In *Combinatorial Optimization*. Chichester: Wiley; 1979. 315-38.
- [7] Clark G, Wright JW. Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points. *Oper Res*. 1964; 12:568- 81.
- [8] Davis L. Applying adaptive algorithms to domains, In *Proceedings of the International Joint Conference on Artificial Intelligence*. 1985. pp 162-164.
- [9] Filipec, M. Skrlec, D. Krajcar, S. An efficient implementation of genetic algorithms for constrained vehicle routing problem. *IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*, 1998. V: 3, 2231-2236.
- [10] Garey M, Johnson D. *Computers and Intractability: a Guide to the Theory of NP-completeness*. Freeman. San Francisco, California. 1979.
- [11] Gendreau M, Hertz A, Laporte G. A tabu search heuristic for the vehicle routing problem. *Manage. Sci. Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS)*, Linthicum, Maryland, USA. 1994; Vol 40; pp 1276-1290.
- [12] Goldberg D, Lingle Jr. R. Alleles, loci, and the traveling salesman problem. *Proceedings of the 1st International Conference on Genetic Algorithms and their Applications*. Pittsburgh, PA. 1985. pp 154-159.
- [13] Lin, S. 1965. Computer solutions of the traveling salesman problem. *Bell System Tech. J.* 44 2245-2269.
- [14] Michalewicz Z. *Genetic Algorithms + Data Structures = Evolutions Programs (Third, Revised and Extended Edition)*. 1999. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg New York.
- [15] Nemhauser G, Wolsey L. *Integer and Combinatorial Optimization*. John Wiley. New York. 1998.
- [16] Oliver, I. M., Smith, D. J., and Holland, J. R. C. A Study of Permutation Crossover Operators on the Traveling Salesman Problem. *Proceedings of the 2nd International Conference on Genetic Algorithms*. 1987. pp 224-230.
- [17] Osman I H, Metastrategy simulated annealing and tabu search algorithms for the vehicle routing problem. *Ann. Oper. Res.*, J. C. Baltzer AG, Science Publishers. 1993. Vol 41; pp 421-451.
- [18] Papadimitriou C, Steiglitz I. *Combinatorial Optimization: Algorithms and Complexity*. Prentice-Hall. 1982.
- [19] Salto, C., Molina, J.M., Alba, E.: Evolutionary algorithms for the level strip packing problem. *Proc. of the Workshop on Nature Inspired Cooperative Strategies for Optimization*. 2006. pp.137–148
- [20] Xu Y L, Lim M H, Er M J. Investigation on Genetic Representations for Vehicle Routing Problem, *IEEE International Conference on System, Man and Cybernetics*, Hawaii, U.S.A., Oct., 2005.
- [21] Whitley D, Starkweather T, Fuquay D. Scheduling problems and traveling salesman: the genetic edge recombination, *Proceedings of the third international conference on Genetic algorithms*. 1989, pp 133-140.

Predicción de Consumo de Energía Basada en Sistemas Conexionistas”

(¹) J. Martinez, (²) C. Navarro, (³) J. Ierache

Facultad de Informática Ciencia de la Comunicación y Técnicas Especiales
(⁴) Instituto de Sistemas Inteligentes y Enseñanza Experimental de la Robótica (ISIER)
Universidad de Morón Cabildo 134, (B1708JPD) Morón, Buenos Aires, Argentina
54-11-56272000 interno 189/746 , 54-11-56274520

jamartinez@unimoron.edu.ar (1), cnavarro@unimoron.edu.ar, (2), jierache@unimoron.edu.ar(3)
isier@unimoron.edu.ar(⁴)

Resumen

El presente trabajo describe los resultados generales de la investigación realizada para la predicción de la demanda energética en la Republica Argentina desde un caso de estudio particular. Dicho caso permite abordar cuestiones particulares, como la penalización correspondiente a la fuente de energía particular. Se ha elegido como caso de estudio la demanda de gas natural debido a que ésta ofrece la mayor complejidad respecto a las otras fuentes. Con el fin de resolver el problema de la predicción de la demanda se construye un ensamblado de redes neuronales previamente obtenidas y evaluadas.

1. Introducción

La problemática de la predicción de energía ha sido abordada con diferentes tecnologías. Las metodologías clásicas no han aportado una solución acorde a las demandas de los respectivos entes reguladores. Esto ha llevado a las empresas involucradas en este servicio a buscar otros métodos con el fin de realizar una predicción del consumo energético con mayor exactitud.

En este caso de estudio se ha planteado un modelo para la predicción de la demanda de gas natural de nuestro país, basado en un ensamblado de redes neuronales que permite la mejora en el desempeño individual de las mismas. Para conseguir dicho ensamblado se realizó la simulación de distintas topologías de redes neuronales de propagación hacia delante, como las MLP (Perceptron Multicapa) y las RBF (Redes Neuronales con funciones de base radial), recurriendo al uso de una herramienta destinada a tal fin, el Statistica Neural Networks. Otra estructura utilizada en dicho ensamblado es una red de Elman, aportando al modelo un estado interno que contribuye con un comportamiento dependiente de estados anteriores. Para conseguir esta red se construyó un prototipo de simulador implementando el clásico algoritmo de retropropagación del error, o backpropagation, con la adición del término momento.

2. Caso de estudio representativo

Con el objetivo de abordar un caso de estudio sobre la predicción de la demanda energética se procede con la exposición del caso para el gas natural. La zona donde se realiza la predicción es acotada a la extensión geográfica de la provincia de Buenos Aires, república Argentina, debido a que ésta es el área de mayor consumo de energía y a su vez de mayor densidad poblacional.

El objetivo del caso de estudio es la pronosticación de la demanda del día siguiente, ya que solo esta situación es pasible de penalización. Este se ajusta a la demanda de las fuentes de energía de mayor actividad en la población en cuestión.

Las empresas distribuidoras se encargan de disminuir las presiones de operación utilizando estaciones de regulación para cumplir con las pautas dictadas por la norma denominada “*Normas mínimas de seguridad para el transporte y distribución de gas natural y otros gases por cañerías*” [Enargas 1993].

La etapa final es la medición del consumo de cada cliente mediante un medidor con un error conocido, de un caudal máximo, que registra los m³ acumulados [Enargas 1992]. Debido a que la medición para cada usuario se realiza mensual o bimestralmente, resulta imposible conocer el comportamiento de la demanda de cada usuario en cada día. Para abordar este inconveniente se emplean sistemas SCADA, Control supervisor y adquisición de datos, que obtienen mediciones de los puntos de transferencia, entrega desde los transportistas y traspaso a otras distribuidoras.

La normativa obliga a las distribuidoras a comunicar formalmente antes de las 12 horas de cada día los volúmenes que estima requerirán al corto plazo, entendiéndose por esto los 4 días subsiguientes [Ley 24076]. De esta forma, los despachos de los productores y transportistas pueden planificar eficientemente la operación del sistema con antelación suficiente.

Con el objetivo de conocer los factores más relevantes para la demanda de gas natural se han evaluado los trabajos [Gil 2002], [Arrufat 1993] y [Box 1970]. [Gil 2002] introduce el concepto de temperatura efectiva; En [Arrufat 1993] los autores plantean la existencia de 2 temperaturas de referencia que gobiernan el comportamiento de los usuarios, los 18 y 10 grados Celsius y [Box 1970] desarrollaron una metodología llamada ARIMA, Autorregresive Integrated Moving.

Se ha considerado también que debilidad de los modelos lineales es la incapacidad de representar series temporales reales que posean comportamientos no lineales, para los cuales, en muchos casos no existen suficientes leyes físicas o económicas que permitan especificar completamente un modelo estadístico para su representación, véase [Granger 1993].

Otros trabajos valorados fueron [Doumanian 2000], [Paggi 2007] [Paggi 2007] y [AGA 1992]. [Doumanian 2000] incluye el modelo de autoregresión generalizada ARIMA combinado con redes neuronales. La empresa norteamericana William Gas Pipeline implementó con éxito un sistema basado en Perceptron multicapa para el pronóstico de la demanda a corto plazo [Lam 1998]. [Paggi 2007] utiliza modelos ARIMA y diversas configuraciones de redes neuronales para la predicción del consumo de gas en garrafas. Por último la organización American Gas Association (A.G.A.) recomienda el uso de diversas técnicas de regresión para el pronóstico de consumo en su Práctica de Series de Operación [AGA 1992].

Los factores influyentes en la demanda de gas natural educidos del análisis de los trabajos citados y utilizados para los modelos evaluados en el presente artículo son climáticos, de tipo calendario, macroeconómicos y distintas representaciones de la demanda previa. De estos factores se extraen las variables analizadas que se contemplan en el desarrollo de un ensamblado de redes neuronales, ver [Bishop 2000].

3. Propuesta

Las soluciones existentes detalladas en el apartado anterior, en general miden la bondad de las predicciones con el error medio cuadrático y no garantizan una minimización de los casos de predicción fuera de la banda de tolerancia. La normativa vigente no es flexible referente a los errores aceptables en las nominaciones de gas natural y establece un conjunto de penalidades que varía en función del estado de los sistemas de transporte para errores entre un 5% y un 15% [Enargas 1992, 1995]. Con el objetivo de encontrar una solución, se exploraron exhaustivamente todas las arquitecturas de redes neuronales soportadas por la aplicación Statistica Neural Networks. Para incluir en un ensamblado las redes neuronales recurrentes de tiempo discreto, TDNN, se construyó un prototipo con redes de Elman [Elman 1990]. Para concretar la propuesta se plantea la

solución representada en el esquema de la Figura 3-1 donde se observa la base datos, los procesos de exploración y evaluación, los modelos generados y la aplicación de ensamblado. La base de datos se conforma de la información obtenida del ENARGAS, INDEC, Servicio Meteorológico Nacional y los datos calendarios. La misma aporta los datos normalizados y no normalizados necesarios para efectuar la exploración de redes neuronales con SNN y la herramienta de exploración de redes de Elman. Luego de dichas exploraciones de las aptitudes de cada modelo, se realiza una evaluación que arroja resúmenes y modelos que permiten la construcción de la aplicación ensamblado.

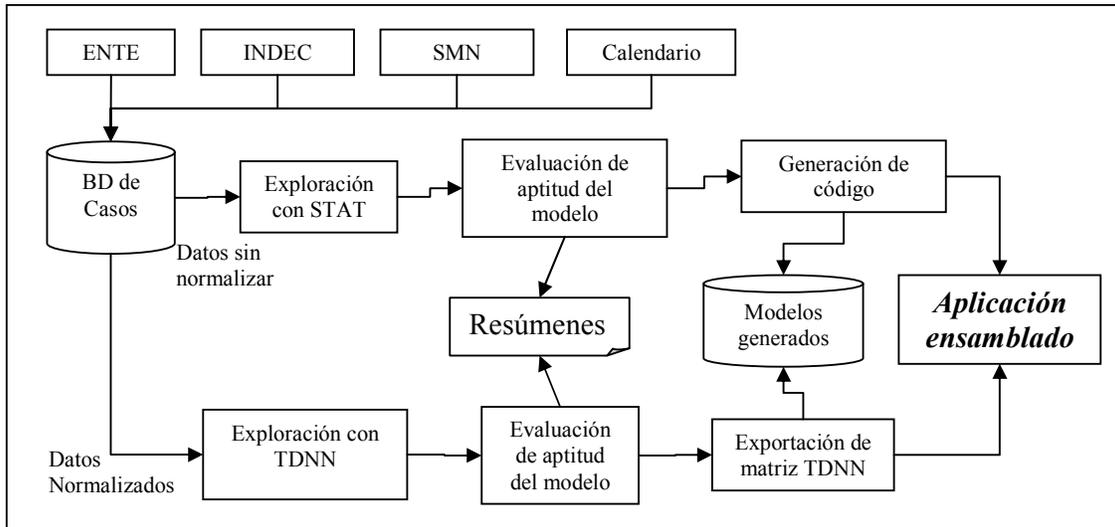


Figura 3-1. Esquema del modelo de predicción de demanda de energía propuesto

4. Resultados

Finalizados los cálculos para todos los modelos con todos los casos del conjunto de predicción, se sintetizan los resultados obtenidos con el fin de evaluar el desempeño. El análisis riguroso de los resultados expuestos en este capítulo permite obtener conclusiones.

La solución propuesta con el ensamblado de tres redes MLP y una red de Elman obtuvo los valores de error relativo medio absoluto, E_{RMA} , mostrados en la Tabla 1. También se citan en la misma el porcentaje de los casos incluidos en las bandas de error relativo absolutos.

Tabla 1. Valores absolutos de los errores relativos del ensamblado.

E_{RMA}	Porcentaje de Casos						
	0-5	0-7	0-10	0-15	0-20	0-30	0-100
0,034	78,2%	89,6%	95,5%	98,2%	99,6%	99,6%	100%

La Tabla 2 muestra un resumen de los resultados de los 220 casos reservados para predicción con todas las técnicas clásicas y conexionistas obtenidas. La presentación de la información contenida en la misma concuerda con la de tabla precedente. De los resultados finales obtenidos en los casos de predicción se destacan algunos casos singulares que merecen un estudio puntual. En los 18 casos del gráfico de barras de la Figura -1 se destaca la compensación aportada por la red de Elman (TDNN) debido a que posee un error relativo de signo negativo, mientras que los MLP son de signo positivo. Este efecto provoca que el error relativo del ensamblado sea significativamente menor.

Tabla 2. Resultados comparativos.

Modelo	E_{RMA}	0-5	0-7	0-10	0-15	0-20	0-30	0-100
Regresión Simple (pol. 3 ^{er} orden)	0,148	20,9%	29,5%	45,9%	62,7%	76,2%	90,9%	100%
Regresión Generalizada	0,100	36,3%	46,9%	61,2%	76,7%	82,9%	90,5%	100%
MLP 9	0,041	70,0%	85,0%	94,6%	97,8%	98,7%	99,3%	100%
MLP 10	0,039	74,1%	88,7%	95,2%	95,2%	99,0%	99,6%	100%
MLP 11	0,038	74,5%	89,1%	95,6%	98,8%	99,3%	99,6%	100%
TDNN	0,052	52,0%	71,8%	91,8%	98,2%	99,5%	100%	100%
Ensamblado	0,034	78,2%	89,6%	95,5%	98,2%	99,6%	99,6%	100%

Otros casos de difícil pronóstico son los días festivos más populares en nuestro país, Navidad y fin de año. En la Figura -2 se muestran los errores relativos para estos días, destacándose el reducido error relativo obtenido por la TDNN.

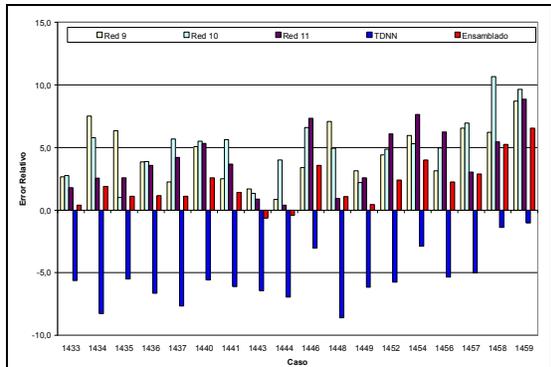


Figura -1. Compensación de error por empleo de red de Elman.

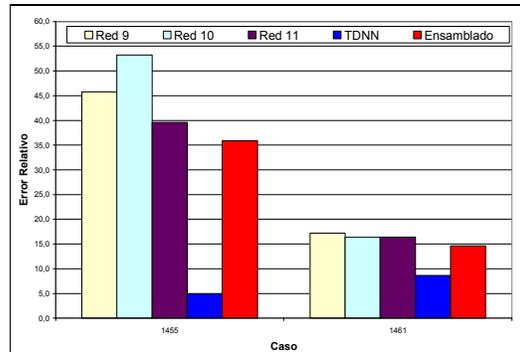


Figura -2. Errores relativos en Navidad y Fin de Año.

5. Conclusiones y futuras líneas de investigación

En el caso de estudio detallado en la sección 2 se observa un conjunto de factores influyentes. De estos factores se concluye que las variables que aportan más información son la demanda previa, las variables de tipo calendario y el clima, siendo el clima la más relevante de éstas. En cuanto a la solución propuesta presentada en la sección anterior se concluye que los resultados obtenidos por las redes neuronales MLP y Elman encontradas superan ampliamente la cantidad de casos dentro de las mismas bandas de errores relativos que los logrados con los modelos matemáticos convencionales, regresión simple y regresión generalizada, tal como se muestra en la Tabla 2. A partir de los modelos obtenidos en el presente trabajo se destaca que la red neuronal denominada como red 11 en la ha obtenido un mejor desempeño a pesar de poseer una sola capa oculta con 6 neuronas. La red 9 logra resultados similares con dos capas ocultas conteniendo 60 y 15 neuronas y la red 10 también con 2 capas ocultas de 66 y 37 neuronas. De esto se concluye que el SNN ha

encontrado un mínimo en la función de error global de la red 11, que se acerca mucho más al global que en las otras redes. A partir de esto se observa la necesidad de implementar algoritmos que exploren ampliamente la superficie de error con el fin de encontrar mínimos que se acerquen al mínimo global. También puede observarse que el ensamblado obtenido con las redes antes nombradas arroja un error inferior al obtenido con las redes que lo conforman. Es notable que el ensamblado logre la mayor cantidad de casos en las bandas de error más exigentes, un 78,2% entre 0 y 5% y un 89,6% entre 0 y 7%. De esto se concluye que el ensamblado provee mayor exactitud en la predicción ya que consigue errores inferiores para los casos con menor error. Finalmente los casos particulares correspondientes a navidad y fin de año representados en la Figura -2 muestran la aptitud de la red de Elman para predecir situaciones anómalas. De esto se concluye que la predicción de la demanda puede mejorarse notablemente empleando un pre-procesamiento simbólico donde un conjunto de reglas seleccione el ensamblado o red adecuada para el caso particular. Las futuras líneas de investigación se orientan: [a] Sistema de preprocesamiento simbólico para seleccionar las redes neuronales del ensamblado para cada caso particular (cada día). [b] Integración de la predicción de demanda de otras fuentes de energía (principalmente energía eléctrica), [c] Sistema de planificación de cortes para el corto plazo, [d] Generación automática de esquemas de predicción basada en algoritmos evolutivos.

6. Referencias

- [AGA 1992] American Gas Association. *Gas Engineering Operating Practice Series*.
- [Arrufat 1993] Arrufat J. y Neder A. *Estimación de funciones de demanda de gas natural para consumo residencial en la Argentina*. Universidad de Córdoba.
- [Bishop 2000] Bishop C. M. *Neural Networks for Pattern Recognition*. Ed. Oxford University Press, 2000.
- [Box 1970] Box G. y Jenkins G. *Time Series Analysis: Forecasting and Control*, San Francisco.
- [Doumanian 2000] Doumanian J. y Sanfeliu J. M. *Sistema de predicción de la demanda de gas natural basado en la aplicación de inteligencia artificial y redes neuronales*. 2do. Congreso Latinoamericano y del Caribe de Gas y Electricidad. Año 2000.
- [Elman 1990] Elman, J. L. (1990). *Finding structure in time*, Cognitive Science, 14,179–211.
- [Enargas 1992] *Licencia de Distribución de Gas Natural*. Decreto 2255/92.
- [Enargas 1993] NAG 100. *Normas mínimas de seguridad para el transporte y distribución de gas natural y otros gases por cañerías*. Año 1993.
- [Enargas 1995] Resolución Enargas 716/1995. *Reglamentos Internos de los Centros de Despachos*
- [Gil 2000] Gil S., Deferrari J. *Análisis de Situaciones de Riesgo en el Abastecimiento de Gas Natural al Gran Buenos Aires*. 2do Congreso Latinoamericano y del Caribe de Gas y electricidad. Año 2000.
- [Gil 2002] Gil S., Deferrari J., Duperron L. *Modelo generalizado de predicción de consumos de gas natural a mediano y corto plazo*. 3er Congreso Latinoamericano y del Caribe de Gas y electricidad. Año 2002.
- [Gil 2004] Gil S., Deferrari J., Duperron L. *Modelo generalizado de predicción de consumos de gas natural a mediano y corto plazo*. 5to Congreso Latinoamericano y del Caribe de Gas y electricidad. Año 2004.
- [Granger 1993] Granger, C. y Teräsvirta, T. *Modeling Nonlinear Economic Relationships*.
- [Lam 1998] Lam, J. C. *Climatic and economic influences on residential electricity consumption*. Energ. Convers. Manage. 1998 , 39, 623–629.
- [Ley 24076] Marco Regulatorio de la Actividad. *Privatización de Gas del Estado Sociedad del Estado. Transición. Disposiciones Transitorias y Complementarias*. Disponible en internet en <http://www.ausp.org.ar/24076.htm>.
- [Paggi 2007] Paggi H. *Predicción De Series Temporales Usando Redes Neuronales. Un Caso De Estudio*. XXII Jornadas Anuales de Economía. Republica Oriental del Uruguay.



Sistema inteligente para el tratamiento de ruidos

G.M.Barrera, F.D.Goldenstein, D.M.López de Luise

Universidad de Palermo (Tel.: 54-11-5199-4520, aigroup@palermo.edu)

1. Objetivos y alcance

El principal objetivo es lograr recuperar sonidos similares automáticamente de una base de datos con sonidos previamente almacenados. Se utiliza un sonido como argumento de la consulta y se obtienen los resultados con un grado de confiabilidad parametrizable.

Este estudio se desarrolla en el marco de las investigaciones realizadas en el laboratorio AIGroup, bajo el nombre de proyecto FIC.

En la propuesta del sistema se incluye la capacidad de distinción de ruidos, música, voz y combinación de los anteriores.

2. Antecedentes

La manipulación más frecuente de archivos de sonidos es por índices con descripciones textuales. Cada archivo de audio suele ser descripto por palabras cargadas manualmente [1]. Estas palabras (típicamente denominadas metadatos) son utilizadas como índices para realizar las búsquedas contra la base de datos. La dificultad radica en describir mediante palabras ciertos sonidos tales como ruidos. Un inconveniente adicional a tener en cuenta suele ser la gran cantidad de tiempo necesario para realizar esta descripción.

Otro mecanismo ampliamente usado en las búsquedas consiste en el filtrado de archivos candidatos de audio con redes neuronales [2]. Esta aproximación requiere la preparación de tres lotes de datos: lote de entrenamiento de dichas redes, de ajustes y de validación. La efectividad de este método depende de que los datos procesados sean reales y representativos de la población.

También cabe mencionar los modelos estadísticos como el Hidden Markov Models (HMMs)[3], que se utilizan para clasificar voz a través del reconocimiento de patrones. Sin embargo este método no es aplicable a otros tipos de sonidos tales como ruidos ya que estos no cuentan con patrones.

El enfoque que más se aproxima al empleado en este trabajo, es la caracterización de sonidos utilizando Fast Fourier Transformation (FFT). Esta técnica permite caracterizar los sonidos, filtrar ruidos y comparar sonidos a través del análisis de sus frecuencias y amplitudes. La misma se utiliza para validar archivos de audio pero no es determinante al momento de buscar sonidos con características similares [4].

Si bien es factible mencionar que otras estrategias de manipulación tales como Wavelets [2] y Filtros de Kalman [5] aportan un tratamiento de mayor complejidad, se prefirió postergar su estudio dando prioridad al refinamiento de la lógica basada en Algoritmos Genéticos.

3. Proyecto FIC

3.1 Tecnología utilizada

El lenguaje de programación elegido es Java por su portabilidad y por tratarse de un lenguaje orientado a objetos en evolución constante. El motor de la base de datos fue desarrollado en XML específicamente para el proyecto. En la Fig. 1 se puede ver un modelo típico de registro de datos empleado en esta base.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <data>
- <wav filename="bang_1.wav">
  <SD value="629013.7855331028" />
  <average value="915844.6285963663" />
  <cv value="0.6868127692107955" />
  <fft value="4185830.8486146666" />
+ <frequencies>
</wav>
- <wav filename="bang_2.wav">
  <SD value="1289503.817826549" />
  <average value="1363796.2654998596" />
  <cv value="0.9455252594887545" />
  <fft value="7835232.135229253" />
- <frequencies>
  <frequency>257004.0</frequency>
  <frequency>115831.90765923387</frequency>
  <frequency>97307.79849039715</frequency>
  <frequency>82185.08356303671</frequency>
```

Fig. 1: Registro de datos.

La metodología de análisis de datos es por medio de un Algoritmo Genético [6], debido a su flexibilidad en el manejo de parámetros múltiples y complejos, consiguiendo de esta manera soluciones óptimas rápidamente (gran capacidad de convergencia).

3.2 Arquitectura

La aplicación Java desarrollada tiene una arquitectura modular (ver Fig.2), y además cada módulo es paramétrico. Esta última característica es la que permite cambiar la configuración del motor de indexación en base a la categoría de sonido con la que se trabaja. A su vez, facilita la ampliación y el mantenimiento del sistema, permitiendo cambiar un módulo sin afectar el funcionamiento del resto.

Los componentes arquitectónicos de alto nivel son:

- Sound Utilities: Manipulación de sonidos.
- FIC Engine: Grabación y búsqueda de sonidos similares.
- Search Engine: Búsqueda de sonidos.
- DBMS: Motor de base de datos en formato XML.
- DB: Base de datos.

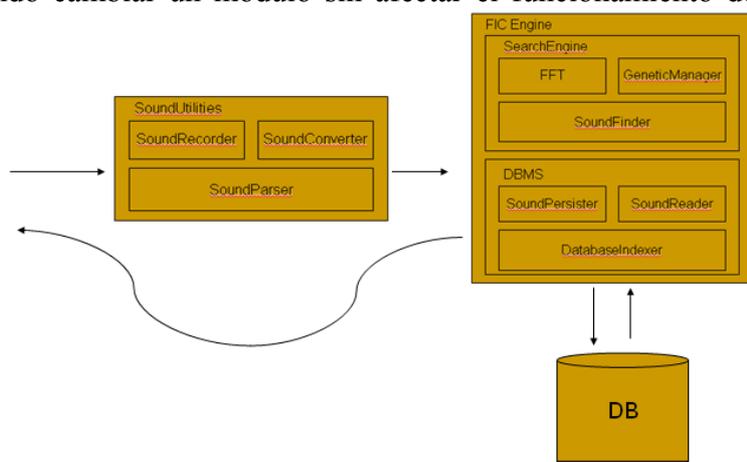


Fig.2: Arquitectura del prototipo.

3.3 Implementación

Los sonidos se categorizan en: voz, ruido, música y combinación de los anteriores. Esto se debe a que cada categoría tiene características distintivas y, en búsqueda optimal, es conveniente realizar un análisis acorde a las mismas. Un ejemplo de dicha importancia es el hecho de que un filtro de ruidos para analizar voz, sería destructivo para el procesamiento de ruidos puesto que se perdería información esencial.

El formato de audio utilizado es PCM de 16 bits y 22Khz sin compresión, debido a que es un formato estándar en la manipulación de audio, a contraposición al formato MP3, tan ampliamente difundido para escuchar música, pero que por su alta compresión pierde información valiosa.

Para el tratamiento de los sonidos se utilizan las características distintivas de los mismos, siendo éstas las frecuencias, el desvío estándar, y la media de las amplitudes de las frecuencias. Esta información es almacenada en Nodos de un archivo XML, en donde cada característica es un nodo y su valor es un atributo del mismo.

El tratamiento de sonidos se divide en dos procesos: la grabación y la búsqueda de sonidos en la base de datos.

El proceso de grabación de sonidos en la base de datos (ver Fig.3) comienza con la digitalización de un sonido proveniente de un micrófono o con la lectura de un sonido previamente almacenado en un archivo con formato de audio. Aquellos sonidos que no tengan el formato de audio definido en la aplicación son procesados por el componente de software *SoundConverter* para generar un sonido en el formato de audio preestablecido en la aplicación.

El resultado del proceso de grabación es almacenado en un archivo XML con el formato previamente descrito.

Una vez categorizados, los archivos son convertidos en vectores de números enteros en memoria, que representan la amplitud de la onda sonora en función del tiempo. La dependencia del tiempo resulta perjudicial para la comparación de sonidos debido a que dos sonidos iguales pero desfasados en el tiempo serían considerados distintos por un analizador temporal. Para solucionar este inconveniente se aplica la Transformación Rápida de Fourier (FFT) y se obtienen las amplitudes de la onda en función de las frecuencias.

En cuanto al proceso de búsqueda, éste comienza de manera similar: se arma el vector de frecuencias independientemente del origen del sonido, se aplica FFT y se obtienen las características del sonido. Se realiza una comparación de las características del sonido en cuestión con los sonidos de la misma categoría que se encuentran almacenados en la base de datos. Esta comparación consta de tres etapas (ver Fig. 4):

-Pre-filtrado: se descartan los sonidos candidatos de la base de datos que tengan características que no se consideren suficientemente similares (en base a la configuración del motor indexador) conforme a las características del sonido ingresado por el usuario. Para ésto, se define una función de aceptación (ver Ec. 1) que considera una métrica de distancia y una ponderación para cada característica de los sonidos. En base a la imagen de esta función y la configuración del motor de

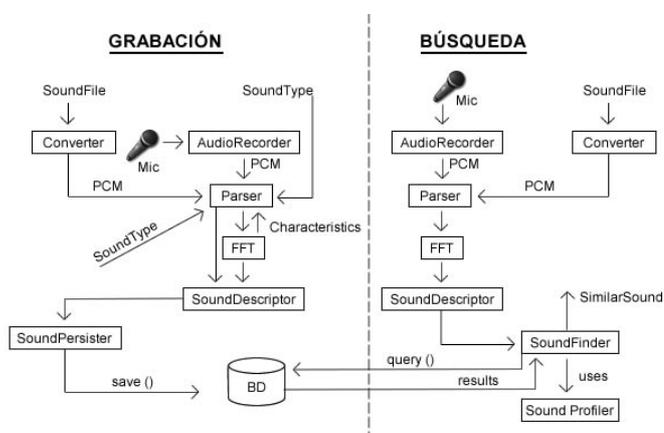


Fig.3: Procesamiento de sonidos.

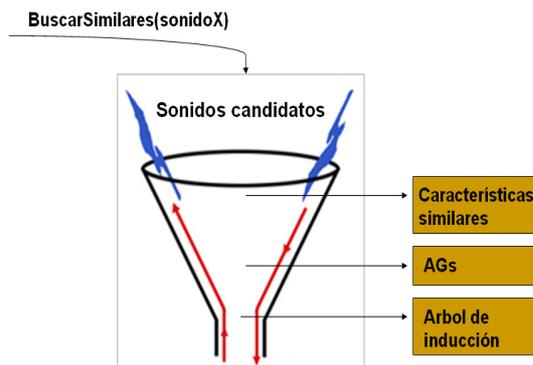


Fig.4: Etapas de búsqueda.

indexación, se descartan los sonidos que no satisfagan las condiciones definidas en el motor.

$$f(x) = \left| \frac{\sum \frac{frec_B}{frec_A} - radio}{N - 1} \right| \cdot p_1 + |sd - radio| \cdot p_2 + |media - frec - radio| \cdot p_3$$

Ecuación 1: Función de aceptación

-Filtrado: selecciona los sonidos candidatos utilizando algoritmos genéticos (AGs). Los sonidos se codifican en cromosomas utilizando el Código Gray (Gray Code) [7] porque esta codificación binaria particular es especialmente útil para implementar la mutación de genes ya que cambiando un bit se puede pasar al número decimal sucesor o al predecesor.. También se tiene en cuenta que las características de los sonidos están agrupadas en segmentos al momento de aplicar las operaciones de AGs de mutación, cruza y selección [6]. El éxito de este proceso evolutivo de la población depende principalmente de la función de optimización elegida (función de fitness), en la cual se ponderan las características de los sonidos. La Ec. 2 representa la función mencionada deducida para los ruidos. En la cual p_i corresponde a la ponderación de la característica del término, $frq1(i)$ es la frecuencia i -ésima del sonido buscado, $frq2(i)$ es la frecuencia i -ésima del sonido analizado de la base de datos, SD corresponde al desvío estándar y M a la media de frecuencias.

$$F(x) = p_1 \cdot (|frq_1(i) - frq_2(i)|) + p_2 \cdot |SD_1 - SD_2| + p_3 \cdot |M_1 - M_2|$$

Ecuación 2: Función de fitness

-Refinamiento: se jerarquizan los resultados obtenidos en los procesos anteriores utilizando un árbol de inducción que se basa en la función de fitness [8].

La aplicación Java (ver Fig. 5) que se utiliza tanto en el proceso de grabación como en el proceso búsqueda permite categorizar el sonido con el que se va a trabajar.

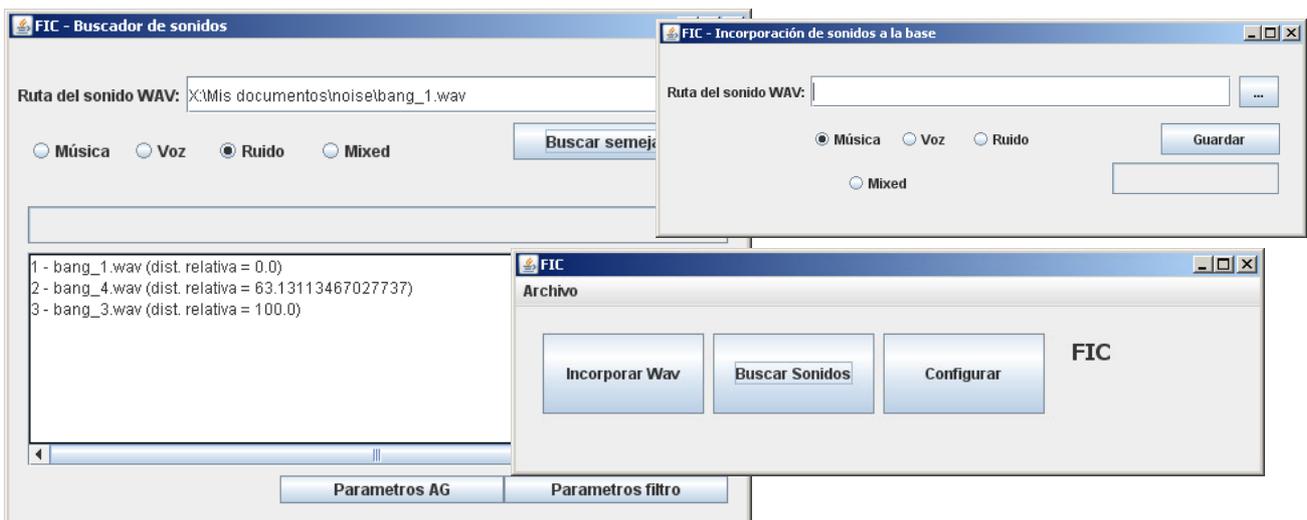


Fig. 5. Secuencia de pantallas para una búsqueda se ruido.

5. Trabajo a futuro

Tal como se mencionó en los antecedentes del trabajo, se investigarán otras estrategias de manipulación de sonidos como Wavelets y Filtros de Kalman a fin de estudiar su eficiencia relativa. El objetivo va ser el desarrollo de módulos alternativos de sonidos que permitan evaluar el

rendimiento del motor de indexación. Gracias al hecho de que la arquitectura del software desarrollado es totalmente modular, va a resultar relativamente directo adaptar la nueva estrategia de manipulación.

Posteriormente, se realizará un estudio estadístico de los resultados de las búsquedas realizadas con el motor con el fin de evaluar y refinar la función de fitness.

Teniendo en cuenta el interés de empresas y universidades acerca de la puesta en producción de software desarrollado, se implementarán interfases con fuentes de entrada/salida no convencionales como sondas, sensores y membranas captadoras de sonidos. Una aplicación directa de esta ampliación del trabajo es la posibilidad de utilizar el motor de indexación para reconocer ruidos en un ambiente y activar alarmas en base al sonido detectado.

6. Referencias

- [1] MPEG-7 Overview (version 10), <http://www.chiariglione.org/mpeg/standards/mpeg-7/mpeg-7.htm>
- [2] "Audio content description with wavelets and neural nets". S. Rein, M. Reisslein, T. Sikora. Proceedings of ICASSP '04 (IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing). pp. 341-344. 2004.
- [3] "Hidden Markov Models for Speech Recognition". B. H. Juang, L. R. Rabiner. Technometrics Vol 33 number 3. pp. 251-272. 1991.
- [4] "What is the Fast Fourier Transform?". W. T. Cochram, et al. Proc. of the IEEE Vol. 55 number 10. 1967.
- [5] "An Introduction to the Kalman Filter". G. Welch, G. Bishop. TR 95-041, Department of Computer Science, University of North Carolina. 2002.
- [6] "Una Introducción a la Computación Evolutiva". A. Pérez Serrada. <http://surf.de.uu.net/research/softcomp/EC/EA/>. 1996.
- [7] "Gray Codes and Paths on the -Cube.". E. N. Gilbert. Bell System Tech. J. 37. pp. 815-826. 1958.
- [8] "Datamining: Practical Machine Learning Tools and Technics". I. H. Witten, E. Frank, Editorial Morgan Kaufmann, 2nd edition. 2005.

Dinámica en Argumentación Mediante Revisión de Creencias

Martín O. Moguillansky Nicolás D. Rotstein Marcelo A. Falappa
Alejandro J. García Guillermo R. Simari

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial (LIDIA)
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación
Universidad Nacional del Sur (UNS)
Av. Alem 1253, (8000) Bahía Blanca, Argentina
e-mail: {mom, ndr, maf, ajg, grs}@cs.uns.edu.ar

1. Introducción

En este trabajo presentamos una línea de investigación que abarca la definición de una teoría abstracta que captura la dinámica de un marco argumentativo abstracto a través de la aplicación de conceptos de revisión de creencias. Esto comprende dos aportes novedosos: la definición de un marco argumentativo abstracto dinámico (DAAF, por *Dynamic Abstract Argumentation Framework*) y la aplicación de conceptos de revisión de creencias sobre el mismo para usufructuar su característica dinámica. El concepto de dinámica en el sistema aquí propuesto debe interpretarse como la fluctuación de argumentos dentro del DAAF: de acuerdo a ciertos eventos, algunos argumentos no son tomados en consideración para realizar inferencias. Por ejemplo, consideremos un sistema multi-agente basado en argumentación que controla la sincronización de semáforos. Si el sistema toma conocimiento de un corte de una avenida debido a reparaciones, no sólo formará argumentos para favorecer a las líneas de semáforos adyacentes a esta avenida, sino que no considerará ningún argumento para sincronizar los semáforos de la misma, ya que se encontrarán apagados.

Uno de los objetivos principales de esta línea es reificar los resultados obtenidos en formalismos argumentativos implementados. Esto resulta de gran importancia para tomar consideración de la aplicación práctica de dichos resultados. El formalismo elegido será Programación en Lógica Rebatible (DELP, por *Defeasible Logic Programming*) [4], debido a que se encuentra en un estado avanzado de desarrollo en nuestro laboratorio. Una investigación preliminar en la temática revisión/argumentación desde el punto de vista de su implementación en DELP fue publicada en [6] y una profundización de esta teoría aplicada sobre una primera versión del DAAF fue publicada posteriormente en [8]. Los resultados obtenidos en este último artículo fueron aplicados a DELP en un trabajo que se encuentra, actualmente, en revisión.

Es común encontrar en la literatura que los marcos argumentativos abstractos [7, 2] son construidos sobre el sistema propuesto por Dung [3], el cual no permite considerar dinámica. Es decir, se suele trabajar con marcos argumentativos que representan una “fotografía” del conocimiento que está siendo modelado. Para suplir esta falencia, presentamos el DAAF, el cual utiliza técnicas de revisión de creencias para describir la fluctuación de argumentos dentro del mismo; de alguna manera, dadas las “fotografías” inicial y final, proveemos la teoría para generar los “cuadros” intermedios. La teoría aquí presentada puede ser considerada abstracta desde dos puntos de vista: no sólo no hay restricción

a una representación lógica particular, sino que proveemos una caracterización de los operadores de cambio que no está circunscripta a implementación alguna.

2. Trabajo en Curso

Marco Argumentativo Abstracto Dinámico

La noción de argumento utilizada en esta línea de trabajo será absolutamente abstracta; es decir, los argumentos serán piezas de razonamiento que, a partir de un conjunto de premisas, llegan a una conclusión, sin referencia a una representación interna. Esto es importante para no generar complejidad innecesaria en la teoría.

A su vez, consideraremos una relación de *subargumento*, lo cual nos permitirá mantener la representación abstracta y, a su vez, dar a los argumentos cierta estructura mediante esta interrelación. En este sentido, el modelo gana naturalidad en la representación permitiendo que ciertas premisas sean logradas a través de otros argumentos (*i. e.*, subargumentos). En el DAAF, el conjunto de argumentos se considera *universal*, distinguiendo un subconjunto de él como *conjunto de argumentos activos*, a partir del cual el sistema realizará las inferencias. Finalmente, como en la noción usual de marco argumentativo, el DAAF cuenta con una relación de ataque entre argumentos para representar el concepto de derrota.

Definición 1 (Marco Argumentativo Abstracto Dinámico (DAAF)) *Un DAAF es una tupla $\Phi = \langle \mathbb{U}, \mathbb{A}, \mathbf{R}, \sqsubseteq \rangle$, donde \mathbb{U} es un conjunto finito de argumentos llamado **universal**, $\mathbb{A} \subseteq \mathbb{U}$ es llamado el **conjunto de argumentos activos**, $\mathbf{R} \subseteq \mathbb{U} \times \mathbb{U}$ denota una **relación de ataque** entre argumentos, y \sqsubseteq es un orden parcial sobre \mathbb{U} llamada **relación de subargumento**.*

Dada esta definición del DAAF, formalizaremos la noción de argumento.

Definición 2 (Argumento) *Un argumento es un conjunto de piezas de conocimiento interrelacionadas dando soporte a una conclusión a partir de evidencia y satisfaciendo: (**Consistencia Interna**) A posee consistencia interna respecto de \mathbf{R} ssi no existen $A_i \sqsubseteq A$, $A_j \sqsubseteq A$ tal que $A_i \mathbf{R} A_j$ o $A_j \mathbf{R} A_i$. (**Minimalidad**) A es minimal ssi A concluye α y no existe $A_i \sqsubset A$ tal que A_i concluye α .*

Cuando un argumento no cuenta con la evidencia suficiente para lograr soportar su conclusión, puede ser completado por otros argumentos que sí encuentren su propia evidencia. Estos argumentos que necesitan ser completados serán llamados *potenciales*, ya que su estado de activo o inactivo (de aquí en adelante nos referiremos a esto como *activación*) estará supeditado a la existencia de otros argumentos (activos) que logren concluir las premisas faltantes. El concepto de argumento potencial es independiente de su estado de activación.

La interacción entre argumentos y subargumentos con respecto a su activación se hará explícita al introducir el principio de **propagación de activación**, el cual le da coherencia a la dinámica del sistema:

(Propagación de Activación) $A \in \mathbb{A}$ ssi para cada $A_i \sqsubseteq A$ se tiene que $A_i \in \mathbb{A}$.

En palabras, un argumento está *activo* si y sólo si sus subargumentos lo están. A partir de los conjuntos \mathbb{U} y \mathbb{A} puede calcularse el conjunto \mathbb{I} de argumentos inactivos: $\mathbb{I} = \mathbb{U} \setminus \mathbb{A}$. De esta forma, podría razonarse acerca de conocimiento potencial.

La descripción del DAAF se completa indicando cómo se lleva a cabo el proceso para *garantizar* argumentos. En este caso, el mecanismo considerado se basa en *árboles de dialéctica* de la manera usual: se presenta un argumento de cuya conclusión se desea saber si es válido creer en ella;

este argumento va a ser la raíz del árbol de dialéctica. A continuación, se presentan todos aquellos *contraargumentos* para el argumento raíz, los cuales, a su vez, podrán ser derrotados por los *contraargumentos* correspondientes, y así siguiendo, hasta realizar un análisis exhaustivo. Cada rama del árbol de dialéctica será llamada *línea de argumentación*; sus elementos impares (como la raíz) serán llamados *argumentos de soporte*, mientras que los pares serán llamados *argumentos de interferencia*. Luego, un procedimiento de *marcado* determinará qué argumentos están derrotados y cuáles no (e. g., los argumentos hoja podrían estar marcados como no derrotados). La definición de la función de marcado determinará la semántica del marco, i. e., qué tipo de argumentos se consideran aceptados.

Ejemplo 1 El digrafo de argumentos en la Figura 1(a) ilustra un DAAF, donde los nodos triangulares son argumentos y los arcos denotan la relación de ataque, apuntando al argumento atacado. Se muestra el conjunto \mathbb{A} de argumentos activos, junto con el conjunto universal \mathbb{U} y el conjunto \mathbb{I} de argumentos inactivos, representados por triángulos de contorno punteado. Los subargumentos se ilustran como triángulos ubicados dentro de su respectivo superargumento. Nótese que el superargumento de A está inactivo debido a que tiene un subargumento inactivo.

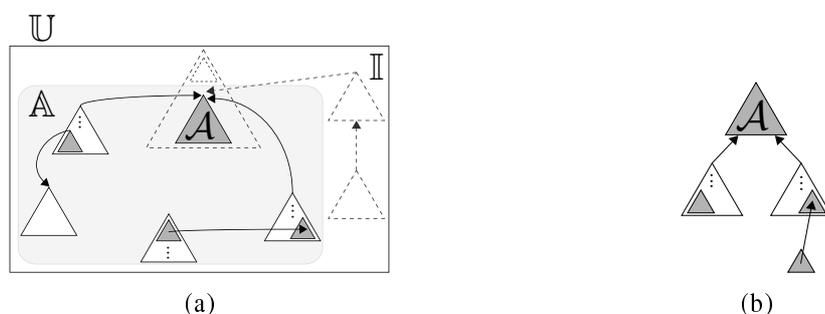


Figura 1: (a) Ejemplo de DAAF (b) Árbol de cubrimiento a partir de \mathcal{A}

La Figura 1(b) muestra el árbol de dialéctica de cubrimiento del grafo en (a), a partir del argumento \mathcal{A} . Obsérvese que, a pesar de que hay un ataque entre un argumento inactivo y un activo, los argumentos inactivos no serán considerados al analizar (i. e., marcar) el árbol. El marcado de este árbol de dialéctica nos permitirá determinar si el argumento raíz está garantizado. Por ejemplo, consideremos una función de marcado escéptica (m_{sk}) donde un dado nodo del árbol está no derrotado ssi es una hoja o sus derrotadores están derrotados. De acuerdo a m_{sk} , \mathcal{A} estaría derrotado. Este estado podría ser cambiado si se desactivara el derrotador de la izquierda de la raíz o ambos.

Teoría Argumentativa del Cambio

Respecto de la dinámica del marco argumentativo, resulta interesante la definición de operaciones de cambio reflejando las distintas situaciones de evolución posible. En particular, una operación necesaria es la activación de un dado argumento asegurando su garantía *a posteriori*. Esto es logrado mediante la denominada operación de revisión priorizada de argumento con garantía (WPA Revision “ \times^ω ”) que definiremos posteriormente.

En el contexto del árbol de dialéctica resulta necesario caracterizar aquellas líneas de argumentación (λ) responsables de la derrota del argumento raíz (\mathcal{A}). Estas serán denominadas *líneas de ataque* ($\text{Att}_{\mathcal{A}}$). En cada línea de ataque se selecciona (mediante la función “ γ ”) un argumento de interferencia a ser removido, de esta forma se logra garantizar al argumento raíz. La remoción de argumentos se lleva a cabo mediante una función de incisión “ σ ” que elige el conjunto de subargumentos apropiado a ser desactivado. Tanto las selecciones como las incisiones son guiadas por un principio de mínimo

cambio, tal como se especifica en la bibliografía clásica de teoría del cambio y revisión de creencias [1, 5].

Las incisiones sobre argumentos traen aparejada una dificultad: las *incisiones colaterales*. Una incisión colateral ocurre cuando la incisión efectuada sobre un argumento desactiva un subargumento que es parte de otro argumento en el árbol de dialéctica. Esto representa un problema, ya que amenaza la correctitud del proceso de revisión: una línea que no era de ataque puede convertirse en línea de ataque debido a una incisión colateral. Más aún, el argumento raíz podría resultar desactivado si no se toman los recaudos necesarios. Para subsanar esta problemática, se presentó la propiedad de *Preservación* [8] que determina el correcto funcionamiento de la función de incisión.

Definición 3 (Warrant-Prioritized Argument Revision) *Un operador de revisión WPA de un argumento $\mathcal{A} \in \mathbb{U}$ para un DAAF T es definido como $T \times^\omega \mathcal{A} = \langle \mathbb{U}, (\mathbb{A} \cup \{\mathcal{A}\}) \setminus \bigcup_i \sigma(\gamma(\lambda_i)), \mathbf{R}, \sqsubseteq \rangle$, donde $\lambda_i \in \text{Att}_{\mathcal{A}}$.*

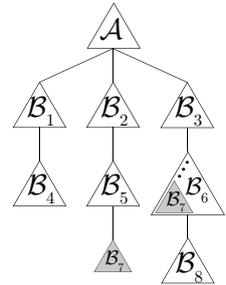
El operador de revisión WPA utiliza dos operadores para lograr efectuar la revisión: una expansión por un argumento $(\mathbb{A} \cup \{\mathcal{A}\})$ y una contracción “anti-garantía” $(\mathbb{A} \setminus \bigcup_i \sigma(\gamma(\lambda_i)))$, que elimina aquellos argumentos que obstaculizan la garantía de la raíz. Finalmente, el siguiente teorema constituye el principal resultado del trabajo en curso, cuya prueba puede encontrarse en [8].

Teorema 1

Si $T \times^\omega \mathcal{A}$ es la revisión del DAAF T por \mathcal{A} , entonces \mathcal{A} resulta garantizado.

Ejemplo 2

Consideremos una contracción anti-garantía realizada para garantizar \mathcal{A} sobre el árbol ilustrado en la figura de la derecha. En cuanto al criterio que guía a la selección, priorizaremos los argumentos inferiores, siguiendo un principio de mínimo cambio que intenta preservar la estructura del árbol. Por otra parte, utilizaremos la función de marcado m_{sk} y asumiremos que las líneas de ataque son aquellas cuya hoja es un argumento de interferencia. Haremos dos análisis: en el primero intentaremos no provocar incisiones colaterales, y en el segundo, las manejaremos apropiadamente, evitando que líneas que no son de ataque se transformen en líneas de ataque.



En cuanto a la línea $[\mathcal{A}, \mathcal{B}_1, \mathcal{B}_4]$ no hay incisión a ser realizada, ya que su hoja es un argumento de soporte. La línea $[\mathcal{A}, \mathcal{B}_2, \mathcal{B}_5, \mathcal{B}_7]$, por su parte, es de ataque y \mathcal{B}_2 debería ser seleccionado, dado que la desactivación de \mathcal{B}_7 provocaría una incisión colateral sobre \mathcal{B}_6 . Finalmente, en la línea $[\mathcal{A}, \mathcal{B}_3, \mathcal{B}_6, \mathcal{B}_8]$, \mathcal{B}_8 es seleccionado y desactivado. Las líneas de argumentación resultantes de la contracción son $[\mathcal{A}, \mathcal{B}_1, \mathcal{B}_4]$ y $[\mathcal{A}, \mathcal{B}_3, \mathcal{B}_6]$, de forma tal que \mathcal{A} resulta garantizado.

En el caso de permitir incisiones colaterales, la selección en la línea $[\mathcal{A}, \mathcal{B}_2, \mathcal{B}_5, \mathcal{B}_7]$ sería \mathcal{B}_7 , cuya desactivación afecta inevitablemente a \mathcal{B}_6 . La línea resultante luego de la incisión colateral sobre \mathcal{B}_6 es $[\mathcal{A}, \mathcal{B}_3]$, que ahora es una línea de ataque. Aplicando el principio de Preservación [8], el argumento \mathcal{B}_3 es seleccionado y desactivado. Finalmente, las líneas que resultan de la contracción son $[\mathcal{A}, \mathcal{B}_1, \mathcal{B}_4]$ y $[\mathcal{A}, \mathcal{B}_2, \mathcal{B}_5]$, por lo cual \mathcal{A} resulta garantizado.

3. Trabajo Futuro

Actualmente, estamos trabajando sobre la formalización del DAAF, la cual necesita ser refinada y completada con respecto a lo presentado en [8]. Otro artículo (actualmente en revisión) aplica los conceptos abstractos sobre el formalismo DELP, brindándonos el *feedback* necesario para mejorar la teoría definida hasta el momento.

Un análisis más profundo de los operadores de cambio es aún necesario, incluyendo la especificación de otros operadores, junto con la definición de un conjunto de postulados básicos y sus respectivos teoremas de representación. Otros operadores podrían ser:

- Expansión por una conclusión: activa todo argumento que posea dicha conclusión.
- Contracción por una conclusión: análogo a la expansión.
- Contracción por un argumento: desactiva un dado argumento.
- Revisión por expansión de derrotadores: activa los argumentos necesarios para garantizar el argumento raíz.

Una vertiente interesante de esta teoría estudiaría la variación de la relación de ataque para representar cambios en la preferencia: si un argumento \mathcal{A} actualmente derrota a \mathcal{B} , en el futuro esta relación podría revertirse, o podrían quedar bloqueados. Este cambio provocaría cambios en el conjunto de argumentos garantizados. Poder representar cambios en las preferencias de un agente o en las “reglas del juego” le brindaría gran flexibilidad a nuestra teoría. Por otra parte, poder efectuar cambios controlados (pero no arbitrarios) en las preferencias en dirección a una meta sería una herramienta interesante para modelar la evolución de un DAAF.

La aplicación de todos estos conceptos a sistemas que no fueron originalmente concebidos para actuar de acuerdo a la teoría argumentativa (como ser evolución de ontologías y arquitecturas de agentes) se encuentra actualmente bajo estudio. En paralelo con esta línea, se está investigando el contacto de este trabajo con el área de lógicas temporales para el análisis de la teoría desde una perspectiva global de su evolución: la noción de estados de evolución podría relacionarse a la elección de una dirección específica para las selecciones de argumentos e incisiones sobre ellos.

Referencias

- [1] C. Alchourrón, P. Gärdenfors, and D. Makinson. On the Logic of Theory Change: Partial Meet Contraction and Revision Functions. *The Journal of Symbolic Logic*, 50:510–530, 1985.
- [2] C. Chesñevar, A. Maguitman, and R. Loui. Logical Models of Argument. *ACM Computing Surveys*, 32(4):337–383, December 2000.
- [3] P. Dung. On the Acceptability of Arguments and its Fundamental Role in Nonmonotonic Reasoning and Logic Programming and n -person Games. *Artificial Intelligence*, 77:321–357, 1995.
- [4] A. García and G. Simari. Defeasible logic programming: An argumentative approach. *Theory Practice of Logic Programming*, 4(1):95–138, 2004.
- [5] S. Hansson. *A Textbook of Belief Dynamics: Theory Change and Database Updating*. Springer, 1999.
- [6] M. Moguillansky, N. Rotstein, M. Falappa, and G. Simari. A Preliminary Investigation on a Revision-Based Approach to the Status of Warrant. In *Proc. of the 13th. Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2007)*, pages 1536–1547, 2007.
- [7] H. Prakken and G. Vreeswijk. Logical Systems for Defeasible Argumentation. In D. Gabbay, editor, *Handbook of Philosophical Logic, 2nd ed.* Kluwer Academic Pub., 2000.
- [8] N. Rotstein, M. Moguillansky, M. Falappa, A. García, and G. Simari. Argument Theory Change: Revision Upon Warrant. In *Proc. of the 2nd. Conference on Computational Models of Argument (COMMA 2008)*, 2008.

Programación de Agentes y Argumentación

Sebastián Gottifredi Alejandro J. García Guillermo Simari

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET),

Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Inteligencia Artificial,

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación,

Universidad Nacional del Sur,

Avendia Alem 1253 - (B8000BCP) - Bahía Blanca - Argentina

Tel: (0291) 459-5135 / Fax: (0291) 459-5136

Email: {sg,ajg,grs}@cs.uns.edu.ar

Resumen

Esta línea de investigación involucra programación de agentes y argumentación. En particular, en este trabajo se presentan las motivaciones y las investigaciones en curso.

El principal objetivo de esta línea, es el desarrollo de herramientas que permitan una programación declarativa de agentes inteligentes. En especial, agentes que utilizan razonamiento no-monótono y de sentido común. Particularmente, se buscan herramientas que cuenten con mecanismos de argumentación para el razonamiento de los agentes.

Actualmente se están estudiando diferentes arquitecturas de agente, que utilizan argumentación como mecanismo de razonamiento, y lenguajes de programación de agente, que permite implementaciones declarativas. Aprovechando este análisis y como primer paso para permitir que la programación de agente que razonan utilizando argumentación, se han presentado constructores que permitan formar argumentos para garantizar las creencias del agente.

Palabras claves: Argumentación, Lenguaje de Especificación de Agentes, Lenguajes de Programación de Agentes.

1. Introducción

La importancia del uso de agentes inteligentes para resolver problemas complejos es bien conocida en la literatura [21]. Este tipo de agentes suelen estar caracterizados a través componentes mentales como creencias, deseos, compromisos o intenciones. Entre estos agentes, los más comunes, son aquellos que están basados en la teoría BDI (belief, desires, intentions) [3, 16, 12].

Hoy en día, aun son necesarias herramientas que permitan especificar y programar este tipo de agentes en términos de sus componentes mentales de una manera declarativa [13, 8, 9]. En particular, en esta línea de investigación, estamos interesados en herramientas que además de permitir una forma declarativa de especificar los componentes mentales, provean mecanismos de argumentación para el razonamiento.

La idea de usar argumentación como parte del proceso de razonamiento de un agente inteligente no es nueva. Existen varias aproximaciones anteriores a esta línea que relacionan agentes cognitivos

Financiado parcialmente por CONICET (PIP 5050), Universidad Nacional del Sur (PGI 24/ZN11) y Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.

(especialmente aquellos que siguen la teoría BDI) con frameworks de argumentación [1, 14, 15, 17]. Sin embargo, en ninguna de ellas se toman todas las decisiones teóricas y de diseño necesarias para un lenguaje de programación de agente, que en particular utiliza los conceptos de argumentación.

1.1. Lenguajes de Programación de Agente

Los lenguajes de programación de agente deben proveer herramientas al usuario para programar y ejecutar agentes. La cuestión clave en este área es determinar la forma correcta de programar agentes. Esto es, establecer claramente que primitivas debe proveer un “lenguaje de programación orientado a agentes” para construir agentes autónomos, interactivos, racionales.

La primera formalización del concepto de lenguaje de programación de agente surge con el paradigma propuesto por Shoham en [18], llamado programación orientada a agentes. En ese trabajo se exponen las características con las que debe contar un lenguaje de programación de agente:

- Un sistema lógico para definir el estado mental del agente.
- Un lenguaje para programar los agentes (especificar su código).
- Un proceso de compilación para convertir a los agentes en sistemas ejecutables de bajo nivel.

Estas ideas han sido adoptadas, refinadas y modificadas por muchos investigadores en búsqueda de “buenos” lenguajes de programación de agente. En particular, en [21, 20] se divide a la programación de agentes en tres áreas principales: teorías de agente, arquitecturas de agente y lenguajes de programación de agentes. Las teorías de agente, están relacionadas con los formalismos para utilizarlos para especificar las propiedades de los agentes. Las arquitecturas de agente, están relacionadas a la construcción de los componentes mentales y sus relaciones, cumpliendo las propiedades de una teoría de agente. Finalmente, los lenguajes de programación de agentes, están relacionados con las primitivas utilizadas para programar e implementar agentes cumpliendo las propiedades de una teoría de agente y/o una arquitectura de agente.

En la actualidad lenguajes de programación de agente como Jason [2] o 3APL [5], toman como base todos estos conceptos. Estos lenguajes de programación de agente utilizan la teoría BDI y permiten al usuario programar agentes a través de sus componentes mentales, de una manera declarativa y sin perder los formalismos lógicos subyacentes. Por último, en la actualidad la mayoría de los lenguajes de programación de agente proporcionan un soporte para implementar (en mayor o menor medida) sistemas multi-agente.

1.2. 3APL

En el área de los lenguajes de programación de agente, 3APL [5, 4, 11] es una interesante propuesta, que permite implementar agentes de una manera declarativa a través de la especificación de sus estados mentales. 3APL fue presentado en [11] y luego extendido en [4, 5]. Este lenguaje sigue el espíritu de la programación orientada a agente [18] y Dribble [19] (un lenguaje de programación de agente basado en metas).

3APL combina programación en lógica (para la especificación de los componentes mentales de los agentes) y programación imperativa (para la implementación de la estructura de los planes). Desde el punto de vista imperativo, 3APL hereda la gran mayoría de los constructores imperativos (if, while, etc.), incluido los procedimientos recursivos y la computación basada en estados. Sin embargo, los estados de un agente en 3APL son bases de creencias, que es distinto de la usual asignación de variables de la programación imperativa. Desde el punto de vista de la lógica computacional, las respuestas para las consultas a la base de creencias son pruebas en el sentido de la programación en lógica.

Este lenguaje provee constructores para implementar creencias, metas, capacidades básicas como actualización de creencias o acciones y un conjunto de reglas de razonamiento que son utilizadas por el agente para actualizar o revisar sus metas. Las creencias de un agente 3APL son especificadas por un programa lógico, y es posible utilizar un conjunto de reglas mentales (capacidades) para modificar dinámicamente este programa. Por otra parte, las reglas de razonamiento relacionan metas con planes, y serán ejecutadas siempre que se cumpla una condición determinada por las creencias. Los programas de 3PAL son ejecutados por un interprete que implementa un ciclo deliberativo utilizando cada uno de los constructores.

1.3. Argumentación en representation de conocimiento y razonamiento

La argumentación es una aproximación para el razonamiento con información inconsistente basado en la construcción y comparación de argumentos [6]. En este tipo de razonamiento se producen argumentos a favor y en contra de alguna conclusión y son evaluados para probar la plausibilidad de la conclusión. Las conclusiones pueden ser utilizadas para representar decisiones, deseos, opiniones, etc.

Desde un punto de vista de los agentes, es posible utilizar argumentación para representar sus deseos, creencias e intenciones [1, 14, 15, 17]. Por ejemplo, es posible exponer razones a favor y en contra (argumentos) para determinar si adoptar un deseo (conclusión) o no. El mecanismo de argumentación pesará las razones y determinará si el deseo es adoptable.

Las investigaciones en programación en lógica, razonamiento no monótono y argumentación han llegado a importantes resultados, otorgando poderosas herramientas para la representación de conocimiento y el razonamiento de sentido común. Un ejemplo de estas herramientas es programación en lógica rebatible (DeLP) [7].

2. Tareas en Curso

Dadas las ventajas que representa la argumentación como lenguaje de representación de conocimiento y razonamiento [6], y la existencia de herramientas concretas sofisticadas para especificar argumentos [7] resulta interesante incluir razonamiento argumentativo en lenguajes de programación de agente. De esta manera, utilizando estos lenguajes se podrán representar creencias, deseos, compromisos, etc. utilizando reglas declarativas que generaran argumentos y se aprovechara el proceso de argumentación para determinar que cree, desea, compromete, etc. el agente. Todo esto sin dejar de respetar los ideales del paradigma orientado a agentes [21].

Por lo tanto, en esta línea de investigación se encuentran en desarrollo lenguajes de programación de agente que respetan el paradigma orientado a agentes, son altamente declarativos y utilizan argumentación. En particular, hemos utilizado 3APL por su declaratividad, combinación lógico imperativa en planificación y su soporte para sistemas multi-agente. En [10] se realizó un estudio de dos propuestas para el desarrollo de agentes, una arquitectura [17] y el lenguaje de programación de agente [5]. A partir de ese estudio, se presentó un lenguaje de programación basado en 3APL, llamado 3APL-DeLP, que permite representar las creencias del agente mediante reglas DeLP. Esto le permitirá al agente expresar razones a favor (cuerpo de la regla) de una creencia inferible (cabeza de la regla). A partir de estas reglas se construirán los argumentos. Estos serán utilizados por el proceso de razonamiento argumentativo para determinar entre aquellas creencias contradictorias cual prevalece, según algún criterio de comparación. Dado que 3APL-DeLP es un lenguaje de programación de agente, fue necesario definir claramente la sintaxis y semántica de los constructores para representar las creencias, ya que permiten el uso del mecanismo de argumentación en combinación con los viejos constructores. Además, dado que de esta manera se incrementan las capacidades de representación de creencias,

fue necesaria una revision de la interacción de la base conocimiento con los otros componentes mentales del agente. Para ello, se redefinieron adecuadamente las reglas de razonamiento y las acciones mentales, de manera tal que aprovechen los nuevos elementos de alto nivel otorgados por DeLP.

3. Trabajo a Futuro

Como trabajo a futuro, se esta estudiando un lenguaje de programación donde los agentes consideran otros elementos del agente, justificados bajo algún criterio, utilizando argumentación. En [17, 1, 15] se presentan diferentes arquitecturas que contemplan estos conceptos, pero en el area de los lenguajes de programación de agentes es necesario tomar decisiones de diseño respecto a los constructores, para considerar su inclusion.

4. Conclusiones

En este trabajo se ha presentado la linea de programación de agentes y argumentación. Se han mostrado las motivaciones, las propuestas y el trabajo a futuro de la linea. En particular, se ha mostrado resumen de la propuesta para un lenguaje de programación de agente con constructores que permitan formar argumentos para garantizar las creencias del agente.

Desde un punto de vista de lenguajes de programación de agentes, en nuestra propuesta se ha mejorado la capacidad representacional de las creencias utilizando mecanismo que permite mayor nivel de abstracción. Lo cual, lleva a la implementación de agentes cognitivos mas sofisticados.

A diferencia de las arquitecturas de agente que utilizan argumentación, en nuestra propuesta se da forma a todas aquellas decisiones de diseño no necesarias en una arquitectura de agente, como por ejemplo formas de actualizar la base de creencias, semánticas entre los componentes y formas de instanciación de variables.

Referencias

- [1] Leila Amgoud. A formal framework for handling conflicting desires. In *ECSQARU*, pages 552–563, 2003.
- [2] Rafael H. Bordini, Jomi Fred Hübner, and Renata Vieira. Jason and the golden fleece of agent-oriented programming. In *Multi-Agent Programming*, pages 3–37. 2005.
- [3] M. E. Bratman, D. Israel, and M. Pollack. Plans and resource-bounded practical reasoning. In *Philosophy and AI: Essays at the Interface*.
- [4] M. Dastani, B. van Riemsdijk, F. Dignum, and J. Meyer. A programming language for cognitive agents: Goal-directed 3apl. In *First Workshop on Programming Multiagent Systems: Languages, frameworks, techniques, and tools (ProMAS03), Melbourne, Australia*, 2003.
- [5] Mehdi Dastani, M. Birna van Riemsdijk, and John-Jules Ch. Meyer. Programming multi-agent systems in 3apl. In *Multi-Agent Programming*, pages 39–67. 2005.
- [6] Phan Minh Dung. On the acceptability of arguments and its fundamental role in nonmonotonic reasoning, logic programming and n-person games. *Artif. Intell.*, 77(2):321–358, 1995.
- [7] A. Garcia and G. Simari. Defeasible logic programming: An argumentative approach. *Theory and Practice of Logic Programming*, 4(1-2):95–138, 2004.

- [8] S. Gottifredi and A. Garcia. Análisis de lenguajes de implementación de agente. In *Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2006)*, 2006.
- [9] Sebastian Gottifredi and Alejandro J. Garcia. Análisis lenguajes de especificación de agente en robótica móvil. In *9vo. Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2007)*, pages 27–31, 2007.
- [10] Sebastian Gottifredi, Alejandro J. Garcia, and Guillermo R. Simari. Agent programming using defeasible argumentation for knowledge representation and reasoning. In *13vo. Congreso Argentino de Ciencias de las Computación (CACIC 2007)*, pages 1464–1475, 2007.
- [11] K. Hindriks, F. de Boer, W. van der Hoek, and J.-J. Ch. Meyer. Agent programming in 3apl. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 2(4):357–401, 1999.
- [12] V. Mascardi, D. Demergasso, and D. Ancona. Languages for programming BDI-style agents: an overview. In F. Corradini, F. De Paoli, E. Merelli, and A. Omicini, editors, *Proceedings of WOA 2005: Dagli Oggetti agli Agenti. 6th AI*IA/TABOO Joint Workshop “From Objects to Agents”*, pages 9–15. Pitagora Editrice Bologna, 2005.
- [13] Fisher Michael, Bordini Rafael, H. Hirsch Benjamin, and Torroni Paolo. Computational logics and agents: A road map of current technologies and future trends. *Computational Intelligence*, 23(1):61–91, February 2007.
- [14] Simon Parsons, Carles Sierra, and Nicholas R. Jennings. Agents that reason and negotiate by arguing. *J. Log. Comput.*, 8(3):261–292, 1998.
- [15] Iyad Rahwan and Leila Amgoud. An argumentation based approach for practical reasoning. In *AAMAS*, 2006.
- [16] A. S. Rao and M. P. Georgeff. Modeling rational agents within a BDI-architecture. In James Allen, Richard Fikes, and Erik Sandewall, editors, *Proceedings of the 2nd International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning (KR’91)*, pages 473–484. Morgan Kaufmann publishers Inc.: San Mateo, CA, USA, 1991.
- [17] N. D. Rotstein, A. J. Garcia, and G. R. Simari. Reasoning from desires to intentions: A dialectical framework. In *22nd. AAAI Conference on Artificial Intelligence*, July 2007.
- [18] Y. Shoham. Agent-oriented programming. In *Artificial Intelligence*, 1993.
- [19] Birna van Riemsdijk, Wiebe van der Hoek, and John-Jules Ch. Meyer. Agent programming in dribble: from beliefs to goals using plans, 2003.
- [20] M. Wooldridge. Intelligent agents. In *Multiagent Systems*. 1999.
- [21] Michael Wooldridge and Nicholas R. Jennings. Intelligent agents: Theory and practice. *Knowledge Engineering Review*, 10(2):115–152, 1995.

METAHEURÍSTICAS PARA RESOLVER PROBLEMAS DE VISIBILIDAD

Maria Gisela Dorzán⁽¹⁾

Edilma Olinda Gagliardi⁽¹⁾

Mario Guillermo Leguizamón⁽²⁾

María Teresa Taranilla⁽¹⁾

Departamento de Informática

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales

Universidad Nacional de San Luis, Argentina

{mgdorzan, oli, legui, tarani}@unsl.edu.ar

Gregorio Hernández Peñalver⁽¹⁾

Departamento de Matemática Aplicada, Facultad de Informática

Universidad Politécnica de Madrid, España

gregorio@fi.upm.es

RESUMEN

En este artículo presentamos la línea actual de trabajo de investigación referida a problemas de visibilidad, cuya complejidad no permite el diseño de algoritmos que encuentren soluciones exactas u óptimas en tiempo razonable. Actualmente, trabajamos en el problema de minimizar el número de guardias que vigilan un polígono. Este problema es NP-duro, por lo cual, debido a su complejidad, se propone una resolución aproximada utilizando técnicas metaheurísticas.

PALABRAS CLAVES: Visibilidad. Galerías de arte. Metaheurísticas. Geometría Computacional.

1 INTRODUCCIÓN

La visibilidad es un fenómeno natural en la vida cotidiana. Las personas observan los objetos ubicados a su alrededor y luego deciden cómo moverse en ese entorno. Observar un objeto significa identificar sus partes visibles desde una posición establecida. Un objeto puede no ser completamente visible, algunas de sus partes pueden estar ocultas. Durante la observación se determinan las formas y el tamaño de las partes visibles de los objetos, las cuales pueden cambiar cuando el observador cambia de una posición a otra. Incluso, desde una posición se pueden observar varios objetos ubicados en diferentes lugares de modo tal que las partes visibles de estos objetos conforman un entorno para el observador. Este es un procedimiento natural para el observador humano y su sistema visual realiza esta tarea sin ningún esfuerzo.

El problema de calcular las porciones visibles de un objeto desde una posición determinada se ha estudiado ampliamente en informática gráfica. En este ámbito, la construcción de un entorno puede involucrar la identificación de miles de objetos de diferentes formas y tamaños ubicados en distintas posiciones. Ésta sí es una tarea compleja desde el punto de vista computacional [8].

⁽¹⁾ Proyecto Tecnologías Avanzadas de Bases de Datos 22/F614, Departamento de Informática, UNSL.

Proyecto AL08-PAC-16 “Geometría Computacional, Algoritmos aproximados y Bases de Datos”, UPM.

⁽²⁾ Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Computacional (LIDIC), Departamento de Informática, UNSL.

La noción de visibilidad aparece en Geometría Computacional en el contexto de problemas de galerías de arte [14, 16]. En 1973, V. Klee propuso el problema original de la “Galería de Arte” a través del siguiente planteo: ¿Cuántos guardias son suficientes para vigilar completamente el interior de una galería de arte? Este problema abrió un nuevo campo de investigación en el ámbito de la Geometría Computacional, donde se engloban todos los problemas que de alguna manera están relacionados con la iluminación o vigilancia de cualquier estructura o elemento geométrico. Estos problemas están presentes en multitud de campos, tales como la Robótica, Planificación de Trayectorias, Visión Artificial, Informática Gráfica, Diseño y Fabricación Asistidas por Computadora, entre otros [2, 6, 10, 12].

El problema de la “Galería de Arte” consiste en determinar el número de guardias que son suficientes para vigilar cada punto del interior de un recinto. La Galería de Arte se representa como un polígono P de n vértices y los guardias son puntos fijos en P . Un punto $p \in P$ es visible desde un guardia q , si el segmento pq está contenido en P . Si los guardias están ubicados en los vértices de P se denominan *guardias-vértice*. Si se ubican en cualquier punto de P , son llamados *guardias-punto*. Si los guardias se mueven a lo largo de un segmento contenido en P , se denominan *guardias-móviles* y si éstos se mueven sobre las aristas del polígono P , se denominan *guardias-lado*.

El problema propuesto originalmente por Klee: ¿Cuántos guardias son suficientes para vigilar el interior de un polígono de n lados? fue resuelto por Chvátal [5] que demostró que $\lfloor n/3 \rfloor$ guardias son siempre suficientes y a veces necesarios para vigilar cualquier polígono de n vértices. Este resultado se conoce con el nombre de Teorema de la Galería de Arte porque los polígonos pueden modelarse como mapas de galerías de arte, y los puntos que cubren su visión como la ubicación eficaz para guardias, cámaras o focos de iluminación. Por eso, los problemas de visibilidad pueden pensarse, muchas veces, como problemas de iluminación.

La respuesta dada por Chvátal es de naturaleza combinatoria ya que responde a la generalidad de los polígonos de n lados. Sin embargo, no todos los polígonos de n lados requieren ese número de guardias; por ejemplo, cualquier polígono convexo de n lados sólo requiere un guardia. Por ello, tiene sentido plantear el siguiente problema algorítmico: Dado un polígono P , hallar el mínimo número de guardias que vigilan completamente al polígono.

Este problema fue estudiado por Lee y Lin [11], quienes demostraron que es un problema NP-duro para polígonos simples realizando una reducción al problema 3-SAT. O’Rourke y Supowit [15] probaron que minimizar guardias-punto, guardias-vértice y guardias-lado son problemas NP-duros para polígonos con agujeros.

Desde entonces se han planteado, y resuelto parcialmente, numerosas variantes a este problema de vigilancia. En algunas de ellas se consideran diferentes tipos especiales de objetos a vigilar: polígonos ortogonales, monótonos, configuraciones de objetos, vigilancia del interior, vigilancia del exterior, etc. En otras variantes se tienen en cuenta las diferentes formas de vigilancia: estática, en movimiento, vigilancia compartida, vigilancia de alcance limitado, ocultación de puntos, entre otras. A continuación, describimos con detalle algunas de ellas.

Los problemas de rutas de vigilancia consisten en diseñar un recorrido para un único guardia; en otras palabras, dado un polígono P y un guardia g que debe vigilar todo el polígono siguiendo un camino cerrado, se debe encontrar el recorrido que puede seguir el guardia. En 1988 Chin y Ntafos probaron que el problema de hallar la ruta más corta que puede seguir el guardia es NP-duro para polígonos con agujeros, incluso si los agujeros son convexos. Una variante de este problema es encontrar *la ruta del cuidador del zoológico*. Dado un polígono simple Z , que modela el zoológico, que contiene en su interior un conjunto J de polígonos convexos disjuntos, que modelan las jaulas, el problema consiste en encontrar la ruta más corta dentro de Z que visite todos los polígonos de J sin que el cuidador pueda ingresar a ellos [4].

Mientras que cuando es posible ingresar a los polígonos de J , el problema se denomina el problema de *la ruta del safari* [13]. Ambos problemas, en su versión general, son de naturaleza NP-dura.

Otras muchas variantes de los problemas de vigilancia conducen a problemas algorítmicos de naturaleza NP-dura, habiéndose iniciado recientemente el estudio de algoritmos aproximados para resolver dichos problemas, si bien la mayoría de los trabajos utilizan técnicas específicas utilizables sólo para cada uno de los problemas considerados.

El objetivo general de nuestra línea de trabajo es proponer soluciones alternativas para estos problemas geométricos vinculándolos con el campo de las técnicas metaheurísticas. Éstas permiten resolver problemas de optimización de interés práctico y, además, estos enfoques incluyen variaciones, basadas en ideas de lo observado en la naturaleza, otros en evolución biológica, neurofisiología, y comportamientos biológicos. Algunos ejemplos de estas técnicas son: *Greedy Randomized Adaptive Search Procedures* (GRASP), *Simulated Annealing* (SA), *Optimización basada en Colonias de Hormigas* (ACO), *Tabu Search* (TS), *Algoritmos Evolutivos* (AE), entre otras [7, 9]. La utilización de metaheurísticas para la resolución de problemas de visibilidad fue iniciada por Canales en su Tesis Doctoral [3] y continuada por Bajuelos, Hernández y Martins [2].

En la siguiente sección se introducen nociones relacionadas a visibilidad. Posteriormente, se presenta el problema actualmente en estudio y se propone la utilización de metaheurísticas para su resolución.

2 CONCEPTOS DE VISIBILIDAD

En los problemas de visibilidad el concepto básico es el de visibilidad entre dos puntos. Para dos puntos p y q pertenecientes a un polígono P , se dice que p y q son visibles entre sí si el segmento pq está contenido en P . Para $q \in P$, se denota con $V(q)$ al polígono de visibilidad de q , es decir, el conjunto de todos los puntos $p \in P$ que son visibles desde q . El polígono de visibilidad $V(q)$ tiene forma de estrella y q pertenece a su núcleo. En la *Figura 1* se muestra $V(q)$ para un polígono simple.

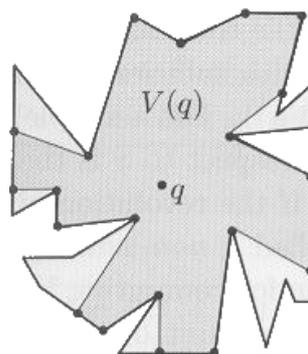


Figura 1: Polígono de visibilidad de q

De manera similar, para un conjunto de puntos $S \subseteq P$, se denota con $V(S) = \cup_{s \in S} V(s)$ a la unión de todos los polígonos de visibilidad de los puntos de S .

Sea $G \subset P$ un conjunto de puntos, se dice que G es un conjunto de guardias si $V(G) = P$. Sea $g(P)$ el número mínimo de guardias que vigilar el polígono P .

Un conjunto finito de puntos $I \subset P$ es un conjunto de visibilidad independiente si los polígonos de visibilidad $V(p)$ de todos los puntos p pertenecientes a I son disjuntos de a pares, esto es: $\forall p, q \in I$
 $V(p) \cap V(q) = \emptyset$.

Sea $i(P)$ el número máximo de puntos testigo de los conjuntos de visibilidad independiente de P .

Observemos que $g(P) \geq |I|$ para cualquier conjunto de visibilidad independiente I , ya que no existe un único guardia que sea capaz de vigilar más de un punto de I . Luego, si se encuentra un conjunto de visibilidad independiente I y un conjunto de guardias G tal que $|I| = |G|$, G es un conjunto óptimo de guardias.

Para todo conjunto G de guardias y para todo conjunto I de puntos de visibilidad independiente para un polígono P se cumple que $|G| \geq |I|$. Además, para conjuntos cualesquiera G e I se cumple que el mínimo número de guardias es mayor o igual al máximo número de puntos de visibilidad, es decir, se cumple que $g(P) \geq i(P)$.

El objetivo de nuestro actual trabajo consiste en aproximar el conjunto mínimo de guardias que vigilan un polígono utilizando técnicas metaheurísticas. Como se desconoce el conjunto óptimo de guardias, es necesario medir la bondad de las aproximaciones que se obtengan con las técnicas propuestas. Esta medida se obtiene utilizando el conjunto de puntos de visibilidad independiente I teniendo en cuenta que se cumple la siguiente relación $|G| \geq g(p) \geq i(p) \geq |I|$. Si un algoritmo aproximado obtiene un conjunto de guardias G , se dice que es una c -aproximación con $c = |G|/g(P)$. Como se cumple que $|G|/g(P) \leq |G|/|I|$ para G e I cualesquiera, entonces resulta que si las estrategias propuestas obtienen un conjunto de guardias G y un conjunto de visibilidad independiente I , se dice que es una $|G|/|I|$ -aproximación.

Los problemas que se plantearon necesitan algoritmos eficientes para su resolución, pero en ocasiones este tipo de algoritmos no existen o no se conocen debido a su naturaleza NP-dura. Sin embargo, existe la necesidad de encontrar respuestas a tales problemas, buscándose algoritmos que den respuestas aproximadas a los problemas planteados. Estos algoritmos aproximados pueden ser específicos para el problema tratado o formar parte de una estrategia general que se puede aplicar en la resolución de distintos problemas, en cuyo caso se refiere a las técnicas metaheurísticas. En general, estas técnicas se aplican en la resolución de problemas para los que no existe un algoritmo específico que dé una solución en un tiempo razonable; o bien si el algoritmo existe no es posible implementarlo debido a su complejidad. Aunque las técnicas metaheurísticas no garantizan encontrar la solución óptima, proporcionan pautas y estrategias generales que permiten encontrar soluciones aproximadas a las óptimas en un tiempo razonable.

Actualmente, estamos trabajando en el diseño y la implementación de algoritmos que utilizan técnicas metaheurísticas para el cálculo de los conjuntos G e I . En este sentido, en [3] se han propuesto Algoritmos Genéticos (AG) y Simulated Annealing para la aproximación del conjunto mínimo de guardias. Nuestra propuesta consiste en utilizar otras técnicas tales como GRASP y Colonias de Hormigas (ACO) y, además, técnicas híbridas que combinen AG con GRASP y ACO con GRASP para calcular aproximaciones del conjunto mínimo de guardias y del conjunto máximo de puntos de visibilidad independiente. Posteriormente, se pretende realizar un estudio experimental donde se medirá la calidad de las aproximaciones que se obtengan con las técnicas propuestas de acuerdo al criterio previamente planteado.

3 TRABAJO ACTUAL Y VISIÓN DE FUTURO

En nuestra línea de investigación, estudiamos problemas de visibilidad cuya complejidad no permite el diseño de algoritmos exactos que los resuelvan en tiempo razonable. Actualmente, se

trabaja en el problema de minimizar el número de guardias que vigilan un polígono. Como se mencionó anteriormente este problema es NP-duro, por lo cual debido a su complejidad y la necesidad de obtener soluciones en un tiempo razonable, se propone su resolución aproximada utilizando técnicas metaheurísticas.

Como las técnicas metaheurísticas han demostrado su capacidad para resolver problemas de tipo NP-duro con soluciones aproximadas, pretendemos continuar en esta línea de trabajo, aplicando y adaptando diversos tipos de metaheurísticas híbridas, a los problemas de visibilidad en general.

Este trabajo se enmarca en la Línea de Investigación “Geometría Computacional y Bases de Datos Espacio-Temporales”, perteneciente al Proyecto 22/F614 “Tecnologías Avanzadas de Bases de Datos” del Departamento de Informática de la Universidad Nacional de San Luis y en el Proyecto AL08-PAC-16 “Geometría Computacional, Algoritmos aproximados y Bases de Datos”, subvencionado por la Universidad Politécnica de Madrid. Además, se cuenta con el apoyo de integrantes de la línea Metaheurísticas del grupo LIDIC de la Universidad Nacional de San Luis.

REFERENCIAS

- [1] Bajuelos A., Canales S., Hernández, G y Martins A. *Estimating the Maximum Hidden Vertex Set in Polygons*. CG&A, Perugia. 2008
- [2] Boissonnat J. y Laumond J. *Geometry and Robotics*. Volumen 391 de Lecture Notes in Computer Science. Springer-Verlag. 1989.
- [3] Canales S. *Métodos Heurísticos en Problemas Geométricos: Visibilidad, Iluminación y Vigilancia*, Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid. 2004.
- [4] Chin W. y Ntafos S. *The zookeeper route problem*, Information Science. 63. 245–259. 1992.
- [5] Chvátal V. *A combinatorial theorem in plane geometry*. Journal of Combinatorial Theory. Series B, 18:39-41. 1975.
- [6] Dobkin D. y Teller S. *Computer Graphics*. Handbook of Discrete and Computational Geometry. 779-814. 1997.
- [7] Fogel D. y Michalewicz Z. *How to Solve It: Modern Heuristics*. Springer Verlag, 2000.
- [8] Ghosh S. *Visibility algorithms in the plane*. Cambridge University Press. 2007.
- [9] Hansen P., Ribeiro C. *Essays and Surveys in Metaheuristics*. Kluwer. 2001.
- [10] Latombe, J. *Robot Motion Planning*. Kluwer Academic Publisher. Boston. 1991.
- [11] Lee D. y Lin A. *Computational Complexity of art gallery problems*. IEEE Transaction on Information Theory. IT-32:276-282. 1986.
- [12] Melter R, Rosenfeld A. y Battacharya P. *Vision Geometry*. American Mathematical Society. 1991.
- [13] Ntafos, S. *Watchman routes under limited visibility*, Computational Geometry Theory Appl. 1. 149–170. 1992.
- [14] O’Rourke J. *Art Gallery Theorems and Algorithms*. Oxford University Press. 1987.
- [15] O’Rourke J. y Supowit K. *Some NP-hard polygon decomposition problems*. IEEE Transaction on Information Theory. IT-29:181-190. 1993.
- [16] Urrutia J. *Art gallery and illumination problems*. Handbook of Computational Geometry. 973-1023. 2000.

Bases de conocimiento en sistemas multi-agente

Luciano H. Tamargo, Marcelo A. Falappa, Alejandro García

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Inteligencia Artificial
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación, Universidad Nacional del Sur
Av. Alem 1253, (B8000CPB) Bahía Blanca, Argentina
Tel: (0291) 459-5135 / Fax: (0291) 459-5136
Email: {lt,maf,ajg}@cs.uns.edu.ar

Resumen

Esta línea de investigación tiene como objetivo analizar los distintos operadores de mezcla de múltiples fuentes de información desde diferentes teorías. El proyecto involucra el análisis de los operadores de mezcla de la teoría de Revisión de Creencias, Argumentación y desde las Lógicas proposicional y posibilística. En este trabajo, en primer lugar se describen algunos operadores de mezcla desde las teorías ya mencionadas. En base a estas alternativas se propondrá relacionar estos operadores entre sí, y se propondrá redefinir sus conceptos orientando los comportamientos de los mismos a los sistemas multi-agente.

1. Introducción

El problema de mezclar múltiples fuentes de información es central en muchas áreas de procesamiento de información tal como sistemas de información cooperativos, problemas de integración de bases de datos, toma de decisiones de múltiples criterios, sistemas multi-agente, etc. En un sistema de múltiples bases de datos dos componentes de bases de datos pueden registrar el mismo ítem de dato pero darle diferentes valores debido a la incompletitud de actualizaciones, un error de sistema, o diferencias en semánticas subyacentes.

Se pueden distinguir dos aproximaciones para tratar con información contradictoria en múltiples fuentes:

- La primer aproximación consiste en mezclar estos ítems de información y construir un conjunto *consistente* de información, la cual representa el resultado de la mezcla [1, 2, 3].
- La segunda aproximación consiste en resolver los conflictos sin mezclar las bases. Esta está basada en la construcción de argumentos y contra-argumentos (derrotadores) y la selección de los más aceptables de estos argumentos [4]. Luego las inferencias son sacadas desde los aceptables.

Financiado parcialmente por CONICET (PIP 5050), Universidad Nacional del Sur (PGI 24/ZN11) y Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.

Además, cuando se cuenta con prioridades adjuntadas a las piezas de conocimiento, la tarea de hacer frente con la inconsistencia es muy simplificada, dado que los conflictos tienen una mejor oportunidad a ser resueltos. Dos clases de prioridades pueden ser distinguidas: prioridades *implícitas* que son extraídas desde las bases de conocimiento, y las prioridades explícitas que están especificadas fuera de la teoría lógica a la cual son aplicadas.

Cuando la información es modelada en lógica proposicional, existen aproximaciones [5] que definen prioridades implícitas basadas en una distancia, generalmente *distancia de Hamming*. Otros operadores de mezcla han sido propuestos usando prioridades explícitas [1]. Para ellos se consideran las bases posibilísticas, donde la información priorizada es codificada en forma de fórmulas proposicionales pesadas.

Luego, en el trabajo [4] se establece la relación entre la teoría de argumentación y la mezcla de información cuando las prioridades son expresadas tanto implícita como explícitamente. En este artículo, se describirá brevemente un framework de argumentación basado en preferencia para razonar con bases de conocimiento en conflictos, donde cada base podría ser parte de un agente. Este framework usa relaciones de preferencia entre argumentos para determinar los aceptables.

El resto de este trabajo está organizado como sigue. A continuación, en la Sección 2 se presentará un tipo de mezcla que retorna un único conjunto consistente. Dentro de esta sección se presentan algunos operadores de mezcla que están basados en la teoría de revisión. Además, en la Sección 2 también se describe, en forma breve, operadores de mezcla cuando la información cuenta con prioridades implícitas y explícitas. Luego, en la Sección 3, se describirá un framework de argumentación basado en preferencia, y se mostrará la conexión entre el framework de argumentación y las aproximaciones de mezcla basado tanto en prioridades implícitas como explícitas. En la Sección 4 mostraremos, en forma resumida, las tareas en progreso y el objetivo de esta línea de investigación.

2. Mezclas que retornan un único conjunto consistente

En la literatura existen diferentes operadores de mezcla que, como se ha mencionado anteriormente, construyen un único conjunto *consistente* de información desde las bases a ser mezcladas. Dicho conjunto representa el resultado de la mezcla. En este trabajo distinguimos dos tipos de operadores que siguen este comportamiento:

- operadores de mezcla que siguen la línea de “Revisión de Creencias”, y
- operadores de mezcla definidos sobre las bases de las prioridades.

2.1. Mezclas que siguen la línea de “Revisión de Creencias”

Los operadores que siguen la línea de “Revisión de Creencias” se definen mediante representaciones axiomáticas, esto es, se caracterizan en términos de postulados que describen formalmente su comportamiento. Esta axiomatización está definida, en general para la mezcla de dos bases de creencias. Por ejemplo, Fuhrmann propone en [2] un operador de mezcla como una forma diferente de revisión no priorizada. Él define un operador de mezcla en el cual dos bases de conocimiento pueden combinarse en una. El operador de mezcla abre la posibilidad de que la nueva información sea parcialmente o totalmente ignorada si la vieja información es más fuerte.

Otra alternativa a este tipo de operadores de mezcla es la que ofrece Liberatore en [3]. Éste operador lo llamó “*arbitración*” y a diferencia del anterior, este es parametrizable, y ofrece la alternativa de capturar los cambios en el mundo como lo hace Katsuno y Mendelzon en la definición de la *teoría de updating* [6].

2.2. Mezclas definidas sobre las bases de las prioridades

En esta sección se presentarán algunos operadores de mezcla definidos sobre las bases de las prioridades. Como se ha mencionado arriba, existen dos clases de prioridades que pueden ser distinguidas: las prioridades implícitas las cuales son extraídas desde una base de conocimiento, y las prioridades explícitas las cuales están dadas en términos de pesos asociados a las piezas de información en una base de conocimiento, como es el caso en las bases lógicas posibilísticas. Hay que notar que a diferencia de los operadores descritos arriba, éstos están definidos para mezclar n bases.

2.2.1. Mezcla de información proposicional: uso de prioridades implícitas

Dado un conjunto de n bases proposicionales, este tipo de mezcla asume prioridades implícitas y retorna una única base consistente [5]. Las prioridades se basan en la distancia entre interpretaciones y las bases a ser mezcladas. Los tres pasos básicos seguidos para definir esta mezcla basada en distancia son:

1. Ordenar el conjunto de interpretaciones con respecto a cada base proposicional computando una distancia local, entre cada interpretación y cada base a ser mezclada. La distancia local está basada en la distancia de Hamming.
2. Ordenar el conjunto de interpretaciones con respecto a todas las bases proposicionales. Esto conduce a la distancia global desde la agregación de distancias locales usando un operador de mezcla. En base a esta distancia global se define una relación de orden entre interpretaciones.
3. Por último, el resultado de la mezcla está definido como los modelos mínimos según la relación de orden mencionada en el ítem anterior.

2.2.2. Mezcla de información priorizada en lógica posibilística

Aquí la información priorizada es representada en lógica posibilística [1]. A nivel sintáctico, las bases de conocimientos posibilísticas son un conjunto de fórmulas pesadas de la forma $B = \{(\phi_i, a_i) | i = 1, \dots, n\}$, donde ϕ_i es una fórmula proposicional y a_i pertenece a una escala totalmente ordenada tal como el intervalo $[0, 1]$. El par (ϕ_i, a_i) significa que el grado de certeza de ϕ_i es al menos igual a a_i .

El proceso de mezcla de información provisto con prioridades explícitas cuenta con dos pasos:

1. Desde el conjunto de bases posibilísticas, se computa una nueva base, llamada la *base agregada*, la cual es generalmente inconsistente.
2. Desde la nueva base se infieren las conclusiones.

Una base agregada es un conjunto de pares fórmula-peso, donde las fórmulas son disyunciones entre fórmulas de diferentes tamaños tomadas desde las bases a ser mezcladas. El peso de cada disyunción es determinado por un operador de mezcla posibilístico que toma como entrada los diferentes pesos de las piezas de información que componen la disyunción en cuestión. El resultado de la mezcla es el conjunto de fórmulas mejor pesadas que no presentan inconsistencias entre sí y que se infieren desde la *base agregada*.

3. Framework básico de argumentación

La argumentación es un modelo de razonamiento basado en la construcción y la comparación de argumentos. Los frameworks de argumentación han sido desarrollados para la toma de decisiones bajo incertidumbre, y otros para manejar inconsistencia en bases de conocimiento donde la conclusión es justificada por argumentos. Los argumentos representan las razones para creer en un hecho. Un proceso de argumentación sigue los siguientes 5 pasos:

1. Construcción de argumentos desde las bases.
2. Definir la fortaleza de aquellos argumentos.
3. Determinar los diferentes conflictos entre los argumentos.
4. Evaluación de la *aceptabilidad* de los diferentes argumentos.
5. Concluir o definir las conclusiones justificadas.

Un framework de argumentación es una terna $\langle \mathcal{A}, \mathcal{R}, \succeq \rangle$, donde \mathcal{A} es un conjunto de argumentos, \mathcal{R} es una relación binaria que representa la relación de derrota entre argumentos y \succeq es un pre-orden (parcial o completo) sobre $\mathcal{A} \times \mathcal{A}$. Para más información sobre sistemas de argumentación concretos ver [7, 8].

3.1. Mezcla de información con argumentación

Para recuperar los resultados de los diferentes operadores de mezcla dentro de un framework de argumentación, se necesita especificar las definiciones de argumento, la relación de rebatibilidad entre argumentos, y finalmente de la relación de preferencia entre argumentos. Desde una base de conocimiento proposicional se pueden definir los diferentes argumentos. En este contexto, los argumentos son pares de la forma $\langle H, h \rangle$, donde H es llamado el soporte y h la conclusión del argumento. h es una fórmula de un lenguaje proposicional y H es un subconjunto minimal y consistente de una base proposicional que deduce h .

3.1.1. Mezcla de información con argumentación: prioridades implícitas

Con el objetivo de capturar los resultados de las aproximaciones de mezcla descritas en 2, un argumento toma su soporte desde la unión de todas las bases a ser mezcladas. Luego la idea básica es asociar al soporte de cada argumento una *fuerza*. Esta última corresponde a la distancia mínima entre el soporte del argumento y las diferentes bases a mezclar. La fuerza de un soporte corresponde en algún sentido a la distancia global. La misma hace posible definir una relación de preferencia entre argumentos. De esta manera, basado en la relación de preferencia, se obtienen diferentes resultados de la mezcla que corresponden a la unión de los conjuntos de interpretaciones que modelan los conjuntos de argumentos libres de conflictos [9].

3.1.2. Mezcla de información con argumentación en lógica posibilística

Un argumento aquí es construido desde el conjunto de fórmulas formadas por la unión de las disyunciones y conjunciones de fórmulas pertenecientes a las bases a ser mezcladas. Cuando se cuenta con prioridades explícitas entre las creencias, tal como grados de certeza, una relación de preferencia entre argumentos puede ser definida de forma que los argumentos que usan las creencias más certeras

serán encontrados más fuertes que los que usan creencias menos certeras. La fuerza de un argumento corresponde al grado de certeza de la creencia menos certera involucrada en el argumento.

Luego, siguiendo la relación de preferencia mencionada anteriormente, y las diferentes relaciones de ataques entre argumentos, se obtiene como resultado de la mezcla el conjunto de creencias mejor pesado que está libre de conflictos [4].

4. Tareas en progreso y trabajo a futuro

En los sistemas multi-agente cada agente puede estar representado por una base de conocimiento. Las diferentes bases de los agentes pueden estar en conflictos entre ellas. En un entorno colaborativo donde los agentes comparten información, es necesario disponer de un operador de mezcla que solucione dicho conflicto. Es por esto, que esta línea de investigación busca relacionar los operadores de mezcla con las nociones de sistemas multi-agentes. Para ello, se está realizando un análisis de los diferentes operadores de mezcla que han sido propuestos en distintas áreas de investigación. Como se ha visto a lo largo de este trabajo, existen varios enfoques que definen la mezcla entre múltiples bases. Una aproximación, consiste en mezclar estos items de información y construir un conjunto *consistente* de información. Otra aproximación, consiste en resolver los conflictos sin mezclar las bases. Esta está basada en la construcción de argumentos y contra-argumentos (derrotadores) y la selección de los más aceptables de estos argumentos. Una vez realizado un análisis profundo de los operadores de mezcla existentes, se buscará relacionar estos operadores, y se intentará redefinir sus conceptos orientando los comportamientos de los mismos a los sistemas multi-agentes.

Referencias

- [1] Salem Benferhat, Didier Dubois, Souhila Kaci, and Henri Prade. Possibilistic merging and distance-based fusion of propositional information. *Annals of Mathematics and Artificial Intelligence*, 34(1-3):217–252, 2002.
- [2] Andre Fuhrmann. An essay on contraction. *Studies in Logic, Language and Information, CSLI Publications, Stanford, California*, 1997.
- [3] Paolo Liberatore and Marco Schaerf. Arbitration: A commutative operator for belief revision. In *WOFAI*, pages 217–228, 1995.
- [4] Leila Amgoud and Souhila Kaci. An argumentation framework for merging conflicting knowledge bases. *Int. J. Approx. Reasoning*, 45(2):321–340, 2007.
- [5] Sébastien Konieczny and Ramón Pino Pérez. On the logic of merging. In *KR*, pages 488–498, 1998.
- [6] Hirofumi Katsuno and Alberto O. Mendelzon. On the difference between updating a knowledge base and revising it. In *KR*, pages 387–394, 1991.
- [7] Carlos Chesñevar, Ana Maguitman, and Ronald Loui. Logical models of argument. *ACM Computing Surveys*, 32(4):337–383, 2000.
- [8] H. Prakken and G. Vreeswijk. Logical.
- [9] Leila Amgoud and Simon Parsons. An argumentation framework for merging conflicting knowledge bases. In *JELIA*, pages 27–37, 2002.

Planificación y Argumentación

Diego R. García Alejandro J. García Guillermo R. Simari

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET),
Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Inteligencia Artificial (LIDIA),
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación (DCIC),
Universidad Nacional del Sur, Av. Alem 1253, (B8000BCP) Bahía Blanca, Argentina.
Tel: (0291) 459-5135 / Fax: (0291) 459-5136
e-mail: {drg,ajg,grs}@cs.uns.edu.ar

Resumen

En este artículo se presenta parte del trabajo de investigación y desarrollo realizado, y que actualmente se está llevando a cabo, en la línea de “Planificación, Argumentación y Agentes” dentro del LIDIA. El objetivo de este trabajo es presentar de manera resumida los trabajos realizados y resultados obtenidos, así como el desarrollo futuro.

Nuestro trabajo se centra en el estudio de la combinación de argumentación rebatible con diferentes técnicas de planificación, con el objetivo de mejorar el alcance y la expresividad de las técnicas de planificación actuales.

1. Introducción

Los formalismos basados en argumentación permiten razonar con conocimiento parcial y posiblemente erróneo. Este problema está presente en varios aspectos del proceso de planificación llevado a cabo por un agente para alcanzar sus metas.

Por otra parte, para resolver un problema de planificación un agente debe contar con un conjunto adecuado de acciones. La representación de estas acciones debe considerar todos los efectos que son *relevantes* para resolver el problema. Consideremos por ejemplo la acción de encender un fósforo. Un efecto relevante de esta acción sería producir fuego. Sin embargo, hay muchos otros efectos que pueden deducirse y podrían ser considerados irrelevantes y no ser incluidos en la representación de la acción (por ejemplo: producir luz, producir humo, aumentar la temperatura, etc).

Nuestra propuesta para solucionar estos problemas consiste en proveer al agente con un formalismo de razonamiento rebatible que le permita obtener las consecuencias que se deducen de los efectos de las acciones, en lugar de considerar todos los efectos posibles en la representación de las acciones.

2. Argumentación y Acciones

En [8, 9, 10] introducimos un formalismo que combina acciones y argumentación rebatible, y permite modelar el conocimiento de un agente acerca de su entorno y definir las acciones que es capaz de ejecutar para modificar el mismo.

Financiado parcialmente por CONICET (PIP 5050), Universidad Nacional del Sur (PGI 24/ZN11) y Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 2002 Nro 13096).

Este formalismo utiliza la programación en lógica rebatible (DELP) [3] como paradigma lógico para la representación de conocimiento. La base de conocimiento de un agente esta definida por un programa lógico rebatible $\mathcal{K} = (\Psi, \Delta)$, donde Ψ es un conjunto consistente de *hechos* y Δ es un conjunto de *reglas rebatibles*. Los hechos presentes en el conjunto Ψ representan la percepción que el agente tiene acerca del estado de su entorno. Las reglas presentes en el conjunto Δ representan conocimiento sobre el entorno, que el agente puede utilizar para razonar rebatiblemente.

Además de la base de conocimiento \mathcal{K} un agente cuenta con un conjunto de acciones Γ disponibles que puede utilizar para modificar su entorno. Las acciones tienen precondiciones y efectos. Las precondiciones definen las condiciones necesarias para que una acción se pueda ejecutar. Los efectos de una acción modificarán el entorno y la percepción del agente, agregando o quitando hechos de Ψ .

La interacción entre argumentación y las acciones es doble. Por un lado, la argumentación rebatible se utiliza para evaluar las precondiciones de una acción a través de la noción de *garantía*. Por otra parte, las acciones pueden usadas por el agente para modificar su entorno y de esta forma obtener una garantía para una conclusión que no estaba garantizada anteriormente.

En [8] analizamos las diferentes formas en que la base de conocimiento puede ser modificada por intermedio de acciones para garantizar una conclusión. También se analizó como una secuencia de acciones (plan) puede ser utilizada por un agente para satisfacer sus metas. Posteriormente en [9, 10] analizamos los problemas que surgen al combinar argumentación con algoritmos simples de planificación.

3. Argumentación y POP

Con el objetivo de extender el trabajo realizado en [9, 10], se estudió la posibilidad de combinar argumentación con una técnica mas avanzada de planificación como *Partial Order Planning* (POP) [7].

Las técnicas de POP consisten básicamente en realizar una búsqueda a través del espacio de planes. El planificador comienza con un plan inicial que consiste de dos pasos: Un paso inicial, cuyos efectos representan el estado inicial del problema de planificación, y un paso final cuyas precondiciones representan las metas. Luego el planificador intenta completar el plan inicial agregando nuevos pasos (acciones) y restricciones hasta satisfacer todas las precondiciones de todos los pasos del plan. El ciclo principal de un algoritmo POP tradicional toma dos tipos de decisiones:

- *lograr precondiciones*: elige un paso para lograr una precondición todavía no satisfecha.
- *Resolver amenazas*: si un paso del plan puede interferir con un precondición lograda por otro paso, elige un método para resolver esta *amenaza* (*threat*).

En el formalismo introducido en la sección anterior, una acción es aplicable si sus precondiciones pueden garantizarse a partir de la base de conocimiento del agente. Esto significa que las precondiciones de una acción pueden ser logradas utilizando argumentos, además de acciones. En [5] analizamos como combinar acciones y argumentos para construir planes usando las técnicas de POP. Al combinar acciones y argumentos surgen nuevos tipos de amenazas, que no están presentes cuando solo se utilizan acciones. Estas amenazas deben ser identificadas y resueltas para poder obtener planes correctos. La principal contribución de este trabajo fue identificar y definir las nuevas amenazas.

Posteriormente en [4], y en base a lo desarrollado en [5], se propusieron métodos para resolver cada una de las nuevas amenazas identificadas. Además se presento una extensión al algoritmo de POP tradicional, llamado APOP, que considera acciones y argumentos para construir planes y resuelve las nuevas amenazas utilizando los métodos propuestos. Actualmente contamos con una prototipo experimental del algoritmo APOP implementado en prolog.

4. Trabajo Futuro

Como mencionamos anteriormente nuestro trabajo se centra en la combinación de argumentación rebatible con diferentes técnicas de planificación. Las técnicas de POP se combinan de forma natural con la argumentación rebatible, sin embargo existen técnicas de planificación más avanzadas y que han demostrado más ser eficientes desde el punto de vista práctico. El trabajo futuro incluye la combinación de argumentación rebatible con técnicas de planificación más eficientes como Graphplan ([2]).

Otra extensión a nuestro trabajo es incorporar al formalismo otras características (por ejemplo: *efectos condicionales*) presentes en otros lenguajes de representación de acciones como AL[1] y PDDL[6].

Referencias

- [1] C. Baral and M. Gelfond. Reasoning agents in dynamic domains. In J. In Minker, editor, *Logic-Based artificial intelligence*, pages 257–259. Kluwer Academic Publishers, 2000.
- [2] A. Blum and M. Furst. Fast planning through planning graph Analysis. *Artificial intelligence*, 90(1-2):281–300, 1997.
- [3] Alejandro J. García and Guillermo R. Simari. Defeasible logic programming: An argumentative approach. *Theory and Practice of Logic Programming*, 4(1):95–138, 2004.
- [4] Diego R. García, Alejandro Javier García, and Guillermo Ricardo Simari. Defeasible reasoning and partial order planning. In *FoIKS*, pages 311–328, 2008.
- [5] Diego R. Garcia, Guillermo R. Simari, and Alejandro J. Garcia. Planning and Defeasible Reasoning. In *Proceedings of the Sixth Intl. Joint Conf. on Autonomous Agents and Multi-Agent Systems (AAMAS 07)*., pages 856–858, 2007.
- [6] M. Ghallab, A. Howe, C. Knoblock, D. McDermott, A. Ram, M. Veloso, D. Weld, and D. Wilkins. Pddl—the planning domain definition language, 1998.
- [7] J. Penberthy and D. S. Weld. UCPOP: A Sound, Complete, Partial Order Planner for ADL. In *In Proc. of the 3rd. Int. Conf. on Principles of Knowledge Representation and Reasoning*, 113-124., 1992.
- [8] Guillermo R. Simari and Alejandro J. García. Actions and arguments: Preliminaries and examples. In *Proc. VII Congreso Argentino en Ciencias de la Computación*, pages 273–283. Argentina, October 2001.
- [9] Guillermo R. Simari and Alejandro J. García. Using defeasible argumentation in progression and regression planning: Some preliminary explorations. In *Proceedings of the VIII Congreso Argentino en Ciencias de la Computación*, pages 273–283. Universidad de Buenos Aires, Argentina, October 2002.
- [10] Guillermo R. Simari, Alejandro J. García, and Marcela Capobianco. Actions, Planning and Defeasible Reasoning. In *In Proceedings of the 10th International Workshop on Non-Monotonic Reasoning (NMR2004)*, pages 377–384, 2004. ISBN. 92-990021-0-X.

Formalización del Diálogo en Sistemas Multi-Agente

M. Julieta Marcos Marcelo A. Falappa Guillermo R. Simari
mjm@cs.uns.edu.ar mfalappa@cs.uns.edu.ar grs@cs.uns.edu.ar

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial (LIDIA)
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación (DCIC)
Universidad Nacional del Sur (UNS)

1. Introducción

Esta línea de investigación estudia la formalización del diálogo en Sistemas Multi-Agente (SMAs). Los agentes en un SMA necesitan comunicarse, por diferentes motivos: resolver diferencias de opinión o intereses en conflicto, cooperar para resolver dilemas o encontrar pruebas, o simplemente informarse uno a otro sobre hechos pertinentes. En muchos casos no alcanza con intercambiar mensajes aislados, sino que los agentes necesitan entablar diálogos (secuencias de mensajes sobre el mismo tema) [7]. Existe gran variedad de diálogos, con características diferentes. Algunos, que han cobrado interés, son los siguientes [9]:

Diálogo de Búsqueda de Información. Un agente busca la respuesta a una pregunta en el conocimiento de otro agente. Se supone que este último conoce la respuesta.

Diálogo de Investigación. Todos los agentes colaboran para encontrar la respuesta a una pregunta. Se supone que ninguno de ellos conoce la respuesta.

Diálogo Persuasivo. Un agente trata de convencer a otro para que se adhiera a cierta creencia o punto de vista.

Negociación. Los agentes tratan de llegar a un acuerdo aceptable sobre la división de recursos escasos. Cada uno trata de maximizar su ganancia.

Diálogo Deliberativo. Los agentes colaboran para decidir qué acción realizar en cierta situación.

Nuestro objetivo es encontrar modelos formales para estas interacciones, y estudiar sus propiedades. Damos por sentado que los agentes tienen una capacidad de razonamiento, y que ésta es utilizada en el diálogo. En [6] presentamos un modelo teórico de diálogo e investigamos su aplicabilidad en *diálogos sobre creencias* (diálogos en los cuales los participantes hablan sobre la verdad de cierta proposición). A esta categoría corresponden la *Búsqueda de Información*, la *Investigación* y el *Diálogo Persuasivo*.

Actualmente estamos investigando su aplicabilidad en otra clase de diálogos, que no son sobre creencias, como por ejemplo la *Negociación*. Este artículo está estructurado de la siguiente manera: en la sección 2 repasamos conceptos básicos de la Teoría de Cambio de Creencias, que serán utilizados en las secciones siguientes. En la sección 3 describimos brevemente el modelo de

diálogo propuesto en [6]. En la sección 4 exploramos la posibilidad de aplicar dicho modelo en Negociación. Finalmente, en la sección 5, citamos algunos trabajos relacionados, y delineamos las direcciones futuras de nuestra investigación.

2. Teoría de Cambio de Creencias

La Teoría de Cambio de Creencias estudia la dinámica del conocimiento, esto es, la forma en que se actualiza el conocimiento de un agente después de que recibe información nueva. Un *estado epistémico* es una representación del conocimiento de un agente en un momento del tiempo. Existen, principalmente, dos alternativas para representar estados epistémicos: *conjuntos de conocimiento* [1] o *bases de conocimiento* [3]. Los primeros son conjuntos clausurados bajo algún operador de consecuencia lógica. Los segundos son conjuntos no clausurados, y son los que utilizaremos en este trabajo. Una *actitud epistémica* describe el estado de varios elementos del conocimiento que están contenidos en un estado epistémico. Una *entrada epistémica* es una pieza de información externa que puede producir cambios en un estado epistémico. Las *operaciones de cambio epistémico* que utilizaremos en este trabajo son: *expansión* [1] notada con “+” y *consolidación* [5] notada con “!”. El significado intuitivo de cada una de ellas es el siguiente: en una *expansión* se incorpora conocimiento sin importar si el estado resultante es consistente. En una *consolidación* se eliminan inconsistencias de un estado de conocimiento.

La *expansión* es la operación más simple. Cuando el estado epistémico se representa con bases, una expansión consiste en una simple unión de conjuntos. Si K es una base de creencias y α una entrada epistémica, entonces la expansión se define como $K + \alpha = K \cup \{\alpha\}$ [3]. La *consolidación* es, en realidad, un caso particular de otra operación: la *contracción* [1]. La operación de contracción elimina una creencia de un estado de conocimiento. En una consolidación la creencia a eliminar es \perp (la contradicción). Entre varios tipos de contracciones, nos enfocaremos en: *Partial Meet Contraction* [1] y *Kernel Contraction* [4]. En base a éstas se definen dos formas de consolidación [5]: *Partial Meet Consolidation* y *Kernel Consolidation*. Por cuestiones de espacio, remitimos al lector a la bibliografía citada para obtener más información sobre la construcción de estos operadores.

Existen algunas propiedades intuitivas que deberían ser satisfechas por un operador de consolidación [5]: la propiedad de *inclusión* establece que, para toda base K , debe ser $K! \subseteq K$. La propiedad de *consistencia* establece que $K!$ debe ser consistente. Las propiedades de *relevancia* y *retención de núcleo* buscan captar la noción de no eliminar de más, es decir, no eliminar creencias que no contribuyen a que la base sea inconsistente. Luego, pueden definirse las operaciones de consolidación *partial meet* y *kernel* en función de las propiedades anteriores [5]: $!$ es un operador de *partial meet (kernel) consolidation* si y solo si, para toda base K , $!$ satisface *inclusión*, *consistencia* y *relevancia (retención de núcleo)*. La propiedad de *relevancia* implica la propiedad de *retención de núcleo*. Por esta razón, todo operador de *partial meet consolidation* es también un operador de *kernel consolidation*. La relación inversa no es cierta.

3. Un Modelo Teórico y Abstracto de Diálogo

En esta sección describiremos brevemente el formalismo presentado en [6]. Asumimos que los agentes cuentan con una *teoría* y un *modelo de razonamiento*. Éstos no se especifican en el modelo abstracto, ya que dependen del tipo particular de diálogo que se quiera modelar (se verá un ejemplo para Negociación en la sección 4). Las secciones 3.1 y 3.2 describen, respectivamente, cómo evoluciona el conocimiento involucrado en el diálogo y cuál es el protocolo que

siguen los agentes para interactuar.

3.1. Evolución del Conocimiento

El modelo asume la existencia de un *almacenamiento público de información* (*public information store*), ps , compartido por todos los agentes. El contenido de ps evoluciona a medida que los agentes interactúan; y éstos lo utilizan, junto con sus teorías privadas, para razonar. Las teorías privadas no son modificadas durante el diálogo, pero podrían serlo, al finalizar el mismo, utilizando el almacenamiento público. La evolución de éste último se modela de manera abstracta, mediante un *operador de expansión* (“+”). Como consecuencia, su contenido podría ser inconsistente. Consideraremos un subconjunto consistente de ps (notado cps) que resulta de aplicar al mismo un *operador de consolidación kernel* (“!”).

El par $s = \langle ps, cps \rangle$ representa el *estado* del diálogo. Asumimos que el estado inicial, antes de comenzar el diálogo, es $s_0 = \langle \emptyset, \emptyset \rangle$. Como se verá en el subsección siguiente, los agentes realizan *movimientos*, los cuales consisten en publicar subconjuntos de sus teorías privadas. Cuando un agente publica un subconjunto x de su teoría, el estado del diálogo evoluciona de la siguiente manera: 1) $ps \leftarrow ps + x$ 2) $cps \leftarrow ps !$. Dados un estado $s_i = \langle ps_i, cps_i \rangle$ y un subconjunto x , la función $evol(s_i, x)$ retorna un nuevo estado $s_{i+1} = \langle ps_{i+1}, cps_{i+1} \rangle$ computado como se muestra arriba (pasos 1) y 2)). También usamos la notación $evol(cps_i, x)$ para referirnos a cps_{i+1} .

3.2. Protocolo de Diálogo

Como se mencionó en la subsección anterior, el protocolo de diálogo está basado en la noción de movimiento. Un *movimiento* es un par $m_i = \langle p_i, x_i \rangle$ tal que: p_i identifica al agente que realiza el movimiento, y x_i es un subconjunto no vacío de la teoría privada del agente p_i . Mediante estos movimientos, los agentes publican parte de sus teorías privadas, provocando una evolución (tal como se definió en la sección 3.1) del estado del diálogo.

Para que el protocolo sea genérico (aplicable a diferentes tipos de diálogo), es necesario parametrizarlo de alguna manera. Con el objetivo de obtener dicha generalidad, asumimos que cada agente que participa del diálogo tiene una *meta* en el mismo. Una meta, en este trabajo, es una función booleana que utiliza el estado del diálogo, la teoría privada del agente, el modelo de razonamiento, y la función de evolución, para decidir si el objetivo del agente en el diálogo es alcanzado o no (es decir, para decidir si el agente desearía terminar el diálogo en el estado actual o no). Estas metas deben definirse de manera adecuada para obtener protocolos concretos para tipos particulares de diálogo. En [6] se definieron metas para diálogos de Investigación y Persuasivos. En la sección 4 se analizarán metas para modelar diálogos de Negociación.

Las metas guían a los agentes al momento de elegir qué información publicar (tratarán de publicar sólo la información relevante para el cumplimiento de sus metas). Decimos que $m_i = \langle p_i, x_i \rangle$ es un *movimiento relevante minimal* en un estado s si y sólo si se cumplen las condiciones siguientes: (*Relevancia*) la meta del agente p_i se cumple en $evol(s, x_i)$, y (*Minimalidad*) no existe un subconjunto propio de x_i que satisfaga la primer condición. Luego se define el *diálogo* como una secuencia $m_1 \dots m_k$ de movimientos, posiblemente vacía, tal que:

1. m_1 es un movimiento relevante minimal en s_0 .
2. Para todo $1 < i \leq k$, m_i es un movimiento relevante minimal en $evol(s_0, \bigcup_{1 \leq l < i} x_l)$.
3. No existen movimientos relevantes minimales en $evol(s_0, \bigcup_{1 \leq i \leq k} x_i)$.

El resultado del diálogo es el último conjunto *cps* generado, a partir del cual los agentes pueden razonar y obtener soluciones específicas para cada tipo de diálogo, como se verá en la sección 4. El protocolo asegura que el mismo agente no puede realizar dos movimientos seguidos. En el caso de diálogos entre dos agentes, esto implica que los mismos se turnan para realizar movimientos. El protocolo también asegura que no existen movimientos repetidos en la secuencia. Además, es fácil ver que los diálogos generados bajo este protocolo siempre terminan (en el peor caso, los agentes publican todo su conocimiento privado, alcanzando un estado en el cual no hay movimientos relevantes minimales posibles).

4. Hacia Un Modelo de Negociación

Actualmente estamos analizando la posibilidad de modelar diálogos de Negociación a partir del modelo abstracto resumido en la sección 3. Basándonos en el trabajo realizado en [2], utilizamos la siguiente versión simplificada del problema de negociación: “Una negociación tiene lugar entre n agentes, en torno a un conjunto O (fijo y compartido) de ofertas (cuya estructura no se conoce). El objetivo de la negociación es encontrar, entre los elementos de O , una oferta que satisfaga más o menos las preferencias de todos los agentes”. Para obtener un modelo de negociación, es necesario definir el modelo de razonamiento y las metas de los agentes negociadores.

Supongamos que los agentes razonan sobre el status de las ofertas del conjunto O . El resultado del razonamiento es una partición de O en n clases disjuntas. Sean $O_1 \dots O_k \dots O_n$ las clases de ofertas en orden decreciente de preferencia. Las clases $O_1 \dots O_k$ se consideran *aceptables* (pueden ser solución). Las clases $O_{k+1} \dots O_n$ se consideran *rechazadas* (no pueden ser solución). Este modelo está basado en el modelo de razonamiento definido en [2], sólo que nosotros no especificamos cómo es el proceso de razonamiento (ellos utilizan un sistema argumentativo abstracto), ni cuáles son los posibles estados de las ofertas (ellos definen cuatro estados: *aceptada*, *negociable*, *no-soportada*, y *rechazada*). Asumamos también un orden arbitrario sobre el conjunto O de ofertas (un orden lexicográfico, por ejemplo), de manera que el resultado de la negociación sea la primer oferta de la primer clase aceptable no vacía (la “mejor” clase) de la partición inferida a partir del último *cps*. Si dicha clase no existe, entonces la negociación falla.

Ahora vamos a definir las metas de los agentes negociadores. Llamemos ρ_{cps} a la partición de ofertas inferida a partir de *cps*; ρ_i a la partición inferida a partir de *evolva*(*cps*, K_i), donde K_i es la teoría privada del agente p_i ; c_ρ a la “mejor” clase de la partición ρ ; y finalmente o_{csp} a la primer oferta de $c_{\rho_{cps}}$. Luego, asumiendo que el objetivo de la negociación es encontrar una oferta que esté entre las mejores opciones de cada agente, podemos definir la meta de cada uno de ellos como: $o_{csp} \in c_{\rho_i}$.

5. Trabajo Relacionado y Trabajo Futuro

Se han realizado varios trabajos con el objetivo de modelar formalmente las interacciones entre agentes. Sin embargo, las soluciones propuestas son *ad hoc* y carecen de una fundamentación teórica sólida. En [8], por ejemplo, se investiga un tipo particular de diálogo: la *negociación basada en argumentación*, identificando y describiendo elementos necesarios para su modelamiento (tanto internos como externos a los agentes). En [7], por otro lado, se concentran en *diálogos de investigación*, de *búsqueda de información* y *persuasivos*. Definen un conjunto de *locuciones* para que los agentes puedan intercambiar argumentos, un conjunto de *actitudes* que marcan una relación entre los argumentos que puede construir un agente y las locuciones que puede

realizar (intuitivamente, los agentes “menos atrevidos” sólo afirman proposiciones soportadas por “buenos argumentos”), y definen también un conjunto de *protocolos* para llevar a cabo los diálogos. En [2] definen un framework abstracto para *negociación basada en argumentación* entre dos agentes, asumiendo un conjunto fijo y compartido de ofertas, en torno al cual se desarrolla el diálogo. Los agentes cuentan con una teoría y un modelo de razonamiento para computar un orden de preferencia entre las ofertas. La teoría y el modelo de razonamiento corresponden a un sistema argumentativo abstracto. El protocolo de diálogo permite a los agentes intercambiar ofertas, argumentos y contra-argumentos. Las teorías de los agentes evolucionan debido al intercambio de argumentos. La negociación termina con éxito cuando uno de ellos presenta una oferta ya presentada previamente por el otro agente.

En este trabajo repasamos un modelo teórico y abstracto de diálogo presentado en un trabajo anterior, con las siguientes características principales: (1) guiado por *metas*, (2) basado en *operaciones de cambio*, (3) abstracto en cuanto al *tipo de diálogo* (investigación, negociación, etc.), y (4) abstracto en cuanto al *modelo de razonamiento* utilizado por los agentes. Además, exploramos la posibilidad de modelar, con este formalismo, diálogos de Negociación. Nuestro trabajo futuro estará orientado a: investigar propiedades de los diálogos modelados con este formalismo, investigar la relación entre este modelo de diálogo (*basado en operadores de cambio*) y los modelos *basados en argumentación* [8] (como por ejemplo los definidos en [2] y [7]), y por último abordar el problema de la Negociación desde una perspectiva más general (entre otras cosas, sin la suposición de un conjunto fijo y compartido de ofertas).

Referencias

- [1] C. Alchourrón, P. Gärdenfors, and D. Makinson. *On the Logic of Theory Change: Partial Meet Contraction and Revision Functions*. *The Journal of Symbolic Logic*, 50:510-530, 1985.
- [2] Leila Amgoud, Yannis Dimopoulos, and Pavlos Moraitis. *A Unified and General Framework for Argumentation Based Negotiation*. In *6th International Joint Conference on Autonomous Agents and Multi-Agents Systems, AAMAS'2007, Honolulu, Hawaii, 14 - 18 May 2007*.
- [3] S. O. Hansson. *Belief Base Dynamics*. PhD thesis, Uppsala University, Department of Philosophy, Uppsala, Sweden, 1991.
- [4] S. O. Hansson. *Kernel Contraction*. *The Journal of Symbolic Logic*, 59:845-859, 1994.
- [5] S. O. Hansson. *Semi-Revision*. *Journal of Applied Non-Classical Logic*, 7:151-175, 1997.
- [6] Marcos M. Julieta, Falappa Marcelo A., Simari Guillermo R.. *Un Modelo Abstracto de Diálogo Sobre Creencias para Sistemas Multiagente*. *Actas del XIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2007)*. Págs. 1371-1382.
- [7] S. Parsons, M. Wooldridge, and L. Amgoud. *Properties and Complexity of Some Formal Inter-agent Dialogues*. *Journal of Logic and Computation*, 13:347-376, 2003.
- [8] I. Rahwan, S. D. Ramchurn, N. R. Jennings, P. McBurney, S. Parsons, and L. Sonenberg. *Argumentation-based negotiation*. *The Knowledge Engineering Review*, 18:343-375, 2003.
- [9] D. N. Walton and E. C. W. Krabbe. *Commitment in Dialogue: Basic Concepts of Interpersonal Reasoning*. State University of New York Press, Albany, NY, 1995.

Hibridización de K-Means a través de Técnicas Metaheurísticas

Andrea Villagra, Daniel Pandolfi

Universidad Nacional de la Patagonia Austral - Unidad Académica Caleta Olivia
Ruta 3 Acceso Norte s/n
(9011) Caleta Olivia - Santa Cruz - Argentina
{avillagra,dpandolfi}@uaco.unpa.edu.ar

and

Guillermo Leguizamón

Universidad Nacional de San Luis,
Ejército de los Andes 950, (5700) San Luis, Argentina
legui@unsl.edu.ar

Resumen

En los últimos años, ha existido un gran crecimiento en nuestras capacidades de generar y coleccionar datos, debido básicamente al gran poder de procesamiento de las máquinas y a su bajo costo de almacenamiento. Sin embargo, dentro de estas enormes masas de datos existe una gran cantidad de información “oculta”, de gran importancia estratégica, a la que no se puede acceder por las técnicas clásicas de recuperación de la información. La Minería de Datos implica “escabar” en esa inmensidad de datos, en búsqueda de patrones, asociaciones o predicciones que permitan transformar esa maraña de datos en información útil. Una de las tareas utilizadas en minería de datos es el *clustering* (agrupamiento) y un algoritmo muy popular y simple usado en esta tarea es *K-means*. A pesar de su popularidad el mencionado algoritmo sufre de algunas dificultades. *K-means* requiere varias iteraciones sobre todo el conjunto de datos, lo cual puede hacerlo muy costoso computacionalmente cuando se lo aplica a grandes bases de datos, el número de *clusters* K debe ser suministrado por el usuario y la búsqueda es propensa a quedar atrapada en mínimos locales.

Se pretende a través de esta línea de investigación desarrollar técnicas avanzadas o mejoradas de minería de datos, particularmente en la tarea de *clustering* y además, proponer mejoras al algoritmo de *K-means* basándose en la aplicación de técnicas Metaheurísticas.

1. INTRODUCCIÓN

Factores como el avance tecnológico asociado al continuo abaratamiento de los costos, implica que los volúmenes de datos almacenados crece exponencialmente. En la actualidad, estamos en una etapa en la que no es fácil visualizar los datos que están almacenados. Existen muchos dominios en los cuales la acumulación de datos es altísima y por consiguiente se hace cada vez más difícil poder obtener información relevante para la toma de decisiones basados en dichos datos.

La tarea de Minería de Datos implica “escabar” en esa inmensidad de datos, usualmente medidos en gigabytes, en búsqueda de patrones, asociaciones o predicciones que permitan transformar esa maraña de datos en información útil. La tarea de minería de datos no siempre parte de un conocimiento previo de lo que se busca en el conjunto de datos disponibles, por el contrario, es muy frecuente que no sepamos de antemano lo que se busca. Es decir, se realiza una búsqueda de patrones desconociendo el patrón que pueda surgir.

La minería de datos constituye el núcleo del análisis inteligente de los datos y ha recibido un gran impulso en los últimos tiempos motivado por distintas causas: a) el desarrollo de algoritmos eficientes y robustos para el procesamiento de grandes volúmenes de datos, b) un poder computacional más barato que permite utilizar métodos computacionalmente intensivos, y c) las ventajas comerciales y científicas que han brindado este tipo de técnicas en las más diversas áreas. Entre las áreas donde han sido utilizadas exitosamente las técnicas de minería de datos podemos mencionar distintas aplicaciones financieras y bancarias, análisis de mercado, seguros y salud privada, educación, procesos industriales, medicina, biología, bioingeniería, telecomunicaciones, Internet, turismo, deportes, etc.

2. CLUSTERING Y K-MEANS

El *Clustering* ha sido aplicado exitosamente en una amplia variedad de disciplinas científicas y de ingeniería tales como psicología, biología, medicina, vision computarizada y comunicaciones. El *clustering* organiza los datos (un conjunto de patrones, cada patrón puede ser un vector de mediciones) extrayendo estructuras subyacentes. El agrupamiento finaliza cuando los patrones dentro de un grupo (*cluster*) son más similares entre sí que con otros patrones que pertenecen a otros grupos diferentes. Por lo tanto, organizar los datos usando *clustering* emplea alguna medida de disimilitud entre los conjuntos de patrones. La medida de disimilitud se define en base a los datos bajo análisis y del propósito del análisis. Se han propuesto diferentes algoritmos de *clustering* adecuados a diversos requerimientos. Los algoritmos de *clustering* pueden clasificarse en general en jerárquicos y particionados basados en la estructura de extracción. Los algoritmos de *clustering* jerárquico construyen particiones de una jerarquía representadas en un dendrograma en el cual cada partición se anida con otra partición en el siguiente nivel de la jerarquía. Los algoritmos de *clustering* particionado generan una sola partición simple, con un número especificado o estimado de *clusters* no solapados, de los datos intentando recuperar grupos naturales presentes en ellos.

Uno de los problemas importantes en *clustering* particionado es encontrar una partición de los datos, con un número especificado de *clusters* que minimice la variación total dentro de los *clusters*. En general los algoritmos de *clustering* particionado son iterativos y *hill climbing* y usualmente convergen a mínimos locales.

El algoritmo de *clustering* más simple y popular entre los algoritmos de *clustering* es el algoritmo de *K-means*. Dado un conjunto P , el mencionado algoritmo, conocido como algoritmo de Lloyd [13], trata de encontrar k centroides en el espacio minimizando el costo, que es la suma del cuadrado de la distancia Euclidean de cada punto en P a su centro más cercano. Al comienzo del algoritmo, se eligen de forma aleatoria del conjunto de datos originales k centroides iniciales. Luego el algoritmo se mantiene invocando *k-means* iteraciones. Cada *k-means* iteración consiste de dos operaciones. Primero, a cada punto dentro del conjunto de datos se lo asigna al centroide más cercano. Segundo, los puntos se dividen en k grupos de acuerdo al centroide más cercano en el paso previo y los centros geométricos (centroides) de todos los grupos forman un nuevo conjunto de centroides. Este procedimiento continúa hasta que los centroides se mantengan sin cambios. El algoritmo de *k-means* se usa en varias aplicaciones diferentes debido a su simplicidad y eficiencia. Sin embargo, hay tres problemas principales con el algoritmo de *k-means*. Primero, en cada iteración, se consume mucho tiempo de computación asignando a cada punto del conjunto de datos a su nuevo centroide más cercano. Segundo, el número de k centroides iniciales debe ser suministrado por el usuario. Tercero, este algoritmo puede quedar fácilmente atrapado en un óptimo local. Para abordar estos problemas existen varios trabajos que intentan acelerar la búsqueda del centroide más cercano y la elección de los centroides iniciales [8], [14], [10], [15].

3. LINEA DE INVESTIGACION

En los últimos años el grupo de investigación se enfocó en el desarrollo y conocimiento de los diferentes enfoques relacionados al campo de la inteligencia computacional, en particular al de computación evolutiva [12], [9], [11] y sus aplicaciones en la industria [4], [3], [2]. Simultáneamente, ha surgido un gran número de enfoques metaheurísticos [1], [7], [6], muchos de ellos bio-inspirados, los que a pesar de ciertas diferencias conceptuales en su diseño, comparten muchos aspectos que permiten entre otras cosas: a) aplicar conceptos que originalmente fueran diseñados para otra heurística o metaheurística con el objetivo de lograr mejoras substanciales, b) diseñar enfoques híbridos que aprovechen las ventajas relativas de cada enfoque involucrado, c) incorporar criterios de búsqueda más avanzados. Por esta razón una de las líneas de investigación dentro del Laboratorio de Tecnologías Emergentes (LabTEem) es la aplicabilidad de metaheurísticas en problemas de minería de datos y en particular en la tarea de *clustering*, donde se ha comenzado a trabajar [5]. Actualmente se está trabajando en el desarrollo de técnicas avanzadas o mejoradas de minería de datos, particularmente en la tarea de *clustering* y en mejoras al algoritmo de *K-means* basándose en la aplicación de técnicas Metaheurísticas. Se pretende hibridizar dicho algoritmo a través de técnicas Metaheurísticas y comparar los resultados con los obtenidos en mejoras alternativas a dicho algoritmo propuestas en trabajos existentes, incluyendo además, la aplicación de los resultados a distintos problemas del mundo real analizando la calidad de dichas técnicas.

4. AGRADECIMIENTOS

EL primer y segundo autor agradecen a la Universidad Nacional de la Patagonia Austral por su apoyo al grupo de investigación y además, la cooperación de los integrantes del proyecto que continuamente proveen de nuevas ideas y críticas constructivas. El tercer autor agradece el constante apoyo brindado por la Universidad Nacional de San Luis y la ANPYCIT que financian sus actuales investigaciones.

REFERENCIAS

- [1] Hussein A., Ruhul A. S., and Charles S. N. *DATA MINING: A heuristic approach*. Idea Group Publishing, 2002.
- [2] Villagra A., Montenegro C., de San Pedro M., Lasso M., and Pandolfi D. Planificación con restricciones del mantenimiento de locaciones petroleras. In *XII RPIC - Reunión de Trabajo en Procesamiento de la Información y Control*, 2007.
- [3] Villagra A., Montenegro C., de San Pedro M., Lasso M., and Pandolfi D. Restricciones en la replanificación del mantenimiento de locaciones petroleras. In *Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, 2007.
- [4] Villagra A., Montenegro C., de San Pedro M., Lasso M., Vidal P., and Pandolfi D. *Mantenimiento de locaciones petroleras mediante un Algoritmo Multirecombinativo*, chapter 11, pages 319–322. CAIP, 2007.
- [5] Villagra A., Pandolfi D., and Leguizamón G. Selección de centroides para algoritmos de clustering a través de técnicas metaheurísticas. In *Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, 2007.

- [6] Freitas A.A. A survey of evolutionary algorithms for data mining and knowledge discovery. In *Advances in Evolutionary Computation*. Springer-Verlag, 2001.
- [7] Freitas A.A. *Data Mining and Knowledge Discovery with Evolutionary Algorithms*. Springer-Verlag, August 2002.
- [8] Elkan C. Using triangle inequality to accelerate k-means. In *ICML*, pages 147–153, 2003.
- [9] Pandolfi D, Lasso M., de San Pedro M., Villagra A., and Gallard R. Knowledge insertion: an efficient approach to reduce search effort in evolutionary scheduling. *Journal of Computer Science and Technology*, 4(2):109–114, 2004.
- [10] Pelleg D. and Moore A. Accelerating exact k-means algorithms with geometric reasoning. In *Knowledge Discovery and Data Mining*, pages 277–281, 1999.
- [11] de San Pedro M., Pandolfi D., Villagra A., and Lasso M. Adaptación dinámica de parámetros en mcmp-sri para el problema de máquina única de weighted tardiness. In *Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, 2006.
- [12] de San Pedro M., Pandolfi D., Lasso M., and Villagra A. Dynamic scheduling approaches to solve single machine problem. In *International Conference on Artificial Intelligence and Soft Computing*, 2005.
- [13] Lloyd S. Least squares quantization in pcm. *IEEE Transactions on Information Theory*, 28:129–137, 1982.
- [14] Kanungo T., Nathan S., and Wu A.Y. An efficient k-means clustering algorithm: Analysis and implementation. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 24(7):881–892, July 2002.
- [15] Zhenjie Zhang, Bing Tian Dai, and Tung A. K. H. On the lower bound of local optimums in k-means algorithm. *IEEE CNF*, pages 775–786, 2006.

Hacia la Solución del Problema de Chequeo de Instancia en Ontologías Inconsistentes Usando Argumentación Rebatible

Sergio Alejandro Gómez, Carlos Iván Chesñevar, Guillermo Ricardo Simari

Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial (LIDIA)¹

Depto. Cs. e Ing. de la Computación – Universidad Nacional del Sur

Av. Alem 1253 - (8000) Bahía Blanca - Argentina

Tel/Fax: (+54) 291-4595135/6

E-mail: {sag, cic, grs}@cs.uns.edu.ar

Resumen

La *Web Semántica* es una visión futura de la Web en la cual la información tiene un significado exacto definido en términos de *ontologías*. Esto permitirá que agentes inteligentes procesen el contenido de los recursos web. Las definiciones de ontologías se realizan en el lenguaje OWL, el cual es una notación XML para sentencias expresadas en Lógicas para la Descripción. Cuando una ontología es inconsistente, los razonadores actuales no son capaces de obtener conclusiones a partir de la misma.

En esta línea de investigación, exploramos la utilización de la argumentación rebatible para obtener respuestas significativas al problema de la determinación de la pertenencia de individuos a una clase en presencia de ontologías inconsistentes en el marco de la Web Semántica. La propuesta de trabajo consiste en transformar una ontología expresada en una Lógica para la Descripción en un Programa Lógico Rebatible. Bajo ciertas condiciones, en el caso en que la ontología sea inconsistente, se podrá determinar la pertenencia de un cierto individuo a una clase particular utilizando un análisis dialéctico que considerará las razones a favor y en contra de la pertenencia de dicho individuo a esa clase. En este artículo comentamos brevemente los resultados que hemos obtenido en la solución de dicho problema y discutimos los problemas que restan resolverse.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Razonamiento no-monótono, Argumentación rebatible, Web Semántica, Ontologías, Lógicas para la Descripción, Agentes inteligentes

1. Introducción y motivaciones

La *Web Semántica* [2] es una visión futura de la Web en la cual la información tiene un significado exacto; permitiendo así que las computadoras entiendan y razonen en base a la información encontrada en la Web. En la Web Semántica se propone resolver el problema de la asignación de semántica a los recursos web por medio de *definiciones de ontologías*.

Las definiciones de ontologías se realizan en el lenguaje OWL (por Ontology Web Language) [9], el cual está basado en las Lógicas para la Descripción (DL) [1]. Las ontologías expresadas en las DL son definidas en términos de un conjunto de *axiomas terminológicos* (TBox) conteniendo información de clases y un conjunto de *axiomas asercionales* (ABox) conteniendo información sobre individuos perteneciendo a las clases definidas en la Tbox. Si bien las ontologías *consistentes* expresadas en DL pueden ser manipuladas por razonadores DL (*e.g.*, Racer [8]), debido a que las ontologías son entes complejos, creados por uno o varios ingenieros de conocimiento, surgen *inconsistencias*. Una manera posible de trabajo consiste en *reparar* la ontología inconsistente para que los razonadores DL puedan

¹LIDIA es un miembro del IICyTI (Instituto de Investigación en Ciencia y Tecnología Informática).

trabajar con ellas. Otro enfoque consiste en *aceptar* inconsistencias y lidiar con ellas por medio de un formalismo de razonamiento no monótono.

En particular, la *Programación en Lógica Rebatible* (DeLP) [4] provee un lenguaje para la representación de conocimiento y el razonamiento que utiliza la *argumentación rebatible* [3, 10, 11] para decidir entre conclusiones contradictorias a través de un *análisis dialéctico*. La codificación de conocimiento por medio de un programa DeLP provee un buen balance entre expresividad e implementabilidad, que permite lidiar con información incompleta y potencialmente contradictoria.

En esta línea de investigación, exploramos la utilización de la argumentación rebatible para obtener respuestas significativas al problema de la determinación de la pertenencia de individuos a una clase en presencia de ontologías inconsistentes en el marco de la Web Semántica. La propuesta de trabajo consiste en transformar una ontología expresada en una Lógica para la Descripción en un Programa Lógico Rebatible. Bajo ciertas condiciones, en el caso en que la ontología sea inconsistente, se podrá determinar la pertenencia de un cierto individuo a una clase particular utilizando un análisis dialéctico que considerará las razones a favor y en contra de la pertenencia de dicho individuo a esa clase. En este artículo comentamos brevemente los resultados que hemos obtenido en la solución de dicho problema y discutimos los problemas que restan resolverse.

El resto de artículo está estructurado de la siguiente manera. En la Sección 2 se introducen los fundamentos de las Lógicas para la Descripción y la Programación en Lógica Rebatible. En la Sección 3 se repasan brevemente los resultados obtenidos hasta el momento. Finalmente, en la Sección 4 se discuten los problemas abiertos y las soluciones factibles.

2. Marco de trabajo

2.1. Lógicas para la Descripción

Las *Lógicas para la Descripción* (DL) [1] son una familia de formalismos de representación de conocimiento basados en las nociones de *conceptos* (predicados unarios, clases) y *roles* (relaciones binarias), y están principalmente caracterizados por constructores que permiten describir conceptos complejos y roles a partir de otros atómicos usando conjunción ($C \sqcap D$), disyunción ($C \sqcup D$), negación ($\neg C$), restricción existencial ($\exists R.C$), y restricción de valor ($\forall R.C$).

Una ontología $\mathcal{O} = (T, A)$ consiste de dos conjuntos finitos y mutuamente disjuntos. El conjunto T (Tbox) introduce la *terminología* y el conjunto A (Abox) contiene *aserciones* acerca de objetos particulares en el dominio de aplicación. Las sentencias de la Tbox son de la forma $C \sqsubseteq D$ (*inclusiones*) y $C \equiv D$ (*igualdades*), donde C y D son descripciones de conceptos (posiblemente complejas).

Es posible dar una semántica a las ontologías al considerar la correspondencia existente entre las DL y la Lógica de Primer Orden (FOL) [1]. Básicamente, los conceptos (roles) DL se corresponden con predicados unarios (binarios, resp.) y los operadores \neg , \sqcap , \sqcup con negaciones, conjunciones y disyunciones lógicas clausuradas universalmente. Las expresiones de la forma $\exists R.C$ se entienden como expresiones FOL de la forma $(\forall x)(\exists y)(R(x, y) \rightarrow C(y))$. Por otro lado, las inclusiones $C \sqsubseteq D$ se corresponden con expresiones de la forma $(\forall x)(C(x) \rightarrow D(x))$ y las igualdades $C \equiv D$ son una abreviación de dos inclusiones de la forma $C \sqsubseteq D$ y $D \sqsubseteq C$.

2.2. Argumentación rebatible

En un programa lógico rebatible $\mathcal{P} = (\Pi, \Delta)$, se pueden distinguir un conjunto Δ de reglas rebatibles $P \multimap Q_1, \dots, Q_n$, y un conjunto Π de reglas estrictas $P \leftarrow Q_1, \dots, Q_n$. La derivación de literales en DeLP resulta en la construcción de argumentos. Un *argumento* $\langle A, H \rangle$ es un conjunto no

contradictorio y minimal de cláusulas fijas \mathcal{A} de Δ que permite derivar un literal fijo H posiblemente usando reglas fijas de Π .

Debido a que los argumentos pueden estar en conflicto (concepto capturado en términos de una contradicción lógica) puede definirse una relación de ataque entre argumentos. Usualmente se define un criterio para decidir entre dos argumentos en conflicto. Si el argumento atacante es estrictamente preferido sobre el argumento atacado, entonces éste es llamado un *derrotador propio*; en cambio, si no hay comparación posible, entonces éste es llamado un *derrotador por bloqueo*.

Para determinar si un argumento dado \mathcal{A} es considerado finalmente no derrotado (o *garantizado*), se lleva a cabo un proceso dialéctico recursivo, en el cual son tomados en cuenta los derrotadores para \mathcal{A} , los derrotadores de éstos y así sucesivamente. Dado un programa DeLP \mathcal{P} y una consulta H , la respuesta final a H con respecto a \mathcal{P} toma en cuenta tal análisis dialéctico. La respuesta a una consulta puede ser: SÍ, NO, INDECISO, o DESCONOCIDO.

3. Resultados obtenidos

En trabajos previos [5, 6], mostramos cómo una ontología definida en Lógicas para la Descripción puede ser expresada como un programa DeLP. Dada una ontología $\mathcal{O} = (T, A)$, ésta es expresada como un programa rebatible $\mathcal{P} = (\Pi, \Delta)$. El conjunto de axiomas de la terminología T es expresado como un conjunto de reglas rebatibles Δ . El conjunto de aserciones sobre individuos es codificado como un conjunto de hechos Π .

Explicaremos brevemente la idea detrás de la traducción de Lógicas para la Descripción a DeLP. Sea \mathcal{L}_{DL} el lenguaje de las DL y sea \mathcal{L}_{DeLP} el lenguaje de los programas DeLP. La función de traducción $\mathcal{T} : \mathcal{L}_{DL} \rightarrow \mathcal{L}_{DeLP}$ toma sentencias de la Abox y por cada una retorna un hecho; por cada aserción de inclusión de la Tbox de la forma $C \sqsubseteq D$ retorna una regla rebatible de la forma $D(X) \multimap C(X)$. Esta función se basa en la estudiada por Grosz *et. al.* [7] y se fundamenta en el hecho de que las sentencias T_{box} de inclusión $C \sqsubseteq D$ pueden ser identificadas con fórmulas de lógica de primer orden de la forma $(\forall x)(C(x) \rightarrow D(x))$. Así, debido a que estas fórmulas en realidad pueden ser de complejidad arbitraria, bajo ciertas condiciones pueden ser reescritas como programas lógicos. A continuación mostramos un breve ejemplo.

Ejemplo 3.1 Consideremos la siguiente ontología $\mathcal{O} = (T, A)$ tal que:

$$T = \left\{ \begin{array}{l} boxer \sqsubseteq violent \\ boxer \sqcap animal_lover \sqsubseteq \neg violent \\ \exists loves.airedale \sqsubseteq animal_lover \\ \exists kicks.poodle \sqsubseteq \neg animal_lover \end{array} \right\}, \text{ y } A = \left\{ \begin{array}{l} boxer(john) \\ loves(john, lola) \\ airedale(lola) \\ kicks(john, tina) \\ poodle(tina) \end{array} \right\}$$

La Tbox T expresa que: los boxeadores son violentos; un boxeador que es amante de los animales no es violento; si alguien ama a un perro de raza Airedale Terrier es un amante de los animales, y, si alguien es capaz de patear a un Poodle, entonces no es un amante de los animales. La Abox A expresa que: John es boxeador y ama a Lola; Lola es un Airedale Terrier; John patea a Tina y Tina es un Poodle.

La ontología presentada en el ejemplo anterior es claramente inconsistente ya que desde el punto de los razonadores DL estándar la clase de los boxeadores debería ser vacía. Esto se debe a que es posible demostrar que un boxeador es violento y no violento al mismo tiempo (*i.e.*, $boxer \sqsubseteq violent \sqcap \neg violent = \perp$), y por otro lado se conoce un boxeador llamado John (*i.e.*, $boxer(john)$).

Nuestra propuesta de trabajo consiste en expresar la ontología original $\mathcal{O} = (T, A)$ como un programa DeLP $\mathcal{P} = (\Pi, \Delta)$ donde $\Pi = \mathcal{T}(A)$ y $\Delta = \mathcal{T}(T)$. Una vez hecho, la pertenencia de un

individuo a a una clase C se resuelve realizando un análisis dialéctico para determinar si existe un argumento garantizado para $\langle \mathcal{A}, C(a) \rangle$ (a pertenece a C) o para $\langle \mathcal{B}, \sim C(a) \rangle$ (a no pertenece a C).

Ejemplo 3.2 (Continúa el Ejemplo 3.1) Consideremos el programa $\mathcal{P} = (\Pi, \Delta)$ que se obtiene al traducir a DeLP a la ontología $\mathcal{O} = (T, A)$:

$$\Pi = \left\{ \begin{array}{l} boxer(john) \\ loves(john, lola) \\ airedale(lola) \\ kicks(john, tina) \\ poodle(tina) \end{array} \right\}, y$$

$$\Delta = \left\{ \begin{array}{l} violent(X) \multimap boxer(X) \\ \sim violent(X) \multimap boxer(X), animal_lover(X) \\ animal_lover(X) \multimap loves(X, Y), airedale(Y) \\ \sim animal_lover(X) \multimap kicks(X, Y), poodle(Y) \end{array} \right\}$$

Para determinar si John pertenece la clase de los violentos, es necesario determinar si existe un argumento garantizado a favor del literal $violent(john)$.

Así, encontramos un argumento $\langle \mathcal{A}_1, violent(john) \rangle$ a favor de que John es violento, donde:

$$\mathcal{A}_1 = \{ violent(john) \multimap boxer(john) \}$$

Pero hay otro argumento que derrota al primero, indicando que John no es violento: $\langle \mathcal{A}_2, \sim violent(john) \rangle$, con:

$$\mathcal{A}_2 = \left\{ \begin{array}{l} \sim violent(john) \multimap boxer(john), animal_lover(john); \\ animal_lover(john) \multimap loves(john, lola), airedale(lola) \end{array} \right\}$$

Finalmente, aparece un tercer argumento $\langle \mathcal{A}_3, \sim animal_lover(john) \rangle$ socavando la conclusión anterior en el punto de ataque $animal_lover(john)$, y reinstaurando al primero:

$$\mathcal{A}_3 = \{ \sim animal_lover(john) \multimap kicks(john, tina), poodle(tina) \}$$

Así, como el resultado a las consultas $violent(john)$ es SI y $\sim violent(john)$ es NO, concluimos que John pertenece a la clase de los violentos.

4. Trabajo en progreso

Se debe notar que en el acercamiento presentado en la sección anterior, todas las sentencias de la Tbox original son expresadas como reglas rebatibles en el programa DeLP resultante de la transformación. Esto se puede interpretar como que todas las inclusiones de conjuntos expresadas por la Tbox son consideradas como reglas *default*.

En ciertas aplicaciones, es interesante que ciertas sentencias de la Tbox sean interpretadas como reglas estrictas y otras como reglas rebatibles. Formalmente, dada una ontología $\mathcal{O} = (T, A)$, nos interesará particionar al conjunto T en un conjunto de sentencias *estrictas* T_S y otro conjunto de sentencias *rebatibles* T_D , tal que $T_S \cup T_D = T$ y $T_S \cap T_D = \emptyset$. Así, el programa DeLP obtenido aplicando la transformación sería de la forma: $\mathcal{P} = (\mathcal{T}(T_S) \cup \mathcal{T}(A), \mathcal{T}(T_D))$.

Además, una vez que tenemos información estricta es necesario considerar la deducción de información negativa. Por ejemplo, la sentencia de inclusión $C \sqsubseteq D$ (todos los C 's son D 's) es traducida como la regla estricta $D(X) \leftarrow C(X)$. Claramente, a partir de $C(a)$ (a pertenece al concepto C) podemos deducir $D(a)$ (a pertenece al concepto D). Sin embargo, en presencia de $\sim D(a)$ (a no pertenece a D) no es posible deducir $\sim C(a)$ (a no pertenece a C). En virtud de ello, dada una sentencia DL $C_1 \sqcap C_2 \sqcap \dots \sqcap C_{n-1} \sqcap C_n \sqsubseteq D$, en lugar de sólo incluir la única regla estricta $D(X) \leftarrow C_1(X), C_2(X), \dots, C_{n-1}(X), C_n(X)$ en el programa DeLP derivado de la ontología, una solución que se presenta prometedora consiste en incluir a todas las *transpuestas* de dicha regla, *i.e.*:

$$\begin{aligned}
D(X) &\leftarrow C_1(X), C_2(X), \dots, C_{n-1}, C_n(X) \\
\sim C_1(X) &\leftarrow \sim D(X), C_2(X), \dots, C_{n-1}, C_n(X) \\
\sim C_2(X) &\leftarrow \sim D(X), C_1(X), \dots, C_{n-1}, C_n(X) \\
&\dots \\
\sim C_{n-1}(X) &\leftarrow \sim D(X), C_1(X), C_2(X), \dots, C_n(X) \\
\sim C_n(X) &\leftarrow \sim D(X), C_1(X), C_2(X), \dots, C_{n-1}(X)
\end{aligned}$$

Nuestro trabajo de investigación actual está orientado a la formalización de las soluciones a los problemas planteados en esta sección así como a realizar una caracterización teórica del proceso.

Agradecimientos

Esta investigación está fundada por Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 2002 No. 13.096, PICT 2003 No. 15.043, PAV 2004 076), por CONICET (Argentina), por Proyecto TIN2006-15662-C02-02.

Referencias

- [1] Franz Baader, Diego Calvanese, Deborah McGuinness, Daniele Nardi, and Peter Patel-Schneider, editors. *The Description Logic Handbook – Theory, Implementation and Applications*. Cambridge University Press, 2003.
- [2] T. Berners-Lee, J. Hendler, and O. Lassila. The Semantic Web. *Scient. American*, 2001.
- [3] C. Chesñevar, A. Maguitman, and R. Loui. Logical Models of Argument. *ACM Computing Surveys*, 32(4):337–383, December 2000.
- [4] A. García and G. Simari. Defeasible Logic Programming: An Argumentative Approach. *Theory and Prac. of Logic Program.*, 4(1):95–138, 2004.
- [5] Sergio Alejandro Gómez, Carlos Iván Chesñevar, and Guillermo Ricardo Simari. An Approach to Handling Inconsistent Ontology Definitions based on the Translation of Description Logics into Defeasible Logic Programming. In *Proc. of the XII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC'06)*, pages 1185–1196, 2006.
- [6] Sergio Alejandro Gómez, Carlos Iván Chesñevar, and Guillermo Ricardo Simari. Inconsistent Ontology Handling by Translating Description Logics into Defeasible Logic Programming. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 11(35):11–22, 2007.
- [7] Benjamin Grosz, Ian Horrocks, Raphael Volz, and Stefan Decker. Description Logic Programs: Combining Logic Programs with Description Logics. *WWW2003, May 20-24, Budapest, Hungary*, 2003.
- [8] Volker Haarslev and Ralf Möller. RACER System Description. Technical report, University of Hamburg, Computer Science Department, 2001.
- [9] Deborah L. McGuinness and Frank van Harmelen. OWL Web Ontology Language Overview, 2004. <http://www.w3.org/TR/owl-features/>.
- [10] Henry Prakken and Gerard Vreeswijk. Logical Systems for Defeasible Argumentation. In D. Gabbay and F. Guenther, editors, *Handbook of Philosophical Logic*, pages 219–318. Kluwer Academic Publishers, 2002.
- [11] G. Simari and R. Loui. A Mathematical Treatment of Defeasible Reasoning and its Implementation. *Artificial Intelligence*, 53:125–157, 1992.

UN PROTOTIPO DE BIBLIOTECA DIGITAL INTELIGENTE APLICADA AL AMBITO ACADEMICO UNIVERSITARIO

CÁCERES Berta^a, GURMENDI Ramiro^a, COSTAGUTA Rosanna^a, LUDUEÑA Myriam^b

^aFacultad de Ciencias Exactas y Tecnologías

^bFacultad de Ciencias Forestales

Universidad Nacional de Santiago del Estero

Avenida Belgrano (s) 1912 – Santiago del Estero - CP 4200

TE 0385-4509500. Fax 0385-4213481

E-mail: canahy@yahoo.com.ar, ramiro_gurmendi@hotmail.com, rosanna@unse.edu.ar,
mel@unse.edu.ar

Resumen

En este trabajo se presenta una de las líneas de investigación del subproyecto Sistemas Adaptativos Inteligentes, que forma parte del proyecto *Herramientas Conceptuales, Metodológicas y Técnicas de la Informática Teórica y Aplicada* (CICYT – UNSE; Código C062). Esta línea de investigación se centra específicamente en el campo de las Interfaces Adaptativas. Particularmente, en este artículo se propone el diseño y construcción de una Biblioteca Digital en el ámbito académico universitario, que incluye un agente inteligente para brindar servicios personalizados de consultas a estudiantes, profesores e investigadores.

Palabras Claves: Sistemas Adaptativos - Modelo de Usuario - Agentes Inteligentes - Biblioteca Digital

1. Introducción

Siendo fuentes de información y conocimientos, las bibliotecas desempeñan un papel crucial en toda organización educativa. Puntualmente en el caso de las universidades, adquieren una relevancia superlativa dado que sus contenidos no sólo impactan en el área de la enseñanza-aprendizaje, sino también en el de la investigación.

Como ha ocurrido con la mayoría de las organizaciones basadas en conocimiento, la rápida evolución de las tecnologías de la información y las comunicaciones en las últimas décadas ha provocado transformaciones importantes en las bibliotecas. Así, en el contexto de la informática y las telecomunicaciones surgen diversas conceptualizaciones para las bibliotecas modernas, como son las Bibliotecas Electrónicas (BE), las Bibliotecas Virtuales (BV) y las Bibliotecas Digitales (BD) [Valencia López y Cárdenas Restrepo, 2004].

Una BE es aquella que cuenta con sistemas de automatización que le permiten una ágil y correcta administración de los materiales que resguarda, principalmente en papel, y que también proporciona a sus usuarios catálogos y listas de las colecciones que existen físicamente. Una BV hace uso de la realidad virtual para simular un ambiente que sitúa al usuario dentro de una biblioteca tradicional. Una BD es un repositorio de contenidos digitalizados que el usuario puede visualizar e imprimir. Generalmente este tipo de biblioteca es pequeña y especializada, con colecciones limitadas sólo a algunos temas.

Actualmente existen ejemplos de bibliotecas digitales construidas en entornos académicos: Universidad de Michigan [Michigan], Universidad de Berkeley [Berkeley], Universidad de California [Alexandria], Universidad de las Palmas de Gran Canaria [Gran Canaria], Pontificia Universidad Católica Argentina [UCA], Universidad de Quilmes [Quilmes], Universidad de Belgrano [Belgrano], por citar sólo algunos ejemplos. Estas bibliotecas brindan nuevos servicios basados en Internet, que permiten a sus usuarios llegar de manera más eficiente y eficaz a la información que se desea consultar.

Dada la heterogeneidad de requerimientos de los usuarios, la necesidad de que las bibliotecas digitales se adapten a las características y preferencias de los mismos, es cada vez mayor. En el campo de los sistemas adaptativos, las tareas de adaptación se definen en base a la construcción de un modelo en el que se guardan las características de los usuarios que interactúan con él. Este tipo de modelo, llamado modelo de usuario, puede ser usado para personalizar links, contenidos, funcionalidades, estructuras e interfaces de una aplicación web [Rossi et al., 2004]. Generalmente, la creación y mantenimiento de los modelos de usuario se logra mediante la inclusión de agentes inteligentes en la arquitectura de los sistemas.

El denominado paradigma de agentes [Maes, 1994; Botti y Julián, 2000] aborda el desarrollo de entidades que puedan actuar de forma autónoma y razonada. Los investigadores y desarrolladores del área han generado múltiples definiciones para el término agente, cada uno de ellos teniendo en cuenta sus propias necesidades y/o experiencias. Algunos ejemplos de estas definiciones son: entidad que percibe y actúa sobre un entorno [Russell y Norvig, 1995]; sistema cuyo comportamiento se determina como resultado de un proceso de razonamiento basado en sus aptitudes [Wooldridge y Jennings, 1995]; componente de software y/o hardware capaz de actuar para realizar tareas en beneficio del usuario [Nwana, 1996]; y se podría continuar citando varios autores más. Un tipo particular de agente es el agente de interfaz, también llamado agente personal o asistente, el cual actúa como un ayudante humano que colabora con el usuario. Este agente captura los intereses del usuario en una forma no intrusiva, es decir, extrayéndolos automáticamente a través del monitoreo de las conductas manifestadas por el usuario, y guarda la información en el modelo de usuario que crea y mantiene actualizado.

Este artículo plantea el diseño y desarrollo de una BD aplicada a un entorno académico universitario que cuenta con un servicio de consultas personalizadas acorde con los intereses y preferencias demostradas por esos usuarios. Este trabajo se estructura como sigue. En la próxima sección se describe la problemática abordada, luego se presenta un resumen de la metodología a seguir, otro apartado describe el grado de avance logrado en el proyecto, y en una sección final, se especifican los resultados que se espera alcanzar.

2. Planteamiento del Problema

La Facultad de Ciencias Forestales (FCF) de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE) posee actualmente una Biblioteca Académica Científica que se administra como una biblioteca tradicional, la cual cuenta con varios ejemplares en formato digital. Los usuarios autorizados son los estudiantes, profesores e investigadores de la mencionada facultad. Actualmente la búsqueda de un material específico se realiza consultando el catálogo de existencias almacenado en una base de datos. Dicho catálogo está disponible en una única computadora a cargo de una única persona (bibliotecario). Este bibliotecario atiende las constantes demandas de los usuarios, y en aquellos casos en que el material solicitado se encuentra disponible, genera una copia del mismo para luego enviarla por mail al interesado. En este contexto se identificaron manifestaciones de disconformidad por parte de los usuarios producto de situaciones conflictivas (existencia de documentos digitalizados no catalogados, digitalizaciones catalogadas pero inexistentes,

dependencia absoluta hacia el personal de administración, archivos ilegibles, ausencia de servicios de atención personalizados, etc.) que impactan de manera negativa en la eficiencia de la biblioteca.

Por otro lado, cuando los usuarios efectúan una consulta a una BD, generalmente proporcionan un conjunto de palabras clave y esperan en respuesta una lista de documentos relacionados con esas palabras. En este contexto, esos usuarios luego tienen que dedicar una cantidad considerable de tiempo y esfuerzo para revisar dicha lista, que seguramente contiene varios documentos poco interesantes y sólo unos cuantos verdaderamente pertinentes. La personalización de los servicios de consulta permite que la BD muestre la lista resultante pero en un orden definido acorde con que también los documentos se equiparan a los intereses, gustos y preferencias del usuario, es decir, en relación a la información almacenada en el modelo de usuario.

Considerando lo expuesto, y que existe la necesidad de eficientizar el uso del material disponible en la biblioteca de la FCF de la UNSE, surge la iniciativa de crear un prototipo de Biblioteca Académica Digital Inteligente, que incluya un agente de interfaz dedicado a crear y mantener modelos de usuario a fin de personalizar las respuestas a consultas.

3. Metodología de Trabajo

Metodológicamente el proyecto se estructura en tres etapas principales. En la primera etapa se efectuará la búsqueda, recolección, clasificación y lectura comprensiva de bibliografía, antecedentes y material de referencia vinculado con la creación y gestión de BD, agentes inteligentes, y metodologías para diseño de aplicaciones web, y también se creará el modelo de agente para la BD inteligente. En la segunda etapa se elegirá una de las metodologías analizadas a fin de efectuar el diseño, se especificarán los requisitos del prototipo a construir, se realizará el diseño de la BD bajo la metodología elegida integrándolo con el modelo de agente construido, y se procederá a su codificación. En la tercera etapa se pondrá en funcionamiento el prototipo logrado y se evaluará su funcionamiento.

4. Grado de avance

A la fecha está en ejecución la primera etapa metodológica del proyecto. La Figura 1 muestra la versión inicial del modelo de agente para la BD inteligente. Los componentes principales de esta primera versión del modelo son cuatro subsistemas (Interfaz de usuario, Gestión de consultas, Clasificador de resultados, Mantenimiento del modelo de usuario) y dos almacenamientos de información (Documentos digitalizados y Modelo de Usuario). A continuación se describen brevemente los cuatro subsistemas.

Interfaz de usuario: Este subsistema permite la interacción del usuario con el sistema. Generalmente, un usuario expresa sus intenciones de búsqueda por medio de palabras clave. La interfaz de usuario tomará estas palabras clave y las enviará al subsistema Gestión de consultas.

Gestión de consultas: En base a las palabras claves recibidas, este subsistema efectuará la búsqueda de material en el almacén Documentos digitalizados y generará una lista con aquellos que respondan a los requerimientos solicitados.

Clasificador de resultados: Este subsistema soporta el proceso de evaluación de la lista generada por el subsistema de Gestión de consultas y también es responsable de pasar la respuesta final a la interfaz de usuario. Con la información contenida en el Modelo de usuario se evalúa la lista de artículos recibida y se determina cuáles verdaderamente responden a los gustos y preferencias del usuario. Así, se utiliza el conocimiento contenido en el Modelo de usuario para soportar el servicio de personalización de las consultas. La lista final es devuelta al usuario a través de la interfaz de usuario.

Mantenimiento del modelo de usuario: Este subsistema le permite al usuario proporcionar el feedback respecto a la pertinencia de los documentos propuestos. Para esto se considera la lista sugerida por el agente y los documentos efectivamente accedidos por el usuario. De esta forma se actualizan varios parámetros que indican las preferencias del usuario, por lo cual el agente modifica el almacén del Modelo de usuario.

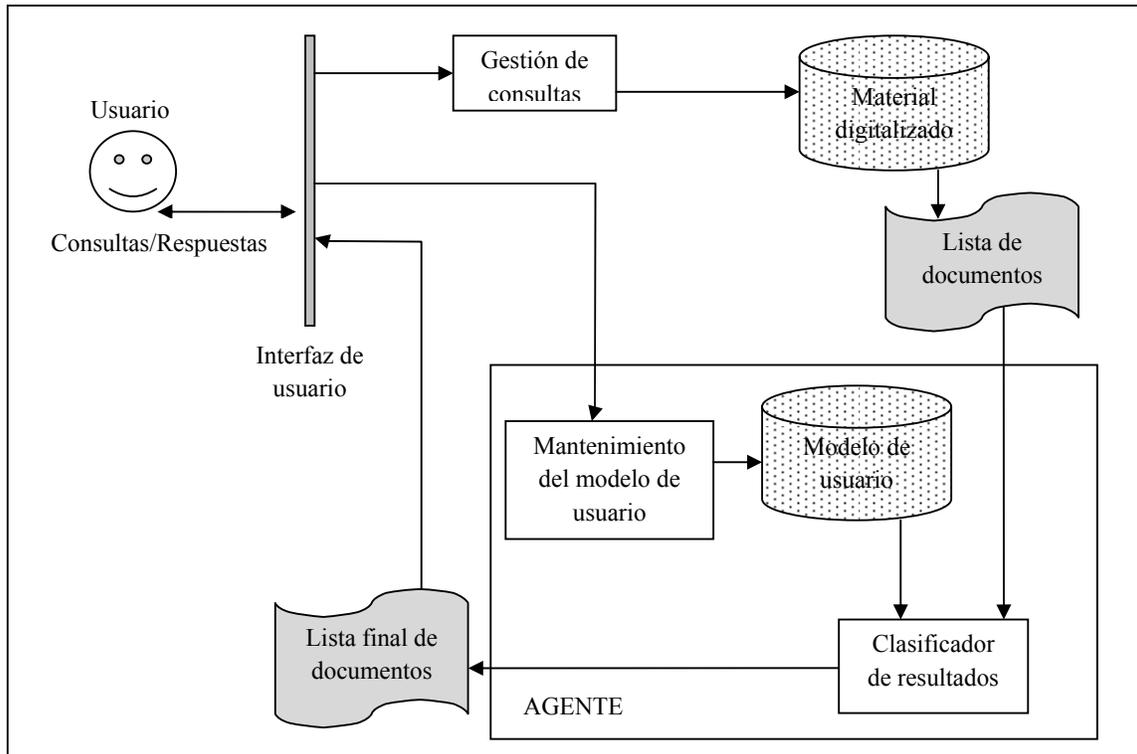


Figura 1. Modelo de agente para la BD (versión inicial)

5. Resultados Esperados

Se espera obtener como producto final un prototipo de BD a través del cual se acceda a material digital almacenado, que dé solución a la problemática expuesta y garantice la conservación de las obras digitalizadas. Este prototipo contará con un agente inteligente, que de manera personalizada asistirá a estudiantes, profesores e investigadores cuando efectúen sus consultas. Con esta atención personalizada se espera lograr un alto grado de satisfacción en los usuarios, que impacte de manera positiva en la usabilidad de la aplicación. Por otro lado, se espera propiciar la difusión de bibliografía especializada, documentos y actas de congresos, informes técnicos, tesis, etc., entre los miembros de la comunidad académica antes mencionada.

6. Trabajos relacionados

Existen algunos antecedentes de bibliotecas digitales que incluyen agentes en sus arquitecturas. En [Rodríguez Gairín y Somoza Fernández, 2005] se describe una BD que efectúa préstamos interbibliotecarios y cuenta con tres agentes. Uno de ellos se dedica a mantener la integridad de la agenda de suministradores (direcciones de correo y URL), otro agente verifica los enlaces web a catálogos y revistas, y un tercero, ubica los documentos solicitados por los usuarios en calidad de préstamos interbibliotecarios. La BD presentada por [Valencia López y Cárdenas Restrepo, 2004] incorpora tres agentes: un agente de usuario que propone la formación de grupos de discusión en base a los temas de interés del usuario, un agente de información que mantiene informado al usuario respecto a todos los cambios que pudieran producirse en la BD, y un agente administrador que

genera notificaciones de distinta índole al administrador de la BD. En [Wahono, 2000] se describe brevemente una BD que adopta el enfoque multiagente, en ella coexisten: agente del cliente, agente de búsqueda, agente de catálogo, agente negociador, y agente de entrega. En [Yang et al., 2000] se presenta a la BD SARA que incluye distintos tipos de agentes en los cuales se delegan responsabilidades para realizar acciones especializadas. Así, cada uno de los agentes ofrece un tipo particular de servicio. SARA posee, por ejemplo, un agente asistente local, un agente asistente de pedido de usuario, un agente de recuperación local, un agente de seguridad, etc. En [Durfee et al. 1997] se presenta la arquitectura multiagente de la BD de la Universidad de Michigan. En esta BD existen tres niveles de agentes: agentes de interfaz de usuario, agentes mediadores y agentes de interfaz de colecciones. Para cada uno de estos niveles a su vez se definen tipos particulares de agentes que cumplen funciones específicas.

7. Referencias

- [**Alexandria**] Biblioteca Digital de la Universidad de California (USA). [Http://www.alexandria.ucsb.edu](http://www.alexandria.ucsb.edu). Acceso: Marzo 10, 2008.
- [**Belgrano**] Biblioteca Digital de la Universidad de Belgrano (Argentina). [Http://ubbd.ub.edu.ar](http://ubbd.ub.edu.ar) Acceso: Marzo 10, 2008.
- [**Berkeley**] Biblioteca Digital de la Universidad de Berkeley (USA). [Http://sunsite.berkeley.edu](http://sunsite.berkeley.edu). Acceso: Marzo 10, 2008.
- [**Botti y Julián, 2000**] **Botti V. y Julián V.** “Agentes inteligentes: el siguiente paso de la Inteligencia Artificial”, *Novatica*, Vol. 145, 2000, 95-99
- [**Gran Canaria**] Biblioteca Digital de la Universidad de las Palmas de Gran Canaria (España). [Http://bdigital.ulpgc.es](http://bdigital.ulpgc.es). Acceso: Marzo 10, 2008.
- [**Maes, 1994**] **Maes P.** “Agents that reduce work and information overload”, *Communication of the ACM*, Vol. 37(7), 1994.
- [**Michigan**] Biblioteca Digital de la Universidad de Michigan (USA). [Http://www.si.umich.edu/UMDL](http://www.si.umich.edu/UMDL). Acceso: Marzo 10, 2008.
- [**Nwana, 1996**] **Nwana H.** “Software Agents: an overview”, *The Knowledge Review*, Vol. 11(3), 1996, 205-244.
- [**Quilmes**] Biblioteca Digital de la Universidad de Quilmes (Argentina). [Http://biblio.unq.edu.ar](http://biblio.unq.edu.ar). Acceso: Marzo 10, 2008.
- [**Rodríguez Gairín y Somoza Fernández, 2005**] **Rodríguez Gairín J. y Somoza Fernández M.** “Los agentes de software desde la perspectiva de las bibliotecas: delegación de tareas en préstamo interbibliotecario”. In *Proc. 7º Congreso ISKO-España: La dimensión humana de la organización del conocimiento*, Barcelona, España. Disponible en: http://eprints.rclis.org/archive/00004094/01/isko_agentes.pdf. Acceso: Marzo 10, 2008.
- [**Rossi et al., 2004**] **Rossi G., Schwabe D., Olsina L., y Pastor O.** “Overview of Design Issues for Web Applications development”, *Human-Computer-Interaction Series*, Springer-Verlag: London, 2004, 59-63.
- [**Russell y Norvig, 1995**] **Russell S. y Norvig P.** *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1995.
- [**UCA**] Biblioteca Digital de la Universidad Pontificia Católica Argentina (Argentina). [Http://www.uca.edu.ar/esp/sec-biblioteca](http://www.uca.edu.ar/esp/sec-biblioteca). Acceso: Marzo 10, 2008.
- [**Valencia López y Cárdenas Restrepo, 2004**] **Valencia López D. y Cárdenas J.** *Análisis y diseño de un modelo informático para una biblioteca digital utilizando agentes inteligentes en la gestión y consulta de información*. Tesis de grado, Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ciencias Básicas, Colombia. [Http://gpsis.utp.edu.co/omartrejos/descargas/Proy%20SI%20Biblioteca.pdf](http://gpsis.utp.edu.co/omartrejos/descargas/Proy%20SI%20Biblioteca.pdf).
- [**Wahono, 2000**] **Wahono R.** “Intelligent Agent Architecture for Digital Library”. In *Proc. 9th. Scientific Meeting Temu Ilmiah TI-IX PPI*. Disponible en <http://www.pdii.lipi.go.id/wp-content/uploads/2007/03/romi-ti9-iaa-digitallibrary.pdf>. Acceso: Marzo 10, 2008.
- [**Wooldridge y Jennings, 1995**] **Wooldridge M. y Jennings N.** “Intelligent Agents: Theory and Practice”, *The Knowledge Engineering Review*, Vol. 10(2), 1995, 115-152.
- [**Yang et al., 2000**] **Yang Y., Rana O. y Georgousopoulos C.** “Mobile Agents and the SARA Digital Library”. In *Proc. IEEE Advances in Digital Libraries*, pp. 71-77, Washington DC, USA.

Hacia un Framework de Argumentación con Accrual de Argumentos

Mauro J. Gómez Lucero Carlos I. Chesñevar Guillermo R. Simari

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Inteligencia Artificial
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación, Universidad Nacional del Sur
Av. Alem 1253, (B8000CPB) Bahía Blanca, Argentina
Tel: (0291) 459-5135 / Fax: (0291) 459-5136
Email: {mjg, cic, grs}@cs.uns.edu.ar

Resumen

Dentro de la Inteligencia Artificial surgieron a lo largo del tiempo varios formalismos para modelar el *razonamiento de sentido común*, muchos de ellos basados en Argumentación. La *Programación en Lógica Rebatible* es uno de ellos, combinando resultados de la Programación en Lógica y la Argumentación Rebatible. No obstante, aunque la acumulación (accrual) de argumentos soportando una misma conclusión es un componente natural de un proceso argumentativo, la mayoría de los formalismos argumentativos existentes no lo modelan.

Este artículo presenta la propuesta de un framework para Argumentación al estilo de la Programación en Lógica Rebatible que modela la noción de acumulación de argumentos.

1. Introducción

La Argumentación es un mecanismo que los seres humanos generalmente empleamos para debatir acerca de alguna cuestión, ya sea con otros seres humanos o internamente con nosotros mismos. En un sentido general, es un proceso (de razonamiento) en el cual se consideran *argumentos* soportando conclusiones. Un argumento para una conclusión puede ser cuestionado o *atacado* por otro argumento, ya sea porque este segundo soporta una conclusión contraria a la del primero o porque lo contradice en algún otro punto (de ahí el término *Argumentación Rebatible*). De esta forma, durante el proceso de argumentación una conclusión originalmente justificada por un argumento puede dejar de estarlo al considerar nuevos argumentos. El propósito final de la argumentación es determinar las conclusiones *justificadas*.

La Inteligencia Artificial (IA) se ha enfrentado desde hace tiempo con el desafío de modelar el *razonamiento de sentido común*, que casi siempre ocurre a la luz de información incompleta y potencialmente inconsistente [1]. Dentro de la IA, varios formalismos surgieron para abordar este desafío. Muchos de ellos se basan en la idea de argumentación, modelando diversos aspectos del proceso argumentativo previamente descripto.

En [2] se listan cinco elementos principales presentes (en algunos casos implícitamente) en cualquier sistema de argumentación rebatible:

1. un lenguaje lógico subyacente (que constituye el medio para expresar la información acerca del dominio en que se basará la argumentación), junto a una noción asociada de consecuencia lógica, pilar para la definición de la noción de argumento,

Financiado parcialmente por CONICET (PIP 5050), Universidad Nacional del Sur (PGI 24/ZN11) y Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.

2. una definición de argumento,
3. una definición de conflicto o ataque entre argumentos,
4. evaluación de argumentos para determinar si el ataque tiene éxito (noción de derrota), y finalmente,
5. una definición del status de argumentos que contempla la interacción entre todos los argumentos disponibles y puede usarse para definir una noción de consecuencia lógica rebatible.

Algunos formalismos argumentativos (los más abstractos) especifican parcialmente, o directamente no especifican, la lógica subyacente. Estos pueden ser instanciados con varias lógicas alternativas dando lugar a distintos sistemas argumentativos concretos. Un ejemplo de este tipo de formalismos es el propuesto por Dung [3], donde la estructura interna de los argumentos se encuentra sin especificar. Dung trata la noción de argumento como primitiva y asume que los ataques entre argumentos “vienen dados” (es decir, no los computa), lo que le permite concentrarse en el quinto elemento: la interacción entre argumentos y el status final de los mismos.

En el otro extremo existen formalismos argumentativos concretos, basados en una lógica subyacente específica, la cual se emplea para expresar el conocimiento acerca dominio del que se dispone. En estos formalismos, ninguno de los restantes cuatro elementos se asume que vienen dados. Por el contrario, se brindan procedimientos para calcular (o al menos definiciones precisas a partir de las cuales se pueden obtener) los argumentos, ataques, derrotas y status de argumentos, a partir de la representación del conocimiento en la lógica subyacente. Un ejemplo de este tipo de formalismos es la *Programación en Lógica Rebatible* [4], donde la lógica subyacente es una extensión de la Programación en Lógica para incluir negación fuerte y representar información rebatible (además de estricta). Para un resumen completo del área ver [1] y [2].

Aunque todos los formalismos argumentativos propuestos consideran implícita o explícitamente los cinco elementos listados anteriormente, algunos capturan otros elementos o características del proceso argumentativo, que a diferencia de estos cinco, no son generalmente aceptados. Una de estas características, central a la línea de investigación que se presentará en este artículo, es la noción de *accrua* (acumulación) de argumentos, propuesta inicialmente por Pollock (1991) y desarrollada posteriormente por Verheij [5]. Básicamente, la noción de *accrua* de argumentos se basa en la idea de que varios argumentos para una misma conclusión tienen más fuerza, en conjunto, que cada uno de los argumentos individuales por separado. En otras palabras, argumentos para una misma conclusión pueden acumularse para conformar un argumento más “fuerte”. Así, por ejemplo, dos argumentos que por separado eran derrotados, al acumularse podrían permanecer no derrotados. De forma análoga, dos argumentos tal que cada uno ataca a un tercero pero no logra derrotarlo, al acumularse podrían tener éxito.

Verheij presenta en [5] un formalismo basado en una noción de derrota compuesta (o múltiple) que captura adecuadamente el *accrua* de argumentos. Dicho formalismo abstrae, al igual que el propuesto por Dung, algunos de los cinco componentes. Aunque define concretamente la estructura interna de un argumento (2do elemento), no define una lógica subyacente (1er elemento). Más aún, los ataques y derrotas (3er y 4to elementos) no se calculan o definen a partir de la estructura de los argumentos, sino que deben especificarse explícitamente como parte del sistema.

2. DeLP: un formalismo argumentativo basado en una extensión de la programación en lógica

La *Programación en Lógica Rebatible* (DeLP) es un formalismo de representación de conocimiento y razonamiento que combina resultados de la Programación en Lógica y la Argumentación Rebatible.

ble. A continuación se hará una breve explicación de DeLP, organizada en base a los cinco elementos fundamentales de un sistema argumentativo listados en la introducción. Para una presentación completa de DeLP ver [4].

Lógica subyacente

El lenguaje lógico en que se basa DeLP permite la representación tanto de conocimiento estricto como rebatible. Cuenta con reglas estrictas, denotadas $L_0 \leftarrow L_1, L_2, \dots, L_n$ y hechos, denotados $L_0 \leftarrow$, para representar conocimiento estricto, además de reglas rebatibles, denotadas $L_0 \multimap L_1, L_2, \dots, L_n$, para representar conocimiento débil o rebatible, donde los L_i son literales, es decir átomos fijos o átomos fijos negados (de la forma $\sim Atomo$). Se define la noción de *Programa Lógico Rebatible* como un par (Π, Δ) , donde Π es un conjunto (no contradictorio) de reglas estrictas y hechos y Δ es un conjunto de reglas rebatibles.

Como noción de consecuencia lógica se emplea la noción de *Derivación Rebatible*, una especie de derivación SLD (Programación en Lógica) extendida apropiadamente para manejar literales negados de la forma $\sim p$ como nuevos predicados *no-p*.

Considere el programa DeLP $\mathcal{P}_1 = (\Pi_1, \Delta_1)$ donde:

$$\Pi_1 = \left\{ \begin{array}{l} ave(X) \leftarrow gallina(X) \\ gallina(tina) \\ gallina(little) \\ asustada(tina) \end{array} \right\} \quad \Delta_1 = \left\{ \begin{array}{l} vuela(X) \multimap ave(X) \\ vuela(X) \multimap gallina(X), asustada(X) \\ \sim vuela(X) \multimap gallina(X) \end{array} \right\}$$

Este programa tiene tres reglas rebatibles representando información tentativa sobre la habilidad de volar de las aves en general, de las gallinas y las gallinas asustadas. También tiene una regla estricta expresando que toda gallina es un ave y tres hechos estableciendo que ‘tina’ y ‘little’ son gallinas y que ‘tina’ está asustada.

Argumentos

Dado un programa DeLP (Π, Δ) , un argumento \mathcal{A} para un literal H (conclusión), notado $\langle \mathcal{A}, H \rangle$, es un conjunto no contradictorio y minimal de reglas de Δ que permite derivar H posiblemente usando reglas de Π . Los siguientes argumentos pueden obtenerse a partir de \mathcal{P}_1 :

$$\begin{array}{ll} \langle \mathcal{A}_1, vuela(tina) \rangle, & \text{donde } \mathcal{A}_1 = \{vuela(tina) \multimap ave(tina)\} \\ \langle \mathcal{A}_2, \sim vuela(tina) \rangle, & \text{donde } \mathcal{A}_2 = \{\sim vuela(tina) \multimap gallina(tina)\} \\ \langle \mathcal{A}_3, vuela(tina) \rangle, & \text{donde } \mathcal{A}_3 = \{vuela(tina) \multimap gallina(tina), asustada(tina)\} \end{array}$$

Conflictos entre argumentos

En DeLP los conflictos entre argumentos surgen por contradicción lógica de sus conclusiones (o conclusiones intermedias). Concretamente, se dice que un argumento ataca a otro si la conclusión del primero contradice la conclusión del segundo o alguna de sus conclusiones intermedias. Por ejemplo, $\langle \mathcal{A}_2, \sim vuela(tina) \rangle$ ataca a $\langle \mathcal{A}_1, vuela(tina) \rangle$ y a $\langle \mathcal{A}_3, vuela(tina) \rangle$.

Evaluación de argumentos y noción de derrota

En DeLP el criterio de comparación entre argumentos es un parámetro del sistema. De esta manera, al aplicar DeLP a un dominio concreto, puede emplearse un criterio que resulte adecuado para dicho dominio. No obstante, al presentarse DeLP en [4] se asocia un criterio de comparación denominado *Especificidad Generalizada* como criterio por defecto. La especificidad generalizada, definida originalmente en [6], es un criterio sintáctico que prefiere los argumentos más directos (con menos

reglas) o basados en más información. Finalmente, establecido el criterio de comparación, se dice que un ataque de un argumento $\langle \mathcal{A}, h \rangle$ a un argumento $\langle \mathcal{B}, k \rangle$ constituye una derrota (o que $\langle \mathcal{A}, h \rangle$ derrota a $\langle \mathcal{B}, k \rangle$) si $\langle \mathcal{B}, k \rangle$ no es mejor que $\langle \mathcal{A}, h \rangle$ de acuerdo al criterio de comparación.

Considerando como criterio de comparación especificidad generalizada, $\langle \mathcal{A}_2, \sim vuela(tina) \rangle$ derrota a $\langle \mathcal{A}_1, vuela(tina) \rangle$ y $\langle \mathcal{A}_3, vuela(tina) \rangle$ derrota a $\langle \mathcal{A}_2, \sim vuela(tina) \rangle$, y estas son las únicas derrotas para el programa \mathcal{P}_1 .

Status de argumentos y noción de consecuencia lógica rebatible

Para determinar el *status* (derrotado/no derrotado) de un argumento $\langle \mathcal{A}, h \rangle$ se efectúa un análisis dialéctico donde se consideran todos sus derrotadores, los derrotadores de estos, y así siguiendo. Concretamente, se construye un árbol de argumentos denominado *Arbol Dialéctico*, con raíz $\langle \mathcal{A}, h \rangle$ y donde cada nodo tiene como hijos a sus derrotadores. Luego se analiza el árbol para determinar el *status* del argumento en la raíz. Finalmente, se dice que un literal h está *garantizado* si existe un argumento para h cuyo *status* es no derrotado.

En la figura 1 se muestra el árbol dialéctico para el argumento $\langle \mathcal{A}_1, vuela(tina) \rangle$. Observar que el argumento $\langle \mathcal{A}_2, \sim vuela(tina) \rangle$ “interfiere” con la justificación de ‘vuela(tina)’ y el argumento $\langle \mathcal{A}_3, vuela(tina) \rangle$ la restablece derrotando $\langle \mathcal{A}_2, \sim vuela(tina) \rangle$. Por lo tanto *vuela(tina)* queda garantizado.

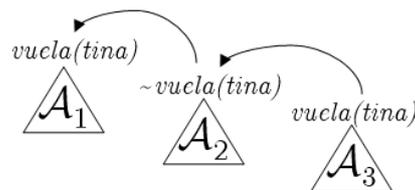


Figura 1: Arbol dialéctico para *vuela(tina)*.

3. Propuesta de un Framework para Argumentación con Accrual

Luego de un análisis abarcador del trabajo existente acerca de *accrual* de argumentos, se comenzó a trabajar en la definición de un framework para argumentación al estilo DeLP, pero que modele la noción de acumulación de argumentos. Al igual que DeLP, empleará como lógica subyacente una extensión de la Programación en Lógica para incluir negación fuerte y representar información rebatible (además de estricta). Contará con una definición de argumento similar a la de DeLP y con la noción de *argumento acumulado* para modelar la acumulación de argumentos. Los conflictos (ataques) entre argumentos acumulados surgirán, al igual que en DeLP, directamente de la contradicción lógica de sus conclusiones (o sub-conclusiones).

El abordaje de la evaluación de argumentos merece especial atención. A lo largo del tiempo se ha comprobado que no existe un criterio de comparación entre argumentos suficientemente general para adecuarse a cualquier dominio y a la vez suficientemente “contundente” para desambiguar la mayoría de los conflictos. Más aún, un buen criterio de comparación podría requerir información *acerca de* las reglas del programa (meta-información), como confiabilidad de la fuente, probabilidad, grado de certeza, prioridad, etc, para tomar una decisión. En este sentido, resultan interesantes las ideas desarrolladas por Gabbay al presentar los Sistemas Deductivos Etiquetados [7], donde las fórmulas tienen etiquetas asociadas. Siguiendo estas ideas, nuestro framework permitirá codificar información acerca de las reglas del programa en etiquetas asociadas a las mismas y permitirá especificar un mecanismo para calcular etiquetas asociadas a argumentos a partir de las etiquetas de las reglas que lo componen. Finalmente, brindará la posibilidad de definir un criterio basado en esta información.

El manejo de las etiquetas y la evaluación de argumentos se formalizará a través de la noción de álgebra de etiquetas. Este álgebra de etiquetas será un parámetro del sistema, y por lo tanto deberá definirse al aplicarlo a un dominio específico. Concretamente, el álgebra de etiquetas contará con un dominio de etiquetas, operadores para calcular la etiqueta asociada a un argumento a partir de las etiquetas asociadas a las reglas que lo componen, un operador de *acumulación* para calcular la etiqueta asociada a una acumulación de argumentos a partir de las etiquetas asociadas a los argumentos individuales y finalmente una relación de preferencia entre etiquetas de argumentos acumulados que se empleará para la evaluación de argumentos en conflicto.

Otra característica destacada de nuestro framework tiene que ver con la noción de derrota, que debe extenderse para contemplar la acumulación de argumentos. En DeLP, cuando un argumento ataca a otro, ya sea a su conclusión o a una conclusión intermedia, está amenazando a “todo” el argumento. Como consecuencia, si el ataque tiene éxito, es decir, el argumento atacado no es mejor que el que ataca, entonces este primero queda derrotado completamente (por supuesto, estamos concentrándonos en *un* solo ataque). Al considerar argumentos acumulados, la situación se torna más compleja. Un argumento acumulado representa un conjunto de argumentos simples, todos soportando una misma conclusión. Sin embargo, las conclusiones intermedias no necesariamente son compartidas por todos ellos. Una cierta conclusión intermedia I podría pertenecer solo a algunos de los argumentos simples. Por esta razón, un ataque a un argumento acumulado “dirigido” hacia una de sus conclusiones intermedias I , no necesariamente amenaza a todo el argumento acumulado, sino solo a la “parte” correspondiente a aquellos argumentos individuales que contienen a I . Si finalmente, a la luz de la evaluación el ataque resulta exitoso, solo la parte amenazada quedará derrotada. Denominamos *derrota parcial* a esta noción extendida de derrota.

Por último se definirá un procedimiento para calcular los argumentos aceptados y las conclusiones justificadas.

Referencias

- [1] Carlos Chesñevar, Ana Maguitman, and Ronald Loui. Logical models of argument. *ACM Computing Surveys*, 32(4):337–383, 2000.
- [2] H. Prakken and G. Vreeswijk. Logical systems for defeasible argumentation. In D. Gabbay and F. Guenther, editors, *Handbook of Phil. Logic*, pages 219–318, Kluwer, 2002.
- [3] Phan Minh Dung. On the acceptability of arguments and its fundamental role in nonmonotonic reasoning, logic programming and n-person games. *Artif. Intell.*, 77(2):321–357, 1995.
- [4] A. García and G. Simari. Defeasible logic programming: An argumentative approach. *Theory Practice of Logic Programming*, 4(1):95–138, 2004.
- [5] Bart Verheij. *Accrual of arguments in defeasible argumentation*, 1995.
- [6] Guillermo R. Simari and Ronald P. Loui. A Mathematical Treatment of Defeasible Reasoning and its Implementation. *Artificial Intelligence*, 53(1–2):125–157, 1992.
- [7] D. M. Gabbay. *Labelled deductive systems (vol. 1)*. Oxford University Press (Volume 33 of *Oxford Logic Guides*), 1996.

DETECCIÓN DE ESTILOS DE APRENDIZAJE MEDIANTE TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE CLUSTER

FARIAS Roberto A., DURÁN Elena B., FIGUEROA Saritha G.
Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías (FCEyT) – Universidad Nacional de Santiago del Estero
Avenida Belgrano s) 1912 – TE 0385-4509560. Fax 0385-4509560.
E-mail: fariasrobertoa@gmail.com, eduran@unse.edu.ar, sarithaf@arnet.com.ar

Área de Interés: Agentes y Sistemas Inteligentes

Resumen

A pesar del gran auge del e-learning, este no garantiza por sí sólo, una mayor calidad en el aprendizaje. La principal causa de este problema es que frecuentemente los cursos de e-learning se diseñan sin considerar las características particulares de cada estudiante. Por consiguiente, es muy importante brindar a estos cursos la capacidad de adaptar sus contenidos a los estilos de aprendizaje de sus alumnos. En el presente artículo¹ se propone la aplicación de técnicas de Análisis de Cluster al conjunto de interacciones del estudiante con el sistema de e-learning para poder reconocer, no sólo su estilo de aprendizaje dominante, sino también los cambios en este estilo a lo largo del curso de e-learning, y que serían imposibles de detectar mediante un simple test. El producto final obtenido, permitirá construir un modelo de estudiante para los cursos con modalidad e-learning orientados a las carreras de ingeniería e informática, y en consecuencia proporcionar una enseñanza personalizada con el propósito de obtener un mejor rendimiento académico de los alumnos.

Palabras Claves: *Estilos de aprendizaje, Análisis de Cluster, E-Learning, Modelo de Estudiante.*

1. INTRODUCCIÓN

En el mundo actual, la tecnología empieza a jugar un papel importante en los procesos de aprendizaje. Esto nos obliga a reflexionar sobre los elementos involucrados en su uso y a buscar nuevas formas de enseñar y de aprender eficientemente. La tecnología informática y de comunicaciones puede cambiar radicalmente la forma de relacionarnos y conseguir información, pero en los sistemas educativos esto no es suficiente. Tenemos que ser capaces no sólo de transmitir información sino también de lograr la asimilación efectiva de conocimiento.

Actualmente, nos encontramos con un importante porcentaje de gente que inicia un curso a través de e-learning y no lo disfruta, pierde motivación y en consecuencia no logra obtener nuevos conocimientos. El problema radica en que estos cursos no tienen en cuenta que no todos los estudiantes aprenden del mismo modo, sino que existen diferentes estilos de aprendizaje. Keefe [1] define a los estilos de aprendizaje de la siguiente manera: “*los estilos de aprendizaje son los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que sirven como indicadores relativamente estables, de cómo los alumnos perciben interacciones y responden a sus ambientes de aprendizaje*”. Diversas investigaciones de Alonso, Gallego y Honey [2] han demostrado que los estudiantes aprenden con más efectividad cuando se les enseña según sus estilos de aprendizaje predominantes. Según Felder

¹ Resultado de una de las líneas de investigación del subproyecto Sistemas Adaptativos Inteligentes, que forma parte del proyecto *Herramientas Conceptuales, Metodológicas y Técnicas de la Informática Teórica y Aplicada* (CICYT – UNSE; Código C062).

[3] se debe ser consciente de las diferencias que tienen los estudiantes para procesar la información, con el fin de poder ofrecer materiales pedagógicos dinámicos adaptados a preferencias particulares de aprendizaje. Por lo tanto, un buen curso de e-learning, deberá tener en cuenta que hay que proporcionar diferentes vías para que todos los estudiantes con distintos estilos de aprendizaje puedan escoger su propio camino.

Existen dos alternativas para identificar el estilo de aprendizaje de un alumno. La primera se lleva a cabo por medio de una prueba o test inicial que realiza el alumno al comienzo del curso. El problema de estas pruebas o test es que los alumnos tienen una tendencia a escoger respuestas arbitrariamente debido a que, los cuestionarios son demasiados extensos, o no se dan cuenta de las consecuencias o los usos futuros de los mismos. Por lo tanto, los resultados obtenidos pueden ser inexactos y pueden no reflejar los estilos reales de aprendizaje. Por otro lado, el estilo de aprendizaje una vez identificado, no cambia hasta la próxima vez que el alumno realice nuevamente el test. La segunda alternativa se lleva a cabo por medio de la aplicación de técnicas de aprendizaje de máquina que permiten que los estilos de aprendizaje del alumno se mantengan actualizados a lo largo del tiempo. En definitiva, se trata de implementar técnicas de aprendizaje de máquina para reconocer en los cursos de e-learning los estilos de aprendizaje de cada uno de los alumnos y, a partir de allí adaptar la estrategia de enseñanza.

Existen numerosos trabajos orientados al modelaje del alumno considerando sus estilos de aprendizaje [4, 5, 6, 7, 8]. En estos trabajos se aplican diversos modelos de estilos de aprendizaje y diversas técnicas para reconocer los diferentes estilos en los alumnos, pero en ninguno de ellos se aplican las técnicas de clustering.

La presente investigación tiene por objetivo el diseño de una propuesta de detección del estilo de aprendizaje aplicable dentro de sistemas e-learning orientados a carreras de ingeniería e informática. La idea es construir un Sistema de Detección de Estilos de Aprendizaje basado en técnicas de Análisis de Cluster.

2. Abordaje de la Problemática

La problemática que se plantea en este proyecto se centra en una de las dificultades más importantes de muchos cursos educativos que se dictan a través de e-learning, que es la incapacidad de poder adaptar su contenido a las características psicosociales y necesidades reales del individuo que se pretende educar (estilos de aprendizaje, preconocimientos, edad, estrato social, hábitat, léxico, etc.). Sin esa adaptación o adaptabilidad se tiene una educación pobre, debido a sujetos desinteresados y por lo tanto desmotivados que aprenden, con una baja autoestima y con bajos niveles de retención. Se trata de un problema de adaptación cuya solución requiere el empleo de alguna técnica de aprendizaje máquina que permita a los sistemas de e-learning reconocer los estilos de aprendizaje de los alumnos y los cambios que sufren a lo largo del tiempo.

En particular, hemos diseñado una solución aprovechando la capacidad de las técnicas de Análisis de Cluster para descubrir patrones de comportamiento. Estas técnicas se aplican en este trabajo para agrupar comportamientos similares mientras el alumno interactúa con un sistema de e-learning. Los datos suministrados al algoritmo de clustering se obtendrán a partir de los archivos log, que contienen registros de las tareas ejecutadas por los estudiantes en el sistema. Una vez obtenidos los clusters, se espera que el cluster dominante determine el estilo de aprendizaje del estudiante el cual será enmarcado dentro de las cuatro dimensiones propuestas por el modelo de aprendizaje de Felder y Silverman [9]. Se ha optado por este modelo pues ha sido construido para una población de estudiantes universitarios de ingeniería.

3. **Grado de Avance**

El trabajo se encuentra en una etapa intermedia. A la fecha se ha completado el diseño del Sistema de Detección de Estilos de Aprendizaje basado en Técnicas de Clustering, y se está trabajando en el diseño de un curso a distancia sobre “Sistemas de Tiempo Real”, en el marco de la asignatura Sistemas de Información II, de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información, de la Facultad de Ciencias Exáctas y Tecnologías de la Universidad Nacional de Santiago del Estero. El curso será implementado en la plataforma Moodle [10] y se prevé incorporar actividades que motiven la participación del estudiante en salas de chat, foros y otras herramientas de la plataforma.

A partir de las actividades de aprendizaje desarrolladas por los estudiantes en el curso, se generarán las bases de datos sobre las que se aplicarán los algoritmos de clustering para determinar el estilo de aprendizaje del alumno de acuerdo al modelo de Felder y Silverman. Al finalizar la experiencia los resultados obtenidos se contrastarán con el estilo de aprendizaje resultante de tomar el Test de Felder y Silverman (ILS) [11] a cada estudiante.

4. **Conclusiones y líneas de acción futura**

Los sistema e-learning actuales presentan muchas falencias relacionadas con la adaptación a las características distintivas de los alumnos, lo cual conlleva a una educación deficiente con alumnos que no logran asimilar los conocimientos que se les transmite. Ante esta situación hemos propuesto una nueva solución alternativa al problema de adaptación mediante el empleo de Técnicas de Análisis de Clustering.

El siguiente paso en el proyecto será implementar la experiencia diseñada y analizar los resultados obtenidos con el propósito de determinar la precisión del clustering como técnica para detectar los estilos de aprendizaje de los estudiantes.

En el futuro esperamos contar con un sistema educativo que nos permita adaptar los contenidos y la estrategia de enseñanza al estilo de aprendizaje dominante de cada alumno y de esta manera optimizar la enseñanza fortaleciendo la formación del estudiante en cuanto a sus capacidades y habilidades que lo destacan, permitiéndole reanimar o estimular capacidades ocultas y perfeccionando las capacidades y habilidades que lo caracterizan.

5. **Referencias**

[1] KEEFE, J. W. (1987). “Learning Style Theory And Practice”. National Association of Secondary School Principals. Reston, VA, (EEUU).

[2] CATALINA M. ALONSO, DOMINGO J. GALLEGO, PETER HONEY (1999) “Estilos de aprendizaje: procedimientos de diagnostico y mejora”, 4º Edición, Editoriales Bilbao, Mensajero.

[3] RICHARD M. FELDER, REBECCA BRENT (2005) “Understanding Student Differences”, Inc. Journal of Engineering Education, 94 (1), pp.: 57-72.

[4] PATRICIO GARCIA, ANALIA AMANDI , SILVIA SCHIAFFINO , MARCELO CAMPO (2007) “Evaluating Bayesian networks’ precision for detecting students’ learning styles”. ACM, Vol. 49, Issue 3 (November 2007), pp.: 794-808.

- [5] VIRGINIA YANNIBELLI, DANIELA GODOY, AND ANALÍA AMANDI (2006) “A Genetic Algorithm Approach to Recognise Students’ Learning Styles”. *Interactive Learning Environments*, Vol. 14, Issue 1 April 2006, pp.: 55 – 78.
- [6] MARIA AGUILAR, CLARA INÉS PEÑA, RAMÓN FABREGAT (2002) “SMIT: un agente sintético antropomórfico para un entorno virtual de aprendizaje”. III Conferencia internacional sobre educación, formación y nuevas tecnologías Virtual Educa 2002,
- [7] PEDRO SALCEDO LAGOS, CECILIA LABRAÑA, YUSSEF FARRÁN LEIVA (2002) “Una Plataforma Inteligente de Educación a Distancia que incorpora la Adaptabilidad de Estrategias de Enseñanza al Perfil, Estilos de Aprendizaje y Conocimiento de los Alumnos”. XXVIII Conferencia Latinoamericana de Informática - CLEI 2002, Montevideo, Uruguay.
- [8] RICARDO CONEJO, EVA MILLÁN, JOSÉ LUIS PÉREZ DE LA CRUZ Y MÓNICA TRELLA (2001) “Modelado del alumno: un enfoque bayesiano”. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*. No.12 (2001), pp. 50-58.
- [9] RICHARD M. FELDER (2002) “Learning and Teaching Styles In Engineering Education”. *Engr. Education*, 78(7), 674-681 (1988). El artículo original fue publicado en 1988, en el mismo, se define el modelo de Felder – Silverman y se identifican las prácticas de enseñanza que se deben llevar a cabo para estudiantes de ingeniería con un amplio espectro de estilos. Posteriormente a este artículo se le adiciona un prefacio realizado en el año 2002 en el cual se presentan y exploran los cambios realizados en el modelo desde 1988.
- [10] RICE, WILLIAM (2006) “Moodle: e-learning course development: a complete guide to successful learning using Moodle”, Birmingham, Reino Unido.
- [11] PEREA ROBAYO M. (2003) “Estilos de Aprendizaje de Felder y Silverman“. Material de estudio para el Diplomado Virtual en Estilos de Aprendizaje de la Universidad del Rosario, Colombia.

Designing Intelligent Database Systems through Argumentation

Marcela Capobianco

Carlos I. Chesñevar
Guillermo R. Simari

Alejandro J. García

Dpto. de Cs. e Ing. de la Computación – Universidad Nacional del Sur
Tel.: 0291-4595135 – Av. Alem 1253, Bahía Blanca
{mc, cic, ajg, grs}@cs.uns.edu.ar

1 Introduction

Information systems play an ever-increasing key role in our society. In particular, data intensive applications are in constant demand and there is need of computing environments with much more intelligent capabilities than those present in today's Data-base Management Systems (DBMS). Nowadays intelligent applications require better reasoning capabilities than those present in older data processing systems[7].

Argumentation frameworks appear to be an excellent starting-point for building such systems. Research in argumentation has provided important results while striving to obtain tools for common sense reasoning. As a result, argumentation systems have substantially evolved in the past few years, and this resulted in a new set of argument-based applications in diverse areas where knowledge representation issues play a major role. Clustering algorithms [6], intelligent web search [3], recommender systems [4, 3], and natural language assessment [2] are the outcome of this evolution.

We claim that massive data processing systems can be combined with argumentation to obtain systems that administer and reason with large databases. These would result in a system that can extract and process information from massive databases and exhibit intelligent behavior and common sense reasoning as a by-product of the argumentation system used for the reasoning process.

In this work, we present a specialization of the DeLP [5] system, called Database Defeasible Logic Programming (DB_DeLP). This framework could be easily integrated with a relational database component to achieve a system capable of massive data processing and intelligent behavior. Next, we formally define this system.

2 DBDeLP: Database Defeasible Logic Programing

In this section we present an specialization of the DeLP language, called *Database Defeasible Logic Programing* (DB_DeLP), that can be used as a reasoning module in a Database integrated system. DB_DeLP has common elements with the ODeLP language [1], another specialization of DeLP useful for dynamic environments that provides perception mechanisms to detect the changes in the world and integrate them into the knowledge base.

The language of DB_DeLP is based on the language of logic programming. Standard logic programming concepts (such as signature, variables, functions, etc) are defined in the usual way. Literals

are atoms that may be preceded by the symbol “ \sim ” denoting *strict* negation, as in extended logic programming.

DB_DeLP programs are formed by a set of *defeasible rules*. These rules provide a way of performing tentative reasoning as in other argumentation formalisms. A *defeasible rule* has the form $L_0 \neg L_1, L_2, \dots, L_k$, where L_0 is a literal and L_1, L_2, \dots, L_k is a non-empty finite set of literals. An *DB_DeLP program*, noted as Δ , is a finite set of defeasible rules.

Example 2.1 Lets consider the following program: $\Delta = \{ \text{feline}(X) \neg \text{lion}(X), \text{climbs}(X) \neg \text{feline}(X), \sim \text{climbs}(X) \neg \text{lion}(X), \sim \text{climbs}(X) \neg \text{sick}(X), \text{climbs}(X) \neg \text{lion}(X), \text{cub}(X) \}$ which shows general information about lions’ behavior. The rules establish that felines usually climb trees, while lions usually do not. Exceptionally, lion cubs could climb trees and usually sick animals cannot climb trees.

Defeasible rules are combined to build *potential arguments*. Since these rules are not instantiated, potential argument may become arguments if the necessary evidence is available, they can be roughly described as schematic arguments that may be instantiated to become concrete arguments. Therefore every potential argument represents a set of instantiated arguments that are obtained using *different* instances of the *same* defeasible rules. These instances are summarized in the concept of argument (instantiated), that is later used to define potential arguments:

Definition 2.1 Let Δ be a set of defeasible rules and Ξ a set of ground literals. An *argument* \mathcal{A} for a ground literal \bar{Q} , also denoted $\langle \mathcal{A}, \bar{Q} \rangle$, is a subset of ground instances of defeasible rules such that: (1) there exists a defeasible derivation [5] for \bar{Q} from $\Xi \cup \mathcal{A}$ (denoted as $\Xi \cup \mathcal{A} \vdash \bar{Q}$), (2) $\Xi \cup \mathcal{A}$ is non-contradictory, and (3) \mathcal{A} is minimal with respect to set inclusion in satisfying (1) and (2). Given two arguments $\langle \mathcal{A}_1, Q_1 \rangle$ and $\langle \mathcal{A}_2, Q_2 \rangle$, we will say that $\langle \mathcal{A}_1, Q_1 \rangle$ is a *sub-argument* of $\langle \mathcal{A}_2, Q_2 \rangle$ iff $\mathcal{A}_1 \subseteq \mathcal{A}_2$.

Definition 2.2 Let Δ be a set of defeasible rules. A subset A of Δ is a *potential argument* for a literal Q , noted as $\langle\langle A, Q \rangle\rangle$, if there exists a non-contradictory set of ground literals Ξ , an instance \mathcal{A} of the rules in A , and a grounded instance R of Q such that $\langle \mathcal{A}, R \rangle$ is an argument wrt Δ and Ξ .

Given a particular set of defeasible rules Δ we can obtain a finite set of potential arguments based on it. This set will be recorded to speed-up inference, but with a particular structure. In the inference process arguments sustain their conclusions through a dialectical process. To do this, arguments in favor and against a certain conclusion are contested. These conflicts are formally defined in the notion of attack or counter-argument between potential arguments. A potential argument $\langle\langle A_1, Q_1 \rangle\rangle$ *counter-argues* an potential argument $\langle\langle A_2, Q_2 \rangle\rangle$ at a literal Q if and only if there is a sub-argument $\langle\langle A, Q \rangle\rangle$ of $\langle\langle A_2, Q_2 \rangle\rangle$ such that Q_1 and Q are complementary with respect to strong negation, denoted as \sim .

Defeat among potential arguments is defined combining the counter-argument relation and a preference criterion “ \preceq ”. A potential argument $\langle\langle A_1, Q_1 \rangle\rangle$ *defeats* $\langle\langle A_2, Q_2 \rangle\rangle$ if $\langle\langle A_1, Q_1 \rangle\rangle$ is a counterargument of $\langle\langle A_2, Q_2 \rangle\rangle$ at a literal Q and $\langle\langle A, Q \rangle\rangle \preceq \langle\langle A_1, Q_1 \rangle\rangle$ (proper defeater) or $\langle\langle A_1, Q_1 \rangle\rangle$ is unrelated to $\langle\langle A, Q \rangle\rangle$ (*blocking defeater*).

Defeaters may in turn be defeated by others potential arguments. Thus, a complete dialectical analysis is required to determine which arguments are ultimately accepted. But before turning to the particular details of the inference process, we must define the supporting structure that will be used in it. The dialectical process will be guided by the dialectical graph associated to the set of rules Δ .

Definition 2.3 Let Δ be a set of defeasible rules. The *dialectical graph* of Δ , denoted as \mathcal{DB}_Δ , is a 3-tuple $(PotArgs(\Delta), D_p, D_b)$ such that: (1) $PotArgs(\Delta)$ is the set $\{\langle\langle A_1, Q_1 \rangle\rangle, \dots, \langle\langle A_k, Q_k \rangle\rangle\}$ of every potential argument that can be built from Δ . (2) D_p and D_b are relations over the elements of $PotArgs(\Delta)$ such that for every pair $(\langle\langle A_1, Q_1 \rangle\rangle, \langle\langle A_2, Q_2 \rangle\rangle)$ in D_p (respectively D_b) it holds that $\langle\langle A_2, Q_2 \rangle\rangle$ is a proper (respectively blocking) defeater of $\langle\langle A_1, Q_1 \rangle\rangle$.

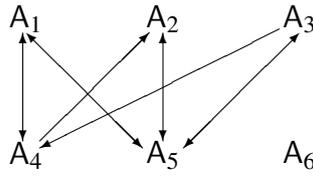


Figure 1: Dialectical graph corresponding to Example 2.2.

Example 2.2 Consider the rules in Ex. 2.1, its dialectical graph is composed by:

$\langle\langle A_1, \text{climbs}(X) \rangle\rangle$, where $A_1 = \{\text{climbs}(X) \neg \text{feline}(X)\}$;

$\langle\langle A_2, \text{climbs}(X) \rangle\rangle$, where $A_2 = \{\text{climbs}(X) \neg \text{feline}(X), \text{feline}(X) \neg \text{lion}(X)\}$;

$\langle\langle A_3, \text{climbs}(X) \rangle\rangle$, where $A_3 = \{\text{climbs}(X) \neg \text{lion}(X), \text{cub}(X)\}$;

$\langle\langle A_4, \sim \text{climbs}(X) \rangle\rangle$, where $A_4 = \{\sim \text{climbs}(X) \neg \text{lion}(X)\}$;

$\langle\langle A_5, \sim \text{climbs}(X) \rangle\rangle$, where $A_5 = \{\sim \text{climbs}(X) \neg \text{sick}(X)\}$;

$\langle\langle A_6, \text{feline}(X) \rangle\rangle$, where $A_6 = \{\text{feline}(X) \neg \text{lion}(X)\}$.

The relations $D_b = \{(A_1, A_4), (A_4, A_1), (A_1, A_5), (A_5, A_1), (A_2, A_5), (A_5, A_2), (A_3, A_5), (A_5, A_3)\}$ and $D_p = \{(A_2, A_4), (A_4, A_3)\}$ are shown in Figure 2, where blocking defeat is indicated with a double headed arrow. In this case the specificity criterion is used as the preference criterion for defeat.

A dialectical graph for a given set of rules collects a set of potential arguments and the defeat relation among them. Bear in mind that every potential argument functions like an schema that represents a set of arguments that can be obtained using *different* instances of the *same* defeasible rules. This speeds-up the inference process functioning like a precompiled knowledge component [1], without need of generating and storing many arguments which are structurally identical, only differing in the constant names being used to build the corresponding derivations.

Now we can finally define our argumentation framework:

Definition 2.4 Let Δ be a set of defeasible rules. The database argumentation framework of Δ is a pair $AF = (\mathcal{DB}_\Delta, \Xi)$, where \mathcal{DB}_Δ is the dialectical graph obtained from Δ and Ξ , called the evidential base, is a relational database.

The facts derived from Ξ will be used as evidence to instantiate the potential arguments in the dialectical graph. This gives raise to the inference process of the system.

3 Inference process

The inference process starts when a new query is posed to the system, regarding the derivation of a given conclusion. Consider the dialectical graph in example 2.2 and suppose the following set of facts can be derived from the evidential base: $\{\text{lion}(\text{simba}), \text{lion}(\text{mufasa}), \text{cub}(\text{simba})\}$. Lets see how the system works when faced with the query $\text{climbs}(\text{simba})$.

First the set of potential arguments in the dialectical graph is searched to see if there exists an element whose conclusion can be instantiated to match the query. It finds $\langle\langle A_2, \text{climbs}(X) \rangle\rangle$, $A_2 = \{\text{climbs}(X) \neg \text{feline}(X), \text{feline}(X) \neg \text{lion}(X)\}$. A_2 can be instantiated to $\mathcal{A}_2 = \{\text{climbs}(\text{simba}) \neg \text{feline}(\text{simba}), \text{feline}(\text{simba}) \neg \text{lion}(\text{simba})\}$.

Now, to see if $\text{climbs}(\text{simba})$ is inferred by the system from Δ and the evidential base, we must check whether \mathcal{A}_2 can sustain its conclusion when confronted with its counterarguments. Using the links in the dialectical graph we find one defeater for \mathcal{A}_2 , instantiating $A_4 = \{\sim \text{climbs}(X) \neg \text{lion}(X)\}$ to $\mathcal{A}_4 = \{\sim \text{climbs}(\text{simba}) \neg \text{lion}(\text{simba})\}$. But defeaters are arguments and so may in turn be defeated

as well. This gives raises to a dialectical process [5] in which we recursively find defeaters for the defeaters and so on. Such analysis results in a tree structure called *dialectical tree*, in which arguments are nodes labeled as undefeated (*U-nodes*) or defeated (*D-nodes*) according to a marking procedure.

Definition 3.1 The *dialectical tree* for an argument $\langle \mathcal{A}, \bar{Q} \rangle$, denoted $\mathcal{T}_{\langle \mathcal{A}, \bar{Q} \rangle}$, is recursively defined as follows: (1) A single node labeled with an argument $\langle \mathcal{A}, \bar{Q} \rangle$ with no defeaters (proper or blocking) is by itself the dialectical tree for $\langle \mathcal{A}, \bar{Q} \rangle$. (2) Let $\langle \mathcal{A}_1, Q_1 \rangle, \langle \mathcal{A}_2, Q_2 \rangle, \dots, \langle \mathcal{A}_n, Q_n \rangle$ be all the defeaters (proper or blocking) for $\langle \mathcal{A}, \bar{Q} \rangle$. The dialectical tree for $\langle \mathcal{A}, \bar{Q} \rangle$, $\mathcal{T}_{\langle \mathcal{A}, \bar{Q} \rangle}$, is obtained by labeling the root node with $\langle \mathcal{A}, \bar{Q} \rangle$, and making this node the parent of the root nodes for the dialectical trees of $\langle \mathcal{A}_1, Q_1 \rangle, \langle \mathcal{A}_2, Q_2 \rangle, \dots, \langle \mathcal{A}_n, Q_n \rangle$.

For the marking procedure we start labeling the leaves as *U-nodes*. Then, for any inner node $\langle \mathcal{A}_2, Q_2 \rangle$, it will be marked as *U-node* iff every child of $\langle \mathcal{A}_2, Q_2 \rangle$ is marked as a *D-node*. If $\langle \mathcal{A}_2, Q_2 \rangle$ has at least one child marked as *U-node* then it is marked as a *D-node*.

Given a query Q for a given framework $AF = (\mathcal{D}\mathcal{B}_\Delta, \Xi)$, we will say that Q is *warranted* wrt \mathcal{P} iff there exists an argument $\langle \mathcal{A}, \bar{Q} \rangle$ such that the root of its associated dialectical tree $\mathcal{T}_{\langle \mathcal{A}, \bar{Q} \rangle}$ is marked as a *U-node*. Solving a query Q in DB_DeLP accounts for trying to find a warrant for Q , that is, an argument for Q that is warranted wrt to the DB_DeLP under consideration.

Example 3.1 Continuing with example 2.1, let $climbs(simba)$ be a query to that framework. In this case argument $\langle \mathcal{A}_2, climbs(simba) \rangle$ (an instantiation of $\langle \langle A_2, climbs(X) \rangle \rangle$) is attacked by argument $\langle \mathcal{A}_4, \sim climbs(simba) \rangle$ (an instantiation of $\langle \langle A_4, \sim climbs(X) \rangle \rangle$), which is attacked by $\langle \mathcal{A}_3, climbs(simba) \rangle$ (an instantiation of $\langle \langle A_3, climbs(X) \rangle \rangle$).

Using specificity as the preference criterion, $\langle \mathcal{A}_4, \sim climbs(simba) \rangle$ is a proper defeater for argument $\langle \mathcal{A}_2, climbs(simba) \rangle$, but \mathcal{A}_4 is properly defeated by $\langle \mathcal{A}_3, climbs(simba) \rangle$. Thus, $climbs(simba)$ is warranted. The structure of these arguments and the dialectical tree are shown in Fig. 2 (left), where defeated nodes are marked with a *D* and undefeated nodes with an *U*.

The evidential base is subject to constant changes as every practical database does. The only restriction is that it must not be changed while a query is being solved. Note that the dialectical graph is not affected by changes in the database, as the following example shows:

Example 3.2 Suppose now that a new fact is added to the evidential base stating that *simba* is sick. Even though the dialectical graph remains unchanged, now the potential argument $\langle \langle A_5, \sim climbs(X) \rangle \rangle$ can be instantiated to argument $\langle \mathcal{A}_5, \sim climbs(simba) \rangle$ (see Fig. 2 (right)).

Using specificity as the preference criterion, $\langle \mathcal{A}_5, \sim climbs(simba) \rangle$ is a blocking defeater for both \mathcal{A}_2 and \mathcal{A}_3 . The resulting dialectical tree is shown Fig. 2 (right). Now, the marking procedure classifies the root as a *D-node* and thus $climbs(simba)$ is no longer warranted.

4 Conclusions and future work

We have defined the DB_DeLP system as the first step to achieve an intelligent database system capable of massive database processing. The system shows several advantages. First, it allows a seamless connection with massive databases. Precompiled knowledge is integrated in the framework since its conception, and this speeds-up the inference process. This is an important step for solving the efficiency problem in argumentation systems. Besides, changes in the database can be easily accommodate since they don't change the dialectical graph. Therefore no up-keeping process is necessary for the dialectical graph, given that defeasible rules remain unchanged.

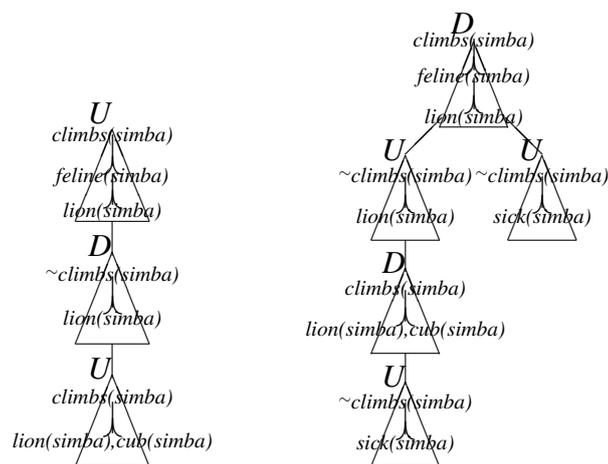


Figure 2: First and second dialectical trees from Example 3.1

Considering these facts we claim that DB_DeLP is an optimal argumentation system to be build an intelligent system architecture capable of reasoning with and manage massive data. To test this hypothesis empirically, we plan to implement the DB_DeLP and build a prototype that interact with a MySQL database.

Intelligent information systems are today's most critical tools for survival in the business environment [7]. Having an implementation of the DB_DeLP system can help us achieve a new set of practical application based on argumentation-driven information systems.

References

- [1] CAPOBIANCO, M., CHESÑEVAR, C., AND SIMARI, G. Argumentation and the dynamics of warranted beliefs in changing environments. *Journal of Autonomous Agents and Multiagent Systems 11* (2005), 127–151.
- [2] CHESÑEVAR, C., AND MAGUITMAN, A. An argumentative approach to assesing natural language usage based on the web corpus. In *Proc. of European Conference on Artificial Intelligence (ECAI 2004). Valencia, Spain* (Aug. 2004), ECCAI.
- [3] CHESÑEVAR, C., AND MAGUITMAN, A. ARGUENET: An Argument-Based Recommender System for Solving Web Search Queries. In *Proc. of Intl. IEEE Conference on Intelligent Systems IS-2004. Varna, Bulgaria* (June 2004).
- [4] CHESÑEVAR, C. I., MAGUITMAN, A. G., AND SIMARI, G. R. Argument-based critics and recommenders: A qualitative perspective on user support systems. *Data & Knowledge Engineering 59, 2* (2006), 293–319.
- [5] GARCÍA, A., AND SIMARI, G. Defeasible Logic Programming: An Argumentative Approach. *Theory and Practice of Logic Programming 4, 1* (2004), 95–138.
- [6] GOMEZ, S., AND CHESÑEVAR, C. A Hybrid Approach to Pattern Classification Using Neural Networks and Defeasible Argumentation. In *Proc. of Intl. 17th FLAIRS Conference. Palm Beach, FL, USA* (May 2004), AAAI, pp. 393–398.
- [7] ZANIOLO, C. Intelligent Databases: Old Challenges and New Opportunities. *Journal of Intelligent Information Systems 1* (1992), 271–292.

Hacia la Minería de Caminos de Dependencia en Instituciones Electrónicas

Walter M. Grandinetti

Carlos I. Chesñevar

email: {wmg, cic}@cs.uns.edu.ar

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial (LIDIA)
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación (DCIC)
Universidad Nacional del Sur (UNS) – Bahía Blanca, Argentina

Resumen

Las instituciones son un entorno ampliamente utilizado por las sociedades para maximizar el beneficio de sus miembros. Se ha detectado además que el comportamiento de los miembros de las instituciones está fuertemente ligado a la historia misma de la institución. Sin embargo, este tipo de análisis es sumamente complejo por la cantidad de variables involucradas y la capacidad limitada para procesar la información existente. Actualmente, el concepto de institución está siendo aplicado a entornos virtuales donde coexisten agentes humanos y electrónicos (conocidas como instituciones electrónicas). Esto brinda la posibilidad de aplicar técnicas automáticas para el análisis del comportamiento de los agentes y reducir así la cantidad de información que necesita ser analizada por los expertos.

1. Introducción

Generalmente, se utiliza el concepto de institución para referirse a un grupo social con hábitos, usos, costumbres o normas que determinan la forma en que se pueden relacionar. Cada institución establece un orden social y su objetivo principal es maximizar el beneficio social. El uso de las instituciones provee las siguientes ventajas [10, 11], *a*) reducir la incertidumbre de la miembros de la sociedad al informar sobre las previsible decisiones y acciones que tomarán los demás miembros, *b*) reducir el costo de obtener información y adoptar decisiones al reducir las posibilidades de elección del individuo o sugerir una vía de actuación, *c*) determinar el costo de transacción y transformación; y así precisar la viabilidad y potencialidad de una actividad económica. Las instituciones exitosas tienen la propiedad de evolucionar y llegar a un cierto grado de estabilidad y robustez [9]. El análisis de las instituciones ayudan a entender la forma en que evoluciona una sociedad, su estructura, mecanismos y normas.

La componente más importante de una institución es el conjunto de normas o reglas que auto limitan el ámbito de actuación de los individuos. Estas normas se dividen en formales e informales. Las primeras son leyes explícitas y las segundas, originadas en usos y costumbres, son usualmente tácitas y son importantes para explicar comportamientos sociales.

Los miembros de toda institución con su comportamiento son los productores de historia, la cual puede ser utilizada para encontrar *secuencias de comportamientos* sociales, políticos y económicos, y cambios producidos a través del tiempo. La historia afecta (y en algunos casos determina) el comportamiento futuro de los miembros. El concepto básico utilizado para la búsqueda de secuencias de comportamiento es conocido como *camino de dependencia* (en inglés, *path dependence*) o también como *causalidad histórica*.

Los caminos de dependencia buscan comprender los comportamientos y decisiones actuales trazando la evolución de las decisiones y comportamientos previos a través del tiempo. [1, 8, 10].

En [7] se definen las características de los análisis de caminos de dependencia, estableciendo 1) la fuerte relación de los *procesos causales* a los eventos más antiguos de la secuencia, 2) que la secuencia resultante es producto de *eventos contingentes*, 3) la “inercia” de los eventos, los cuales se mantienen en movimiento produciendo el mismo resultado.

Como resultado del análisis de caminos de dependencia se obtendrán secuencias de eventos determinadas causalmente, es decir, secuencias del estilo Z no podría ocurrir si no hubiesen ocurrido X , Y y W , que pueden clasificarse de acuerdo a como se relacionan los eventos entre sí en *autoreforzadas* (self-reinforcing) o *reactivas* (reactive). Otra clasificación, considera si los factores que determinan la secuencia de eventos son externos (exógenos) o internos. Las *secuencias auto-reforzadas* son cadenas de eventos ordenados temporalmente, caracterizadas por el hecho que los eventos iniciales inducirán a eventos posteriores similares de forma que con el tiempo se torna difícil o imposible efectuar eventos antagonistas. Esta inducción se efectúa mediante un refuerzo o recompensa creciente que fomenta que se repita el evento. Por otro lado, las *secuencias reactivas* son cadenas eventos ordenados temporalmente, los cuales se conectan entre sí de forma causal [7], es decir, que cada evento es una reacción de los eventos antecesores y causa de eventos subsecuentes.

2. Visión Generalizada del Proceso de Minería de Datos

En los años recientes, la capacidad para recolectar datos ha superado la capacidad de cualquier humano para procesarlos, siendo imposible el análisis y la comprensión de conjuntos masivos de datos por métodos manuales. Técnicas automáticas que puedan manejar dicha cantidad de datos son necesarias de forma que puedan ayudar a los expertos a tomar decisiones estratégicas.

La minería de datos se define como, *el proceso de extracción de información (patrones) no trivial, implícita, previamente desconocida y potencialmente útil de grandes repositorios de datos tales como bases de datos relacionales, data warehouses, etc* [2, 5]. El proceso de minería de datos consiste de tres elementos:

- Un *repositorio o fuente de datos* (en inglés, *data source*): Es el resultado de recolectar datos de diferentes orígenes, almacenarlos bajo un esquema unificado y realizando una limpieza de potenciales inconsistencias, ruidos y datos superfluos.
- Una *base de conocimiento* (en inglés, *knowledge base*): Consiste del conocimiento específico sobre el dominio de los datos. Es utilizada para guiar la búsqueda y determinar si la información recolectada es potencialmente útil (interesante).
- Un *modelo*: Se refiere al formato en el cual serán presentados los resultados del proceso de minería. Entre los tipos de patrones o modelos más utilizados son, *a) los árboles de decisión, b) los patrones frecuentes, c) las reglas de asociación, d) los patrones y reglas de asociación espaciales, e) los patrones y reglas de asociación temporales, f) los patrones y reglas de asociación secuenciales*, entre otros. Dependiendo de las clases de patrones que se estén buscando, diferentes técnicas podrán ser utilizadas [5]: *a) Descripción de Conceptos y Clases, b) Análisis de Asociaciones, c) Clasificación y Predicción, d) Clustering, e) Análisis Evolutivo y de Desviación.*

Dada una tupla $DM = \langle DS, KB, T, M \rangle$ donde DS representa un repositorio de datos, KB representa la base de conocimiento, T representa la técnica seleccionada, y M representa una clase de patrón o modelo; un *proceso de minería de datos* consiste de aplicar la técnica T sobre el conjunto DS guiado por KB , produciendo como resultado un conjunto de patrones de acuerdo a la representación M .

3. Instituciones Electrónicas como Repositorios de Datos

Como mencionamos en la sección 1, el uso de instituciones provee muchas ventajas para la sociedad. Es interesante notar que la noción de institución ha sido trasladada del contexto humano a entornos electrónicos para organizar sociedades de agentes independientes, heterogéneos y con intereses o metas propias. De esta forma se puede mantener la naturaleza abierta del sistema multi-agente pero estableciendo un ambiente normativo, permitiendo al igual que las instituciones humanas, reducir la incertidumbre acerca de los otros participantes, simplificando el proceso de toma de decisiones debido a la reducción de la cantidad de acciones permitidas en un determinado instante para cada agente [6].

Las instituciones electrónicas se especifican (diseñan) mediante los siguientes componentes, 1) un *conjunto de roles* y una *relación de orden parcial* entre ellos, 2) un *marco dialéctico* (dialogical framework), 3) un conjunto de *escenas* (scenes), 4) una *red de escenas* (performative structure) y 5) un conjunto de *normas*.

La característica más interesante de las instituciones electrónicas es que pueden ser ejecutadas y así *a)* crear instituciones en contextos virtuales con actores independientes y autónomos, o *b)* simular instituciones humanas en un contexto controlado, pero no por ello necesariamente menos complejo, con agentes que pueden estar guiados por humanos o con una mezcla de agentes independientes y delegados. De esta forma es posible recolectar más información de la que podría obtenerse en una institución humana, ya que las instituciones electrónicas podrían registrar todos los eventos, decisiones y caminos realizados por cada agente, como también brindar información contextual. Esto permite que pueda analizarse el desempeño de cada individuo, el comportamiento de la sociedad y potencialmente detectar caminos de dependencia.

Cada escena define un patrón de conversación entre múltiples roles. La ejecución de una escena comienza cuando un grupo de agentes intenta iniciar una conversación siguiendo las reglas especificadas por la escena. Por cada escena que se encuentre en ejecución se registra su estado actual y se dispone del contexto que especifica las acciones que pueden ser realizadas por los agentes para realizar un cambio de estado en la escena. El estado actual es mantenido en Σ_s y estará definido por, *a)* un conjunto de agentes *b)* el rol de cada agente en la escena *c)* las ligaduras (bindings) de variables *d)* nodo (estado) actual del grafo de estados, entre otros.

A medida que avanza la ejecución de cada escena, la información referente al estado es actualizada. En la definición actual de una institución electrónica no se prevee el registro histórico de esta información, sin embargo, como hemos mencionado en la sección 1, la historia del comportamiento social es vital para el análisis de las instituciones.

4. Minería de Instituciones Electrónicas

A fin de utilizar las técnicas de minería de datos como herramientas para el análisis de instituciones utilizaremos la información presente en la institución electrónica en forma de repositorio de datos y como base de conocimiento para realizar la minería, tal como se muestra en la figura 1. En particular, utilizaremos las reglas de asociación, patrones frecuentes, secuencias frecuentes y patrones emergentes, para detectar caminos de dependencia en las instituciones electrónicas.

Necesitamos por lo tanto registrar la información referente a los distintos estados por los que atraviesa cada escena en una bitácora de forma que puede ser utilizada como repositorio de datos para un futuro proceso de minería de datos. Los datos a ser registrados en la bitácora dependerán de que información se esperará encontrar por la minería de datos. En particular, se

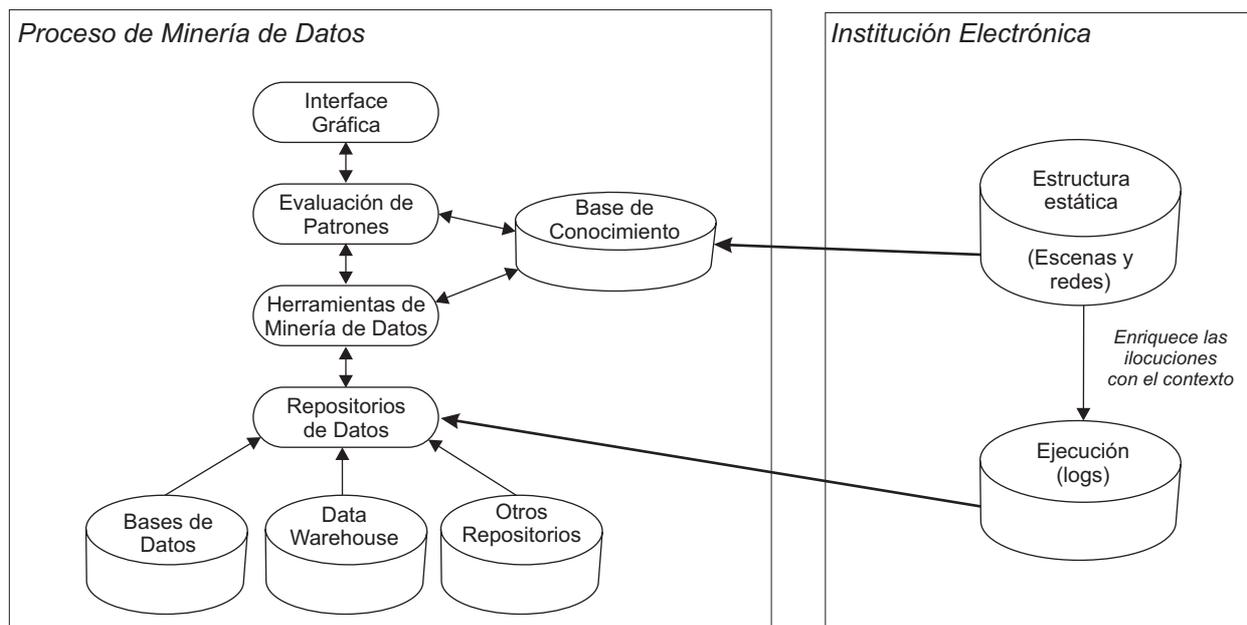


Figura 1: IE como Repositorio de Datos para el Proceso de Minería de Datos.

podría procesar la información presente en cada estado de forma de registrar simplemente que agente produjo el cambio de estado de la escena, mediante que acción y a que estado se arribó.

En particular, creemos que varias bases de datos transaccionales debieran ser generadas a partir de la bitácora. Por ejemplo, las transacciones podrían consistir de la ejecución completa de cada escena con todos sus estados. De esta forma se podrían analizar caminos de dependencia dentro de la escena de acuerdo al comportamiento de todos los agentes presentes. Sino, las transacciones podrían consistir de los mensajes (acciones) de cada individuo (agente) junto su rol. Así podrían encontrarse caminos de dependencia relacionado a cada rol o de la sociedad.

Con respecto a los tipos de patrones a buscar, creemos que dependerá de la premisa que se desee analizar en la institución. Sin embargo, ante la falta de dicha premisa, si simplemente se desea obtener información potencialmente útil, una minería especialmente de patrones secuenciales, reglas de asociación y patrones emergentes podría llegar a revelar datos interesantes. Mediante los patrones secuenciales podremos encontrar secuencias de eventos frecuentes que ayudarían a detectar caminos de dependencia (tanto autoreforzados como reactivos). Las reglas de asociación establecen causalidad y por tal motivo un análisis posterior de las secuencias frecuentes podría establecer si estamos ante caminos de dependencia reactivos o no. Por último, mencionamos los patrones emergentes [3] que detectan características contrastantes entre dos o más conjuntos de datos. Estos se relacionan a los factores internos que hacen que existan agentes con características únicas que generan caminos de dependencia vinculados a dichos factores.

5. Conclusiones

Las instituciones electrónicas poseen el potencial, hasta ahora no aprovechado, para realizar análisis de comportamiento sobre sociedades humanas o electrónicas. Es especialmente importante realizar este análisis en las instituciones para mejorar su eficiencia adaptativa [9]. Las técnicas de minería de datos han demostrado ser eficientes en este tipo de tareas.

Tal como mencionamos, la rápida difusión de la redes sociales electrónicas (ej. myspace.com,

secondlife.com, etc) probablemente ayudará a la instalación de instituciones electrónicas en contextos reales que ayuden a organizar a los agentes y disminuyan su incertidumbre acerca de los demás agentes, y en este contexto es altamente deseable tener herramientas automáticas para la detección de dichos fenómenos.

Además, las instituciones electrónicas pueden ser utilizadas como herramienta de simulación y pudiendo ser programados los agentes para que tengan un comportamiento similar a sus pares reales. Utilizando minería de datos en este contexto de simulación podrán efectuarse pruebas empíricas sobre datos reales para el testeo de hipótesis de trabajo. Por ejemplo, como se menciona en [4, pág.10], para determinar si un cierto evento es un potencial evento inicial de una secuencia reactiva o es necesario seguir analizando eventos previos.

Referencias

- [1] Bonn C. Mantzavinos, Max Planck Project Group, *Learning, change, and economic performance*, Washington University in St.Louis Syed Shariq (2000), 16.
- [2] Ming-Syan Chen, Jiawei Han, and Philip S. Yu, *Data mining: an overview from a database perspective*, Ieee Trans. On Knowledge And Data Engineering **8** (1996), 866–883.
- [3] Guozhu Dong and Jinyan Li, *Efficient mining of emerging patterns: Discovering trends and differences*, Knowledge Discovery and Data Mining, 1999, pp. 43–52.
- [4] Ian Greener, *Theorising path dependence: how does history come to matter in organisations and what can we do about it*, University of York, Department of Management Studies.
- [5] Jiawei Han and Micheline Kamber, *Data mining: Concepts and techniques*, 2 ed., The Morgan Kaufmann Series in Data Management Systems, Morgan Kaufmann Publishers, march 2006.
- [6] J.A.Rodriguez, *On design and construction of agent-mediated electronic institutions*, Ph.D. thesis, Instituto de Investigación en Inteligencia Artificial, 2002, Nro. 14.
- [7] James Mahoney, *Path dependency in historical sociology*, Theory and Society **29** (2000), 507–548.
- [8] C. Mantzavinos, *Individuals, institutions, and markets*, Cambridge and New York (2001).
- [9] Douglass North, *Understanding the process of economic change*, Journal of Evolutionary Economics **17** (1992), no. 3, 361–363.
- [10] Douglass C. North, *Institutions, institutional change, and economic performance*, Cambridge University Press, Cambridge, 1990, Pp. 152.
- [11] Thelen S. Steinmo and Longstreth, *Structuring politics: Historical institutionalism in comparative analysis*, Cambridge University Press (1992).
- [12] Qiankun Zhao and Sourav Bhowmick, *Sequential pattern mining: A survey*, Technical report, Nanyang Technological University, Singapore, 2003.

Sistemas Inteligentes. Aplicaciones en Minería de Datos, Robótica Evolutiva y Redes de Computadoras

Laura Lanzarini¹, Waldo Hasperue², Hernán Vinuesa³, Leonardo Corbalán⁴, Germán Osella Massa⁵,
{laural, whasperue, hvinuesa, corbalan, gosella}@lidi.info.unlp.edu.ar

Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)⁶.
Facultad de Informática. UNLP

CONTEXTO

Esta presentación corresponde al Subproyecto “Sistemas Inteligentes” perteneciente al Proyecto “Algoritmos Distribuidos y Paralelos. Aplicación a Sistemas Inteligentes y Tratamiento Masivo de Datos” del Instituto de Investigación en Informática LIDI.

RESUMEN

Esta línea de investigación se centra en el estudio y desarrollo de Sistemas Inteligentes basados en mecanismos de adaptación. Actualmente el énfasis está puesto en la transferencia de tecnología a las áreas de minería de datos, robótica evolutiva y redes de computadoras.

En el área de la Minería de Datos, los temas centrales se encuentran relacionados con la investigación de nuevas estrategias adaptativas que definan las acciones a seguir para lograr el beneficio esperado a partir de un modelo de la información basado en reglas de clasificación, facilitando de esta manera su interpretación.

En el área de la robótica evolutiva, el énfasis está puesto en la construcción de un controlador con capacidad de adaptación a entornos dinámicos. Se trabaja en el desarrollo de nuevos métodos para la resolución de problemas utilizando agentes capaces de percibir y actuar en entornos complejos cuyos resultados son aplicados directamente en esta área.

La aplicación de distintas metaheurísticas sobre redes Peer-to-Peer (P2P), es otra línea de investigación que se está llevando a cabo en el III-LIDI. El objetivo central es mejorar la capacidad de adecuación del sistema a los cambios rápidos del entorno de información.

Palabras claves : Redes Neuronales, Algoritmos Evolutivos, Minería de Datos, Optimización mediante Cúmulos de Partículas, Colonias de Hormigas.

1. INTRODUCCIÓN

Los Sistemas Inteligentes han demostrado ser herramientas sumamente útiles en la resolución de problemas complejos. Su capacidad de adaptación al entorno de información les permite brindar buenos resultados en distintas áreas.

En el Instituto de Investigación en Informática LIDI se está trabajando en este tema desde hace varios años. Inicialmente se desarrollaron estrategias basadas en Redes Neuronales y Algoritmos Evolutivos aplicables al Reconocimiento de Patrones [Lan00, Lan04] así como al control de agentes autónomos [Cor03a, Cor03b, Oli05]. Luego se profundizó en el estudio de la capacidad de caracterización de este tipo de estrategias a fin de establecer un modelo de la información disponible. Se definieron y desarrollaron varias estrategias basadas en redes neuronales competitivas con aplicaciones concretas en distintas áreas [Has07a, Cor06a,

¹ Profesor Titular. Facultad de Informática. UNLP

² Becario de Estudio de la CIC - Facultad de Informática. UNLP

³ Becario de Entrenamiento de la CIC - Facultad de Informática. UNLP

⁴ Becario de Perfeccionamiento de la UNLP. Jefe de Trabajos Prácticos - Facultad de Informática. UNLP

⁵ Becario Doctoral de CONICET. Jefe de Trabajos Prácticos - Facultad de Informática. UNLP

⁶ Calle 50 y 115 1er Piso, (1900) La Plata, Argentina, TE/Fax +(54) (221) 422-7707. <http://weblidi.info.unlp.edu.ar>

Cor06b]. Actualmente, con el objetivo de mejorar la transferencia tecnológica de los resultados obtenidos, el énfasis está puesto por un lado, en la definición de estrategias que faciliten la interpretación del modelo y por otro en la incorporación de mecanismos de adaptación a entornos dinámicos.

A continuación se detallan brevemente los avances realizados últimamente.

1.1. Minería de Datos

Las investigaciones realizadas en el III-LIDI relacionadas con diferentes mecanismos de aprendizaje y adaptación de redes neuronales competitivas aplicables a la Minería de Datos han facilitado la construcción de modelos de la información disponible principalmente a partir de reglas de asociación y clasificación [Has05, Has06]. Sin embargo, existen situaciones en las cuales el modelo por si solo es incapaz de transmitir al usuario el conocimiento adquirido así como su importancia y relación con los datos subyacentes. En esta dirección, las técnicas visuales resultan una manera intuitiva de presentación, dándole una perspectiva exploratoria y contextual.

El gran obstáculo que actualmente presenta la transferencia tecnológica en temas referidos a estrategias de minería de datos, es el desconocimiento por parte del usuario acerca de la forma de adaptar el modelo a sus necesidades. Es por eso que resulta de fundamental importancia incentivar el estudio de estrategias que permitan obtener, a partir de la información del beneficio esperado, las acciones necesarias para modificar los datos y por lo tanto, lograr cambiar el modelo adecuadamente.

Como forma de ayudar a revertir esta situación, se ha desarrollado una estrategia que define, a partir del modelo basado en reglas de clasificación, las acciones a seguir para lograr el beneficio esperado. Para construir las reglas se utilizó una matriz de co-asociación cuyos valores surgen de la combinación de distintos métodos de clustering aplicados a los datos de entrada.

De esta manera, aunque la decisión final continua estableciéndola el usuario, puede disponerse de una línea de acción [Has07b].

1.2. Robótica Evolutiva

En el III-LIDI se está trabajando desde el año 2002 en el desarrollo de controladores para agentes autónomos utilizando Redes Neuronales y Algoritmos Evolutivos. Las investigaciones realizadas han demostrado que la descomposición del problema en tareas más simples, facilita el desarrollo del controlador. Los métodos propuestos inicialmente estuvieron basados en aprendizaje incremental [Cor03b, Cor05] y aprendizaje por capas [Oli05]. Ambos requieren una gran asistencia, en el primer caso para identificar las distintas etapas del aprendizaje - no siempre factibles de ser establecidas - y en el segundo caso para integrar las capas cuyo comportamiento fue aprendido en un orden específico. Como solución a esto, se desarrolló un mecanismo de integración automática de módulos que permitió combinar comportamientos básicos aprendidos previamente [Ose06] reduciendo de esta forma el costo de entrenamiento.

Analizando globalmente las soluciones mencionadas anteriormente, puede observarse que concentran la aplicación de estrategias adaptativas en la fase de generación del controlador no permitiendo realizar adaptaciones con posterioridad. Esto perjudica la aplicación del controlador en ambientes dinámicos.

Actualmente se está trabajando en la evolución del controlador a lo largo de su vida útil combinando un método basado en evolución de módulos neuronales con un algoritmo evolutivo específico. El primer método es utilizado para producir el controlador mientras que

el segundo lo ajusta durante su funcionamiento. Como resultado, se obtiene un controlador basado en una red neuronal que posee una arquitectura mínima y capacidad de adaptación en la fase de ejecución [Vin07a]. También se han analizado distintas estrategias elitistas de evolución como forma de mejorar el efecto de los operadores genéticos [Vin07b].

1.3. Redes de Computadoras

La aplicación de distintas metaheurísticas sobre redes Peer-to-Peer (P2P), es otra línea de investigación que se está llevando a cabo en el III-LIDI. Las redes P2P constituyen un sistema distribuido, descentralizado y sumamente dinámico, donde la información disponible cambia con mucha rapidez, al igual que la topología misma de la red. La recuperación de información y en general la búsqueda de recursos en estos sistemas totalmente descentralizados es compleja.

El objetivo central de esta investigación es mejorar la capacidad de adecuación del sistema a los cambios rápidos del entorno de información utilizando estrategias basadas en Redes Neuronales, Algoritmos Evolutivos, Colonias de Hormigas (ACO - Ant Colony Optimization) y Optimización Basada en Cúmulos de Partículas (PSO - Particle Swarm Optimization).

Actualmente se está trabajando en mejorar el algoritmo de aprendizaje, por el cual se mantienen actualizados los pesos de las conexiones en cada nodo, con alguna estrategia ACO y el manejo de vecindad con una nueva variante basada en PSO.

Sin embargo, los sistemas PSO pueden resultar apropiados si se cuenta con la posibilidad de realizar algún análisis previo a la incorporación de un nodo a la red P2P. En [Shi07] se ha utilizado PSO para determinar la interconexión de los nodos en este tipo de redes con algunas restricciones. Una vez que el nodo es incorporado, formando parte del sistema P2P, una red neuronal de tipo LVQ es utilizada para dirigir las búsquedas sólo hacia los nodos vecinos más prometedores, obteniéndose así una reducción drástica en el tráfico generado para estos fines. Esto redundaría en un mayor rendimiento del sistema P2P en general.

Investigaciones recientes llevadas a cabo en el III-LIDI han permitido definir y desarrollar una extensión original de PSO que, a diferencia de [Ken95][Shi99], permite trabajar con una población de tamaño variable. De esta forma, no es necesario definir a priori la cantidad de soluciones a utilizar, evitando así condicionar la calidad de la solución a obtener [Lez07]. Esta estrategia ha sido probada con buenos resultados en el área de optimización de funciones y se espera aplicarla con éxito en el proceso de construcción de la topología del sistema P2P.

2. TEMAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

- Análisis de los resultados obtenidos de la combinación de distintas arquitecturas para resolver un único problema. Interesa especialmente la reducción del tiempo de adaptación.
- Estudio e investigación de experiencias realizadas en la obtención de controladores en el área de la robótica evolutiva haciendo hincapié en el dinamismo de la representación y en el conocimiento previo necesario para resolver el problema.
- Investigación de nuevas estrategias evolutivas para resolver problemas complejos a través de la combinación de controladores elementales buscando reusar el conocimiento adquirido minimizando el tiempo de adaptación.
- Estudio y análisis de diferentes estructuras de modelización dinámicas. Interesa especialmente la obtención de árboles de decisión incluyendo los árboles difusos e incrementales.

- Desarrollo y aplicación de diferentes de métricas que permitan analizar el conjunto de reglas a utilizar para representar el modelo. Esto incluye considerar distintas estrategias de poda que permitan maximizar la representación obtenida.
- Estudio, análisis y especificación del concepto de “acción” a partir de los datos modelizados buscando mantener independencia del dominio de aplicación.
- Análisis y especificación de las características accionables. Análisis de casos con y sin restricciones. Efectos sobre el modelo.
- Estudio e investigación de estrategias para la obtención de patrones de acción a partir del modelo, de una identificación adecuada de las características accionables de los datos y del beneficio a maximizar.
- Estudio de distintas metaheurísticas de optimización basadas en trayectoria y en población aplicables al problema de ruteo en redes P2P.
- Análisis de la importancia de los parámetros de las distintas metaheurísticas en el funcionamiento y eficiencia de la estrategia seleccionada. Análisis de la función de aptitud a utilizar en el caso de redes P2P.
- Estudios de performance de los algoritmos desarrollados. Análisis de eficiencia en la resolución de problemas concretos.

3. RESULTADOS OBTENIDOS/ ESPERADOS.

- Definición e implementación de una estrategia de evolución elitista aplicable a la adaptación de redes neuronales. En este caso, resulta de interés la reducción de los efectos negativos de los operadores genéticos durante el proceso de adaptación.
- Desarrollo e implementación de una estrategia de integración de los módulos evolutivos. Interesa especialmente mantener el dinamismo de la arquitectura a fin de no limitar sus capacidades.
- Desarrollo e implementación de una estrategia para la obtención de reglas de clasificación a partir de una matriz de co-asociación.
- Desarrollo e implementación de mecanismos que permitan la especificación de un conjunto de acciones a seguir a fin de objetivar la interpretación de la información modelizada.
- Análisis y ampliación de los frameworks existentes para Robótica Evolutiva en lo que hace a la definición de escenarios, interacción con robots específicos, plataformas de desarrollo y posibilidades de desarrollos multi-agentes.
- Desarrollo e implementación de una estrategia basada en cúmulos de partículas (PSO) con tamaño de población variable basado en los conceptos de edad y vecindario. Se ha comprobado que el mecanismo utilizado para incorporar nuevos individuos así como la forma de calcular el tiempo de vida preserva la diversidad de la población.
- Resolución de problemas concretos, tanto en ambientes simulados como en el mundo real. En este último caso, resulta de fundamental importancia la optimización del algoritmo propuesto.

4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Dentro de los temas involucrados en esta línea de investigación se están desarrollando actualmente 2 tesis de doctorado, 1 una de maestría y al menos 2 tesinas de grado de Licenciatura.

También participan en el desarrollo de las tareas becarios y pasantes del III-LIDI.

5. REFERENCIAS

- [Cor03a] Corbalán, Lanzarini. GNE. Grupos Neuronales Evolutivos. *XXIX Conferencia Latinoamericana de Informática*. CLEI 2003. Bolivia. 2003
- [Cor03b] Corbalán, Lanzarini. Evolving Neural Arrays A new mechanism for learning complex action sequences. *Special Issue of Best Papers presented at CLEI'2002*. Volumen 6. Number 1, December 2003. Montevideo, Uruguay.
- [Cor05] Corbalán, Lanzarini, De Giusti A. ALENA. Adaptive-Length Evolving Neural Arrays". *Journal of Computer Science and Technology*. Vol 5, nro. 4. 2005. Pags. 59-65.
- [Cor06a] Corbalán, Osella Massa, Russo, Lanzarini. Image recovery using a new nonlinear Adaptive Filter based on Neural Networks. *CIT - Journal of Computing and Information Technology*. Vol. 14, No.4. December 2006 - Pág. 315-320.
- [Cor06b] Corbalán, Hasperue, Osella Massa, Lanzarini. BPNn-CPN. Nuevo método para segmentación de Imágenes basado en Redes Neuronales Artificiales. *IV Workshop de Computación Gráfica, Imágenes y Visualización (WCGIV)*. CACIC 2006. San Luis. Argentina. Octubre de 2006.
- [Has05] Hasperué, Lanzarini. Dynamic Self-Organizing Maps. A new strategy to enhance topology preservation. *XXXI Conferencia Latinoamericana de Informática*. CLEI 2005.
- [Has06] Hasperué, Lanzarini. Classification Rules obtained from Dynamic Self-organizing Maps. *VII Workshop de Agentes y Sistemas Inteligentes*. CACIC 2006. San Luis. Argentina. Octubre de 2006.
- [Has07a] Hasperue, Corbalán, Lanzarini, Bría. Skeletonization of Sparse Shapes using Dynamic Competitive Neural Networks. *Ibero-American Journal of Artificial Intelligence*. Vol.11. Nro.35. pp.33-42 2007.
- [Has07b] Hasperué, Lanzarini. Extracting Actions from Classification Rules. *Workshop de Inteligencia Artificial. Jornadas Chilenas de Computación 2007*. Iquique, Chile. Noviembre de 2007
- [Ken95] Kenedy, Eberhart. Particle Swarm Optimization. *IEEE International Conference on Neural Networks*. Vol IV, pp.1942-1948. Australia 1995.
- [Lan00] Lanzarini. Reconocimiento de Patrones en Imágenes Médicas utilizando Redes Neuronales. *Journal of Computer Science and Technology*. Vol.4 . Dic 2000.
- [Lan04] Lanzarini, Yanivello. Reconocimiento de Comandos Gestuales utilizando GesRN. *V Workshop de Agentes y Sistemas Inteligentes*. CACIC 2004. Bs.As. Argentina. 2004. ISBN 987-9495-58-6
- [Lez07] Leza, Lanzarini. Aprendizaje de Juegos mediante cúmulos de partículas. *VIII Workshop de Agentes y Sistemas Inteligentes*. CACIC 2007. Corrientes, Argentina. 2007.
- [Oli05] Olivera y Lanzarini. Cyclic Evolution. A new strategy for improving controllers obtained by layered evolution. *Journal of Computer Science and Technology*. Vol 4,

nro. 1. 2005. Pags 211-217.

- [Ose06] Osella Massa, Vinuesa, Lanzarini. Modular Creation of Neuronal Networks for Autonomous Robot Control. *Ibero-American Journal of Artificial Intelligence*. Vol. 11, No. 35 (2007), pp. 43-53.
- [Shi07] Shichang, Ajito, Guiyong, Hongbo. A Particle Swarm Optimization Algorithm for Neighbor Selection in Peer-to-Peer Networks. *6th International Conference on Computer Information. Systems and Industrial Management Applications (CISIM'07)*. Pp. 166-172. ISBN 0-7695-2894-5. June 2007.
- [Shi99] Shi Y., Eberhart R. An empirical study of particle swarm optimization. *IEEE Congress Evolutionary Computation*. pp.1945-1949. Washington DC, 1999.
- [Vin07a] Vinuesa, Osella Massa, Corbalán, Lanzarini. Continuous Evolution of Neural Modules of Autonomous Robot Controllers. *Jornadas Chilenas de Computación (JCC 2007)*. Iquique. Chile. Noviembre 2007.
- [Vin07b] Vinuesa, Lanzarini. Neural Networks Elitist Evolution. *29th Internacional Conference Information Technology Interfaces (ITI 2007)*. Dubrovnik. Croatia. 2007.

INCORPORANDO BÚSQUEDA LOCAL A UN ALGORITMO ACO PARA EL PROBLEMA DE SCHEDULING DE TARDANZA PONDERADA

Lasso M., de San Pedro M.
Laboratorio de Tecnologías Emergentes (LabTEem)
Proyecto UNPA-29/B084/1¹
Unidad Académica Caleta Olivia - Universidad Nacional de La Patagonia Austral
(9011) Caleta Olivia – Santa Cruz - Argentina
e-mail: {mlasso, edesanpedro}@uaco.unpa.edu.ar

Leguizamón, G.
Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Computacional (LIDIC)
Departamento de Informática
Universidad Nacional de San Luis
(5700) San Luis – Argentina
e-mail: legui@unsl.edu.ar

RESUMEN

La meta-heurística ACO está inspirada en el comportamiento de las hormigas reales; se caracteriza por ser un método de búsqueda distribuida, estocástica y basada en la comunicación indirecta de una colonia artificial de hormigas, transmitida por trayectos artificiales de feromona. Estos trayectos sirven como información usada por las hormigas para construir probabilísticamente soluciones al problema bajo consideración. Las hormigas modifican los trayectos de feromona durante la ejecución del algoritmo para reflejar su experiencia de búsqueda.

En la mayoría de las metaheurísticas aplicadas a problemas de planificación, se han incorporado diferentes procesos de búsqueda local para mejorar la calidad de las soluciones.

En este informe se presentan dos alternativas aplicadas al problema de Tardanza Total Ponderada en entornos de máquina única para comparar bondades de uno sobre otro, y establecer ventajas y desventajas de aplicar uno u otro algoritmo.

1 INTRODUCCIÓN

Las tareas que deben entregarse en un sistema de producción, usualmente son ponderadas de acuerdo a la relevancia y requerimientos del cliente. En el intento de brindar mayor satisfacción al usuario, las tendencias en manufactura están enfocadas a la producción de políticas que enfatizan la mínima tardanza ponderada.

Los problemas de *scheduling* para máquina única son de interés para entornos de máquina más complejos. Es importante tener heurísticas que brinden buenas planificaciones con un esfuerzo computacional razonable debido a que *Branch & Bound* y otros métodos basados en enumeración parcial consumen tiempo extremadamente alto aún con 20 tareas.

Una meta heurística es un conjunto de conceptos algorítmicos que pueden ser usados para definir métodos heurísticos aplicables para un gran conjunto de problemas diferentes. En otras palabras,

¹ El Grupo de Investigación cuenta con el apoyo de la Universidad Nacional de La Patagonia Austral.

una meta heurística puede ser vista como una estructura algorítmica general que puede ser aplicada a diferentes problemas de optimización con relativamente pocas modificaciones para adaptarlos a un problema específico. Todas tienen en común que intentan evitar la generación de soluciones de pobre calidad introduciendo mecanismos generales que extiendan el problema específico; las diferencias tienen que ver con las técnicas empleadas para evitar que se estancan en soluciones sub-óptimas y el tipo de trayectoria seguida en el espacio de cualquiera de las soluciones, parcial o total.

Existen diferentes meta-heurísticas [8], con diferencias entre ellas; una de estas diferencias, tiene que ver con la técnica de construcción de las soluciones: unas están basadas en la evolución de la población, como es el caso de los Algoritmos Evolutivos, y otras utilizan un método de construcción iterativa como la meta-heurística ACO (*Ant Colony Optimization*). Aunque las meta-heurísticas constructivas y basadas en la población pueden ser usadas sin recurrir a la búsqueda local, muchas veces su rendimiento puede ser mejorado enormemente si ésta se incluye.

La meta-heurística ACO se ha introducido como un nuevo paradigma de optimización que está inspirado por el rastro siguiendo el comportamiento de las colonias de hormigas reales [4]. Esta meta-heurística se ha implementado con resultados muy promisorios para el problema bien conocido del TSP (*Traveling Salesman Problem*) [3] y [11], y está actualmente entre los mejores algoritmos disponibles para otros problemas como el Problema de Asignación Cuadrática [6], [7] y [10], el Problema de Ordenamiento Secuencial [6], Problemas de Ruteo de Vehículos [5], y problemas de ruteo en entornos dinámicos [2].

En los algoritmos de la meta-heurística ACO, una colonia de hormigas construye iterativamente soluciones para el problema bajo consideración usando rastros de feromona que están asociadas con componentes de solución definidas apropiadamente e información heurística. Cada hormiga decide iterativamente cuál tarea agregar a la secuencia. Este proceso de selección está influenciado por la información heurística que junto con el trayecto de feromona, determinan cuan bueno es elegir una tarea determinada sobre otra.

En la sección 2 se define el problema abordado y características de la metaheurística ACO; la sección 3 se describen características de las alternativas propuestas para la meta-heurística ACO; en la sección 4 se presentan las líneas de investigación y trabajos futuros.

2 ACO APLICADO A PROBLEMAS DE PLANIFICACIÓN DE MÁQUINA ÚNICA

El problema de planificación en Máquina Única abordado, es el *Total Weighted Tardiness* [9] y [1], en donde n tareas deben ser procesadas secuencialmente sobre una única máquina, sin interrupción; cada tarea tiene un tiempo de procesamiento p_j asociado, una ponderación w_j , y una fecha estimada de terminación d_j , y todas las tareas están disponibles para el procesamiento en tiempo cero.

La tardanza de la tarea j esta definida como:

$$T_j = \max \{ 0, CT_j - d_j \}$$

donde CT_j es su tiempo de completación en la secuencia, de la tarea actual. El objetivo es encontrar una secuencia de tareas, que minimicen la suma de tardanzas ponderadas, dado por

$$\sum_{j=1}^n w_j T_j$$

En los algoritmos ACO, una colonia de hormigas (artificiales) construye iterativamente soluciones para el problema bajo consideración usando rastros de feromona (artificial) que están asociadas con componentes de solución definidas apropiadamente, e información heurística. Las hormigas sólo se comunican indirectamente modificando los trayectos de feromona durante la ejecución del algoritmo.

Cuando se aplica ACO a problemas de planificación de máquina única, cada hormiga comienza con una secuencia vacía y agrega iterativamente una tarea no planificada a la secuencia parcial construida hasta el momento. Cada hormiga decide cuál tarea agregar a la secuencia, influenciada al momento de la selección, por la información heurística que junto con el trayecto de feromona, determinan cuán bueno es elegir una tarea determinada sobre otra. La actualización del rastro de feromona se realiza en dos etapas: “después de cada iteración”, donde se agrega rastro de feromona a los componentes de la mejor solución global encontrada hasta el momento; y “paso a paso”, inmediatamente después que una hormiga ha agregado una nueva tarea a la secuencia parcial.

Debido a que las soluciones construidas necesitan no ser localmente óptimas con respecto a pequeñas modificaciones, en muchos de los algoritmos ACO de mejor rendimiento, las hormigas mejoran sus soluciones aplicando un algoritmo de búsqueda local.

3 ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LAS SOLUCIONES

Con el objetivo de mejorar las buenas soluciones obtenidas en cada iteración, se pensaron en dos alternativas diferentes para lograrlo, utilizando en ambos casos, la generación de vecinos aplicando dos operadores diferentes, de adyacencia y de inversión, a la mejor solución de cada iteración.

3.1 Búsqueda local

La búsqueda local comienza desde una secuencia inicial (la mejor secuencia encontrada en la iteración) e intenta repetidamente mejorar la secuencia actual reemplazándola con soluciones vecinas. Si en el vecindario de la secuencia actual π se encuentra una mejor solución, ésta reemplaza a π y la búsqueda local continúa desde la nueva solución. El algoritmo de búsqueda local, aplica estos pasos repetidamente hasta que se dé una de las siguientes condiciones: a) no se encuentra una mejor secuencia vecina, b) después de cuatro iteraciones que generan soluciones con la misma secuencia de tareas, ó c) después de diez iteraciones con soluciones diferentes, y mejores o iguales a la anterior.

3.2 Exploración del vecindario

En este caso, no se realiza un proceso de búsqueda local, sino que se explora el vecindario. Se generan soluciones para cada iteración, donde la mejor de esas soluciones es tomada como secuencia inicial. A partir de ella se construyen vecinos que son comparados con la mejor solución antes encontrada, reemplazándola en caso de haberse obtenido mejores resultados.

Tanto para la búsqueda local como para la exploración del vecindario, se consideraron los siguientes operadores para generar los vecinos:

- (1) *Operador de adyacencia*: genera un vecino cambiando la secuencia original, seleccionando una posición i de la secuencia elegida de manera aleatoria, e intercambiándola por cualquiera de sus posiciones adyacentes j (izquierda o derecha) con la misma probabilidad.
- (2) *Operador de inversión*: genera un vecino intercambiando dos posiciones de la secuencia, i y j elegidas de manera aleatoria, considerando que $i \neq j$

4 LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y TRABAJOS FUTUROS

Las dos propuestas de mejora del algoritmo ACO utilizan búsqueda local, una a través de búsqueda iterativa sobre buenas soluciones encontradas, y la otra a través de exploración del vecindario mediante la generación de vecinos. En ambos casos se logran mejores resultados que cuando se utiliza el algoritmo ACO tradicional, aunque requiere mayor esfuerzo computacional. Comparando

estas dos alternativas, se comprobó que utilizando búsqueda local iterativa se mejoran las soluciones para todos los casos.

Para optimizar la metaheurística ACO tradicional, se están probando diferentes alternativas que permitan al algoritmo encontrar buenas soluciones en menor tiempo, no solamente a través de buenos resultados sino con menor esfuerzo computacional. Para lograr esto se evaluarán nuevas alternativas que analicen la cantidad de evaluaciones que realiza el algoritmo, para las diferentes alternativas propuestas hasta el momento.

En trabajos futuros se realizará un estudio del comportamiento del algoritmo, variando los parámetros de control, cantidad de hormigas y ciclos. Se analizará de manera detallada la calidad de los resultados, teniendo en cuenta las evaluaciones que realiza el algoritmo y considerando el criterio de parada cuando se agrega búsqueda local. Se aplicará ésta meta-heurística en otros problemas de planificación y para otros tamaños de problemas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Nacional de la Patagonia Austral por su apoyo al grupo de investigación, la cooperación y las críticas constructivas proporcionadas por el mismo.

REFERENCIAS

- [1] Chen, T. and Gupta, M., “Survey of scheduling research involving due date determination decision”, *European Journal of Operational Research*, 38 156-166 (1989).
- [2] Di Caro, G. and Dorigo, M., “AntNet: Distributed stigmergetic control for communications networks”, *Journal of Artificial Intelligence Research*, 9: 317-365, (1998).
- [3] Dorigo, M. y Gambardella L.M., “Ant Colony System: A Cooperative Learning Approach to the Traveling Salesman Problem”, *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 1(1): 53-66, (1999).
- [4] Dorigo, M. y Stützle, T. *Ant Colony Optimization*, The MIT Press (2004).
- [5] Gambardella, L.M., Taillard E.D. y Dorigo, M., “Ant colonies for the quadratic assignment problem”, *Journal of the Operational Research Society*, 50:167–176, (1999b).
- [6] Gambardella, L.M., Taillard, E. y Agazzi G.. “MACS-VRPTW: A multiple ant colony system for vehicle routing problems with time windows”. In D. Corne, M. Dorigo, and F. Glover, editors, *New Ideas in Optimization*, 63–76. McGraw Hill, (1999a).
- [7] Maniezzo, V., “Exact and approximate nondeterministic tree-search procedures for the quadratic assignment problem”. *INFORMS Journal on Computing*, 11(4): 358–369, (1999).
- [8] Morton T., Pentico D., “Heuristic scheduling systems”, *Wiley series in Engineering and technology management*. John Wiley and Sons, INC, 1993.
- [9] Pinedo, M., *Scheduling: Theory, Algorithms and System*, First edition Prentice Hall (1995).
- [10] Stützle T. y Dorigo M., “ACO algorithms for the quadratic assignment problem”. In D. Corne, M. Dorigo, and F. Glover, editors, *New Ideas in Optimization*, 33–50. Mc-Graw Hill, (1999).
- [11] Stützle, T., “Local Search Algorithms for Combinatorial Problems – Analysis, Improvements, and New Applications”, PhD thesis, Darmstadt University of Technology, Department of Computer Science, (1998).

Algoritmos Evolucionarios aplicados al Problema de Secuenciamiento de Flow Shop

Daniel Pandolfi

LabTEM - Unidad Académica Caleta Olivia
Universidad Nacional de la Patagonia Austral
Caleta Olivia– Santa Cruz - Argentina
dpandolfi@uaco.unpa.edu.ar

Guillermo Leguizamon

LIDIC – Facultad de Cs. Fco. Matemáticas y Naturales
Universidad Nacional de San Luis
San Luis, Argentina.
legui@unsl.edu.ar

Resumen

Los algoritmos de Estimación de Distribuciones (EDAs - *Estimation of Distribution Algorithms*) son una clase de algoritmos basados en el paradigma de Computación Evolutiva (CE) que sustituyen los mecanismos de variación (cruce y mutación) utilizados tradicionalmente por Algoritmos Evolutivos (AEs). La población de nuevas soluciones se genera a través de la simulación de una estimación de probabilidad producida por la información de las soluciones generadas en iteraciones pasadas

Por su parte, el problema de secuenciamiento de *Flow Shop* y conocido como FSSP (*Flow Shop Sequencing Problem*) ha convocado la atención de muchos investigadores en los últimos años. En FSSP, un conjunto de tareas deben seguir el mismo orden en una rutina de procesamiento para un conjunto de máquinas con el objetivo de optimizar alguna variable de performance (*makespan, tardiness, lateness*). En el caso de *makespan*, se trata de minimizar el tiempo de salida de la última tarea en la última máquina. Para máquinas mayores e iguales a tres el problema se transforma en *NP-hard*, conforme se incrementa el número de tareas.

Este trabajo propone la exploración de distintos tipos de algoritmos evolucionarios aplicados a la resolución del problema de secuenciamiento de *Flow Shop*.

1. INTRODUCCIÓN

Los problemas de planificación abarcan una variedad de problemas de optimización en campos tales como operaciones de producción y despacho en la industria manufacturera, sistemas distribuidos y paralelos, logística y tráfico. Algunos de ellos pueden incluirse dentro de la clase general de problemas de *scheduling* (Garey, 1979). En general, el *scheduling* consiste en la asignación de tareas, a través del tiempo, cuando la disponibilidad de recursos es limitada, donde ciertos objetivos deben ser optimizados y varias restricciones deben ser satisfechas.

Los problemas de *scheduling* son de aplicación en las organizaciones y en la industria y en consecuencia tiene un fuerte impacto económico y social. El estudio de estos problemas data aproximadamente de 1950 donde investigadores de ingeniería industrial, investigación operativa, y administradores desarrollaron nuevos enfoques y algoritmos que tienen como objetivo principal la reducción de los costos de producción en la industria (Leung J., 2004).

Muchos algoritmos eficientes han sido desarrollados para encontrar soluciones óptimas, aunque para tamaños pequeños de este tipo de problema. Por ejemplo, se pueden mencionar los trabajos de Jackson (1955), Johnson (1954). Con el advenimiento de la teoría de complejidad (Cook S., 1971), muchas investigaciones sobre dicha temática se han desarrollado debido a la inherente dificultad para resolver esta clase de problemas de forma exacta. Muchos de los problemas de *scheduling* son computacionalmente complejos y el tiempo requerido para calcular una solución óptima se incrementa con el tamaño del problema (Morton y Pinedo 1993; Pinedo M. 1995). Además, se ha

demostrado, por cierto, que muchos problemas de scheduling pertenecen a la clase de NP-Hard (Brucker P., 2004; Lenstra J. et al, 1978).

En el problema de secuenciamiento de *Flow Shop* existen m máquinas en serie y n tareas (jobs) que deben ser procesadas en cada una de las m máquinas. Todos los jobs tienen el mismo routing, es decir, primero tienen que procesarse en la máquina 1, luego debe procesarse en la siguiente máquina y así sucesivamente. Luego de haberse completado en una máquina, una tarea se pone en cola de la próxima, en general la disciplina de cada cola es FIFO.

La Computación Evolutiva es un campo de investigación emergente que provee nuevas metaheurísticas para la resolución de problemas de optimización donde los enfoques tradicionales hacen al problema computacionalmente intratable. Reflejando la relevancia industrial de estos problemas de se han reportado en la literatura una variedad métodos basados en algoritmos evolutivos de resolución de problemas de Scheduling (Syswerda G.; 1991; Branke J. y Mattfeld D. 2000; Burke et al, 2001; Cowling P. et al, 2002).

2. SCHEDULING EVOLUCIONARIO

Algoritmos Evolutivos

Los Algoritmos Evolutivos (AEs) son una de las metaheurísticas más ampliamente difundidas y estudiadas (Bäck T., 1996). Estas, como muchas otras metaheurísticas poblacionales, pueden ser mejoradas en su diseño a fin de realizar una exploración más eficiente del espacio de búsqueda. En el caso de los AEs, un adecuado desempeño de los mismos, depende en gran medida de los operadores y/o mecanismos de exploración involucrados y que adecuadamente implementados, pueden dar lugar a versiones más eficientes.

El enfoque denominado canónico de un AE, está basado en representación binaria y el proceso de recombinación es operado sobre una par de soluciones que son seleccionadas desde una población. Tal enfoque es conocido como SCPC (*Single Crossover per Couple*).

Este enfoque, ha sido exitosamente aplicado para resolver problemas de *Flow Shop*, sustituyendo la representación binaria por una representación basada en permutaciones. Tsujimura et al (1995) muestra la calidad de los AEs en contraste con otras heurísticas convencionales, aplicando operadores de cruce ampliamente conocidos en representaciones basadas en permutaciones, tales como *Partially-Mapped Crossover* -PMX- (Goldberg y Lingle; 1987), *Order Crossover* -OX- (Davis L., 1991) y *Cycle Crossover* -CX- (Oliver et al. 1986).

Debido a que el problema de *Flow Shop* es esencialmente un problema de secuenciamiento de permutaciones, una permutación puede ser usada como un esquema de representación de los cromosomas, lo cual representa una forma natural de expresar la solución del problema. La representación, también llamada representación por orden, puede producir un descendiente ilegal si se opera con un cruce tradicional como OPX (*One Point Crossover*). Consecuentemente, se han propuesto varios operadores de cruce que permiten a partir de dos soluciones codificadas como permutaciones producir otras soluciones válidas, tales como los mencionados anteriormente PMX, OX, y CX entre otros.

Reeves (1995) propone un enfoque híbrido, el cual inserta una semilla en la población inicial, generada por la heurística NEH (Morton y Pentico, 1993). También ha mostrado en su implementación un operador de cruce llamado *one-cut-point crossover* (OCPX) que es capaz de operar con soluciones codificadas como permutaciones. Luego de unas pocas experimentaciones Reeves observó que el enfoque evolutivo propuesto producía resultados comparables a los producidos por una heurística como ser *Simulated Annealing* (SA) para FSSP en los *benchmarks* de Taillard (1993). Los resultados reportados mostraron que el enfoque evolutivo se comportaba sensiblemente mejor para problemas de gran tamaño, produciendo muy buenas soluciones y de forma rápida.

Otra forma de resolver el problema de FSSP es presentada por Grefenstette (1991), representando las soluciones como decodificadores (*decoders*), conocida como representación ordinal. Bajo este enfoque un cromosoma da información a un decodificador sobre la manera de construir una solución factible. Si bien, los decodificadores son principalmente usados en problemas con restricciones, presentamos este esquema basado en representación ordinal porque es fácil de implementar y produce soluciones factibles aplicando diferentes operadores de cruce convencionales (tales como OPX) y haciendo innecesario el uso de mecanismos de reparación (como los embebidos en PMX, OX y CX). Aquí un cromosoma es un vector- n donde la i -ésima componente es un entero en el rango $1..(n-i+1)$. El cromosoma es interpretado como una estrategia para extraer items desde una lista ordenada L para construir una permutación. Por ejemplo si $L=(1,2,3,4)$, luego el cromosoma [3121] y [2211] son interpretados como las permutaciones [3142] y [2314] respectivamente.

Algoritmos de Estimación de Distribuciones.

Los EDAs, fueron introducidos originalmente por Mühlenbein y PaaB (1996) como una extensión de AEs, donde no se requiere de los operadores de variación tradicionales de cruce y mutación para la generación de nuevas soluciones. La nueva población de soluciones se obtiene de la simulación de una distribución de probabilidad, la cual es estimada a partir de la información generada por las soluciones generadas a partir poblaciones en iteraciones pasadas.

La motivación en la utilización de este enfoque esta dada por dos aspectos principales. El primero, se refiere a la dificultad de los EAs en trabajar con problemas de decepción y no separabilidad, y el segundo se refiere a que a la implícita búsqueda llevada a cabo por los operadores de variación de los EAs, se le puede añadir información a cerca de la correlación entre las variables del problema. (Larrañaga y Lozano 2002; Mühlenbein et al 1999).

Esta nueva clase de algoritmos es conocida también en la literatura como *Probabilistic Model Building Genetic Algorithms* –PMBGA- (Pelikan et al 1999) e *Iterated Density Estimators Iterated Density Estimators Evolutionary Algorithms* –IDEAS- (Bosman y Thierens, 1999)

Los EDAs pueden ser clasificados de acuerdo al tipo de interacción entre las variables permitidas en el modelo de distribución de probabilidad (Larrañaga y Lozano 2002). Así, podemos distinguir distintos enfoques en los EDAs, sin dependencias entre variables, con interacciones de a pares, o con múltiples interacciones.

Los EDAs sin dependencias, es la forma más simple de estimar una distribución, donde se asume que las variables son independientes unas de otras. Algunos ejemplos de estos algoritmos son *Univariate Marginal Distribution Algorithm* -UMDA- (Mühlenbein y Voigt, 1996) y *Population Based Incremental Learning algorithm* –PBIL- (Bajula 1994).

Los EDAs con dependencias bivariables asumen que las variables en un problema no son independientes entre sí. Estos algoritmos simulan la distribución de probabilidad considerando que existe una dependencia entre dos variables. En este tipo de algoritmos podemos mencionar, *Mutual Information Maximization Algorithm for Input Clustering* -MIMIC- (De Bonet et al., 1997) y *Bivariate Marginal Distribution Algorithm* -BMDA- (Pelikan y Mühlenbein 1999).

La aplicación los EDAs a problemas de optimización han reportado en muchos de los resultados mejoras a la aplicación de los enfoques evolutivos, tales como algoritmos genéticos (Larrañaga y Lozano 2002). Sin embargo, los EDAs presentan su principal debilidad en el costo computacional que insumen a comparación de algoritmos genéticos más clásicos.

3. LINEA DE INVESTIGACIÓN Y TRABAJOS FUTUROS

Esta línea de trabajo tiene como principal objetivo el estudio, desarrollo e implementación de Técnicas en Computación Evolutiva básicas y avanzadas (Algoritmos Genéticos, y Algoritmos Basados en Estimación de Distribuciones) y su aplicación a la resolución de problemas de

secuenciamiento *Flow Shop*. Ambos enfoques tratados en este trabajo, son lo suficientemente flexibles para incorporar conocimiento desde distintas fuentes de información.

Trabajos futuros, tienen como objetivo explorar y combinar distintos mecanismos propios de los algoritmos AEs y EDAs para lograr una mejora importante respecto de la eficiencia en la exploración del espacio de búsqueda en problemas de secuenciamiento.

4. AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece a la Universidad Nacional de la Patagonia Austral, de la cual recibe financiamiento y apoyo continuo y además, a la cooperación de los integrantes del LabTEM que continuamente proveen de nuevas ideas y críticas constructivas. El segundo autor agradece el constante apoyo brindado por la Universidad Nacional de San Luis y la ANPCyT que financian sus actuales investigaciones, así como de los integrantes del LIDIC del cual recibe continuo apoyo.

REFERENCIAS

- Bäck T. *Evolutionary Algorithms in theory and practice*. New York:Oxford University Press, (1996).
- Bajula, Population-based incremental learning: A method for integrating genetic search based function optimization and competitive learning, *Technical Report CMU-CS*, pp. 94-163, Carnegie Mellon University, (1994).
- Bosman A.N. and Thierens. D.; Linkage information processing in distribution estimation algorithms. *In Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference GECCO-99*, 1, pp 60–67. Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, LA. (1999).
- Branke J., Mattfeld D., Anticipation in Dynamic Optimization: The Scheduling Case. *Proceedings of VI PPSN*, pp 253-262, (2000).
- Brucker P., *Scheduling Algorithms*, 3rd ed. Springer-Verlag New York, (2004).
- Burke E.K., De Causmaecker P., Petrovic S., Vanden Berghe G., Fitness Evaluation for Nurse Scheduling Problems, *Proc Congress on Evolutionary Computation, CEC2001, Seoul, IEEE Press*, pp 1139-1146, (2001).
- Campbell H., Dudek R., Smith M., “A heuristic algorithm for the n job m machine sequencing problem”, *Management Science* 16, pp. 630-637 (1970).
- Cook S.A. The complexity of theorem-proving procedures, *Proceedings of 3rd Annual ACM Symposium on Theory of Computing, Association for Computing Machinery, New York*, pp 151-158 (1971).
- Cowling P. Kendall G. Han L., An Investigation of a Hyperheuristic Genetic Algorithm Applied to a Trainer Scheduling Problem, *Proc Congress on Evolutionary Computation, CEC2002, Hawaii, IEEE Press*, pp 1185-1190, (2002).
- Davis L., *Handbook of Genetic Algorithms*, New York: Van Nostrand Reinhold Computer Library, (1991).
- De Bonet J. S., Isbell C. L., and Viola P.; MIMIC: Finding optima by estimating probability densities. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 9. (1997).
- Garey R., Johnson D.; *Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness*. Freeman & Co., San Francisco, CA, (1979).
- Goldberg, D. and R. Lingle, Alleles, loci and the traveling salesman problem, *in Proceeding of the First International Conference on Genetic Algorithms*, Lawrence Erlbaum Associates, pp. 154-159, Hillsdale, NJ, (1987).

- Grefenstette J. J., Gopal R., Rosmaita B., Van Gutch D.; Genetic Algorithm for the TSP; *Proceedings of the 1st Int. Conf. on Genetic Algorithms*, Pittsburgh, PA. (1991).
- Gupta J., "A functional heuristic algorithm for the flowshop scheduling problem", *Operational Research Quarterly* 22, pp. 39-48 (1971).
- Jackson J. R.; Scheduling a production line to minimize maximum tardiness, *Research Report 43, Management Science Research Project, University of California*; Los Angeles, (1955).
- Johnson S. M. Optimal two and three stage production; *Naval Research Logistics Quarterly*, **1**, pp 61-67, (1954).
- Larrañaga P. and Lozano J.A.; Estimation of Distribution Algorithms. A New Tool for Evolutionary Computation. *Kluwer Academic Publishers*, (2002).
- Lenstra J. K., Rinnooy Kan A. H., Computational complexity of scheduling under precedence constraints, *Operations Research*, **26**, pp 22-35, (1978).
- Leung Joseph. Handbook of Scheduling: Algorithms, Models and Performance Analysis, *Chapman & Hall/CCR Computer and Information Sciences Series* (2004).
- Madera J., Dorronosoro B.; Estimation of distribution algorithms, Metaheuristic procedures for training neural networks; *Springer Science and Business Media*, (2006).
- Morton T., Pentico D., "Heuristic scheduling systems", *Wiley series in Engineering and technology management. John Wiley and Sons, INC* (1993).
- Mühlenbein H., Mahnig T., and Ochoa A.. Schemata, distributions and graphical models in evolutionary optimization. *Journal of Heuristics*, **5**, pp 215–247, (1999).
- Mühlenbein H. and Paaß G.; From recombination of genes to the estimation of distributions I. Binary parameters. *In Lecture Notes in Computer Science 1411:Parallel Problem Solving from Nature - PPSN IV*, pp 178–187 (1996).
- Mühlenbein H. and Voigt H.M.; Gene pool recombination in genetic algorithms. *Metaheuristics: Theory and applications*, pp 53–62, (1996).
- Nawaz M., Ensore E., Ham I., "A heuristic algorithm for the m-machine n-job flow shop sequencing problem". *Omega vol II*, pp 11-95 (1983).
- Oliver, I., D. Smith, and J. Holland, A study of permutation crossover operators on the traveling salesman problem, *in European Journal of Operational Research*, pp. 224-230 (1986).
- Palmer D., "Sequencing jobs through a multistage process in the minimum total time- A quick method of obtaining a near optimum", *Operational Research Quarterly* **16**, pp 101-107 (1965).
- Pinedo Michael – "Scheduling- Theory, Algorithms, and Systems. *Prentice Hall International in Industrial and System Engineering* (1995).
- Reeves C., A genetic algorithm for flow shop sequencing, *Computers and Operations Research*, **22**, pp 5-13 (1995).
- Syswerda G.; Schedule optimization using genetic algorithms, *Handbook of Genetic Algorithms*, Van Nostrand Reinhold, New York, **21**, pp 332-349. 1991.
- Taillard, E. Benchmarks for basic scheduling problems, *European Journal of Operational Research*, **64**, pp 278-285 (1993).
- Tsujimura Y., Gen M., Kubota E., Flow shop scheduling with fuzzy processing time using genetic algorithms. *The 11th Fuzzy Systems Symposium* pp 248-252. Okinawa (1995).

Planificación Dinámica para el Mantenimiento Eficiente de Locaciones Petroleras

A. Villagra, C. Montenegro, E. de San Pedro, M. Lasso, D. Pandolfi

Universidad Nacional de la Patagonia Austral - Unidad Académica Caleta Olivia - LabTEM

Ruta 3 Acceso Norte s/n

(9011) Caleta Olivia - Santa Cruz - Argentina

{avillagra,cmontenegro,edesanpedro,mlasso,dpandolfi}@uaco.unpa.edu.ar

Resumen

En este trabajo se describe en forma breve una de las aplicaciones que en la actualidad se están desarrollando dentro de la línea de investigación "Metaheurísticas" (MHs) del Laboratorio de Tecnologías Emergentes (LabTEM). El objetivo principal de esta línea de investigación es la continuación y profundización del estudio de las MHs en general y las técnicas evolutivas en particular, tema sobre el cual el grupo de investigación ha adquirido en los últimos años una importante experiencia, aplicadas a un problema de *scheduling*. Actualmente se está trabajando sobre una aplicación denominada PAE encargada de realizar la planificación y replanificación dinámica del mantenimiento preventivo de locaciones petroleras, incorporando restricciones en las visitas de mantenimiento, múltiples equipos de mantenimiento y aprendizaje de contingencias en el mantenimiento.

1. INTRODUCCIÓN

Los algoritmos evolutivos (AEs) son algoritmos de optimización estocásticos basados en el mecanismo de selección natural y genéticas naturales, son metaheurísticas que comparten un concepto base común, que es simular la evolución de los individuos que forman la población usando un conjunto de operadores predefinidos de selección y de búsqueda. Existe una gran variedad de AEs, dentro de ellos se incluyen los algoritmos genéticos, estrategias evolutivas y programación evolutiva. En este trabajo se aplican los algoritmos genéticos. Los algoritmos genéticos (AGs) fueron propuestos originalmente por [9]. Los AGs se han aplicado exitosamente en varios problemas de optimización de funciones y han mostrado ser eficientes en la búsqueda de soluciones óptimas o cercanas al óptimo. Tendencias actuales en AEs hacen uso de enfoques con multirecombinación [8], [7], [4] y enfoques con múltiples padres conocidos como *Multiple Crossover Multiple Parent* (MCMP) [15], [14], [16]. Los Algoritmos Evolutivos (AEs) han sido aplicados exitosamente en la resolución de diversos tipos de problemas de planificación tales como *scheduling* o *routing* [12], [17], [13]. En el marco del proyecto de investigación se está desarrollando una herramienta prototipo denominada PAE (Planificación Basada en un Algoritmo Evolutivo) que mejore las planificaciones dinámicas del mantenimiento de locaciones petroleras, teniendo en cuenta la ocurrencia de contingencias que producen interrupciones en la planificación original. Esta herramienta utiliza como motor de planificación un algoritmo evolutivo multirecombinativo que es el generador de múltiples soluciones a este problema.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las empresas petroleras realizan visitas de mantenimiento preventivo a cada una de sus locaciones petroleras (pozos productores, inyectoras, baterías y colectores). Un yacimiento está formado por

bloques y a su vez éste por baterías. Cada batería está formada por pozos de producción que son en promedio entre 15 y 20. Cada pozo tiene diferente nivel de producción que es conocido a priori y varía en el tiempo. La producción del pozo define la categoría y la cantidad de veces que debe visitarse al mes. Los pozos no pueden ser visitados más de una vez al día y dependiendo del tipo de pozo existen ciertas tareas que se deben realizar. Cada tarea tiene asignado un determinado equipamiento necesario, una frecuencia de realización y un tiempo aproximado de su duración. Actualmente, el recorrido que realizan los encargados de las locaciones, se planifica en base a la experiencia de los mismos. La jornada laboral comienza a la mañana y se visitan las locaciones en dos turnos de tres horas. Luego de finalizado cada turno, el responsable debe regresar a la base de operaciones, realizar determinadas actividades administrativas y luego comenzar con el siguiente turno. El tiempo demandado en cada locación dependerá del tipo de la misma. Existen contingencias aleatorias que hacen que el plan de mantenimiento de un turno no se cumpla según lo planificado, produciendo la necesidad de replanificar las visitas. Cuando ocurre esto, cada responsable redefine el nuevo itinerario utilizando su experiencia.

PAE tiene por objetivos planificar las visitas a un conjunto de locaciones que: a) Minimice el tiempo total de visitas, es decir, encontrar la planificación que en menor tiempo recorra las locaciones incluyendo el tiempo de intervención en cada una de las mismas; b) Maximice la cantidad de visitas en un período de tiempo; por ejemplo, teniendo en cuenta un período de mantenimiento de un mes, que visite la mayor cantidad de veces las locaciones; c) Replanifique las visitas a partir de desviaciones en la planificación original. Frente a la ocurrencia de eventos externos que condicionan operativamente la ejecución de un plan de mantenimiento, proveer de planificaciones alternativas sin disminuir significativamente la calidad de las mismas.

3. SOLUCIONES PROPUESTAS

La minimización del tiempo entre cada período de inspección de las locaciones se obtiene con una mejora en la planificación del mantenimiento y esto puede ser abordado como un problema de *scheduling*. Se ha demostrado, que muchos problemas de *scheduling* pertenecen a la clase NP-hard [11] reflejando así la relevancia industrial de este tipo de problemas.

Por esta razón este problema se puede definir como [10]:

$$1|s_{jk}|C_{max}$$

Denota un problema de *scheduling* de máquina única con n tareas sujetas a tiempos de preparación dependientes de la secuencia. Donde las tareas a planificar son el servicio de mantenimiento (o intervención) en cada una de las locaciones petroleras. La función objetivo es minimizar el *makespan* (C_{max}) sujeto a los tiempos de preparación dependientes de la secuencia. El *makespan* puede calcularse como:

$$\sum_{k=1}^n s_{jk} + t_k$$

Donde existe un tiempo de traslado entre cada una de las locaciones al que se denomina s_{jk} , que representa el costo en tiempo de ir de la locación j a la locación k y t_k es el tiempo de mantenimiento en la locación k .

Para resolver el problema de planificación de recorrido de las locaciones petroleras, se utilizó un algoritmo evolutivo multirecombinativo [6], [5]. Para codificar adecuadamente las visitas a las locaciones petroleras que representan una posible solución, se utilizó una permutación $p = (p_1, p_2, \dots, p_n)$, donde cada una de ellas, es un cromosoma en el cual p_i representa la locación i que debe ser visitada

y n representa la cantidad de locaciones a visitar. El cromosoma establece el orden de la secuencia a seguir para visitar cada locación. El algoritmo buscará la mejor permutación posible, a fin de obtener la planificación óptima que satisfaga los objetivos.

Además de la obtención de la mejor planificación posible se analizaron distintas soluciones frente a replanificaciones con y sin restricciones:

- Caso 1 : Frente a la ocurrencia de una contingencia, que causa la interrupción de una planificación se llevaron a cabo las siguientes formas de replanificar las locaciones remanentes [3]:
 - Las locaciones que no se pudieron visitar son replanificadas al final de la planificación original.
 - Replanificar siguiendo el orden de la secuencia original restante.
 - Replanificar las locaciones restantes usando el algoritmo propuesto.
- Caso 2: Incorporar en la replanificación visitas obligatorias a ciertas locaciones en el próximo turno, las cuales no fueron visitadas aún, provocando esto un conjunto de restricciones [2].
- Caso 3: Se tiene en cuenta que existen locaciones que deben ser visitadas más de una vez lo cual implica incorporar restricciones. Para ello se definieron dos tipos de restricciones [1]:
 - Restricción dura: toda solución obtenida que no cumpla con este tipo de restricción es considerada no factible y por lo tanto debe ser reparada o eliminada. Para este caso, las locaciones que deben ser visitadas más de una vez no pueden ser planificadas en el mismo turno.
 - Restricción blanda: la solución es factible (es decir, cumple con la restricción dura) pero sin embargo no cumple con la diferencia de tiempo entre una visita y otra. Por ejemplo, la solución planifica las dos visitas a una locación en turnos diferentes, pero el tiempo transcurrido entre ambas visitas no es el establecido en la restricción (ocho horas).

4. DISCUSIÓN Y TRABAJO FUTURO

PAE es una aplicación que tiene como objetivo ser una herramienta eficaz que facilite la planificación dinámica del mantenimiento de locaciones petroleras. Del análisis y las comparaciones realizadas con los planes de mantenimiento ejecutados, PAE ofrece las siguientes ventajas comparativas:

- En cuanto a la calidad de las soluciones, PAE presenta planificaciones que mejoran el plan de mantenimiento producido por expertos, reduciendo el tiempo total de una planificación tipo, con la correspondiente reducción de costos. Sin embargo, este beneficio puede también analizarse desde otra perspectiva, ya que reduciendo el tiempo total de intervención se pueden por lo tanto realizar más cantidades de visitas en las locaciones en un determinado período. Con ello se logra disminuir la probabilidad de caída de la producción y por lo tanto maximizar la producción total.
- Los AEs son algoritmos estocásticos (no determinísticos) que producen múltiples soluciones en diferentes corridas independientes. A menudo una solución mejor (plan de mantenimiento) no puede ejecutarse por determinadas condiciones operativas, por lo tanto es necesario seleccionar otra que si bien puede no ser tan buena como la anterior es factible de ejecutarse.
- Otro aspecto, que suele ser muy importante es la flexibilidad de producción de planes de mantenimiento, ya que frecuentemente se producen cambios, incorporando o eliminando locaciones en la producción del yacimiento. Para ello PAE facilita un ambiente flexible que permite incorporar cambios en la planificación sin que ello represente la intervención de expertos.

- Por último, frente a la incorporación de restricciones en las visitas de mantenimiento, PAE no presenta degradación en la solución; generando planificaciones que satisfacen las restricciones y mantienen la calidad de los resultados [1], [2].

Los trabajos futuros están orientados en la incorporación de:

- Múltiples equipos: es posible que de la base petrolera pueda salir más de un equipo de mantenimiento y por este motivo el algoritmo debe realizar las planificaciones correspondientes a cada equipo disponible. Este tipo de característica puede representarse como un problema de máquinas idénticas en paralelo [10] donde existen m máquinas idénticas en paralelo y n tareas. Cada tarea requiere una única operación y puede procesarse en cualquiera de las m máquinas.
- Aprendizaje de contingencias en el mantenimiento: actualmente se cuenta con grandes volúmenes de datos en bases de datos que proveen información acerca de los resultados de mantenimientos realizados en las locaciones. Esta es una fuente de información para la optimización del proceso de mantenimiento y por lo tanto el descubrimiento de conocimiento implícito puede ser recuperado para aprender sobre contingencias del mantenimiento de las locaciones petroleras y luego ser incorporadas como mejoras al plan.

Además se está analizando la posibilidad de adaptar el algoritmo propuesto a un problema de logística de transporte.

5. AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de la Patagonia Austral por su apoyo al grupo de investigación y la cooperación.

REFERENCIAS

- [1] Villagra A., Montenegro C., de San Pedro M., Lasso M., and Pandolfi D. Planificación con restricciones del mantenimiento de locaciones petroleras. In *XII RPIC - Reunión de Trabajo en Procesamiento de la Información y Control*, 2007.
- [2] Villagra A., Montenegro C., de San Pedro M., Lasso M., and Pandolfi D. Restricciones en la replanificación del mantenimiento de locaciones petroleras. In *Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, 2007.
- [3] Villagra A., de San Pedro M.E., Lasso M., Montenegro C., and Pandolfi D. Evolutionary algorithm for the oil fields preventive maintenance scheduling. In *Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics*, Orlando, USA, July 2007.
- [4] Eiben A.E., van Kemenade C. H. M., and Kok J. N. Orgy in the computer: multi-parent reproduction in genetic algorithms. In *94*, page 10. Centrum voor Wiskunde en Informatica (CWI), 31 1995.
- [5] Pandolfi D., de San Pedro, Vilanova G., Villagra A., and Gallard R. Studs mating immigrants in evolutionary algorithms to solve the earliness-tardiness scheduling problem. *Cybernetics and Systems of Taylor and Francis Journal*, 33(4):391–400, June 2002.

- [6] Pandolfi D, Lasso M., de San Pedro M., Villagra A., and Gallard R. Knowledge insertion: an efficient approach to reduce search effort in evolutionary scheduling. *Journal of Computer Science and Technology*, 4(2):109–114, 2004.
- [7] Eiben A E., Raué P.-E., and Ruttkay Zs. Genetic algorithms with multi-parent recombination. In Yuval Davidor, Hans-Paul Schwefel, and Reinhard Männer, editors, *Parallel Problem Solving from Nature – PPSN III*, pages 78–87, Berlin, 1994. Springer.
- [8] Eiben A. E. and Back T. Empirical investigation of multiparent recombination operators in evolution strategies. *Evolutionary Computation*, 5(3):347–365, 1997.
- [9] Holland J. H. *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. Michigan Press, 1975.
- [10] Pinedo M. *Scheduling: Theory, Algorithms and System*. Prentice Hall, first edition edition, 1995.
- [11] Brucker P. *Scheduling Algorithms*. New York. Springer-Verlag, 3rd Edition, 2004.
- [12] Chang P., Hsieh J, and Wang Y. Genetic algorithm and case-based reasoning applied in production scheduling. *Knowledge Incorporation in Evolutionary Computation*, pages 215–236, 2005.
- [13] Jaskowski P. and Sobotka A. Multicriteria construction project scheduling method using evolutionary algorithm. *Operational Research an International Journal*, 6(3), 2006.
- [14] Esquivel S., Leiva A., and Gallard R. Couple fitness based selection with multiple crossover per couple in genetics algorithms. pages 78–87, Berlin, 1994. Springer.
- [15] Esquivel S., Leiva A., and Gallard R. Multiple crossover per couple in genetic algorithms. In *Fourth IEEE Conference on Evolutionary Computation*, pages 103–106, Indianapolis, USA, April 1997.
- [16] Esquivel S., Leiva A., and Gallard R. Multiple crossovers between multiple parents to improve search in evolutionary algorithms. In *Congress on Evolutionary Computation*, pages 1589–1594, Washington DC, 1999. IEEE.
- [17] Guo Y. and Lingle R. Solving the airline crew recovery problem by a genetic algorithm with local improvement. *Operational Research an International Journal*, 5(2), 2005.

Implementación de agentes BDI en JADEX

Marcelo Errecalde[†], Guillermo Aguirre[†], Federico Schlesinger

[†]Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Computacional (LIDIC)¹

Departamento de Informática

Universidad Nacional de San Luis

Ejército de los Andes 950 - Local 106

(D5700HHW) - San Luis - Argentina

Tel: (02652) 420823 / Fax: (02652) 430224

e-mail: {merreca, gaguirre}@unsl.edu.ar, fedest@gmail.com

Resumen

Este artículo describe, en forma resumida, parte de los trabajos de investigación y desarrollo que se están llevando a cabo en la línea “Agentes y Sistemas Multi-agente” del LIDIC. El objetivo de este trabajo es presentar las principales temáticas que están siendo abordadas actualmente en el área de modelos y arquitecturas de agentes cognitivos, para posibilitar un intercambio de experiencias con otros investigadores participantes del Workshop, que trabajen en líneas de investigación afines. Uno de los objetivos principales de esta línea, es el estudio y desarrollo de sistemas con agentes basados en el modelo BDI. Las arquitecturas (y modelos) BDI proponen a la trinidad **BDI (Beliefs, Desires e Intentions)** como los elementos claves del estado mental de un agente para tomar las decisiones acerca de cuándo y cómo actuar. Este tipo de enfoque ha demostrado una gran flexibilidad y efectividad en diversos problemas de gran complejidad del mundo real, lo que ha llevado a un creciente interés en la investigación de sus aspectos teóricos pero también de las plataformas que soportan el desarrollo de este tipo de agentes. En este, sentido, el objetivo general de este trabajo es realizar una breve descripción de las motivaciones y objetivos que perseguimos al implementar agentes BDI utilizando frameworks de agentes dedicados a tal fin. En particular, se propone el framework de distribución gratuita Jadex que ya ha sido utilizado en distintos problemas vinculados a la logística de hospitales en Alemania.

1. Introducción

Cada día es más frecuente la utilización de enfoques basados en *agentes inteligentes* [1, 2, 3] para abordar problemas de gran complejidad del mundo real. La principal fortaleza de este enfoque en estos casos reside en la capacidad de sus componentes (agentes) para exhibir un comportamiento *flexible*. La idea de flexibilidad en este contexto refiere a la capacidad de los agentes para:

- Percibir directamente un ambiente dinámico y reaccionar oportunamente a eventos y condiciones cambiantes (*reactividad*).
- Tomar la iniciativa cuando sea necesario e iniciar comportamientos dirigidos por un objetivo (*pro-actividad*).
- Interactuar y comunicarse, cuando es apropiado, con otros agentes artificiales o humanos (*so-ciabilidad*).

¹Las investigaciones realizadas en el LIDIC son financiadas por la Universidad Nacional de San Luis y por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.

Proveer con estas capacidades a un agente no es una tarea sencilla. De hecho, una de las áreas de investigación más activa en el ámbito de agentes ha sido la definición de *arquitecturas de agentes* que intentan dar una respuesta a este problema.

Existen arquitecturas que se han concentrado en el aspecto de la reactividad [4, 5, 6] y otras en cambio que han privilegiado los mecanismos de deliberación y planning necesarios para proveer un comportamiento pro-activo[7]. Sin embargo, existe actualmente un consenso generalizado en que cualquier arquitectura realista de agente, debería proveer un soporte adecuado para todas estas capacidades. Las arquitecturas híbridas [8, 9] y las basadas en comportamientos [10, 11] han intentado lograr un adecuado balance entre reactividad y pro-actividad. Sin embargo, las arquitecturas que mayor atención han recibido para este propósito son las denominadas *arquitecturas BDI* [12].

El modelo BDI, al igual que la teoría de decisión clásica y la teoría de decisión cualitativa son modelos de *razonamiento práctico*. Razonamiento práctico es el razonamiento dirigido a la *acción*. Se diferencia del *razonamiento teórico* en que este último está dirigido a las *creencias*. Concluir que “Sócrates es mortal” es razonamiento teórico, dado que solamente afecta mis creencias sobre el mundo. Decidir si tomar un tren o un colectivo es razonamiento práctico, ya que es razonamiento dirigido a la acción.

Podemos encuadrar filosóficamente al modelo BDI dentro de lo que se suele referenciar como *postura intencional*. Este enfoque plantea esencialmente que un agente debe ser conceptualizado y/o implementado usando conceptos y nociones o estados mentales usualmente asociados a los humanos, como por ejemplo creencias, deseos, intenciones, obligaciones, compromisos, etc. El filósofo Daniel Dennet, ya en 1987 utiliza el término *sistema intencional* para describir entidades “cuyo comportamiento puede predecirse atribuyéndole creencias, deseos y perspicacia racional”. Básicamente, las nociones intencionales son herramientas de abstracción, que proveen una manera conveniente de describir, explicar y predecir el comportamiento de sistemas complejos.

En el caso particular de las arquitecturas (y modelos) BDI se proponen a la trinidad **BDI (Beliefs, Desires e Intentions)** como los elementos claves del estado mental de un agente para tomar las decisiones acerca de cuándo y cómo actuar. A continuación describimos brevemente cada una de estas componentes:

- *Beliefs* (Creencias): Son sentencias que un agente toma como verdaderas (que a diferencia del *conocimiento* pueden ser falsas) acerca de propiedades de su mundo (y de sí mismo). Las creencias intentan capturar el *estado de información* (“informational state”) del agente.
- *Desires* (Deseos): Son acciones que un agente desea realizar o situaciones que prefiere y quiere lograr. Los deseos intentan capturar el *estado de motivación* (“motivational state”) del agente. Los *Deseos* se asemejan a los **objetivos (goals)**, pero los objetivos involucran cierto grado de compromiso del agente en su realización y que el conjunto de objetivos perseguidos sea consistente.
- *Intentions* (*Intenciones*): Acciones factibles, planes o situaciones deseadas que el agente ha seleccionado y se ha comprometido a realizar o lograr. Las intenciones intentan capturar el *estado deliberativo* (“deliberative state”) del agente.

El modelo BDI, puede dar una respuesta adecuada a los requerimientos que deberán enfrentar los sistemas de software en el futuro. En particular en [13] se reconoce que los ambientes complejos (dinámicos, inciertos, limitados en recursos y parcialmente observables) tienden a ser la norma y se requieren enfoques alternativos al desarrollo de software tradicional. En este tipo de problemas, el aporte de cada una de las componentes del modelo BDI se torna evidente:

- **Beliefs**: el mundo cambia y por consiguiente debo recordar eventos pasados. La percepción es incompleta por lo que debo recordar lo que no percibo actualmente. Además el sistema es acotado en recursos computacionales por lo que no conviene recomputar toda la información relevante a partir de la entrada perceptual.

- **Desires (y Goals):** el software tradicional (orientado a tareas) no tiene ningún registro de cual es el motivo por el cual está siendo ejecutado. Cuando el estado motivacional es explícitamente representado, el sistema puede recuperarse automáticamente ante las fallas. Puede además, aprovechar oportunidades que surgen dinámicamente.
- **Intentions:** el agente necesita reconsiderar los planes que ha adoptado y está ejecutando en el contexto de un mundo cambiante. Esta posibilidad de razonar sobre los planes adoptados para atender a necesidades más urgentes o determinar que una intención ha perdido razón de ser, no está disponible en el software tradicional donde no se reconsidera nunca.

Más allá de los fundamentos filosóficos [14] y formales [15] del modelo BDI, su efectividad en problemas concretos de gran complejidad ha quedado demostrada en los últimos años. Algunas de las aplicaciones más conocidas son:

- Sistema de control de tráfico aéreo OASIS (aeropuerto de Sydney)
- Simulador para la fuerza aérea australiana (SWARMM)
- Sistema de propulsión de una nave espacial de la NASA (RCS)
- Sistema administrador de procesos de negocios (SPOC)
- Sistema para el diagnóstico, control y monitoreo de una red de telecomunicaciones de Telecom Australia (IRTNMS)

Sin embargo, a pesar de la relevancia de las arquitecturas BDI para el desarrollo de software para dominios complejos, se podría decir que en nuestro país es un área prácticamente inexplorada tanto en el sector industrial como universitario. Si bien se han realizado algunos trabajos teóricos de agentes BDI abordados con enfoques argumentativos [16], hasta donde sabemos, no existen trabajos concretos con plataformas y herramientas específicos para el desarrollo de este tipo de agentes. En este contexto, dentro de nuestro grupo de trabajo nos proponemos hacer una experiencia de desarrollo de agentes BDI utilizando la plataforma JADDEX.

2. Antecedentes

Las arquitecturas BDI comienzan a recibir una atención creciente a partir de la aplicación de las ideas del filósofo Bratman en la arquitectura *IRMA* (Intelligent Resource-bounded Machine)[12]. En esencia, Bratman argumenta que un agente racional tenderá a enfocar su razonamiento práctico sobre las intenciones que ya ha adoptado y tenderá a “bypasar” aquellas opciones que entran en conflicto con estas intenciones. La característica distintiva de la propuesta de Bratman es el énfasis en el **rol de las intenciones** para ayudar a enfocar los procesos de deliberación y el razonamiento medios-fines (planning).

Más allá del impacto que tuvieron las ideas planteadas en *IRMA*, se la puede considerar todavía una arquitectura abstracta donde existen distintas componentes cuya implementación no está totalmente especificada. En este sentido, el primer sistema de uso industrial basado en el modelo BDI es el *Sistema de Razonamiento Procedural (PRS)* [17], el cual contaba con estructuras de datos explícitas que correspondían a los estados mentales BDI.

A partir del suceso del sistema PRS en varios problemas de envergadura, surgieron distintas variantes de PRS que en muchos casos fueron simples reimplementaciones en otros lenguajes, o bien extensiones para cubrir aspectos no considerados en el sistema original. Así, comienza un período donde se implementan y difunden distintas plataformas para el desarrollo de agentes BDI, algunos

de índole académico y otras pensadas para el uso industrial. Entre las más conocidas podemos citar a JAM [18], Jack [19], AgentSpeak(L) [20], dMars [21, 22] y Jadex [23].

De todas estas plataformas, la más relevante para nuestro trabajo es la plataforma Jadex. Jadex es una extensión al poderoso “middleware” de agentes Jade [24]. Al igual que otros “middleware” de agentes, Jade provee funcionalidades genéricas para facilitar el desarrollo de agentes, que incluyen la administración de agentes, servicios de directorio y distribución de mensajes confiable entre los agentes. Todas estas facilidades están implementadas siguiendo el modelo de referencia de FIPA ². Como antecedentes más cercanos en el uso de Jade podemos mencionar distintos trabajos finales y trabajos de investigación desarrollados en el LIDIC de la Universidad Nacional de San Luis [25, 26, 27].

Jadex surge en el contexto del proyecto MedPage (“Medical Path Agents”), donde se plantea la necesidad de contar con una plataforma de agentes que soporte comunicación conforme a los requerimientos de FIPA y además provea una arquitectura de agente de alto nivel del tipo BDI. El proyecto MedPage es parte del siguiente programa de investigación prioritario de Alemania: “1013 *Intelligent Agents in Real World Business Applications*. Surge a partir de la cooperación del departamento de administración de negocios de la Universidad de Mannheim y el departamento de ciencias de la computación de la Universidad de Hamburgo, en un trabajo conjunto para investigar las ventajas de usar tecnología de agentes en el contexto de la logística de los hospitales [28]. El proyecto Jadex comenzó en Diciembre de 2002 para proveer el sustento técnico a los prototipos de software de MedPage desarrollados en Hamburgo.

3. Objetivos

El objetivo general de nuestro trabajo es realizar una primera aproximación al problema de implementar agentes BDI utilizando frameworks de agentes dedicados a tal fin. En particular, se utilizará el framework de distribución gratuita Jadex que ya ha sido utilizado en distintos problemas vinculados a la logística de hospitales en Alemania. En este contexto, un objetivo parcial a cumplir será el estudio y análisis de otros frameworks para el desarrollo de agentes BDI, a los fines de individualizar las similitudes y diferencias de los mismos con Jadex. También se experimentará con los ejemplos introductorios provistos con Jadex para adquirir experiencia en las herramientas para el desarrollo, visualización y depuración de aplicaciones BDI que provee este framework.

En base al trabajo de investigación y experimentación previo, se propondrá un problema donde claramente se visualice la potencialidad y flexibilidad del enfoque BDI. Este problema involucrará la ejecución de comportamientos dirigidos por el objetivo que con frecuencia deberán ser reconsiderados debido a la ocurrencia inesperada de eventos (por ejemplo generada desde dispositivos móviles) que pueden requerir de un tratamiento urgente. Todas estas componentes, al igual que las capacidades de meta-razonamiento para la reconsideración de intenciones serán implementadas en Jadex.

Referencias

- [1] Michael Wooldridge. *An Introduction to MultiAgent Systems*. John Wiley & Sons, Chichester, England, 2002.
- [2] Gerhard Weiss, editor. *Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence*. The MIT Press, 1999.
- [3] Jacques Ferber. *Multi-Agent Systems - An Introduction to Distributed Artificial Intelligence*. Addison-Wesley, 1999.
- [4] Rodney A. Brooks. A robust layered control system for a mobile robot. *IEEE Journal of Robotics and Automation*, 1986.
- [5] R. C. Arkin. *Behaviour-Based Robotics*. The MIT Press, 1998.

²Foundation for Intelligent Physical Agents. <http://www.fipa.org/>

- [6] R. C. Arkin. Integrating behavioral, perceptual and world knowledge in reactive navigation. *Robotics and Autonomous Systems*, 1990.
- [7] M. E. Pollack. Planning technology for intelligent cognitive orthotics. In *Proceedings of 6th International Conference on AI Planning and Scheduling*, 2002.
- [8] E. Gat. On three-layer architectures. In *Artificial Intelligence and Mobile Robots*, 1998.
- [9] E. Gat. Integrating planning and reacting in a heterogeneous asynchronous architecture for mobile robots. *SIGART Bulletin*, 1991.
- [10] Julio K. Rosenblatt. DAMN: A distributed architecture for mobile navigation. In *Proc. AAAI Spring Symposium on Lessons Learned from Implemented Software Architectures for Physical Agents*. AAAI Press, 1995.
- [11] Paolo Pirjanian. *Multiple Objective Action Selection and Behaviour Fusion using Voting*. PhD thesis, Department of Medical Informatics and Image Analysis, Institute of Electronic Systems, Aalborg University, Denmark, August 1998.
- [12] M. E. Bratman, D. J. Israel, and M. E. Pollack. Plans and resource-bounded practical reasoning. *Computational Intelligence*, 4:349–355, 1988.
- [13] Mike Georgeff, Barney Pell, Martha Pollack, Milind Tambe, and Mike Wooldridge. The belief-desire-intention model of agency. In Jörg Müller, Munindar P. Singh, and Anand S. Rao, editors, *Proceedings of the 5th International Workshop on Intelligent Agents V : Agent Theories, Architectures, and Languages (ATAL-98)*, volume 1555, pages 1–10. Springer-Verlag: Heidelberg, Germany, 1999.
- [14] Michael E. Bratman. *Intention, Plans, and Practical Reason*. CSLI Publications, 1999.
- [15] Klaus Schild. On the relationship between bdi logics and standard logics of concurrency. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 3(3):259–283, 2000.
- [16] Sonia Rueda, Alejandro J. García, and Guillermo R. Simari. Argument-based negotiation among BDI agents. *Journal of Computer Science and Technology*, 2(7):1–8, October 2002.
- [17] M. P. Georgeff and A. L. Lansky. Reactive reasoning and planning. In *Proceedings of the Sixth National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-87)*, pages 677–682, 1987.
- [18] Marcus J. Huber. Jam: a bdi-theoretic mobile agent architecture. In *AGENTS '99: Proceedings of the third annual conference on Autonomous Agents*, pages 236–243, New York, NY, USA, 1999. ACM.
- [19] Nick Howden, Ralph Rönquist, Andrew Hodgson, and Andrew Lucas. Jack intelligent agents summary of an agent infrastructure. In *Proceedings of the Fifth International Conference on Autonomous Agents*, 2001.
- [20] Anand S. Rao. AgentSpeak(L): BDI agents speak out in a logical computable language. In Rudy van Hoe, editor, *Seventh European Workshop on Modelling Autonomous Agents in a Multi-Agent World*, Eindhoven, The Netherlands, 1996.
- [21] Mark d'Inverno, David Kinny, Michael Luck, and Michael Wooldridge. A formal specification of dmars. In Munindar P. Singh, Anand S. Rao, and Michael Wooldridge, editors, *ATAL*, volume 1365 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 155–176. Springer, 1997.
- [22] Mark D'Inverno, Michael Luck, Michael Georgeff, David Kinny, and Michael Wooldridge. The dMARS architecture: A specification of the distributed multi-agent reasoning system. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 9:5–53, 2004.
- [23] Alexander Pokahr, Lars Braubach, and Winfried Lamersdorf. Jadex: Implementing a bdi infrastructure for jade agents. *EXP In Search of Innovation (Special Issue on JADE)*, 3(3):76–85, 2003. Telecom Italia Lab.
- [24] Fabio Bellifemine, Agostino Poggi, and Giovanni Rimassa. Jade a fipa compliant agent framework. In *In Proceedings of PAAM99*, pages 97–108, 1999.
- [25] Fernando González. Análisis teórico – práctico del desarrollo de un sistema multiagente. Trabajo Final de Licenciatura en Ciencias de la Computación (UNSL), 2003.
- [26] Cristina Sáez. SMALL: Sistema multiagente para la administración de links en una lan. Trabajo Final de Licenciatura en Ciencias de la Computación (UNSL), 2003.
- [27] Errecalde M., G. Aguirre, and F Gonzalez. Agentes y mecanismos de votación. In *Anales del 10mo Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, pages 1474–1485. Universidad Nacional de La Matanza, 2004.
- [28] T. O. Paulussen, N. R. Jennings, K. S. Decker, and A. Heinzl. Distributed patient scheduling in hospitals. In *Proceedings of the Eighteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-03)*, 2003.

Bluebot: Una Propuesta Accesible de Robótica Móvil para Propósitos Didácticos

Jorge Dignani^{1, 3} Rodrigo René Cura¹ Ricardo Coppo²
Renato Mazzanti^{1, 3} Fernando Tidona¹ Francisco Paez¹
Claudio Delrieux⁴

¹ Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco - Sede Puerto Madryn

² Departamento de Ing. Eléctrica y Computadoras - Universidad Nacional del Sur
³ CENPAT - CONICET

⁴ (Autor para correspondencia) Departamento de Ing. Eléctrica y Computadoras - Universidad Nacional del Sur - claudio@acm.org - Parcialmente financiado por la SECyT-UNS

1. Objetivos del Proyecto

La robótica es un tema de importancia central para el desarrollo científico y tecnológico, y sus aplicaciones industriales son innumerables. Por otra parte, el uso de robots como medio didáctico es una alternativa significativa como motivación para materias introductorias y avanzadas en carreras de Informática e Ingeniería Electrónica, y sirve como eje de integración horizontal y vertical de contenidos curriculares.

La robótica móvil es uno de los campos de investigación que mayor auge está teniendo como investigación aplicada. Dentro de este campo consideramos específicamente a los robots móviles teleoperados, que son aquellos cuyos movimientos son comandados a distancia. Estos robots, de uso industrial y militar son usados para ejecutar tareas peligrosas o para acceder a lugares de difícil acceso para los seres humanos (desactivación de bombas, exploraciones submarinas, el interior de centrales nucleares, etc.) Son plataformas de alto costo, imposibles de ser consideradas para una aplicación didáctica.

Este proyecto consiste en el desarrollo de un robot didáctico **bluebot**, con tecnología sencilla y al alcance de las capacidades de una escuela, centro educativo o universidad de recursos limitados. El proyecto incluye la construcción de un robot (hardware) y del soporte informático (software) que permita su manejo por usuarios sin experiencia o formación específica. Mediante técnicas de enseñanza experimental el alumno inicial aprende nociones formales de algoritmo, secuencia y ejecución de autómatas. Para el alumno avanzado de ingeniería y de las carreras de informática el robot proporciona la posibilidad de experimentar en forma práctica con conceptos avanzados como las vistas en las materias de informática teórica y de control automático.

El robot se telecomanda desde una computadora personal y en un futuro se incorporará un sistema de sensado de posición y de velocidad basado en la captura de imágenes provenientes de una cámara digital de bajo costo (tipo webcam). El alumno proporciona instrucciones en

un lenguaje que inicialmente se ha diseñado de bajo nivel aunque se contempla el desarrollo de una gramática libre de contexto de alto nivel en desarrollos futuros.

Uno de los principales objetivos de este proyecto es formar desarrolladores con la capacidad y experiencia para poder definir nuevos sistemas, productos y mercados que utilicen esta tecnología. Existe en el país un gran potencial para desarrollos en robótica, tanto en el contexto industrial como en aplicaciones para la gestión del medio ambiente, por lo que se espera un alto grado de transferencia tecnológica como producto colateral de la formación que puede darse a través de estas experiencias teóricas y prácticas.

Un proyecto de estas características, dado el atractivo social que genera el uso de la tecnología y el muy bajo costo de la misma, es ideal para ser promocionado en colegios y otras instituciones educativas, para fomentar el interés en los estudios universitarios. Ello conseguirá atraer más y mejores alumnos a las carreras técnicas de la universidad patrocinadora, actuando sobre una de las posibles razones por la merma de inscripción registrado en los recientes años.

Por otra parte, el uso de esta tecnología como herramienta de estudio en las materias de las carreras de informática permitirá motivar a los alumnos de las mismas para participar en las asignaturas y así disminuir el índice de deserción, minimizar el tiempo de finalizado de la carrera, y extender las experiencias más allá de lo meramente formal.

El desarrollo es lo suficientemente genérico como para que puedan participar alumnos de diferentes carreras, y diferentes niveles dentro de las mismas, favoreciendo la aplicación de los contenidos de cada materia en la solución de problemas concretos. Esto permite abordar un tema de gran importancia para la formación profesional, como es la integración curricular horizontal y vertical de los contenidos de varias asignaturas, lo cual hace posible que los alumnos comprendan el alcance y utilidad de los diferentes bloques curriculares y mejoren conceptualmente su articulación.

2. Descripción del Hardware

El hardware del sistema completo está compuesto por un vehículo telecomandado, el cual se comunica por enlace radial con un módulo transmisor conectado a la PC. Todos los elementos del hardware, así como los requisitos de software, se caracterizan por ser productos estandar, de bajo costo, y confiabilidad probada.

El robot en sí mismo es un vehículo telecomandado constituido por una plataforma con dos ruedas de tracción delanteras de movimiento independiente, y una rueda trasera de eje giratorio, en una configuración similar a la empleada por un triciclo, pero con rueda giratoria trasera de eje libre. Cada rueda de tracción está fijada directamente al eje de un servomotor de aeromodelismo, el cual fue modificado de servo de posición a servo de velocidad por medio de cambios electrónicos y mecánicos (ver Fig. 1(a)).

Cada motor puede ser comandado independientemente por medio del enlace radial, que codifica desde un *driver* por software la velocidad y dirección de cada uno de los servos. El control lo proporciona un microcontrolador de la familia PIC y un módulo receptor de datos en la banda UHF (Ultra High Frequency) que recibe los comandos transmitidos del sistema de computación personal. El enlace trabaja por modulación OOK y codificación Manchester de

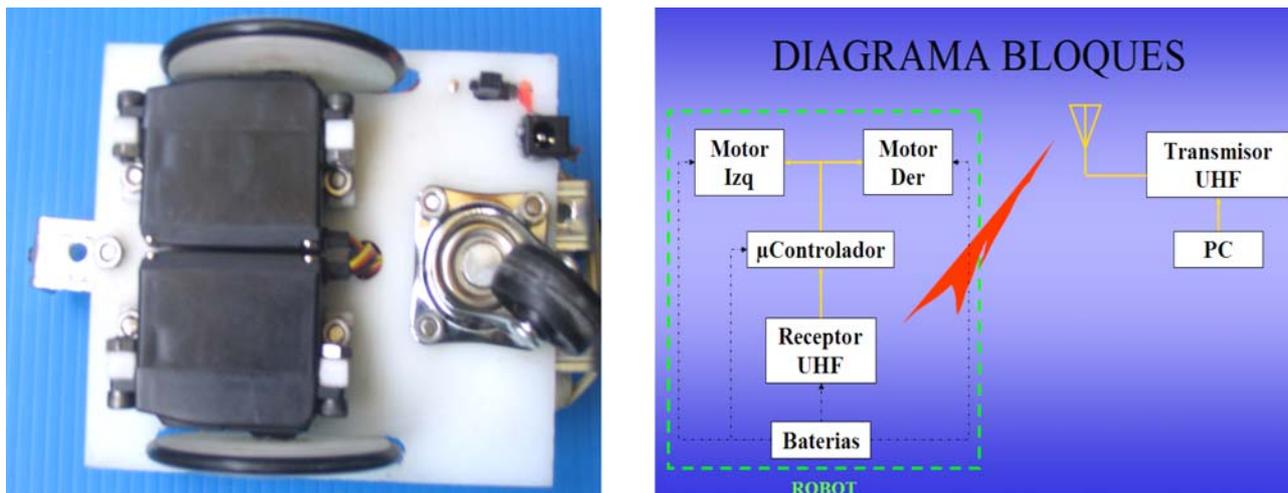


Figura 1: (a) Vista inferior del BlueBot mostrando los servomotores y la rueda trasera de eje giratorio libre, y (b) diagrama en bloques del sistema completo, incluyendo el enlace radial BlueBot-PC.

8 bits. El módulo transmisor se conecta a la PC a través de un puerto USB convencional. El diagrama en bloques del enlace robot-PC se muestra en la Fig. 1(b).

3. Descripción del Software

Para la implementación de un sistema de software de desarrollo para el control del robot se decidió emplear el patrón de diseño típicamente utilizado en los lenguajes de programación basados en un seudoprocador o intérprete. El seudoprocador es responsable de la emisión de los comandos específicos requeridos para el robot mientras que presenta un nivel de abstracción aceptable para simplificar su uso por parte del usuario final.

En esta etapa del proyecto el intérprete adopta una arquitectura de máquina de una sola dirección (es decir que todas las operaciones se realizan con la asistencia de un acumulador implícito) y presenta direccionamiento inmediato y directo. Además, como registros de uso interno y auxiliares, posee un puntero de stack, y varios registros que almacenan la posición y estado del robot.

El conjunto de instrucciones incluye operaciones simples de suma, resta, multiplicación y división, algunas operaciones de bifurcación y comandos específicos para el control del robot (rotar, avanzar, detenerse, etc., ver Tabla 1). También se incluyeron metacomandos requeridos para controlar el mecanismo de compilación y ejecución del intérprete.

FWD	Avanzar x unidades de distancia en la dirección actual
BCK	Retroceder x unidades
ROR	Rotar a la derecha x grados
ROL	Rotar a la izquierda x grados
SPD	Fijar la velocidad de avance 1..4

Tabla 1: Instrucciones específicas del robot.

En la Fig. 2(a) se muestra un programa ejemplo para que el robot realice un movimiento en forma de cuadrado a partir de una posición inicial. En la Fig. 2(b) se muestra la estructura

```

BEGIN

SPD 1 ; Velocidad motores = 1

; Instrucciones simples
; para realizar un cuadrado

FWD 4 ; Avanzar 4
ROR 90 ; Giro derecha 90 grados
FWD 4 ; Avanzar 4
ROR 90 ; Giro derecha 90 grados
FWD 4 ; Avanzar 4
ROR 90 ; Giro
FWD 4 ; Avanzar 4
ROR 90 ; Girar

STOP ; Detener el movimiento
END ; Fin del programa

```

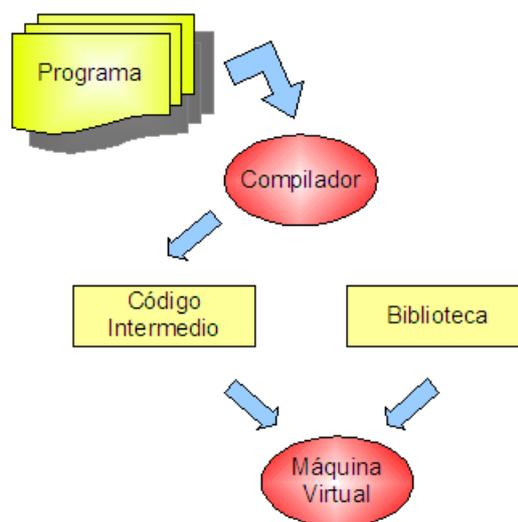


Figura 2: (a) Programa ejemplo, y (b) Compilador y máquina virtual.

del compilador sobre una máquina virtual, que oculta los detalles menores requeridos por el hardware en cada operación. Cada instrucción implica una serie de comandos de activación y desactivación de los servos por determinado tiempo y a determinada velocidad, detalles que son irrelevantes para representar los movimientos con el nivel de abstracción adecuado.

4. Trabajo Futuro

Entre los trabajos que están actualmente en curso o serán iniciados a futuro podemos considerar los siguientes:

- Desarrollo de una segunda capa de software.** El objetivo de esta capa es poder dotar de abstracción y flexibilidad a la programación del robot. Uno de los elementos clave para ello es poder integrar dinámicamente (en tiempo de ejecución) varios comandos de la primera capa en una única instrucción, así como la asignación de diferentes parámetros a una misma secuencia. Para ello será necesario diseñar un ambiente de programación con la capacidad de definir nuevas instrucciones por composición, y comandar su eventual ejecución.
- Integración de una cámara web dentro del sistema de control.** Para esta meta serán utilizadas las técnicas usuales del procesamiento digital de imágenes. En principio, para facilitar la segmentación del robot y los obstáculos dentro del área de trabajo, se planea utilizar diferentes colores para cada objeto. Esto permitirá determinar la posición, orientación y velocidad del robot, así como la ubicación relativa de los obstáculos dentro del área.

- **Desarrollo de una tercera capa de software.** Esta meta propone realimentar la posición del robot y los obstáculos con las instrucciones de la segunda capa de software, permitiendo el desarrollo de un nuevo nivel de abstracción. Este nivel permitirá la formulación de instrucciones que hacen uso específico de los parámetros de posición, orientación y velocidad.
- **Desarrollar ejemplos de aplicación inteligentes.** Este tipo de problemática se estudia en la inteligencia artificial. Específicamente el problema de coordinar secuencias de tareas para lograr el cumplimiento de un objetivo se conoce como planning, y su aplicación a la robótica y a la solución de problemas cinemáticos está bien documentada.
- **Ensamblar varios robots.** Esta etapa solo requiere implementar copias del prototipo para realizar experiencias que posibiliten el análisis de las técnicas de construcción de programas distribuidos como así también de aplicaciones colaborativas en tiempo real.

5. Bibliografía

Fu, González and Lee (1999). Robotics. Mc Graw Hill.

John C. Craig (2002). Introduction to robotics. Addison-Wesley.

John Barrow, Linda Miller, Katherine Malan, and Helene Gelderblom (2005).
Introducing Delphi Programming: Theory through Practice.

Leland L. Beck (1996). System Software: An Introduction to Systems Programming (3rd Edition).

Rafael González and Richard Woods (2002). Digital Image Processing (2nd. ed.). Addison-Wesley

John Russ (1999). The Image Processing Handbook (3rd. Ed.). CRC Press & IEEE Press, Boca Ratón, FL.

Len Bass, Paul Clements, and Rick Kazman (2003). Software Architecture in Practice (2nd Edition) (The SEI Series in Software Engineering).

Stuart Russell and Peter Norvig (1999). Artificial Intelligence, a modern approach (2nd. ed.). Prentice-Hall.

Ivan Bratko (2002). Prolog Programming for Artificial Intelligence.

Phillip C-Y Sheu and Q. Xue (1991). Intelligent Robotic Planning Systems (Series in Robotics and Automated Systems, Vol 3).

Boehm, B.W. (1988). A spiral model for software development and enhancement, IEEE Computer, 21(5), 61-72.

Pfleeger, S.L. (2002). Ingeniería de software, teoría y práctica, Pearson Education S.A.

Martinsanz, G.P, García, J.M (2002). Visión por computador, imágenes digitales y aplicaciones, Editorial Alfaomega, Ra-Ma.

Wainer, G.A. (1997). Sistemas de Tiempo Real, Conceptos y Aplicaciones, Nueva Librería.

Schalkoff, R.J. (1989). Digital Image Processing and Computer Vision, John Wiley & Sons.

Expresividad de la Programación en Lógica Rebatible*

Laura A. Cecchi***
lcecchi@uncoma.edu.ar

Pablo Fillottrani**
prf@cs.uns.edu.ar

Guillermo Simari**
grs@cs.uns.edu.ar

***Depto. de Ciencias de la Computación - Fa.E.A. **Depto. de Ciencias e Ing. de la Computación

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SUR

Buenos Aires 1400

Av. Alem 1253

(8300)Neuquén - Argentina

(8000) Bahía Blanca - Argentina

Resumen

En el marco del Proyecto de Investigación “Técnicas de Inteligencia Computacional para el diseño e implementación de Sistemas Multiagentes”, de la Universidad Nacional del Comahue, se ha abierto una línea de investigación que da continuidad al desarrollo de la semántica \mathcal{GS} , y que tiene como objetivo estudiar la Complejidad Computacional y Descriptiva de la Programación en Lógica Rebatible a través de la semántica declarativa definida.

El propósito de este trabajo es presentar los resultados alcanzados en esta línea de investigación, los desarrollos en progreso y los trabajos a futuro.

PALABRAS CLAVES: Sistemas Argumentativos, Razonamiento Rebatible, Programación en Lógica, Semántica basada en juegos, Complejidad Computacional, Complejidad Descriptiva

1. Introducción

La Complejidad Descriptiva [13] relaciona los lenguajes con las clases de Complejidad Computacional. Así determina el lenguaje adecuado que permite expresar exactamente aquellas propiedades que pueden ser chequeadas en una clase de Complejidad Computacional.

Este campo de la Complejidad Computacional tuvo su génesis en 1974 cuando Ron Fagin[11] mostró que existe una conexión entre la clase de complejidad **NP**, aquellos problemas computables en tiempo polinomial no determinístico, y la lógica:

Un problema está en **NP** si y sólo si puede ser expresado como una sentencia existencial de segundo orden.[11]

*Este trabajo está parcialmente financiado por la Universidad Nacional del Comahue (Proyecto de Investigación “Técnicas de Inteligencia Computacional para el diseño e implementación de Sistemas Multiagentes”(04/E062)) y por la Secretaría General de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional del Sur.

Este resultado permite relacionar a la Complejidad Computacional de un problema con la riqueza necesaria en un lenguaje para especificar dicho problema.

Una medida de mucho interés, particularmente en el área de Bases de Datos, es aquella que evalúa la dificultad de describir consultas. La Complejidad Descriptiva da una caracterización precisa de cuáles conceptos son definibles como consultas en un sistema. Existe una relación muy estrecha entre la Programación en Lógica (P.L.) y el área de Bases de Datos, lo que motiva el deseo de capturar la expresividad de los lenguajes de P.L. en función del tipo de consultas que podemos realizar.

La Programación en Lógica Rebatible (P.L.R.) [12] es una extensión de la P.L. cuya teoría de prueba está basada en el análisis dialéctico de argumentos a favor y en contra de un argumento inicial. La semántica declarativa \mathcal{GS} [6] definida a partir de las semánticas de interacción basadas en juegos [1, 16] caracteriza a dicha teoría de prueba en forma sensata y completa.

En el marco del Proyecto de Investigación “Técnicas de Inteligencia Computacional para el diseño e implementación de Sistemas Multiagentes”, de la Universidad Nacional del Comahue, se ha abierto una línea de investigación que da continuidad al desarrollo de la semántica \mathcal{GS} y que tiene como objetivo estudiar la Complejidad Computacional y Descriptiva de la P.L.R. a través de la semántica declarativa definida. La motivación principal de este estudio es el interés despertado en los últimos años por los sistemas argumentativos como herramienta para el desarrollo de diversas aplicaciones [7, 8, 2, 9] y su posible expansión a otros campos de aplicación. El propósito de este trabajo es presentar la línea de investigación, los resultados alcanzados y los trabajos a futuro.

2. Resultados Alcanzados

En una primer etapa de la investigación se estudió la Complejidad Computacional del sistema a través de la semántica basada en juegos \mathcal{GS} . En este sentido se definieron dos problemas de decisión que se consideraron relevantes [4]:

- GAMESAT: Decidir si existe un juego para un literal α ganado por el proponente en el contexto de un programa lógico rebatible.
- NOWINGAME: Decidir si no existe ningún juego para el literal α ni para el complemento de dicho literal que sea ganado por el proponente en el contexto de un programa lógico rebatible.

Como paso intermedio, se analizaron subproblemas [4] como *determinar si un conjunto de reglas es un argumento para un literal y la existencia de un argumento para un literal*, entre otros.

En una segunda etapa, se comenzó la comparación con otros sistemas lo que llevó a definir nuevos subproblemas que aún están en estudio como *la no existencia de un contraargumento*.

En paralelo, se extendieron conceptos definidos en los trabajos [10, 15] para bases de datos a la P.L.R.. Se estudiaron [5] en el contexto de la P.L.R. a la complejidad de los datos (Data Complexity), la de los programas (Program Complexity) y la combinada (Combined Complexity). Estos conceptos evalúan la complejidad de aplicar una consulta a una base de datos considerando como variables de entrada a alguno de los dos parámetros o a ambos. Los resultados obtenidos en cuanto a complejidad computacional bajo los enfoques *Data complexity* y *Combined complexity* pueden encontrarse en [4, 5].

Como consecuencia de la investigación realizada sobre Data Complexity se determinaron límites inferiores de la Complejidad Descriptiva de la P.L.R.. Ya que nuestros resultados están parametrizados, hemos establecido una cota inferior en $\mathbf{NP} = \Sigma_1^1$, que coincide con la clase de propiedades de las estructuras expresables en lógica de segundo orden existencial [11].

3. Conclusiones y Trabajo Futuro

En este trabajo se ha presentado la línea de investigación que estudia la Complejidad Computacional y Descriptiva de la P.L.R.. Se detallaron los resultados alcanzados especificando en cada caso el trabajo donde ha sido publicado.

Ya que la P.L.R. no asume como entrada al conjunto de argumentos los primeros resultados que han sido establecidos están relacionados con los argumentos, los movimientos del juego. Los resultados obtenidos contrastan fuertemente con muchos de los sistemas argumentativos existentes, ya que estos tienen como lógica subyacente a la Lógica Proposicional.

Actualmente, estamos estudiando la expresividad del lenguaje de la P.L.R. teniendo en cuenta la cota inferior hallada.

Entre nuestros trabajos futuros se encuentran estudiar si los resultados obtenidos sobre Data Complexity pueden ser extendido a otros sistemas argumentativos [3, 14] cuya representación sea similar a la de la Programación en Lógica y cuya teoría de prueba sea análoga.

Referencias

- [1] Abramsky, Samson: *Semantics of Interaction: an Introduction to Games Semantics*. En A.Pitts y P. Dibyer (editores): *Semantics and Logic Computation*. Cambridge, 1997.
- [2] Bassiliades, N., G. Antoniou y I. Vlahavas: *A defeasible logic reasoner for the semantic web*. En *Proc. of the Workshop on Rules and Rule Markup Languages for the Semantic Web*, páginas 49–64, 2004.
- [3] Caminada, Martin y Leila Amgoud: *On the evaluation of argumentation formalisms*. *Artif. Intell.*, 171(5-6):286–310, 2007, ISSN 0004-3702.
- [4] Cecchi, Laura A., Pablo R. Fillottrani y Guillermo R. Simari: *An Analysis of the Computational Complexity of DeLP through Game Semantics*. En *XI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, páginas 1170–1181, Argentina, Octubre 2005. Universidad Nacional de Entre Ríos.
- [5] Cecchi, Laura A., Pablo R. Fillottrani y Guillermo R. Simari: *On the complexity of DeLP through game semantics*. En Dix, J. y A. Hunter (editores): *XI International Workshops on Nonmonotonic Reasoning*, páginas 386–394, Clausthal University, 2006.
- [6] Cecchi, Laura A. y Guillermo R. Simari: *Sobre la relación entre la Semántica GS y el Razonamiento Rebatible*. En *X CACiC - Universidad Nacional de La Matanza*, páginas 1883–1894, San Justo - Pcia. de Buenos Aires, 2004.
- [7] Chesñevar, C. y A. Maguitman: *An Argumentative Approach to Assessing Natural Language Usage based on the Web Corpus*. En *Proc. of the European Conference on Artificial Intelligence (ECAI) 2004*, páginas 581–585, Valencia, Spain, August 2004.
- [8] Chesñevar, C. y A. Maguitman: *ARGUENET: An Argument-Based Recommender System for Solving Web Search Queries*. En *Proc. of the 2nd IEEE Intl. IS-2004 Conference*, páginas 282–287, Varna, Bulgaria, June 2004.
- [9] Chesñevar, Carlos I. y Ana G. Maguitman: *Combining Argumentation and Web Search Technology: Towards a Qualitative Approach for Ranking Results*. *Intl. Journal of Advanced Computational Intelligence & Intelligent Informatics*, 9(1):53–60, 2005.

- [10] Dantsin, Evgeny, Thomas Eiter, Georg Gottlob y Andrei Voronkov: *Complexity and expressive power of logic programming*. ACM Computing Surveys (CSUR), 33(3):374 – 425, September 2001, ISSN 0360-0300.
- [11] Fagin, Ron: *Generalized first-order spectra and polynomial-time recognizable sets*. En Karp, R. (editor): *Complexity of Computation. SIAM-AMS Proceedings*, volumen 7, páginas 43–73, 1974.
- [12] García, Alejandro J. y Guillermo R. Simari: *Defeasible Logic Programming: An Argumentative Approach*. Theory and Practice of Logic Programming, 4(1):95–138, 2004.
- [13] Immerman, Neil: *Descriptive Complexity*. Springer-Verlag, New York, 1999, ISBN 0-387-98600-6.
- [14] Prakken, Henry: *Relating protocols for dynamic dispute with logics for defeasible argumentation*. Synthese. Special issue on New Perspectives in Dialogical Logics, 127:187–219, 2001.
- [15] Vardi, Moshe Y.: *The complexity of relational query languages*. En *Proceedings of the Fourteenth Annual ACM Symposium on Theory of Computing, STOC82*, páginas 137–146, New York, NY, USA, May 1982. ACM Press.
- [16] Wegner, Peter: *Interactive Foundations of Computing*. Theoretical Computer Science, Feb 1998.

Redes Neuronales Artificiales aplicadas a Ciencias Sociales

Ing. Juan C. Vázquez¹, Sr. Julio Castillo¹, Dra. María del C. Rojas², Ing. Marcelo Marciszack¹
jvazquez@acm.org, jotacastillo@gmail.com, rojas_herrera@arnet.com.ar, marciszack@gmail.com

¹ Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Córdoba – Dpto. Ing. en Sistemas de Información
Maestro Marcelo López y Cruz Roja Argentina, Ciudad Universitaria, 5016, Córdoba, Argentina.

² Instituto de Investigaciones Geohistóricas (IIGHI-CONICET)
Av. Castelli 930, Resistencia, 3500, Chaco, Argentina.

Resumen: Como modelo computacional que implementa la metodología de estimación del riesgo para la salud de la vivienda urbana desde el enfoque de la vulnerabilidad social, propuesta por el IIGHI-CONICET, el software desarrollado de redes neuronales artificiales emula una red conceptual de relación de factores sociales, económicos y demográficos que no ajusta a los modelos clásicos. Los demógrafos del IIGHI suponen el dominio de problema como complejo y no lineal; indican además que aún no existen mediciones precisas de causa y efecto para el mismo, por lo que su tratamiento por ecuaciones matemáticas no es posible. Se han utilizado cinco redes de tipo perceptrón multicapa trabajando en forma conjunta para calcular un índice de riesgo que permitiría a las autoridades de salud dirigir más acertadamente los fondos disponibles, en la medida que la metodología sea confirmada por trabajo de campo, tarea que está en marcha en algunos países de América Latina.

Palabras clave: Redes Neuronales; riesgo en salud; sistema complejo; sistema no lineal.

1. Introducción

Las autoridades gubernamentales ocupadas en temas de salud, tienen siempre un presupuesto acotado para una problemática sensible y compleja, por lo que la decisión de dónde, cuándo y cuántos fondos asignar no es una tarea trivial y es de gran importancia para el bienestar de la población que sea acertadamente llevada a cabo.

Un grupo de investigadores del Instituto de Investigaciones Geohistóricas (IIGHI) del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), bajo la dirección de la Dra. Norma Meichtry y la Dra. María del Carmen Rojas, ha desarrollado una metodología para la estimación del riesgo de la vivienda urbana para la salud humana (Rojas, 2004 y 2006); utilizando un enfoque holístico, se estudian los factores que determinan la vulnerabilidad social, considerando a la vivienda como un todo con su entorno, los servicios públicos disponibles, los aspectos sociales y económicos de sus residentes, la capacidad de reacción frente a emergencias, etc.; los factores involucrados en la determinación del riesgo se han seleccionado premeditadamente de aquellos que pueden encontrarse usualmente en los censos de población, con lo cual el cálculo puede realizarse hacia atrás en el tiempo para estudiar evolución y verificar el ajuste del modelo frente a estadísticas de salud existentes.

Como es usual en las Ciencias Sociales, es prácticamente imposible efectuar mediciones del impacto sobre la salud de un determinado factor de riesgo en presencia de todas las otras variables constantes (¡no se puede parar el mundo!), por lo que es difícil atacar el modelado del dominio con herramientas matemáticas (por ejemplo, ecuaciones diferenciales o algebraicas); por otro lado, si bien la metodología propone la incidencia de los factores tenidos en cuenta sobre conceptos demográficos no mensurables como resiliencia, exposición y fragilidad social (Rojas, 2006), los expertos del IIGHI-CONICET estiman que estas relaciones son en general complejas y no lineales, aunque por su experiencia pueden armar “ejemplos” de valores de los factores y los resultados esperados que los mismos tienen sobre el riesgo de salud.

La Dra. Rojas llegó al Laboratorio de Investigación de Software del Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información (Facultad Córdoba – UTN – Argentina) con estas ideas, solicitando un modelo computacional para la adquisición de datos y el cálculo del riesgo según la metodología desarrollada. Allí, trabajamos desde hace algunos años con proyectos de redes neuronales y autómatas celulares, intentando encontrar semejanzas entre estos dos modelos al pensar en las redes neuronales artificiales como sistemas evolutivos.

El presente artículo describe brevemente la problemática que presenta el método del IIGHI-CONICET desde el punto de vista informático/computacional y la solución que pudimos ofrecer desde el software; además, se comentan las posibles mejoras al esquema desarrollado y los próximos pasos previstos en ese sentido.

2. Metodología de estimación del riesgo para la salud

La metodología pertenece al campo del conocimiento y a la práctica de la Medicina Social en América Latina y reconoce como fuente a la tesis doctoral sobre *Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos*¹, desarrollada por Omar Darío Cardona Arboleda.

Actualmente constituye uno de los elementos básicos para el desarrollo de la línea de investigación sobre vigilancia ambiental que se está trabajando conjuntamente con investigadores de Paraguay, Brasil, Cuba y Venezuela en el marco de la Red Interamericana de Vivienda Saludable de la Organización Panamericana de la Salud (OPS).

Pensando en espacios de intervención donde poder crear herramientas sistemáticas de valoración de procesos protectores y deteriorantes de las condiciones de salud-enfermedad, se presenta como un interesante ámbito de trabajo el estudio y la valoración de la vivienda y su influencia en la salud de sus residentes.

La idea básica surge de la necesidad de fortalecer los sistemas nacionales y locales de vigilancia de los factores de riesgo y protección a la salud asociados con la vivienda, a través del diseño de nuevos modelos que contribuyan a generar alternativas para el desarrollo saludable y sustentable regional latinoamericano.

Se intenta mutar el concepto de factores linealmente relacionados con el riesgo en salud, por el de proceso dinámico; se podría decir, que los modos de devenir que determinan la salud se desarrollan mediante un conjunto de procesos y estos procesos adquieren proyecciones distintas frente a la salud, de acuerdo a los condicionantes sociales de cada espacio y tiempo, es decir de acuerdo a las relaciones sociales en que se desarrollan.

Consecuentemente, es necesario aproximarse a la vivienda no como un reservorio estático de contaminantes, parásitos, vectores de transmisión de enfermedades infecciosas, sino como un espacio históricamente estructurado donde también se expresan las consecuencias benéficas y destructivas de la organización social, donde los procesos del espacio construido llegan a ser mediadores necesarios y donde se transforman las condiciones de reproducción social dominantes en bienes o soportes que favorecen la salud, o en fuerzas destructivas que promueven la enfermedad.

Los investigadores del IIGHI-CONICET han propuesto un modelo que trabaja con información de censos de población para la evaluación sociodemográfica y planillas de recuento de datos de gobiernos locales, para la valoración de la resiliencia. Se procura establecer una tipología de

¹ Omar Darío Cardona Arboleda es ingeniero de la Universidad Nacional de Colombia. Fue distinguido por el premio Sasakama de Prevención de desastres de Naciones Unidas.

viviendas urbanas en relación con la salud humana, con validez para los diferentes niveles sociales, pero su aplicación concreta inmediata, se referirá a las viviendas urbanas marginales. Se presentan los componentes de la amenaza y la vulnerabilidad a partir de las variables de la vivienda que constituyen la amenaza para la salud y variables sociodemográficas que conforman la vulnerabilidad.

EL modelo de determinación del índice de riesgo para la salud que implica la vivienda urbana se muestra en la figura 1.

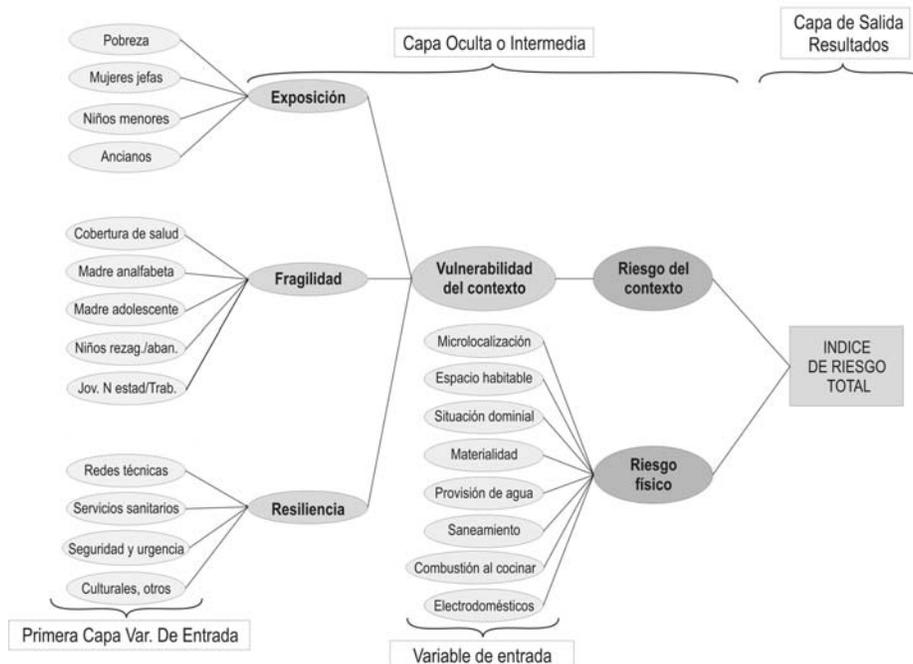


Figura 1 – Modelo conceptual de estimación del riesgo propuesto por IIGHI-CONICET.

Como puede verse, los demógrafos han pensado el esquema teniendo en mente la teoría de redes neuronales artificiales (por la nomenclatura de capas empleada) pero sin ajustarse a un modelo conocido; se incluyen por ejemplo, entradas intermedias dentro de la denominada capa oculta para el cálculo del riesgo físico y se omiten capas intermedias reales necesarias para el cálculo de sub-conceptos.

3. Modelo computacional desarrollado

3.1. Supuestos.

No siendo demógrafos sino ingenieros en sistemas de información, hicimos las preguntas de rigor sobre la independencia de los factores propuestos como entrada y sobre el tipo de valores que se podían esperar recibir a los mismos, sin cuestionar la validez del modelo conceptual planteado.

Si bien al parecer los factores no son absolutamente independientes, los expertos del IIGHI consideran que la influencia mutua que pudiera existir se encuentra reflejada en las interrelaciones planteadas en el modelo conceptual.

Por otro lado, los valores de los factores tomados como entrada siempre se dan como porcentajes, ya que sobre un total de habitantes de una región, se informan cantidad de hogares que detentan el

cumplimiento de determinado factor, por lo que trabajamos en todos los casos con porcentajes (enteros de cero a cien).

Para los conceptos intermedios y finales no mensurables (resiliencia, exposición, fragilidad, vulnerabilidad, riesgo físico y riesgo total), los expertos indicaron que podrían aproximar una estimación porcentual basada en su experiencia, según los valores de factores mensurables tabulados de cero a cien. Sin embargo, esta estimación sería *difusa*, ya que proporcionaron *intervalos* en vez valores individuales, por lo que se procedió a establecer una escala de conjuntos borrosos triangulares, basados en los datos suministrados.

3.2. Diseño del modelo computacional.

Ante la imposibilidad de establecer un modelo matemático mediante el uso de ecuaciones algebraicas o diferenciales, ya que se desconoce la relación formal existente entre los factores y los subconceptos y entre los subconceptos y el índice total, se pensó en modelar computacionalmente el modelo conceptual demográfico con redes neuronales artificiales (RNA).

Esta decisión se basó también en el formato del modelo propuesto por el IIGHI-CONICET y por la complejidad y no linealidad declarada por sus investigadores, del dominio de problema.

En este sentido se pensaron dos alternativas:

- a) Una sola red neuronal en la que todos los factores mensurables fueran puestos al mismo nivel, a modo capa de entrada, con una sola salida compuesta por el riesgo total (figura 2).
- b) Un conjunto de varias redes neuronales que calculasen en forma independiente cada subconcepto y finalmente el índice de riesgo total, cada una con sus capas intermedias. (figura 3)

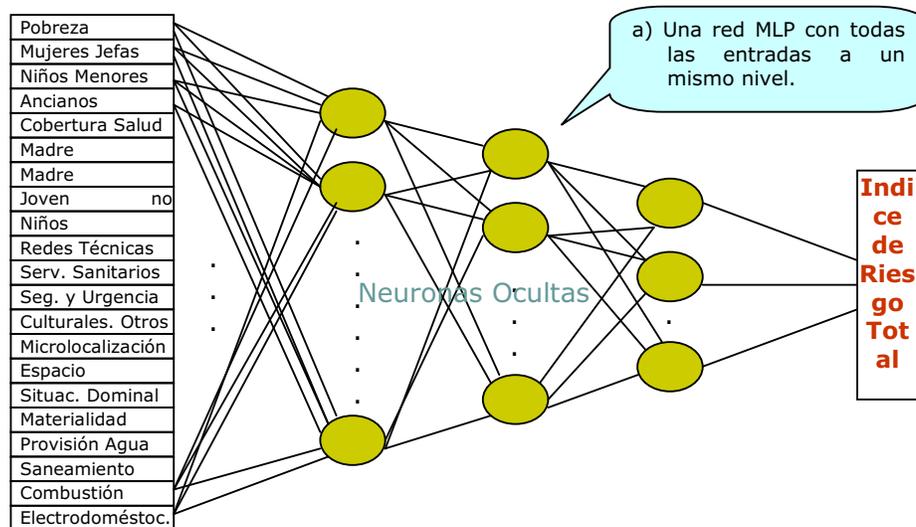


Figura 2 – Primera propuesta para el modelo computacional.

La primera alternativa fue desechada ya que se perdían los conceptos intermedios (resiliencia, exposición, fragilidad y vulnerabilidad) que son considerados de importancia por los investigadores de IIGHI y que podrían ser utilizados para otras investigaciones posteriores.

Por otro lado, los expertos tenían ya dificultades para estimar los valores de los subconceptos dados uno conjunto de valores de prueba para los factores de entrada, por lo que la estimación del índice

de riesgo total teniendo que considerar todos los factores sociodemográficos al mismo tiempo se complicaba o al menos era muy poco confiable.

La segunda alternativa (figura 3) resultó ser mejor acogida ya que:

- Los conceptos intermedios serían calculados para su posterior tabulación y utilización en otras investigaciones.
- El criterio de los expertos resultaba más claro teniendo que hacer estimaciones de problemas más acotados; estas estimaciones serían de vital importancia para el entrenamiento de las redes neuronales ya que proporcionarían los *ejemplos* necesarios para el método de retro-propagación de errores.
- El modelo computacional se asemeja más al modelo conceptual del IIGHI.

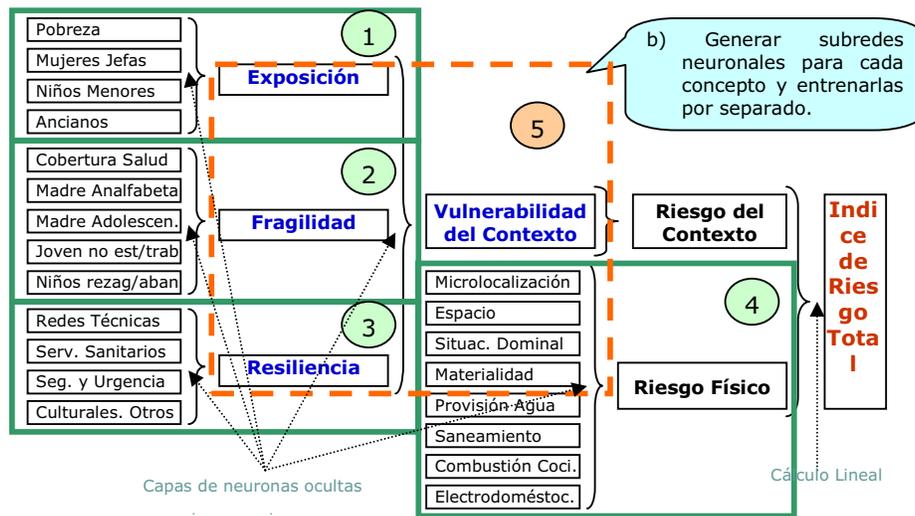


Figura 3 – Segunda propuesta para el modelo computacional.

Se diseñaron así, finalmente, cinco redes neuronales artificiales tipo perceptrón multicapa que se entrenarían con el algoritmo de retropropagación de errores; el cálculo final del índice de riesgo se haría en forma lineal según ponderaciones indicadas por los expertos.

Las redes neuronales se diseñaron como perceptrón multicapa puro, con neuronas de capa oculta gobernadas por tangente hiperbólica y neuronas de salida lineales; las neuronas de la capa de entrada sólo normalizarían los valores de ingreso para que pertenezcan al rango real [0,1].

La construcción fue emprendida por parte del equipo de trabajo del proyecto RNA-AC – 25/E078 – (Martínez, Vázquez & Marciszack, 2005) de la Facultad Córdoba de la UTN; por la experiencia del equipo y por estar disponible en el Laboratorio de Investigación de Software, se optó por el lenguaje C# de Microsoft para la implementación y la orientación a objetos para el diseño de los programas.

3.3. Módulos construidos en C#.

En principio, se construyeron dos módulos bien diferenciados:

1. **Módulo de entrenamiento:** este módulo configura las redes neuronales en base a archivos de configuración textuales, que permiten definir la cantidad de capas y la cantidad de neuronas por capa para cada subred. Se fijan además por programación, el error medio cuadrático aceptado como razonable para terminar los entrenamientos. Al finalizar, el

módulo crea un archivo descriptivo de la topología neuronal utilizada, el tipo de subred, la fecha de entrenamiento, la cantidad de ejemplos tomados y el valor de los pesos sinápticos obtenidos como resultado del entrenamiento.

2. **Módulo de producción:** este módulo (RVS 2.1) es el que se dispone para transferencia a distintos centros de investigación de estudios de población y salud comunitaria. Leyendo el archivo descriptivo generado por el módulo de entrenamiento, configura la **red entrenada** en memoria y permite el ingreso de valores reales de poblaciones; efectúa el cálculo por propagación sobre la red de cada subconcepto y del índice total, informando en cada caso los porcentajes de participación según los conjuntos borrosos definidos. Genera además informes de valores exportables a planillas Excel para su registro y posterior estudio.

Por razones de espacio, no mostramos aquí las distintas pantallas que demuestran el funcionamiento de estos módulos, pero los mismos pueden consultarse en el informe final del proyecto 25/E078, disponible en la Secretaría de Ciencia, Técnica e Innovación Productiva (hoy Ministerio) de la República Argentina o en la Secretaría de Ciencia y Técnica del Rectorado de la Universidad Tecnológica Nacional en Buenos Aires, Argentina.

4. Pruebas, discusión y difusión.

El software desarrollado está siendo probado por los investigadores en demografía del IIGHI-CONICET utilizando datos reales censados en regiones de las ciudades de Córdoba y Resistencia de Argentina, con resultados favorables hasta el momento; en las pruebas iniciales se detectó un problema con el tratamiento de valores nulos de entrada que fue reparado en el software; las neuronas de la red perceptron no aprendían su tarea adecuadamente cuando propagaban sus entradas en cero, por lo que procedió a desfasar los valores en 0,01 en caso de valores nulos sin pérdida de las cualidades del modelo conceptual.

El software y la metodología base han sido presentado en distintos foros:

- Congresos de la Asociación de Estudios de Población de Argentina.
- Seminario Iberoamericano de Hábitat Popular, Centro de Estudios Avanzados de la Universidad Nacional de Córdoba.
- II Congreso de la Asociación Latinoamericana de Estudios de Población, Guadalajara, México.
- Primer Congreso Internacional Mexicano de Vivienda Saludable, Pachuca de Soto Hidalgo, México.
- ... y otros.

Por otro lado, la Organización Panamericana de la Salud ha manifestado su interés en efectuar pruebas de metodología y programas en su red latinoamericana de vivienda saludable; la primer transferencia será realizada a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Católica de Nuestra Señora de la Asunción, en Paraguay (para lo cual el software ha sido registrado con titularidad conjunta de CONICET y UTN-Facultad Córdoba) y están en previstos similares convenios con Universidades de Brasil, Cuba y Venezuela.

En los casos estudiados, los resultados del software coinciden con la opinión de los expertos en cuanto al riesgo previsible para la salud. Sin embargo es temprano aún para declarar éxito; la metodología debe verificar estadísticamente sus previsiones, el software debe ser llevado a situaciones límites para comprobar su corrección, incluso los ejemplos propuestos por los demógrafos están bajo revisión permanente.

5. Conclusiones

En variados campos de las Ciencias Sociales, un tablero de comandos que brinde información de variables críticas o algún sistema de decisión a medida, siempre pueden ser útiles, requiriendo un grupo de expertos que interprete esas informaciones y tome las acciones preventivas o correctivas que sean necesarias.

Pero ¿qué hacer cuando se desconoce la relación existente entre los factores y sus determinados?, cuando se supone complejo y no lineal el dominio de problema.

Las redes neuronales artificiales llegan al auxilio en estos casos, pudiendo aprender el criterio de expertos en el campo mediante ejemplos y ser así puestas a disposición de las autoridades que deben decidir sobre la asignación de fondos, con la posibilidad de efectuar simulaciones y comparaciones pertinentes.

Las pruebas de campo y los necesarios ajustes basados en resultados que puedan tener la metodología y el software construido y a construir según lo antes explicitado, servirán para aportar una herramienta más a este proceso de toma de decisiones en salud colectiva y familiar.

Referencias

- Rojas, MC. La vivienda precaria urbana marginal y su relación con la salud de la población en el proceso de sustentabilidad. Un enfoque teórico para la estimación del riesgo y la vulnerabilidad. I Congreso de la Asociación Latinoamericana de Población -ALAP-, CD-ROM. Asociación Brasileira de Estudios de Población -ABEP-. [Ponencia] Caxambú –MG- Brasil; 2004
- Rojas, MC. Población, vivienda salud y vulnerabilidad global. Propuesta teórico-metodológica para la estimación del riesgo de la vivienda urbana para la salud basada en el análisis de la vulnerabilidad sociodemográfica.[tesis doctoral] Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Córdoba; Córdoba, Argentina; 2006
- Martínez F., Vázquez J. C., Marciszack M., Redes Neuronales Artificiales vs. Automatas Celulares, VII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2005) – CD-ROM ISBN 950-665-337-2, Río Cuarto, Córdoba, Argentina.
- Rojas, M del C, Meichtry, N. C, Vázquez, J. Castillo, M. B, Ciuffolini. Repensando de manera holística el riesgo de la vivienda urbana precaria para la salud. Un análisis desde el enfoque de la vulnerabilidad sociodemográfica. Revista de Salud Colectiva. Universidad Nacional de Lanús, Argentina.
- Rojas, M del C, Meichtry, N. C, Vázquez, J. Castillo, M. B, Ciuffolini. Crítica de la noción de vivienda saludable desde el realismo dialéctico. Modelización matemática basada en redes neuronales y variables difusas para la estimación del riesgo de la vivienda urbana para la salud a partir del análisis de la vulnerabilidad sociodemográfica. XXVI Encuentro de Geohistoria Regional. Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Filosofía. 16, 17 y 18 de agosto de 2007, Asunción, Paraguay.
- Rojas, M del C, Meichtry, N. C, Vázquez, J. C, Marciszack M., Modelización Numérica de la Vivienda Precaria Urbano Marginal a partir de la Estimación Holística del Riesgo para la Salud de la Población considerando Variables de Vulnerabilidad Sociodemográficas, VIII Jornadas Argentinas de Estudio de Población (AEPA 2005), CD ISBN 950-658-158-4, 27 pp., Tandil, Bs. As., Argentina.

////////////////////////////////////

Planificador continuo como controlador de agentes robots

Mario Moya Claudio Vaucheret
Departamento de Ciencias de La Computación
Facultad de Economía
Universidad Nacional del Comahue
email: {moya.mario,vaucheret}@gmail.com

14 de marzo de 2008

Resumen

En este trabajo presentamos un planificador continuo que implementa un controlador para un equipo de futbol de robots. El planificador continuo generaliza el planificador de orden parcial implementado en Prolog.

1. Introducción

El concepto de controlador en teoría de controles es idéntico al de un agente en Inteligencia Artificial. El trabajo de la Inteligencia Artificial es diseñar el programa agente, que implemente la función de mapear percepciones a acciones: tomara la percepción actual como entrada desde los sensores y devolverá una acción a los efectores o actuadores¹.

En general podemos encontrar algunos tipos básicos de programas de agentes que engloban los principios básicos de los todos los sistemas inteligentes.

Tenemos por un lado los agentes puramente reactivos, los mas simples, que seleccionan acciones sobre las bases de las percepciones actuales ignorando percepciones del pasado. Estos agentes reactivos funcionan con reglas de *condición-acción*, y cuando ninguna condición se cumple tienen una acción por defecto. Tienen la ventaja de ser muy simples de programar pero la gran desventaja de de tener una muy limitada pro-actividad.

Un agente se denomina deliberativo cuando representa su estado interno como una base de conocimiento y utiliza un sistema deductivo para generar las acciones. Conocer el estado del ambiente no siempre es suficiente para decidir que se debe hacer. Los *agentes orientados a metas*, necesitan alguna información que describa las situaciones deseables. Estos agentes implementan búsqueda o planificación para encontrar secuencias de acciones que lo lleven a alcanzar la meta deseada.

En algunas situaciones es necesario un agente híbrido, dándole la capacidad de que su comportamiento sea reactivo y pro-activo, descomponiendo su arquitectura en capas, donde cada capa es un subsistema que trata con cada uno de estos comportamientos, y logra la interacción entre ellos.

En este trabajo optaremos por otra aproximación. Presentaremos la implementación de un controlador que a la vez es un planificador continuo. Este controlador, además de su carac-

¹en inglés, *actuators*.

terística reactiva tiene la capacidad de mantener planes parciales y modificarlos de acuerdo a la información variante del entorno logrando un comportamiento pro-activo.

El ambiente donde queremos aprovechar las características de este controlador es en el problema del fútbol con robots [6].

En las siguiente sección presentamos la planificación continua implementada como una generalización de los planificadores de orden parcial Luego mostraremos un ejemplo de este controlador en el ambiente de fútbol con robots. Por último presentamos las conclusiones, el trabajo en progreso y el trabajo futuro.

2. Planificación Continua

Planificación esta considerada como una de las áreas mas importantes en la inteligencia artificial. El objetivo de un planificador encontrar una secuencia de acciones que lleven a una solución válida a un problema. Es necesario contar con un lenguaje de representación que sea lo suficientemente expresivo para poder describir el dominio del problema, las acciones y como estas afectan el ambiente. El más popular de ellos es STRIPS, pero hay variantes mas expresivas como Planning Domain Description Language o PDDL[2] que intenta ser un estándar en la representación de este tipo de problemas.

Uno de los planificadores más populares es el de orden parcial[4], que saca ventaja de la descomposición de un problema en submetas. Tiene un carácter incremental, donde el algoritmo va completando un plan parcial resolviendo sus deficiencias.

El algoritmo[8] comienza con un plan vacío, conteniendo sólo las acciones Start y Finish. Start es una acción sin precondiciones, para que pueda ser ejecutada inmediatamente, y tiene como efectos las condiciones que describen el estado inicial del problema. De manera análoga Finish sin efectos y tiene como precondiciones los literales que describen la meta a alcanzar.

Además cada plan tiene un conjunto de restricciones de ordenamiento que establecen que acción debe ejecutarse en antes que otra, sin necesidad de que este inmediatamente antes.

Uno de los principales componentes del algoritmo es el tratamiento de los enlaces causales, del tipo $A \xrightarrow{p} B$, que registra que p es un efecto de la acción A necesaria para la acción B . Las precondiciones abiertas son las que aún no son resueltas por ninguna acción. El algoritmo de planificación intentará resolverlas insertando nuevas acciones que las satisfagan sin introducir conflictos[7].

El ambiente del fútbol de robots es sumamente dinámico provocando que un planificador clásico no resulte satisfactorio debido que los planes correctos se vuelven inconsistentes e inaplicables en el momento de su ejecución. Una alternativa es que planificador sea continuo[5], donde los planes sean artefactos sin terminar que deben evolucionar en un entorno siempre cambiante.

El Planificador de Orden Parcial es ideal para ser generalizado como un planificador continuo pues puede ser visto como un algoritmo removedor de fallas, donde las fallas son precondiciones abiertas y conflictos causales. El planificador continuo además abarca otro tipo de fallas: el agente puede decidir agregar nuevas metas al estado Finish, puede agregar un enlace causal a una precondición abierta, eligiendo una nueva acción que lo resuelva, puede poner restricciones en el orden de ejecución de las acciones para evitar los conflictos, puede remover enlaces ya no soportados en Start previniendo la ejecución de acciones cuyas precondiciones ya son verdaderas. Además puede remover acciones redundantes en el plan y generar nuevas metas o precondiciones abiertas. También puede ejecutar acciones sin precondiciones abiertas que no tengan otras antes en el ordenamiento.

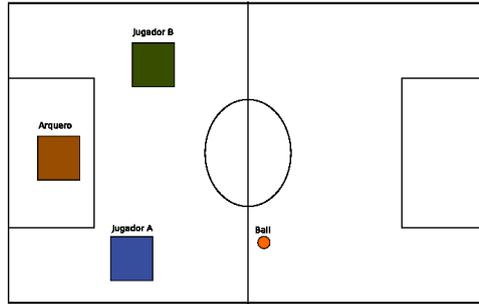


Figura 1: Estado Inicial

De esta manera el planificador puede funcionar como el controlador de un agente. En la sección siguiente ejemplificaremos su funcionamiento.

3. Un Ejemplo de Fútbol con Robots

Ejemplificaremos el uso del planificador continuo como controlador de los agentes de un equipo de fútbol con robots.

Algunas de las primitivas dentro de la base de conocimiento que necesitamos para describir el dominio son:

- $At(R, X)$ Verdadero si el jugador R está en la posición X .
- $HasBall(R)$ Verdadero si el jugador R tiene la pelota.
- $IsAt(X, Y)$ Verdadero si el objeto X está en la posición Y .
- $OpponentArea(R)$ Verdadero si R está en el área del equipo contrario.

También tenemos algunos predicados derivados como $InReach(R, X)$, que es Verdadero si el objeto X esta dentro de la distancia que puede alcanzar pateando el jugador R .

Las acciones que necesitaremos son descritas por los siguientes esquemas:

<p>La acción de mover al robot sin la pelota hasta una posición.</p> <p>Acción(GoTo(Robot, TargetPosition), PRECOND: (\neg HasBall(Robot)), EFFECT: At(Robot, TargetPosition)).</p>	<p>La acción de mover al robot sin la pelota para hasta la pelota.</p> <p>Acción(GoToBall(Robot), PRECOND: (\neg HasBall(Robot)), EFFECT: HasBall(Robot) \wedge IsAt(Ball, Robot)).</p>
<p>La acción de pasar la pelota de un robot a otro.</p> <p>Acción(Pass(Robot1, Robot2), PRECOND: (HasBall(Robot1) \wedge InReach(Robot1, Robot2)), EFFECT: (\neg HasBall(Robot1) \wedge IsAt(Ball, Robot2))).</p>	<p>La acción de que Robot1 espera un pase de Robot2, y obtiene la pelota.</p> <p>Acción(CatchPass(Robot1, Robot2), PRECOND: (IsAt(Ball, Robot1) \wedge InReach(Robot2, Robot1)), EFFECT: (HasBall(Robot1))).</p>

El estado inicial de la cancha y los jugadores se muestra en la figura 1

Supongamos que un agente tiene la meta de obtener el estado $OpponentGoalArea(B) \wedge HasBall(B)$ y comienza a planificar para alcanzarla.

El plan se construye de manera incremental, se actualiza en cada ciclo de percepción y acción. Si ninguna acción es la mínima con sus precondiciones satisfechas el agente devuelve NoOp como su acción y percibe nuevamente. Asumimos en el ejemplo que el agente construye el plan de la figura 2.

El plan está completo, de acuerdo a él el controlador debería ejecutar las acciones $GotoBall(A)$ y $Goto(B, OpponentArea)$, pero antes de ejecutar estas acciones, la suerte interviene, y un factor externo pone la pelota en movimiento y llega hasta la posición del jugador A.

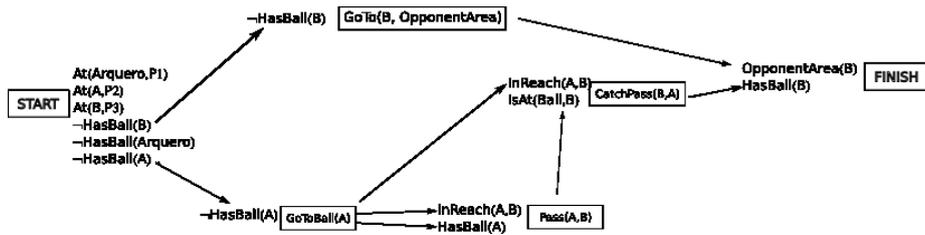


Figura 2: plan inicial

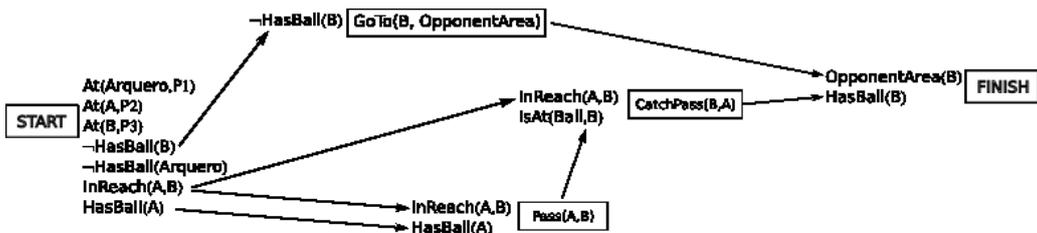


Figura 3: plan después de que una contingencia hace que A reciba la pelota

El agente percibe que la posición de la pelota ha cambiado y se da cuenta que el estado inicial es distinto. Actualizando su modelo al estado actual. Ahora el enlace causal ² provisto por la precondición $\neg HasBall(A)$ ya no es necesaria y es removido del plan junto con la acción $GotoBall(A)$.

El agente saca ventaja de esta situación y los enlaces causales $GoToBall(A) \xrightarrow{IsAt(Ball,B)}$ $CatchPass(B, A)$ y $GoToBall(A) \xrightarrow{HasBall(A)}$ $Pass(A, B)$ pueden ser reemplazados por un enlace directo desde $START$ a $CatchPass(B, A)$ y $Pass(A, B)$ respectivamente. Extender estos enlaces causales no provoca ningún conflicto.

El nuevo plan se muestra en la figura 3. Supongamos ahora que $GoTo(B, OpponentArea)$ ya se ejecuto y $Pass(A, B)$ está lista para disparar, entonces puede ser removida del plan y ejecutarse. Desafortunadamente, el resultado no es el esperado y el jugador falla al intentar el pase apenas golpeando la pelota haciendo que quede alejada de los dos jugadores.

El nuevo estado mostrado en la figura 4 presenta precondiciones abiertas que tienen que ser resueltas y, por lo tanto, no puede ejecutar ninguna acción. Nuevamente la acción $Pass(A, B)$ satisface la precondición $IsAt(Ball, B)$ y esta acción a su vez tiene como precondición abierta $HasBall(A)$ y se repite el proceso para satisfacerla con la acción $GoToBall(A)$. Lo que lleva al plan de la figura 5

Esta vez la ejecución de todas estas acciones tienen éxito y se alcanza la meta deseada. A medida que se ejecutan las acciones y son eliminadas del plan se llega a un estado donde la meta $OpponentArea(B) \wedge HasBall(B)$ se satisface directamente desde $START$ a $FINISH$. Entonces el agente está listo para formular nuevas metas.

²En ingles link causal

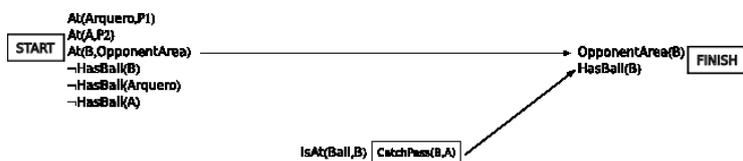


Figura 4: plan después de fallar el pase

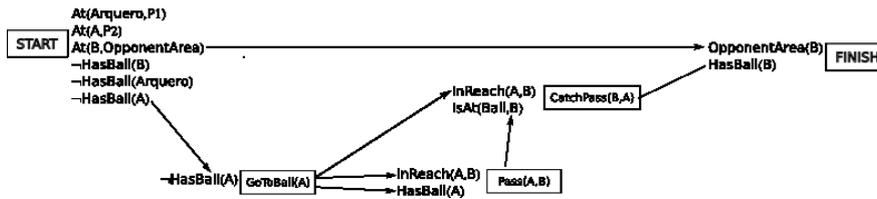


Figura 5: Antes de intentar otra vez el pase

4. Conclusión

Un controlador con las características mostradas en este trabajo se encuentra en estado de implementación. Hemos implementado en Prolog el planificador de orden parcial y se lo está extendiendo a su versión continua. Para ello se construyó un interprete del lenguaje de representación PDDL, y se adaptará el planificador para que entienda esta representación, y así poder probar su rendimiento en el ambiente del fútbol con robots.

Hemos estado trabajando en la implementación de Rakiduum, un equipo de fútbol con robots, que participó en las competencias de CAFR de las ediciones 2006 y 2007 en categoría simulados[3], y pretende participar en la edición 2008 que se realizará en agosto con sede en la Universidad Nacional del Comahue.

Rakiduum esta implementado en ciao prolog[1]. Es software libre, está liberado con una licencia GNU GPL y se puede obtener de <http://code.google.com/p/rakiduum>.

Referencias

- [1] F. Bueno, D. Cabeza, M. Carro, M. Hermenegildo, P. López, and G. Puebla. *The Ciao Prolog System - A Next Generation Multi-Paradigm Programming Environment*. Grupo Clip, <http://www.ciaohome.org/>, the ciao system documentation series edition, August 2004.
- [2] M. Ghallab, A. Howe, C. A. Knoblock, and McDermott D. Pddl-the planning domain definition language. Technical report, Yale Center for Computational Vision and Control, New Haven, Connecticut, 1998.
- [3] P. Kogan, M Moya, G. Torres, and et al. Rakiduum: Un equipo de futbol con licencia gnu general public license. In *CAFR 2007, Campeonato Argentino de Futbol de Robots*, Buenos Aires, Agosto 2007. Caeti-Centros de Altos Estudios en Tecnología Informática.
- [4] D. A. McAllester and D. Rosenblitt. Systematic nonlinear planning. In AAI Press, editor, *Ninth National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-91)*, volume 2, pages 634–639, Anaheim, California, 1991.
- [5] Karen Myers. Toward a framework for continuous planning and execution. In *AAAI Fall Symposium on Distributed Continual Planning*, 1998.
- [6] Federation of International Robot-Soccer Association. Fira official website. <http://www.fira.net/>, 2008.
- [7] Stuart Russell and Peter Norvig. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice Hall Series in Artificial Inteligence. Prentice Hall, second edition, 2003.
- [8] S. Soderland and D. S. Weld. Evaluating non-linear planning. Technical report, University of Washington Department of Computer Science and Engineering, Seattle, Washington, 1991.

Optimización del Espacio Aulico Mediante Algoritmos Genéticos

Sebastián Hernandez, Paula A. Millado, M. Laura Ivanissevich

Universidad Nacional de la Patagonia Austral

Lisandro de la Torre 1070 - Te: 02966-442321

{ shernandez; pmillado; mivanissevich}@uarg.unpa.edu.ar

Claudio A. Delrieux

Universidad Nacional del Sur

claudio@acm.org

Resumen En la Unidad Académica Río Gallegos de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA UARG), se realiza la distribución y asignación de aulas a una cátedra de forma manual, se conforma así la grilla de horarios de la unidad. Son conocidas las frecuentes dificultades con las que se encuentra el personal a cargo al momento de realizar la reasignación de espacios ante algún evento, como resultado de la premura se desaprovecha el recurso edilicio. Nos hemos propuesto diseñar un modelo efectivo y flexible que realice esta tarea para minimizar la diferencia entre capacidad del aula y alumnos anotados por asignatura. Dicho modelo adopta las estrategias de un algoritmo evolutivo, el cual nos abre un gran abanico de opciones al momento de su implementación dada la naturaleza del problema y la potencia de las herramientas utilizadas para la búsqueda de la solución.

Palabras Claves: Distribución de Aulas - Estrategias Evolutivas - Algoritmos Genéticos.

1. Introducción

La asignación de la carga horaria de cada cátedra a un aula (o espacio físico), es una tarea que se realiza manualmente en la UNPA UARG. Las dificultades y las malas soluciones no se hacen esperar al momento de reasignar dichos espacios por diversos motivos. Ni en las asignaciones originales ni en las reasignaciones

se tienen en cuenta el aprovechamiento máximo de un espacio físico con desperdicio de este recurso. Esto sin mencionar los conflictos de asignaciones que sólo son detectados cuando llega el reclamo de los docentes al momento de descubrir la falla. En este trabajo nos concentramos en lograr una distribución factible de aplicación, es decir, una grilla utilizable que evite el problema de superposición de docentes y alumnos según el año de la carrera. En comparación con otros trabajos realizados [4, 5], en nuestro caso la tarea se ve simplificada por el hecho de disponer de todos los espacios físicos en un mismo campus universitario, y así se evita el problema de la movilidad de los alumnos. Además de considerar que todas las aulas disponen de las condiciones ambientales óptimas para su funcionamiento (calefacción, en nuestro caso).

Dentro de la amplia calificación de Algoritmos Evolutivos (AE), se decidió plantear el problema con Algoritmos Genéticos (AG), sin descartar otros modelos para futuros enfoques, y teniendo en cuenta que un modelos similar fue estudiado en [1].

2. Algoritmos Genéticos

Un AG consta de una representación esquemática a la que aplica una técnica de búsqueda (enfocada a problemas de optimización) basada en las teorías evolutivas Neo-

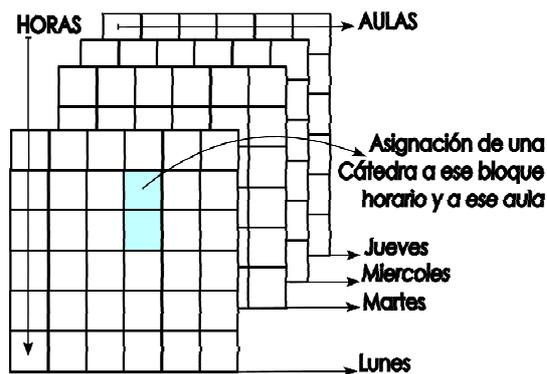


Figura 1: Representación del individuo, mostrando una matriz de horas y aulas por día

darwinianas [3]. Es así que consta de procesos de selección de individuos más aptos de una población, que sobreviven al adaptarse más eficientemente a las exigencias del entorno. Este proceso se controla al actuar sobre los genes de un individuo en los que está codificada cada una de sus características. Un AG difiere de los algoritmos tradicionales en los siguientes aspectos:

- Trabaja con la codificación de un conjunto de parámetros, no con los parámetros entre sí.
- Evalúa un grupo de soluciones en lugar de un solución por vez.
- Usa reglas de transiciones probabilísticas en lugar de reglas determinísticas.
- Evalúa las posibles soluciones sin aplicar ningún proceso de inferencia, salvando obstáculos vinculados a la definición de la función de supervivencia.

Un AG codifica las características del problema, al representar los genes de cada individuo (o cromosoma) de la población de alguna manera. La forma tradicional de un AG (propuesta por John Holland) [6] representa por ceros y unos los genes de cada cromosoma, aunque existen otros tipos de representaciones. La elección adecuada de dicha representación juega un papel importante en la eficacia del AG. La función de *ajuste* o *fitness* representa el ecosistema donde el individuo vivirá; el que

mejor se ajuste sobrevive. Matemáticamente es la función-parámetro que evalúa una solución propuesta por el algoritmo.

La primer etapa de un AG es la generación de la población inicial, proceso conocido como *birthpop*, es realizado generalmente de forma aleatoria.

Para la generar descendencia es necesario aplicar *cruzamientos* o *crossover* [6] y/o *mutaciones* [3] tanto al nivel de gen o a nivel de individuo, y para lograr la supervivencia del mejor adaptado se aplica un proceso de *selección* [3] que permite su elección para su reproducción.

3. Nuestra Representación

En los AG la elección de la representación del individuo es de suma importancia para el algoritmo debido a que ésta es la clave para una performance exitosa. Para nuestro caso necesitamos representar la grilla semanal de asignaciones de las aulas a las diferentes actividades que se desarrollan, para lo cual optamos por caracterizar a nuestro individuo como una serie de matrices que representan la semana laboral, donde cada matriz conserva la información por día, compuesta por filas que representan a las aulas y por columnas de horas, de este modo cada celda determina la asignación de un aula a una asignatura por una unidad de tiempo (generalmente una hora) como se muestra en la figura 1, debido a que las asignaturas pueden constar de 4, 6, 8, 9 o 10 horas a semanales en módulos de 2hs, 3hs o 4hs, así podemos adaptar nuestra grilla de horas a cualquier configuración de módulos. Este modelo evita la superposición de asignaciones.

El código de una materia es un número decimal:

- a) la parte entera guarda la información de su pertenencia a las carreras en su descomposición en valores primos.
- b) los dígitos de la parte decimal informan 1: sobre el año en el plan de estudios, 2: sobre la cantidad de alumnos inscriptos, 3: sobre

el id del docente y en 4: sobre la modulación horaria.

Por ejemplo habra una materia 6,1 17 22 3.

En cuanto a la función de ajuste se estableció como premisa la minimizar el espacio áulico desperdiciado, el monitoreo de la sumatoria de las diferencias entre el espacio físico del aula y el número de alumnos inscriptos conduce la sobrevivencia de los individuos. En síntesis:

$$Dif_p = CapAula_i - AlCatedra_i$$

$$\Delta_p = \Phi Dif_p$$

$$F_p = \sum_{i=1}^{pob} (\Delta_p),$$

El valor Φ es un coeficiente de penalización [9] a la mala calidad del individuo. D_i penaliza al individuo cuando:

- el aula no tiene la capacidad suficiente,
- se excede la disponibilidad horaria diaria,
- el docente tiene superposición horaria,
- el alumnado regular tiene superposición horaria.

4. Implementación

Hemos realizado la implementación en Mat-Lab, puesto que este software posee una gran flexibilidad para trabajar con datos numéricos, siendo óptimo para generar códigos iterativos como algoritmos genéticos. La implementación es de tipo modular, el módulo principal que requiere como datos de entrada la cantidad de aulas chicas, medianas y grandes; la cantidad de bloques horarios utilizables; la cantidad de días de la semana en que utilizará el edificio, un vector que representa las materias a ubicar; el tamaño de la población con la que operará el AG, la cantidad de iteraciones a realizar, la probabilidad de cruzamiento y la probabilidad de mutación (ver figura 2). La penalización se realiza en pasos aditivos al evaluar problemas acumulativos

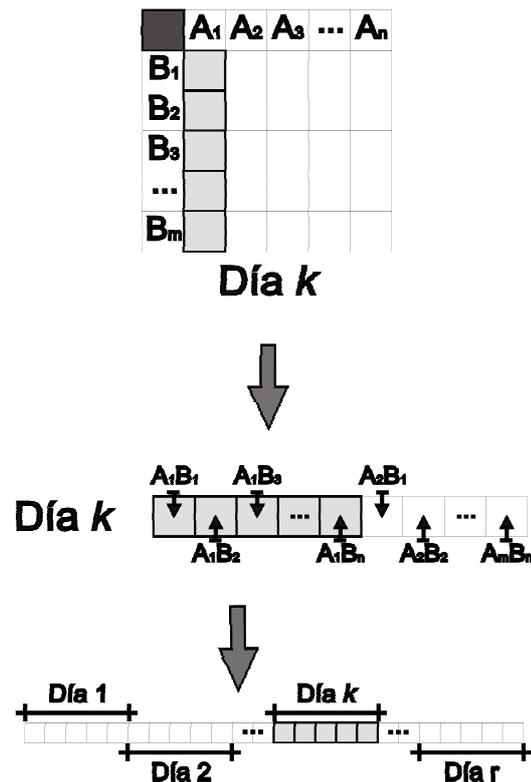


Figura 2:

5. Conclusión

Se ajustará el algoritmo a medida que registremos diferentes resultados y posteriormente se afinará el modelo de la situación real en estudio.

Referencias

- [1] E.K. Burke and J. P. Newall. A multistage evolutionary algorithm for the timetable problem. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, vol. 3(nro 1):63-74, April 1999.
- [2] Eric Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, and John Vlissides. *Design Patterns. Elements of REusable Object-Oriented Software*. Addison-Wesley, 1995.
- [3] David E. Goldberg. *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*. Addison-Wesley, The University of Alabama, 1998.

- [4] Marcelo J. Karanik. Asignación dinámica de aulas utilizando algoritmos genéticos. In *Anales del VII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación: WICC 2005*, pages 56–60. Red de Universidades Nacionales con Carreras en Informática (Red UNCI), Universidad Nacional de Río Cuarto, 2005.
- [5] Marcelo J Karanik and José S. Pérez. Algoritmos genéticos para la optimización de asignación de espacios Áulicos. In *Anales del Octavo Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2006)*. Red de Universidades Nacionales con Carreras en Informática (Red UNCI), junio 2006. Universidad de Morón Provincia de Buenos Aires Argentina.
- [6] Zbigniew Michalewicz. *Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs*. Springer, third, revised and extended edition, 1999.
- [7] Herbert Schildt. *Borland C++ Manual de Referencia*. Serie McGraw-Hill de Informática. Osborne McGraw-Hill, 1997.
- [8] Graham Seed. *An Introduction to Object-Oriented Programming in C++*. Springer, 1996.
- [9] Alice E. Smith and David M. Tate. Genetic optimization using a penalty function. In *Proceedings of the 5th International Conference on Genetic Algorithms*, pages 499 – 505. Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1993.

PROBLEMAS DE PLANIFICACIÓN PARA MÁQUINA ÚNICA EN ENTORNOS DINÁMICOS IMPLEMENTADOS CON METAHEURÍSTICA ACO Y AEs

de San Pedro M.
Laboratorio de Tecnologías Emergentes (LabTEem)
Proyecto UNPA-29/B084/1¹
Unidad Académica Caleta Olivia - Universidad Nacional de La Patagonia Austral
(9011) Caleta Olivia – Santa Cruz - Argentina
e-mail: edesanpedro@uaco.unpa.edu.ar

Leguizamón, G.
Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Computacional (LIDIC)
Departamento de Informática
Universidad Nacional de San Luis
(5700) San Luis – Argentina
e-mail: legui@unsl.edu.ar

RESUMEN

Existen dos conceptos de importancia en el contexto de problemas dinámicos y en particular de *scheduling* dinámicos. La búsqueda de soluciones robustas y flexibles. El concepto de robustez de las soluciones se refiere a un tipo de soluciones que pueden ser usadas de igual manera cuando se produce un cambio en el entorno y manteniendo su calidad relativa. En el caso de flexibilidad se refiere a la posibilidad de que las soluciones encontradas puedan ser adaptadas sin mayores problemas cuando se produzca un cambio en el entorno. En consecuencia, soluciones robustas y flexibles son altamente deseables en este tipo de contexto.

Los problemas de planificación dinámicos en entornos de máquina única, han sido encarados principalmente con Algoritmos Evolutivos [3], [4], [5], [6], [7] y [8]. La metaheurística *Ant Colony Optimization* (ACO) a través de numerosos enfoques algorítmicos, fue aplicada con éxito para una variedad de problemas de optimización [11], [12], [13], [14], [15], [16] y [17].

Esta línea de investigación, pretende definir los escenarios dinámicos necesarios, para implementar las metaheurísticas ACO y AEs, en diferentes problemas de *scheduling* para máquina única (*Weighted Tardiness*, *Average Tardiness*, *Weighted Number of Tardy Job*), y realizar un análisis comparativo de la calidad de los resultados obtenidos.

1. INTRODUCCIÓN

Dentro de los grupos de investigación enfocados a los problemas de *scheduling*, generalmente se han encarado los modelos conocidos como estáticos, en donde las actividades, los recursos, los tiempos de procesamiento están predefinidos, es decir que no se modifican durante el proceso. Pero en los problemas del mundo real existen otra serie de decisiones que interactúan con el modelo clásico, como por ejemplo cambiar la cantidad y/o configuración interna de los recursos mientras el proceso de *scheduling* está en avance para balancear los cambios en la carga de los *jobs* que arriban al sistema; o puede aumentar o disminuir la cantidad de operarios en el sistema, en distintos momentos del día; o uno o más recursos pueden deshabilitarse temporalmente por razones de falla o

¹ El Grupo de Investigación cuenta con el apoyo de la Universidad Nacional de La Patagonia Austral.

mantenimiento. Si los modelos contemplan alguna de estas decisiones se obtienen los modelos dinámicos [10].

Considerando los distintos escenarios que se pueden presentar en problemas de *scheduling* dinámico, y que tienen que ver con problemas reales en general, se pueden enumerar diferentes aspectos que tienen que ver con:

- Cambio de fecha límite de terminación de las tareas (*due dates*).
- Cambios en el tiempo de procesamiento de una tarea.
- Pueden agregarse nuevas tareas durante el proceso de asignación de recursos.
- Eliminación de tareas que ya han sido planificadas.
- Necesidad de repetir alguna tarea ya procesada.
- Restricción de ejecutar una tarea antes o después de alguna otra determinada.

Estos tipos de cambios pueden ser sencillos en algunos casos, y otros son más complejos de manejar aunque más cercanos a situaciones encontradas en el mundo real. Otros sin embargo, necesitan además tener en cuenta ciertas restricciones que deben contemplarse al momento del proceso de planificación.

En la siguiente sección se describen características de metaheurística ACO y AEs, en la sección 3 se detallan aspectos particulares de ambientes dinámicos y finalmente en la sección 4 se presentan las líneas de investigación y trabajos futuros.

2. METAHEURÍSTICAS ACO Y AEs

Todas las metaheurísticas tienen en común que intentan evitar la generación de soluciones de pobre calidad [9], introduciendo mecanismos generales que extiendan el problema específico, algoritmos de una corrida como heurísticas de construcción, o búsqueda local de mejora iterativa. Las diferencias entre las metaheurísticas disponibles tienen que ver con las técnicas empleadas para evitar que se estanque en soluciones sub-óptimas y el tipo de trayectoria seguida en el espacio de cualquiera de las soluciones, parcial o total.

Una primera distinción que puede hacerse entre metaheurísticas, es si ellas se basan en búsqueda constructiva o local. Otra distinción importante está dada en que en cada iteración, ellas manipulan una solución simple o una población de soluciones. Aunque las metaheurísticas constructivas y basadas en la población pueden ser usadas sin recurrir a la búsqueda local, muchas veces su rendimiento puede ser mejorado enormemente si ésta es incluida. Este es el caso para ACO y AE.

Otra clasificación de metaheurísticas tienen que ver con el uso de memoria, es decir, aquellas que explotan memoria para dirigir la búsqueda futura: *Tabu Search* memoriza explícitamente, soluciones encontradas previamente o componentes de soluciones vistas previamente; *Guided Local Search* (GLS), almacena penalidades asociadas con componentes soluciones para modificar la función de evaluación de soluciones; y *Ant Colony System* (ACO) usa feromona para mantener una memoria de experiencias pasadas.

Es interesante notar que, para todas las metaheurísticas, existe un criterio de terminación no general. En la práctica, se usan un número de reglas generales: el máximo tiempo transcurrido en CPU, el número máximo de soluciones generadas, el porcentaje de desviación desde un *lower/upper bound* al óptimo, y el máximo número de iteraciones sin mejora en la calidad de la solución, son ejemplos de tales reglas. En algunos casos, se pueden definir reglas generales dependientes de la metaheurística.

ACO tiene varias características que en su combinación particular lo hace un enfoque único: usa una población (colonia) de hormigas que construye soluciones explotando una forma de memoria indirecta llamada feromona artificial.

Considerando las características de los ambientes dinámicos, sería deseable contar con un algoritmo de optimización que sea capaz de ir adaptando continuamente la solución a los cambios del entorno, re-usando la información obtenida en el pasado. Los Algoritmos Evolutivos (AEs) parecen ser los candidatos apropiados ya que tienen mucho en común con la evolución natural, y la adaptación en la naturaleza es un proceso continuo.

El problema principal con los AEs, es que ellos convergen eventualmente a un óptimo y pierden así su diversidad que es necesaria para explorar eficientemente el espacio de búsqueda. Así, una vez que la población del algoritmo evolutivo converge, ésta también pierde su habilidad para adaptarse a un cambio en el entorno cuando tal cambio ocurre. En consecuencia, se requiere de mecanismos adicionales que provean permanente diversidad en la población sin perturbar el proceso de búsqueda.

Por otro lado, la metaheurística ACO está inspirada en el comportamiento de las hormigas reales. Puede ser aplicada a cualquier problema de optimización, para que un procedimiento de construcción de una solución pueda ser realizado. ACO se caracteriza por ser un método de búsqueda distribuida, estocástica y basada en la comunicación indirecta de una colonia artificial de hormigas, transmitida por trayectos artificiales de feromona. Estos trayectos sirven como información usada por las hormigas para construir probabilísticamente soluciones al problema bajo consideración. Las hormigas modifican los trayectos de feromona durante la ejecución del algoritmo para reflejar su experiencia de búsqueda [9].

3. CARACTERÍSTICAS DE AMBIENTES DINÁMICOS EN PROBLEMAS DE *SCHEDULING*

Un proceso de *scheduling* implica seleccionar y secuenciar actividades tal que ellas cumplan uno o más objetivos y satisfagan un conjunto de restricciones del dominio del problema. Durante este proceso se deberá seleccionar entre *schedules* (planes o planificaciones) alternativos y asignar recursos y tiempos a cada actividad de manera tal que dichas asignaciones respeten las restricciones temporales de las actividades (*jobs*) y las capacidades limitadas de un conjunto de recursos compartidos, de manera que ciertas funciones objetivo (por ejemplo *tardiness*, *makespan*, etc.) sean minimizadas.

En general, dentro del ámbito de *scheduling*, los modelos más estudiados fueron los modelos conocidos como estáticos u *off-line*, es decir, donde las actividades, los recursos, los tiempos de procesamiento están predefinidos, no se modifican durante el proceso, y con un objetivo involucrando la minimización del tiempo de finalización y los costos de operación. Pero en los problemas del mundo real existen otra serie de decisiones que interactúan con el modelo clásico, como por ejemplo cambiar la cantidad y/o configuración interna de los recursos mientras el proceso de *scheduling* está en avance para balancear los cambios en la carga de los *jobs* que arriban al sistema; o puede aumentar o disminuir la cantidad de operarios en el sistema, en distintos momentos del día; o uno o más recursos pueden deshabilitarse temporalmente por razones de falla o mantenimiento. Si algunas de estas decisiones se adicionan a dicho modelo se obtienen los modelos de *scheduling* dinámicos u *on-line*.

Los modelos de este tipo implican una reconfiguración interna dinámica del proceso de *scheduling* para adaptarlo a la nueva situación del contexto. También pueden existir causas externas que necesiten una reconfiguración, por ejemplo cambio, por parte de los clientes, en las fechas de entrega en función de sus *stocks* y demandas [1]. Uno de los problemas más importantes de *scheduling* es el de máquina única que consiste en el secuenciamiento de un conjunto de tareas para ser procesadas por un único recurso. El estudio de este tipo de problemas es importante porque, a menudo, aparece embebido en un problema de *scheduling* más complejo [2]. Por ejemplo, en un entorno de planificación de tareas sobre múltiples máquinas existe una máquina crítica, cuello de botella, cuya capacidad de procesamiento es más lenta que el requerido por el resto. Un tratamiento de la máquina crítica como un problema de *scheduling* de máquina única puede mejorar notablemente la solución del problema más complejo

4. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y TRABAJOS FUTUROS

Actualmente se están realizando diferentes alternativas de la metaheurística ACO, para evaluar el comportamiento de la misma a través de la variación de parámetros, que permita optimizar la calidad de los resultados que brinda el algoritmo [19].

Los trabajos presentados hasta este momento por el grupo de investigación, para problemas de *scheduling* en ambientes dinámicos, se han abordados a través de Algoritmos Evolutivos [5], [6], [7], [8], [18]. Se están analizando distintos escenarios dinámicos con el objetivo de aplicar las metaheurísticas ACO y AE, y que nos permita poder realizar la evaluación del comportamiento de las mismas ante las diferentes alternativas de dinamismo.

Hasta el momento, se están realizando algunos experimentos en ambas metaheurísticas, incorporando a los algoritmos algún proceso de búsqueda local que contribuya a mejorar la calidad del algoritmo que quede reflejado en los resultados obtenidos.

A futuro se prevé el diseño e implementación de ambas metaheurísticas en ambientes dinámicos del mundo real, a los fines de poder realizar una comparación de resultados que nos indique cuál es la mejor heurística a utilizar para el/los modelo/s dinámico/s planteado/s.

Todos estos problemas han sido desarrollados sin restricciones, por lo que en enfoques futuros se incorporarán a estos problemas, algunas restricciones que hasta el momento no han sido analizadas tales como *preemption vs nonpreemption*, inserción vs no inserción de tiempo ocioso, *set up* dependientes de la secuencia, dependencia entre jobs (*precedence constraints*) entre otros.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Nacional de la Patagonia Austral por su apoyo al grupo de investigación, la cooperación y las críticas constructivas proporcionadas por el mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Morton T.E., Pentico D.W. – *Heuristic Scheduling Systems* – John Wiley & Sons Inc., New York, 1993.
- [2] Baker, K. R. – *Introduction to Sequencing and Scheduling* – John Wiley & Sons Inc., New York, 1974.
- [3] Madureira A., Ramos C., do Carmo Silva, Silvio – *A Genetic Approach to Dynamic Scheduling for Total Weighted Tardiness Problem*, PLANSIG'99, 18th Workshop of the UK Planning and Scheduling Special Interest Group, Manchester, UK, 1999.
- [4] Mao W., Kincaid R. y Rifkin, A. – *On-line Algorithms for a Single Machine Scheduling Problem*, en Impact of Emerging Technologies in Computer Science and Operation Research, págs. 157 – 173, 1995.
- [5] Lasso, M., Pandolfi D., De San Pedro M., Villagra A., Vilanova G., Gallard, R. – *Algorithms to Solve the Dynamic Weighted Tardiness Problems*, VIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, Bs. As., pág. 609 – 616, Octubre 2002.
- [6] Lasso, M., Pandolfi D., De San Pedro M., Villagra A., Gallard, R. – *Heuristics to Solve Dynamic W-T Problems in Single Machine Environments*, Proceedings of the International Conference on Computer Science, Software Engineering Information Technology, e-Business and Applications, págs. 432 –437, Rio de Janeiro, June 2003, Brazil.
- [7] De San Pedro M., Lasso, M., Villagra A., Pandolfi D., Gallard, R. – *Solutions to the Dynamic Average Tardiness Problem in Single Machine Environments*, IX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, La Plata, págs. 729 – 739, Octubre 2003.
- [8] Lasso, M., Pandolfi D., De San Pedro M., Villagra A., Gallard, R. – *Solving Dynamic Tardiness Problems in Single Machine Environments*, IEEE Congress on Evolutionary Computation, Vol. I, págs. 1143 – 1149, Portland, USA, 2004.
- [9] Dorigo, M. y Stützle, T. – *Ant Colony Optimization*, The MIT Press, 2004.

- [10] Branke J. – *Evolutionary Optimization in Dynamic Environments (Genetic Algorithms and Evolutionary Computation)*. Kluwer Academic Publishers (KAP), 2002.
- [11] Colomi, A., Dorigo, M., Maniezzo V., Trubian, M. – *Ant System for Job Shop Scheduling*, JORBEL – Belgian Journal of Operations Research, Statistics and Computer Science, Vol. 34, N°19, págs. 39 – 53.
- [12] Bauer, A., Bullheimer, B., Hartl R. F., Strauss, C. – *Minimizing Total Tardiness on a Single Machine using Ant Colony Optimization*, Central European Journal of Operations Research and Economics, Vol 8, N° 2, págs. 125-141, 2000.
- [13] Blum C. – *ACO Applied to Group Shop Scheduling: A Case Study on Intensification and Diversification*, Proceedings of ANTS 2002, Lecture Notes in Computer Science Series, N° 2463, Springer-Verlag, 2002.
- [14] Pfahringer, B. – *Multi-agent Search for Open Shop Scheduling. Adapting the Ant_Q Formalism*, Technical Report TR-96-09, Australian Research Institute for Artificial Intelligence, Vienna, 1996.
- [15] Gagné C., Price, W. L., Gravel, M. – *Comparing an ACO Algorithm with other Metaheuristics for the Single Machine Scheduling Problem with Sequence-dependent setup times*, Journal of Operational Research Society, Vol. 53, págs. 895 – 906, 2002.
- [16] Merkle, D., Middendorf, M. – *On Solving Permutation Scheduling Problems with Ant Colony Optimization*, Technical Report 415, Institute AIFB, University of Karlsruhe, 2002.
- [17] Guntsch, M., Middendorf, M. – *Applying Population Based ACO to Dynamic Optimization Problems*, Proceedings of ANTS2002, Lecture Notes in Computer Science Series N° 2463, págs. 111 – 122, Springer-Verlag, 2002.
- [18] de San Pedro M., Pandolfi D., Lasso M., Villagra A. - *Dynamic Scheduling Approaches to solve Single Machine Problems* – ASC 2005 - The Ninth IASTED International Conference on Artificial Intelligence and Soft Computing – pp 275-280, Benidorm, Spain, 2005
- [19] de San Pedro M., Pandolfi D., Villagra A., Lasso M. – *Información heurística en ACO aplicada al Problema de Máquina Única de Tardanza Ponderada* – XII RPIC – Reunión de Trabajo en procesamiento de la Información y Control – pp 22, Río Gallegos, Santa Cruz, Argentina, 2007

Metaheurísticas para Resolver Problemas de Corte y Empaquetado

C. Salto¹, J.M. Molina², E. Alba², G. Leguizamón³

¹Fac. de Ingeniería, Universidad Nacional de La Pampa,
Calle 110 esq. 9, General Pico, Argentina.

saltoc@ing.unlpam.edu.ar

²Dpto. Lenguajes y Ciencias de la Computación, Universidad de Málaga,
Campus de Teatinos, 29071, Málaga, Spain.

{eat,jmmb}@lcc.uma.es

³Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Computacional,
Universidad Nacional de San Luis

Ejército de los Andes 950 (5700), San Luis, Argentina.

legui@unsl.edu.ar

1. Introducción

En este trabajo presentamos una línea de investigación que comprende el desarrollo de metaheurísticas mejoradas para resolver grandes instancias de los problemas de corte y empaquetado (*Cutting and Packing* o C&T), problemas de optimización combinatoria \mathcal{NP} -duros (ver [2] para una revisión general).

Estos problemas describen patrones que consisten de combinaciones geométricas de grandes objetos y pequeños elementos. En el caso de los problemas de empaquetado, los objetos grandes (contenedores) necesitan ser llenados con pequeños elementos (por ejemplo, cajas). Por su parte, los problemas de corte están caracterizados por grandes objetos (por ejemplo, planchas o rollos) que necesitan ser cortados en pequeños elementos (por ejemplo, figuras de dos dimensiones). El objetivo de los procesos de corte y empaquetado es maximizar la utilización del material, es decir, asignar todos los elementos sin superposición en un mínimo número de contenedores o planchas.

Este tipo de problemas surge en muchas industrias y no está restringido sólo al sector de manufactura. La investigación operativa es un ámbito en el cual se han investigado y/o desarrollado métodos para resolver C&P y por otro lado, el sector financiero es un ámbito en el cual (de manera más abstracta) se pueden encontrar problemas de C&P.

En muchos casos hay un requerimiento especial sobre los patrones de corte: sólo se permiten cortes ortogonales, es decir, las piezas son siempre rectangulares y sólo se pueden realizar cortes de lado a lado de la plancha, paralelos a sus lados. Por otra parte, los cortes ortogonales pueden

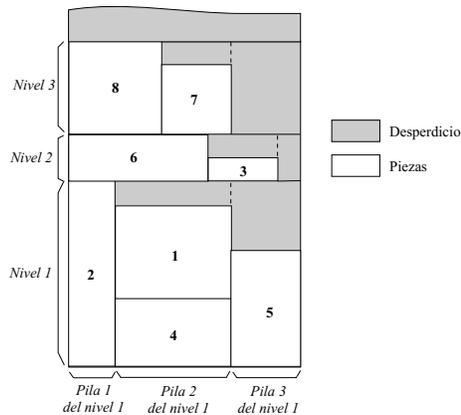


Figura 1: Patrón de Empaquetado por niveles en tres etapas.

ser guillotina o no. En los primeros se debe realizar una serie de cortes de lado a lado del largo restante de la plancha; mientras que los cortes no guillotina no imponen esta restricción (un elemento se puede colocar en cualquier posición disponible, siempre que no resulte en un solapamiento de piezas). En algunos problemas se asume que los elementos tienen orientación fija (es decir, no se pueden rotar) y no se impone restricción sobre el patrón de corte. En ciertos contextos reales, la rotación de elementos (generalmente por 90°) se puede permitir a fin de producir mejores asignaciones. Por ejemplo, la rotación no se permite cuando los elementos son artículos a ser acomodados en la página de un periódico o son piezas a ser cortadas de planchas corrugadas o decoradas; mientras que sí se permite en el corte de materiales lisos y en la mayoría de los contextos de empaquetamiento. La restricción de corte guillotina se impone generalmente por las características tecnológicas de las máquinas de corte automatizadas, mientras que generalmente no está presente en aplicaciones de empaquetamiento.

En particular, en esta línea de investigación consideramos el problema de empaquetado donde la plancha tiene un ancho definido pero su largo es infinito, conocido como *strip packing problem*. Por otra parte, se considera que las piezas no se pueden rotar y además deben ser empaquetadas en patrones con niveles en tres etapas (la Figura 1 muestra un ejemplo de tales patrones de empaquetado). En estos patrones las piezas se empaquetan en niveles horizontales (paralelos a la parte inferior de la plancha). Dentro de cada nivel, las piezas se empaquetan “bottom-left” justificadas, y cuando hay espacio suficiente en los niveles, las piezas con el mismo ancho se apilan unas sobre otras. Los patrones con niveles en tres etapas se usan en aplicaciones reales en la industria del vidrio, madera y metal y es la razón de incorporar esta restricción en la formulación de nuestro problema.

Durante los últimos años, los investigadores han propuesto un número creciente de opciones metaheurísticas para la solución del problema de empaquetado, las cuales ofrecen la habilidad de buscar en espacios de soluciones complejos y grandes de una manera sistemática y eficiente [1, 6, 7, 8]

2. Trabajos realizados

Actualmente, en esta línea de investigación se está trabajando con algoritmos genéticos híbridos: el GA está combinado con una rutina heurística de asignación de piezas. El GA determina el orden en el cual las piezas han de ser empaquetadas y la heurística de asignación determina la distribución de las piezas respetando el empaquetado en niveles en tres etapas.

En una primer etapa, hemos investigado las ventajas de usar operadores genéticos que incorporen en su procedimiento información específica del problema, tal como información sobre la distribución de las piezas. En particular se ha desarrollado un operador de recombinación que trasmite los mejores niveles (grupos de piezas que definen un nivel en la distribución) de un padre al hijo. De esta forma, los niveles heredados pueden permanecer sin modificaciones o bien pueden capturar algunas piezas de sus niveles vecinos, dependiendo de lo compactos que resulten los niveles. Se ha comparado su rendimiento con otros operadores clásicos hallados en la literatura, observándose una mejora en los resultados obtenidos. Esto se debe a que el operador de recombinación propuesto está basado en el concepto de bloques constructivos (en este caso un nivel), esto marca la diferencia con alguno de los operadores tradicionales, quienes seleccionan en forma aleatoria el conjunto de piezas a ser intercambiadas.

Además, para reducir el desperdicio en cada nivel, se aplica un nuevo operador, denominado operador de ajuste, el cual se aplica a cada individuo generado. Este operador ha mostrado ser beneficioso para el proceso evolutivo, realizando un rápido muestreo del espacio de búsqueda.

Por otra parte, se ha investigado la ventaja de generar las poblaciones iniciales usando un conjunto de reglas greedy que incluyen información relacionada al problema (tal como las dimensiones de las piezas, el área de las piezas, etc.), resultando en una población inicial más especializada. La selección aleatoria de las reglas para construir la población inicial ha dado los mejores resultados, obteniéndose buena diversidad genética de las soluciones iniciales y también una rápida convergencia sin caer en óptimos locales, mostrando que la performance de un GA es sensible a la calidad de su población inicial.

Como mecanismo alternativo para mejorar la eficiencia de las metaheurísticas, se han propuesto en los últimos años distintas versiones paralelas de las mismas. Utilizar algoritmos paralelos es una forma de aliviar los problemas vinculados a tiempos intensivos de ejecución e importantes requerimientos de memoria para resolver instancias complejas de interés actual. Por lo tanto, hemos realizado un amplio análisis de algoritmos distribuidos versus secuenciales, aplicados al problema de empaquetado, a fin de mejorar nuestro entendimiento sobre su rendimiento relativo. Las características de la búsqueda distribuida ha mostrado ser una técnica rápida para obtener buenos patrones de empaquetado. Los algoritmos distribuidos fueron capaces de mostrar un alto rendimiento (bajo esfuerzo) con niveles similares de precisión con respecto a los algoritmos panméticos secuenciales. También hemos alcanzado altos valores de speedup para los GAs distribuidos propuestos ejecutándose en paralelo.

3. Trabajo Futuro

Actualmente estamos trabajando en el desarrollo de un algoritmo de colonias de hormigas [3, 4, 5] para el problema de empaquetado. La aplicación de esta metaheurística ha ganado

mucho interés en problemas combinatoriales de alta dificultad. En la bibliografía consultada existen muy pocos trabajos que consideran esta metaheurística para aportar soluciones a este problema en particular. La mayoría de los trabajos tratan con el problema de empaquetado en 1 dimensión. En estos casos, los resultados reportados han sido de muy buena calidad en un tiempo razonable. Lo cual supone un campo de investigación importante para abordar.

Referencias

- [1] A. Bortfeldt. A genetic algorithm for the two-dimensional strip packing problem with rectangular pieces. *European Journal of Operational Research*, 172(3):814–837, 2006.
- [2] H. Dickhoff. A typology of cutting and packing problems. *European Journal of Operational Research*, 44:145–159, 1990.
- [3] M. Dorigo. *Optimization, Learning and Natural Algorithms*. PhD thesis, Dipartimento di Elettronica, Politecnica di Milano, Italy, 1992.
- [4] M. Dorigo and G. Di Caro. *New Ideas in Optimization*, chapter The ant colony optimization meta-heuristic, pages 11–32. D. Corne and M. Dorigo and F. Glover, editors. McGraw Hill, London, 1999.
- [5] M. Dorigo, V. Maniezzo, and A. Coloni. The ant system: Optimization by a colony of cooperating agents. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 26(1):29–41, 1996.
- [6] C.L. Mumford-Valenzuela, J. Vick, and P.Y. Wang. *Metaheuristics: Computer Decision-Making*, chapter Heuristics for large strip packing problems with guillotine patterns: An empirical study, pages 501–522. Kluwer Academic Publishers BV, 2003.
- [7] J. Puchinger and G. Raidl. An evolutionary algorithm for column generation in integer programming: An effective approach for 2d bin packing. In X. Yao et al, editor, *PPSN*, volume 3242 of *LNCS*, pages 642–651. Springer, 2004.
- [8] J. Puchinger and G.R. Raidl. Models and algorithms for three-stage two-dimensional bin packing. *European Journal of Operational Research*, 183(3):1304–1327, 2007.

Metaheurísticas aplicadas a la resolución del problema de ensamblado de fragmentos de ADN

Gabriela Minetti

Laboratorio de Investigación en Sistemas Inteligentes

Universidad Nacional de La Pampa

Argentina

minettig@ing.unlpam.edu.ar

Guillermo Leguizamón

Universidad Nacional de San Luis

Argentina

legui@unsl.edu.ar

Enrique Alba - Gabriel Luque

Dpto. de Lenguajes y Ciencias de la Computación

Universidad de Málaga

Spain

{eat,gabriel}@lcc.uma.es

1. Introducción

En las últimas décadas, importantes avances en la biología molecular y en la tecnología genética subyacente, han provocado un crecimiento inconmensurable en el volumen y variedad de información generada por una vasta comunidad científica. Por ejemplo, el secuenciamiento genético (*genome and proteome sequences*, en Inglés), la identificación de genes (*gene identification*), la identificación del perfil de la expresión genética (*gene expression profiling*) entre otras áreas genéticas, marcaron y marcan la necesidad de involucrar el conocimiento de expertos pertenecientes a otras ciencias tales como las matemáticas, las ciencias de la computación, la física y la biología, a los efectos obtener mejores resultados y en menos tiempo. La bioinformática es, entonces, un campo interdisciplinar dedicado a desarrollar técnicas que permitan: analizar secuencias genéticas, identificar y predecir estructuras moleculares, extraer características de microarrays de datos, etc.

El conjunto de técnicas en bioinformática utilizadas en las distintas áreas de la biología es extenso y de componentes heterogéneos. Podemos distinguir dos grandes grupos de técnicas algorítmicas. Uno de ellos está conformado por algoritmos especialmente diseñados para un uso

bioinformático específico. Por otro lado, el segundo subconjunto está formado por metaheurísticas y técnicas modernas; las cuales pueden aplicarse en diferentes campos.

En el primer caso los algoritmos han sido diseñados y modelados específicamente para manejar información biológica. Es el caso de herramientas como: CAP3 [1], CLUSTALW-pairwise y CLUSTAL-MSA [2], FASTA [3, 4], BLAST y sus variantes [5, 6], Vector de momentos de composición [7], Modelado de la dinámica molecular [8], IRAP [9], entre otras.

En el segundo caso, las técnicas algorítmicas pertenecientes a la inteligencia computacional, han sido intensamente usadas en diferentes campos y se han adaptado a muchos usos bioinformáticos. La razón es que pueden resolver problemas de muy alta dimensión con fuertes restricciones de manera eficiente. Ejemplos de esto son: las redes neuronales artificiales (*Artificial Neural Networks, ANNs*) [10, 11, 12, 13, 14], los algoritmos evolutivos (*Evolutionary Algorithms, EAs*) [15, 16, 17, 18, 19, 20], los métodos de Montecarlo guiado (*MC*) [21, 22, 23, 24], los Optimización Basada en el Comportamiento de Colonias de Hormigas (*Ant Colony Optimization, ACO*) [25]. Todas ellas son metaheurísticas (resolutores con estructura interna y búsqueda no exhaustiva guiada) que se usan en diferentes campos tales como: sistemas industriales, diseño en ingeniería, logística, comunicaciones, etc. Aunque este tipo de algoritmos tiene un uso más generalizado, resultan eficaces y eficientes cuando la complejidad del problema y su respectivo espacio de soluciones son extensos o crecen continuamente. Esta es una característica muy importante y extremadamente necesaria a la hora de manipular enormes cantidades de información biológica. Además, dichas técnicas no necesitan contar con datos precisos y completos para obtener más información (o soluciones) y de muy buena calidad. Por otro lado, estas técnicas inteligentes no son exhaustivas ni determinísticas. Estas características reducen considerablemente el esfuerzo computacional empleado y pueden producir resultados múltiples para una misma situación. Además estas metaheurísticas presentan otra ventaja significativa en el área de la bioinformática ya que resultan sumamente eficientes en la resolución de problemas de optimización combinatoria como por ejemplo el problema de alineamiento de secuencias (*Sequence Alignment Problem*), el problema de ensamblado de fragmentos (*Fragment Assembly Problem, FAP*), el problema de análisis proteico (*Protein Folding Problem*), etc. Tales características y ventajas son difíciles de encontrar o de incorporar en las técnicas del primer grupo.

Particularmente nuestra línea de trabajo abarca el desarrollo de metaheurísticas para resolver el problema de ensamblado de fragmentos. Para enunciar este problema, es necesario definir previamente el proceso de secuenciación [26]: 1°) El ADN es dividido aleatoriamente en millones de fragmentos, 2°) dichos fragmentos son leídos por una máquina de secuenciación de ADN y 3°) un ensamblador une los fragmentos leídos que se superponen, reconstruyendo la secuencia original. Ésta, es una técnica general denominada *shotgun sequencing* e introducida por Sanger et al. [27]. El ensamblado de fragmentos de ADN se divide en tres fases diferentes: fase de superposición (encuentra los fragmentos superpuestos), fase de distribución (encuentra el orden de los fragmentos basado en el puntaje de similitud computado) y por último, la fase de consenso (deriva la secuencia de ADN a partir de la distribución anterior).

El objetivo de este artículo es presentar los desarrollos realizados hasta el momento para resolver el FAP y los trabajos futuros.

2. Desarrollos realizados

Hemos desarrollado diferentes versiones de 2 algoritmos metaheurísticos: Variable Neighborhood Search (VNS) y GAs. VNS es una metaheurística presentada por Hansen *et al.* en [28], que no sigue una trayectoria sino que explora diferentes vecindarios predefinidos de la solución actual usando un método de búsqueda local. Los GAs [29], son una clase especial de Algoritmos Evolutivos. Un algoritmo genético mantiene una población, de soluciones candidatas (individuo), que evoluciona generación tras generación; siendo la selección, la recombinación y la mutación los principales operadores usados para modificar las características de dichas soluciones.

En ambos casos, hemos usado una representación por permutación para codificar las soluciones y dos funciones de optimización, una de ellas mide la calidad de la solución (maximización) [15] y la otra mide el número de contigs (minimización) [30]. En tanto que el método de búsqueda local utilizado en VNS ha sido el algoritmo 2-opt [31]. Mientras que en las versiones de los algoritmos genéticos [32] hemos implementado diferentes operadores de recombinación: Edge Recombination, Cycle Crossover, Order Crossover y Partial Mapped Crossover. Todos ellos son operadores diseñados para utilizar soluciones representadas por permutación. Además las poblaciones iniciales han sido generadas utilizando tres diferentes estrategias de inicialización: aleatoria, por medio del algoritmo 2-opt y a través de una heurística que hemos desarrollado especialmente para este problema.

En general estas técnicas metaheurísticas han resuelto de forma óptima instancias de poca y mediana complejidad.

3. Trabajo Futuros

Una de las líneas a seguir es la hibridación de los GAs con los métodos clásicos de resolución del FAP. Por otro lado se estudiará la incorporación de la heurística, por nosotros desarrollada, en un algoritmo de optimización basado en el comportamiento de una colonia de hormigas (ACO) y así resolver el problema antes mencionado.

Referencias

- [1] W. Huang and A. Madan. CAP3: A DNA Sequence Assembly Program. *Genome Research*, 9(9):868–877, 1999.
- [2] J.D. Thompson, D.G. Higgins, and T.J. Gibson. CLUSTALW: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Research*, 22:4673–4680, 1994.
- [3] W.R. Pearson. Comparison of methods for searching protein sequence databases. *Protein Sci.*, 4:1145–1160, 1995.
- [4] W.R. Pearson and D.J Lipman. Improved tools for biological sequence analysis. *Proc. Natl Acad. Sci. USA*, 85, pages 2444–2448, 1998.

- [5] S.F. Altschul, W. Gish, W. Miller, E.W. Myers, and D.J. Lipman. Basic local alignment search tool. *Journal of Molecular Biology*, (1990):403–410, 1990.
- [6] S.F. Altschul, T.L. Madden, A.A. Schaffer, J. Zhang, Z. Zhang, W. Miller, and D.J. Lipman. Gapped BLAST and PSI-BLAST: a new generation of protein database search programs. *Nucleic Acids Research*, (25):3398–3402, 1997.
- [7] J. Ruan, K. Wang, J. Yang, L.A. Kurgan, and K. Cios. Highly accurate and consistent method for prediction of helix and strand content from primary protein sequences. *Artificial Intelligence in Medicine*, (35):19–35, 2005.
- [8] D.M. York, T.A. Darden, L.G. Pedersen, and M.W. Anderson. Molecular dynamics simulation of hiv-1 protease in a crystalline environment and in solution. *Biochemistry*, 32(6):1143–1153, 1993.
- [9] J. Chen, W. Hsu, M. Lee, and S. Ng. Systematic assessment of high-throughput experimental data for reliable protein interactions using network topology. *16th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI'04)*, pages 368–372, 2004.
- [10] G.G. Towell and J.W. Shavlik. Knowledge-based artificial neural networks. *Artificial Intelligence*, (70):119–165, 1994.
- [11] N.I. Larsen, J. Engelbrecht, and S. Brunak. Analysis of eukaryotic promoter sequences reveals a systematically occurring CT-signal. *Nucleic Acids Research*, (23):1223–1230, 1995.
- [12] Y.D. Cai, H. Yu, and K.C. Chou. Artificial neural network method for predicting HIV protease cleavage sites in protein. *Journal of Protein Chemical*, 17:607–615, 1998.
- [13] H.C. Wang, J. Dopazo, L.G. de la Fraga, Y.P. Zhu, and J.M. Carazo. Self-organizing tree-growing network for the classification of protein sequences. *Protein Sci*, 7:2613–2622, 1998.
- [14] A. Mills, B. Yurke, and P. Platzman. Error-tolerant massive DNA neural-network computation. In *4th Int. Meeting on DNA-Based Computing*, Baltimore, Penns., 1998.
- [15] R. Parsons, S. Forrest, and C. Burks. Genetic Algorithms, Operators, and DNA Fragment Assembly, 1993.
- [16] C. Notredame and D.G. Higgins. SAGA: sequence alignment by genetic algorithm. *Nucleic Acids Research*, 24(8):1515–1524, 1996.
- [17] C. Notredame, L. Holm, and D.G. Higgins. COFFEE: an objective function for multiple sequence alignments. *Bioinformatics*, 14(5):407–422, 1998.
- [18] K. Kim and C.K. Mohan. Parallel hierarchical adaptive genetic algorithm for fragment assembly. In IEEE, editor, *The 2003 Congress on Evolutionary Computation, 2003. CEC '03.*, volume 1, pages 600–607, 2003.
- [19] L. Li and S. Khuri. A Comparison of DNA Fragment Assembly Algorithms. In *Proceedings of the 2004 International Conference on Mathematics and Engineering Techniques in Medicine and Biological Sciences*, pages 329–335, Las Vegas, 2004.

- [20] G. Luque, E. Alba Torres, and S. Khuri. *Parallel Algorithms for Bioinformatics*, chapter Chapter 16: Assembling DNA Fragments with a Distributed Genetic Algorithm. Wiley, New York, 2005.
- [21] A.P. Lyubartsev, A.A. Martsinovski, and P.N. Vorontsov-Veñuaminov. New Approach to Monte Carlo Calculation of the Free Energy: Method of Expanded Ensembles. *Journal of Chemical Physics*, 96:1776–1783, 1992.
- [22] E. Marinari and G. Parisi. Simulated Tempering: A new Monte Carlo Scheme. *Europhys. Lett.*, 19:451–458, 1992.
- [23] G. Churchill, C. Burks, M. Eggert, M.L. Engle, and M.S. Waterman. Assembling DNA Sequence Fragments by Shuffling and Simulated Annealing. Technical Report LA-UR-93-2287, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, NM, 1993.
- [24] C. Burks, R.J. Parsons, and M.L. Engle. Integration of competing ancillary assertions in genome assembly. In R. Altman, D. Brutlag, P. Karp, R. Lathrop, and D. Searls, editors, *Proceedings Second International Conference on Intelligent Systems for Molecular Biology*, pages 62–69, Menlo Park, CA, 1994. AAAI Press.
- [25] P. Meksangsouy and N. Chaiyaratana. DNA fragment assembly using an ant colony system algorithm. In *The 2003 Congress on Evolutionary Computation, 2003. CEC '03*, volume 3, pages 1756–1763. IEEE. ISBN: 0-7803-7804-0, 2003.
- [26] M. Pop, S.L. Salzberg, and M. Shumway. Genome sequence assembly: Algorithms and issues. *Computer*, 35(7):47–54, 2002.
- [27] F. Sanger, A.R. Coulson, G.F. Hong, D.F. Hill, and G.B. Petersen. Nucleotide Sequence of Bacteriophage Lambda DNA. *Journal of Molecular Biology*, 162(4):729–773, 1982.
- [28] P. Hansen, N. Mladenovic, and J.A. Moreno Pérez. Variable neighbourhood search. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, (19):77–92, 2003. ISSN: 1137-3601.
- [29] J. H. Holland. *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, first edition, 1975.
- [30] E. Alba and G. Luque. A New Local Search Algorithm for the DNA Fragment Assembly Problem. In *Evolutionary Computation in Combinatorial Optimization, EvoCOP'07*, volume 4446 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 1–12, Valencia, Spain, 2007. Springer.
- [31] E. Alba Torres, G. Luque, and G. Minetti. Variable neighborhood search for solving the dna fragment assembly problem. In *Anales del XIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC)*, pages 1359 – 1370, Corrientes y Resistencia, Argentina, October 2007.
- [32] E. Alba Torres, G. Luque, and G. Minetti. Seeding strategies and recombination operators for solving the dna fragment assembly problem. *INFORMATION PROCESSING LETTERS ELSEVIER. En etapa de evaluación*, 2008.

Modelo predictivo de comportamiento de barcos

Boroni G., Vénere M., Lotito P., Clausse A.
Universidad Nacional del Centro, Tandil, Pcia. de Buenos Aires
{gboroni,venerem,plotito,clausse@exa.unicen.edu.ar}

Martinetti Osvaldo D.
Jefe del Servicio de Análisis Operativos Armas y Guerra Electrónica, Armada Argentina
Grasso Oscar P.
Jefe dpto. Tecnología de la Información, Armada Argentina
{opgrasso@ciudad.com.ar}

Resumen: el problema de simular los movimientos y la dinámica de un barco es estudiado principalmente para el desarrollo de simuladores de maniobra y entrenamiento. En general existen varios niveles posibles de solución, con diversos grados de complejidad y de exactitud. No obstante, todas las soluciones basadas en modelos matemáticos conducen naturalmente a dos acercamientos básicos: modelos dinámicos de desplazamiento, y modelos cinemáticos de predicción. En este trabajo se presenta el desarrollo de un nuevo modelo matemático simplificado, que permite predecir la dinámica de maniobra y la cinemática de movimiento, en base a las características del barco, y a los valores de velocidades y aceleraciones instantáneas.

Introducción

La mayoría de los modelos matemáticos modernos de comportamientos de buques usados en simuladores, se construyen según el principio modular, es decir, incluyen sub-modelos separados para los distintos componentes: el casco, el timón, el motor, etc. (Inoue 1981, Crane 1989 y Chislett 1996). Cada sub-modelo contiene generalmente fórmulas empíricas para la descripción de componentes de fuerzas y de momentos. Todo esto agrega flexibilidad a los modelos y mejora la velocidad de cómputo.

Para convertir un modelo dinámico de maniobra complejo en un modelo rápido, es razonable simplificar los más sofisticado, eliminando todas las características y efectos menos importantes (Degre 1998). Las siguientes consideraciones podrán ser discutidas para obtener dicha simplificación:

- El movimiento de rolido puede afectar sensiblemente en las maniobras. Este efecto en la mayoría de los casos es débil, y puede ser sacrificado fácilmente.
- La inercia del motor es mucho más baja que la inercia de la nave misma, y se puede descartar bajo el supuesto de que la velocidad de rotación del propulsor puede cambiar inmediatamente.
- Se puede crear un modelo matemático conveniente para las fuerzas longitudinales (Inoue 1981), pero con representaciones simplificadas para la resistencia de la nave y para la fuerza de la oleada inducida por el timón.
- La dinámica del engranaje de manejo puede también ser descuidada en muchos casos, pero su presencia es altamente deseable cuando se considera la simulación de control automático.
- Es deseable proveer en el modelo de leyes de control para la ejecución maniobras típicas.

En la sección siguiente se presenta un modelo de comportamiento de barcos, que combina un sub-modelo cinemático de desplazamiento, ecuaciones de control para la aceleración tangencial y ángulo del timón, y un sub-modelo de levantamiento y cabeceo.

Modelo para el desplazamiento horizontal del barco

Considerando según la figura 1 que el origen C es el centro de masa del barco, el modelo simplificado propuesto maneja las siguientes variables en el intervalo de tiempo $t \in [t_p, t_p + T_p]$

- ψ es el ángulo que forma el barco con el eje x ;
- ξ es la componente x de la posición del barco;
- η es la componente y de la posición del barco;
- u es la componente x de la velocidad del barco;
- v es la componente y de la velocidad del barco;
- r es la velocidad tangencial del barco.

Considerando el efecto de las aceleraciones en cada una de las componentes de velocidades, y t el tiempo actual, el modelo cinemático de desplazamiento propuesto es

$$\begin{aligned} \psi &= \psi_{t_p} + r_{t_p} (t - t_p) & \xi &= \xi_{t_p} + v_{t_p} (t - t_p) & r &= a_{t_p} (t - t_p) \\ \eta &= \eta_{t_p} + u_{t_p} (t - t_p) & V &= V_{t_p} + a_b (t - t_p) \\ u &= V_{t_p} \cos(\psi) & v &= V_{t_p} \sin(\psi) \end{aligned} \quad (1)$$

donde

- V_{t_p} es la velocidad del barco;
- a_{t_p} es la aceleración tangencial;
- a_{b,t_p} es la aceleración del barco.

El subíndice t_p se refiere a los valores obtenidos en dicho tiempo. Como se mencionó anteriormente, las Ecs. 1 se pueden complementar con leyes de control, representando un piloto automático o un operador humano (Sutulo 2002). Por ejemplo, para el cambio de curso de maniobra, la ley de control es:

$$\delta = f(\psi, \dot{\psi}, \xi_c, \dot{\xi}_c, \eta_c, \dot{\eta}_c, u, v, \dots), \quad (2)$$

donde se pueden introducir parámetros adicionales de acuerdo a la complejidad esperada del modelo. En base a lo anterior, se propone agregar al modelo (1) las ecuaciones de control para representar la aceleración tangencial a_{t_p} y el ángulo de inclinación del barco δ_b

$$a_{t_p} = C_b \delta_T (t + \rho) V_{t_p} / \varepsilon_m L \quad \delta_b = -C_i \delta_T (t + \rho) V_{t_p} / \varepsilon_m L, \quad (3)$$

donde

- ε_m máxima velocidad de giro del timón;
- L es la longitud del barco;
- δ_T es el ángulo del timón;
- C_b es el coeficiente de ajuste de aceleración del timón;
- C_i es el coeficiente de ajuste de inclinación del barco;
- ρ es el coeficiente de retardo.

A partir de las Ec. 3, se obtiene que la aceleración tangencial y el ángulo de inclinación del barco son proporcionales a la velocidad del barco, e inversamente proporcional a la longitud del mismo. Se puede ver que cuando la velocidad V_p es 0, no hay aceleración tangencial, y además el barco no se inclina por efecto de una maniobra de giro.

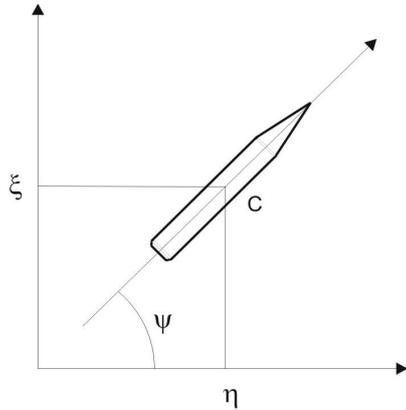


Fig. 1. Esquema de variables y parámetros del modelo.

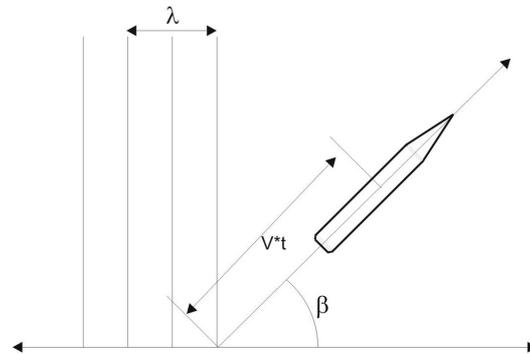


Fig. 2. Movimiento relativo de las olas respecto del barco que avanza con velocidad V .

Modelo para el levantamiento y cabeceo del barco

Considerar que las olas se aproximan al buque desde cualquier ángulo β respecto de la dirección de su movimiento (ver figura 2), y con diferentes frecuencias; para un observador que avanza con el buque a velocidad V , las olas se las recibe con una frecuencia de encuentro dada por

$$\omega_e = \omega_0 - kV \cos \beta, \quad (4)$$

donde

- $\omega_0 = \sqrt{kg}$ es la frecuencia propia de la ola;
- λ es la longitud de la ola;
- $k = 2\pi/\lambda$ es el número de la ola.

La función que describe la superficie de la ola de amplitud a , esta dada por

$$\eta(x, y, t) = a \sin[k(x \cos \beta + y \sin \beta) + \omega_e t], \quad (5)$$

donde las coordenadas (x, y) especifican un punto de la superficie del mar, respecto del sistema que se desplaza con el barco. Despreciando el ancho de la cubierta en proa, la ecuación 5 representa la elevación de la superficie en el punto (x, y) .

En este trabajo se ha restringido al caso olas de proa ($\beta = 180$), debido que se considera más alta la exigencia en lo que se refiere a respuesta vertical. Esto a su vez va a producir la mayor posibilidad de que la cubierta se sumerja en la superficie del mar. Luego, las ecuaciones 4 y 5 se transforman en

$$\omega_e = \omega_0 + kV \quad \eta_{proa}(t) = a \sin[kL/2 + \omega_e t]. \quad (6)$$

Al igual que la ecuación 6, las características asociadas al levantamiento z y cabeceo θ se pueden modelar respecto de la frecuencia de encuentro con las olas (figura 3)

$$z(t) = z_0 \sin(\omega_e t + \gamma) \quad \theta(t) = \theta_0 \sin(\omega_e t + \varphi). \quad (7)$$

Muchas veces resulta conveniente calcular el movimiento relativo de la proa del barco, en función de la elevación de la superficie del mar. A partir de las ecs. 6 y 7 es posible calcular dicha medida

$$w(t) = -z(t) + x_{proa}(t) - \eta_{proa}(t). \quad (8)$$

La estructura modular del modelo matemático propuesto, permite incorporar nuevas características y sub-modelos dependiendo de la necesidad de exactitud en la predicción.

Resultado numéricos

El primer caso de estudio es un análisis predictivo de desplazamiento del barco. Para ello se simuló el modelo completo para $t \in [0, 500]$, aplicando los eventos temporales declarados en la tabla 1. En la figura 4 se grafica la posición del barco (x, y) en función del tiempo. En dicha figura se puede ver que a medida que se incrementa la velocidad del barco, aumenta la aceleración tangencial.

En el segundo caso de estudio se analizó el movimiento relativo de la proa según las ecuaciones 6, 7 y 8. Los valores iniciales utilizados se presentan en la tabla 2. En la figura 5 se muestra como varían respecto de la frecuencia de encuentro de las olas, un punto definido por w +francobordo (francobordo es la distancia entre proa y línea de flotación), y la elevación de la superficie $\eta_{proa}(t)$. En dicha figura se puede ver que la diferencia mínima entre ambas medidas es de 0.5m, con lo cual la cubierta del barco no llega a sumergirse en el mar.

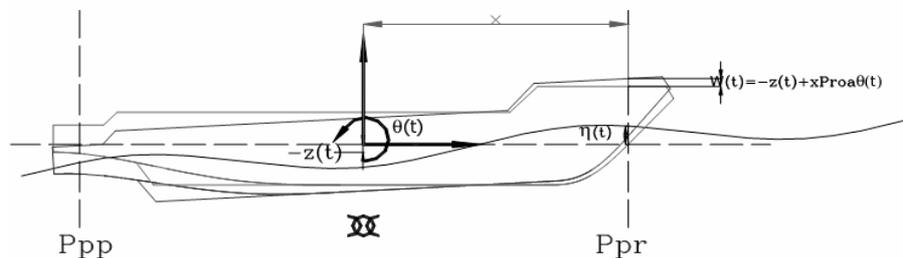


Fig. 3. Movimiento relativo de la proa.

Tiempo	$a_{b,p}$	δ_T
$100*k \leq t \leq 50 + (100*k), k=0,1,2..$	0.005	0.9
otro	0	0

Tabla 1.

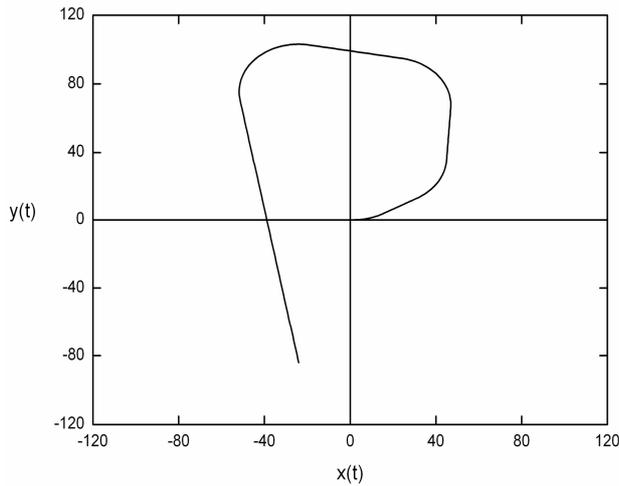


Fig. 4. Posición del barco (x,y) en función del tiempo.

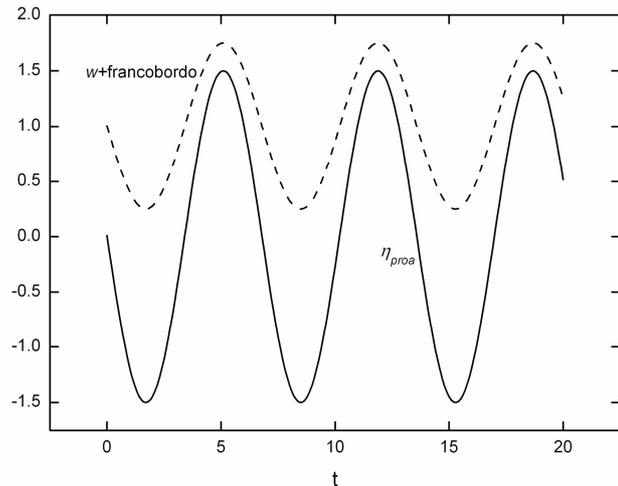


Fig. 5. $w+\text{francobordo}$ y $\eta_{\text{proa}}(t)$ respecto de la frecuencia de encuentro de la ola.

Variable/constante	Valor
λ	30
k	$2\pi / \lambda$
a	1
ω_0	0.8
θ_0	0.5
z_0	0.5
φ	0
γ	0

Tabla 2.

Referencias

1. Sutulo S., Moreira L., Guedes Soares C., 2002. Mathematical models for ship path prediction in manoeuvring simulation systems. *Ocean Engineering* 29, pp 1–19.
2. Chislett, M.S., 1996. A generalised math model for manoeuvring. In: Chislett, M.S. (Ed.), *Marine Simulation and Ship Manoeuvrability*. A.A. Balkema, Rotterdam, pp. 593–606.
3. Crane, C.L., Eda, H. and Landsburg, A., 1989. Controllability. In: Lewis, E.V. (Ed.), *Principles of naval architecture*, vol. 3, Jersey City, SNAME, pp. 191–365.
4. Degre, T., Guedes Soares, C., 1998. Ship's movement prediction in the Maritime Traffic Image Advanced System (MATIAS). In: Sciutto, G., Brebbia, C.A. (Eds.), *Maritime Engineering and Ports*. Computational Mechanics Publications, Southampton, pp. 207–216.
5. Inoue, S., Hirano, M., Kijima, K., Takashina, J., 1981a. A practical calculation method of ship maneuvering motion. *International Shipbuilding Progress* 28 (325), 207–222.
6. Inoue, S., Hirano, M., Kijima, K., 1981b. Hydrodynamic derivatives on ship maneuvering. *Internacional Shipbuilding Progress* 28 (321), 112–125.

ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE DIFERENTES TIPOS DE NODOS WIRELESS USANDO MODELACIÓN Y SIMULACIÓN CON REDES DE PETRI

Santiago Pérez, Higinio Facchini, Alejandro Dantiacq, Gustavo Mercado, Luis Bisaro
{santiago.perez, higinio.facchini, alejandro.dantiacq, gustavo.mercado, luis.bisaro}@gridtics.frm.utn.edu.ar
GRID TICs

(Grupo de Investigación y Desarrollo en TICs)

Mario Distefano, Antonio Pasero
(mdistefa, apasero)@frm.utn.edu.ar
MIP

(Modelos Industriales Paralelos)

Facultad Regional Mendoza,
Universidad Tecnológica Nacional
Mendoza Argentina
0261-5244576

I) Resumen:

Diversas líneas de investigación internacional han consolidado en el tiempo su interés en entender la evolución de la conducta de los nodos de red (usuarios y dispositivos activos), y extender tal entendimiento a estudiar y mejorar la performance y productividad de las redes. En muchos trabajos se ha planteado el problema, con la recolección y estudio de trazas para redes cableadas y wireless, para encontrar tendencias comunes de grupos de nodos de red, caracterizando cada nodo de red por la conducta común mostrada en sus patrones de asociación a través de los días. Estos trabajos se han abocado a proponer y medir índices o parámetros para caracterizar su comportamiento.

Se investigará y desarrollará un modelo para el análisis cuantitativo para determinar el grado del comportamiento diferenciado de distintas clases de nodos wireless (PC wireless, notebooks wireless, PDAs, y otros dispositivos móviles), en distintos contextos de una red WLAN (Wireless Local Area Network). El trabajo estará basado en la utilización de métodos y herramientas para la colección de muestras o trazas del tráfico de red introducido por estos

nodos wireless, en una red de datos, que permita construir una base de datos de conocimiento sobre sus conductas. Las conclusiones obtenidas del análisis de las muestras de tráfico se expresaran en términos de Redes de Petri Estocásticas Generalizadas - GSPN (Generalized Stochastic Petri Nets), para obtener un modelo de prestaciones y de evaluación cuantitativa del comportamiento de los diferentes tipos de nodos wireless. El modelo resultante será simulado con herramientas software para determinar el comportamiento diferenciado bajo distintos contextos; por ejemplo, por proporción variable del número y tipo de nodos, por distintos anchos de banda de tráfico por nodo, por cambios en el tipo de tráfico para cada nodo, etc.

II) Metodología

El modelo de tráfico de redes WLAN, se alcanzará siguiendo la siguiente secuencia metodológica:

- 1) Obtener una colección de trazas de tráfico de distintos tipos de nodos wireless sobre una red WLAN, clasificada según el perfil de los nodos de red,

- 2) Desarrollar un modelo de tráfico de redes WLAN correspondiente usando Redes de Petri,
- 3) Simular el modelo usando herramientas de software para distintos contextos operativos.
- 4) Establecer conclusiones desde el análisis cuantitativo de los resultados de la simulación del modelo con Redes de Petri

III) Comportamiento de los nodos de red desde la colección de trazas y su modelación

Las grandes Redes LAN (cableadas y/o wireless) están ampliamente instaladas, y la combinación de ambas propuestas ha ganado rápidamente popularidad. Además, una parte de los nodos de red han conmutado a nodos wireless, y, en conjunto, crecen proporcionalmente con el número de nodos, y su variedad y los requerimientos de los servicios demandados.

En este escenario, la importancia de entender la conducta de los nodos ha aumentado. La colección de trazas de Redes LAN, en la comunidad de investigación, ha sido la técnica habitual para obtener conocimiento fundamental de sus nodos. En el vasto espacio para investigación potencial, a partir de la colección de las trazas, se plantea como hacer un modelo de conducta y de uso de un nodo dentro la red, que también tenga en cuenta los patrones de comportamientos similares entre subgrupos, y como los nodos de red en diferentes ambientes difieren en estos aspectos.

La colección de trazas, y la posterior modelación de la red, son importantes porque:

- 1) El análisis de la conducta del usuario y los patrones de uso habilitan el examen exacto de la utilización de la red, y ayuda en el desarrollo de mejores técnicas de entendimiento y mejor capacidad de decisiones planeadas,
- 2) El análisis de trazas es también un primer paso necesario para hacer modelos realistas que son cruciales para el diseño, simulación y evaluación de protocolos de redes,
- 3) Cada nueva tecnología evoluciona, entendiendo

fundamentalmente la conducta de los nodos de red, y se vuelve esencial para el desarrollo exitoso de tales tecnologías emergentes.

La comunidad dedicada al estudio y análisis del comportamiento de los nodos de red y su tráfico asociado, incorpora constantemente nuevas metodologías para interpretar y prever la conducta e impacto de los nuevos dispositivos wireless (PCs wireless, notebooks wireless, PDAs, y otros dispositivos móviles) sobre una red LAN (Local Area Network) y WLAN (Wireless LAN), para asegurar la mejor relación costo-performance y estabilidad de la infraestructura.

La colección de muestras o trazas del tráfico de diferentes nodos wireless, usado como etapa primaria en las investigaciones de la comunidad que estudia el tema, puede ser complementado y potenciado con la asignación de probabilidades de vinculación que se alcanza con un modelado Estocástico de Redes de Petri, en particular, usando las GSPN (Generalized Stochastic Petri Nets). Con las GSPN, se pueden trasladar las conclusiones de los estudios de las trazas en una Red de Petri, cuya simulación facilitará la evaluación de performance y el análisis cuantitativo. Se toman como antecedente, la herramienta GreatSPN de simulación de Redes de Petri de la Universidad de Turín, y la experiencia sobre colección de trazas que se dispone entre los miembros de la Unidad Ejecutora de este proyecto.

IV) Trabajos relacionados

Hay bastantes trabajos de investigación dirigidos al objetivo general de entender la conducta de los nodos de red, con focos diferentes y aplicaciones potenciales en mente [1][2][3][4][5][6].

Se han propuesto diferentes métricas para describir y comparar las conductas de los nodos de red (usuarios) individuales en los ambientes de redes LAN (cableadas y wireless), a partir de la colección de trazas de nodos de red. Estas métricas corresponden a diferentes aspectos de las conductas de asociaciones de nodos de red en una LAN,

siendo algunas más apropiadas para las redes cableadas, otras para las redes wireless, y otras para ambas.

Por ejemplo, pueden observarse las siguientes propuestas de métricas y definiciones para entender la conducta individual del nodo:

- a) Actividad online de los usuarios,
- b) Movilidad de largo plazo de los usuarios,
- c) Movilidad de corto plazo de los usuarios,
- d) Patrones de asociación repetitivos de los usuarios,
- e) Tráfico de los usuarios,
- f) Prevalencia de APs,
- g) Persistencia de APs,

Otras métricas, se proponen caracterizar las conductas de los nodos de red de comportamientos similares, generando subgrupos de nodos asociados. Es decir, están dirigidas al problema de encontrar tendencias comunes en patrones de asociación compartidas de grupos de usuarios. En este caso, pueden observarse las siguientes propuestas de métricas y definiciones para entender la conducta de asociación de los nodos de red:

- h) Patrón de asociación de grupo, y
- i) Patrón de asociación individual.

V) Métodos de colección de trazas

Los métodos de colección de trazas de red, que son el punto de partida para el entendimiento del comportamiento de los nodos de red, pueden ser clasificadas en tres categorías: 1) métodos basados en polling el cual registra las asociaciones de nodos de red en intervalos de tiempo periódicos, usando SNMP, o algún software de tracking de asociación sobre los nodos, 2) métodos basados en programas que registran eventos online/offline de usuarios de red usando un servidor de logeo (syslog) como archivos de sesión, de DHCP, de traps, etc. y 3) métodos basados en programas sniffers que colectan el tráfico de la red en la medida que se produce.. A los fines de nuestro trabajo, en el que se pretende buscar patrones característicos de tráfico de red, para estudiar el comportamiento de los nodos de red, y las

tendencias comunes de asociación de grupo (descrito en el tema anterior) se vuelve importante incluir en la colección de trazas, las tramas wireless de tráfico con la mayor cantidad de información posible, incluyendo los protocolos de red.

Con dicho objeto se ha seleccionado un sniffer wireless estándar que incluye las herramientas habituales, tales como para:

- a) Realizar un test de carga de Performance de la red:
- b) Diagnosticar problemas de conectividad de la red,
- c) Medir cobertura de la Señal,
- d) Medir la Distribución de la señal WIFI,
- e) Medir el Jitter de la señal RF,
- f) Medir la conectividad End-to-End en WLAN.

VI) Redes de Petri SPN y GSPN

Las Redes de Petri (RdP) o Petri Nets (PN) constituyen una herramienta de modelado matemático y gráfico para describir sistemas concurrentes. Una PN es una 5-tupla (P, T, I, O, H) donde P es un conjunto de lugares, T es un conjunto de transiciones, I , O y H son funciones que definen como arcos de entrada a una transición, salida de una transición y arcos inhibidores. Las Redes de Petri son grafos que unen lugares con transiciones con asignación de pesos. La PN incorpora la noción de un estado inicial distribuido que se llama marcado M_0 , y propone una nueva definición como una 6-tupla (P, T, I, O, H, M_0) [7][8].

El modelo clásico PN no incluye la noción de tiempo, todas las transiciones son inmediatas. No obstante se ha introducido la noción de tiempo de retardo en el disparo de las transiciones (retardo constante o determinístico), que constituye una forma de PN temporizada definida por la 7-tupla (P, T, I, O, H, Z, M_0) , donde Z es un número real positivo asignado a cada transición $z_i = Z(t_i)$, la que recibe el nombre de tiempo de disparo de la transición t_i .

VI.1 Definición del Modelo SPN

Las Redes de Petri Estocásticas o Stochastic Petri Net (SPN), son PN con disparo de transiciones con retardos de tiempos con variables aleatorias de distribución exponencial con tasa λ ; cada transición t_i está asociada con un disparo aleatorio cuya función densidad de probabilidad (PDF) es una exponencial negativa con tasa λ . Esto constituye una SPN definida como una 7-tupla (P, T, I, O, H, W, M_0) , donde W especifica la tasa asociada a una transición.

Teniendo en cuenta la propiedad donde el último estado es independiente de los anteriores (memoryless) de las distribuciones exponencial negativas, entonces SPN es isomórfica a las Cadenas de Markov de Tiempo Continuo (CTMC). La traslación del modelo SPN al CTMC es conceptualmente simple. El CTMC asociado con un dado sistema SPN se obtiene aplicando las siguientes simples reglas:

- 1) El espacio de estado de CTMC, $S = \{s_i\}$ corresponde al grafo de Alcanzabilidad $RS(M_0)$ de la red asociada con SPN $(M_i \leftrightarrow s_i)$.
- 2) La tasa de la transición del estado s_i (correspondiente al marcado M_i) al estado s_j (M_j), se obtiene como la suma de las tasas de disparo de las transiciones que son habilitadas en M_i y aquellos disparos que generan marcas M_j .

Basado en estas reglas, es posible idear un algoritmo para la construcción automática del generador infinitesimal (también llamada matriz de estado de tasa de transición) del isomórfico CTMC, partiendo de la descripción de SPN. Llamando a esta matriz Q , con w_k la tasa de disparo de T_k y con: $E_j(M_i) = \{h: T_h \in E(M_i) \wedge M_i[T_h]M_j\}$, set de transiciones que pasan de un marcado M_i a M_j ; entonces los componentes del generador infinitesimal son:

$$q_{ij} = \begin{cases} \sum_{T_k \in E_j(M_i)} w_k & i \neq j \\ -q_i & i = j \end{cases}$$

donde $q_i = \sum_{T_k \in E(M_i)} w_k$

Un sistema SPN k -limitado se dice que es ergódico si genera un ergódico CTMC. El grafo de alcanzabilidad (RS) se genera a partir del SPN, y con las tasas de disparo de las transiciones se construye una matriz de Transiciones Q del CTMC. Si además el CTMC es ergódico, es posible, calcular el espacio de estado de la distribución de probabilidad del marcado resolviendo la ecuación matricial:

$$\pi Q = 0 \text{ con la condición adicional}$$

$$\sum \pi_i = 1$$

donde π es el vector de probabilidad del espacio de estado. Cero (0) es un vector fila de igual tamaño que π con todos sus componentes igual a cero. Desde esta distribución es posible obtener valores estimados del comportamiento del SPN.

VII.2 Indices de Performance en SPN

La distribución π en el espacio de estado es la base para una evaluación cuantitativa de la conducta de la SPN, que es expresada en términos de índices de performance. El cálculo de los índices se define con el comportamiento del marcado de la SPN y una media de la distribución de probabilidades en el espacio de estado de la SPN. Usando una aproximación, está dada por la función $r(M_i)$, que nos indica las marcas que hay en determinado lugar. La media puede ser calculada usando la siguiente suma:

$$R = \sum_{M_i \in RS(M_0)} r(M_i) \pi_i$$

Pueden usarse diferentes interpretaciones de esta expresión para calcular diferentes índices de performance. Por ejemplo, pueden considerarse tres casos:

- a) La probabilidad de una condición de marcado particular,

- b) El valor probable del número de marcas en un lugar dado, y
- c) El valor medio de disparo por unidad de tiempo en una transición dada:

Estos resultados muestran que las RdP pueden no sólo ser utilizadas como un formalismo para describir la conducta de sistemas paralelos y su calidad, sino también para permitir el cálculo de índices de performance para evaluar su comportamiento en forma integral.

En nuestro caso su uso sería para la modelación del comportamiento diferenciado de nodos wireless. El modelado Estocástico de Redes de Petri, usando las GSPN (Generalized Stochastic Petri Nets), permitirá trasladar las características de los estudios de las trazas a una Red de Petri. La simulación se realizará con la herramienta GreatSPN [9] para la evaluación de performance y el análisis cuantitativo.

VIII) Referencias bibliográficas

[1] W.Hsu, A. Helmy, *On Modeling User Associations in Wireless LAN Traces on University Campuses*, Department of Electrical Engineering, University of Southern California, May 2004

[2] W. Hsu, Ahmed Helmy, *On Nodal Encounter Patterns in Wireless LAN Traces*, Second International Workshop On Wireless Network Measurement, Abril 2006.

[3]. C. Taduca, T. Gross, *A Mobility Model Based on WLAN Traces and its Validation*, Proceedings of IEEE INFOCOM, march 2003

[4] M Papadopouli, H Shen, M Spanakis, *Characterizing the Duration and Association Patterns of Wireless Access in a Campus*, 11^o European Wireless Conferences 2005, Nicosia, Cyprus, Abril 2005.

[5] T. Henderson, D. Kotz, I. Abyzov, *The Changing Usage of a Mature Campus-wide*, Proceedings of ACM MobiCom 2004, September 2004.

[6] X. Meng, S. Wong, Y. Yuan, S. Lu *Characterizing Flows in Large Data Networks*, Proceedings of ACM MobiCom, September 2004.

[7] F. DiCesare, G. Harhalakis, J. M. Proth, M. Silva, F.B. Vernadat, *Practice of Petri nets in manufacturing*, Chapman & Hall, London, 1993.

[8] M. Ajmone, G. Balbo, G. Conte, S. Donatelli, G. Franceschinis, *Modelling with Generalized Stochastic Petri Nets*. John Wiley. 1995

[9] The GreatSPN tool. <http://www.di.unito.it/greatspn>

Búsquedas Web con Información de Contexto y Anotaciones Sociales

Gabriel H.Tolosa y Fernando R.A. Bordignon
Universidad Nacional de Luján
Departamento de Ciencias Básicas
{tolosoft, bordi}@unlu.edu.ar

Resumen

Una de las tareas más comunes que realizan los usuarios en la Web es la búsqueda de información utilizando motores de búsqueda tradicionales. Generalmente, éstas se basan en un conjunto de términos que son tratados fuera de contexto alguno. La incorporación de información contextual permite obtener resultados más precisos y puede ser presentada al sistema de formas diferentes. Una fuente posible son los sistemas basados en “anotaciones sociales”, los cuales se enriquecen con la participación de los usuarios para organizar información.

En este trabajo se trata el problema de las búsquedas en contexto de literatura científica. En particular, se propone la utilización de un artículo científico como información de contexto para una consulta dada. Además, ésta se complementa con la incorporación de anotaciones sociales provenientes de etiquetas asociadas a los artículos, para ser utilizada en un motor de búsqueda de propósito general existente. Se presenta una propuesta, resultados preliminares y el estado actual de la investigación.

Palabras clave: Búsquedas web, contexto, anotaciones sociales.

1 – Introducción

De todas las tareas que realizan los usuarios en la Web, una de las más comunes es la búsqueda de información utilizando servicios como Google o Yahoo! Search. Generalmente, se realizan búsquedas por palabras clave (*keywords*): el usuario ingresa un conjunto de términos (consulta o “*query*”) con los que “intenta” describir su necesidad de información. La respuesta es un ranking, presentado de acuerdo a aquellos documentos que son más relevantes al *query*.

Generalmente, un *query* es demasiado corto. En un estudio reciente sobre nueve motores de búsqueda, Jansen et al. [7] hallaron que el promedio de términos es menor a 3. En [12] se propone una clasificación de las consultas en cuanto a su precisión en la especificación o su ambigüedad: a) Query Ambiguo, es aquel que posee más de un significado; b) Query Amplio, es uno que cubre una variedad de subtemas y el usuario está interesado sólo en uno de éstos; y c) Query Claro, tiene un significado específico y cubre un tema acotado. Con esta reducida cantidad de información y si el usuario propone una consulta tipo “a” o “b”, la tarea resulta dificultosa, por lo que la incorporación de otros “indicios” acerca de la necesidad de información es de utilidad.

Los motores de búsqueda de propósito general – de forma normal – tratan a la consulta de forma aislada a su contexto. Cuando retornan los resultados, algunos de éstos pueden ser de utilidad, pero esta discriminación depende del contexto del *query* [8], esto es, información extra que pueden ayudar a determinar su correcta interpretación. Aquí hay que diferenciar el uso del contexto

de una consulta con personalización de las búsquedas. En la última, se hace uso de información acerca del usuario para proveer un resultado sesgado hacia sus preferencias, intereses, gustos, conocimiento, ubicación geográfica, y demás; lo que le permita mantener una relación más “individualizada” con el sistema de búsquedas [4]. Existen algunos servicios de búsquedas que hacen uso de información de contexto y/o personalización, ya sea implícita o explícita por parte de los usuarios. No obstante, éstos aún son experimentales y no está clara aún su eficiencia.

Una de las fuentes para obtener información de contexto implícita son los sistemas basados en “anotaciones sociales” (*social tagging*) los cuales se enriquecen con la participación de los usuarios – de forma distribuida – para organizar información. Esta tarea se realiza habitualmente mediante servicios de *bookmarking* y permiten agregar a los elementos de información una serie de etiquetas descriptivas (*tags*) que los usuarios consideran que pueden ser útiles al momento de querer recuperar el objeto en cuestión. Los primeros servicios de este tipo – como Del.icio.us¹ o Digg² – permiten organizar direcciones electrónicas (URLs); luego aparecieron sistemas específicos como CiteULike³ o Bibsonomy⁴ orientados a la comunidad académica, que permiten organizar artículos científicos, journals y libros de diversos temas. Toda esta nueva información creada a partir de la colaboración de los usuarios es una fuente valiosa para incorporar al problema de las búsquedas [5].

La utilización de información de contexto en búsquedas web fue estudiado por Lawrence [8], quien identificó la necesidad de sistemas que incorporen este elemento – junto con esquemas de personalización – para ayudar a los usuarios en su tarea. Kraft et al. [6] propusieron tres algoritmos para aumentar la relevancia de los resultados. En particular, hallaron que la técnica basada en la reescritura de la consulta original generaba un aumento de la eficiencia. En [2] se estudió el problema de integrar anotaciones sociales con las búsquedas web y propusieron dos algoritmos (SocialSimRank y SocialPageRank) para mejorar la calidad de las respuestas.

En este trabajo se trata el problema de las búsquedas en contexto de literatura científica. Se propone la utilización de un artículo científico como información de contexto para una consulta, complementada con la incorporación de anotaciones sociales. En este modelo se considera que una consulta es una tupla $\langle Q, d \rangle$, donde Q es el conjunto de los términos de la consulta y d es un artículo científico (*paper*). El objetivo es contruir un “nuevo” *query*, definido como $\langle Q', K \rangle$, donde Q' es el conjunto de términos de la consulta “ajustados” al contexto utilizando d , y K es un conjunto de palabras clave obtenidas de un sistema social como los mencionados. Esta nueva consulta será enviada a un motor de búsquedas tradicional. Se espera obtener más cantidad de documentos relevantes en las primeras posiciones de la lista de respuesta a partir de un *query* más preciso.

2 – Descripción de la Propuesta

En este trabajo se propone la redefinición de una consulta a partir de información de contexto y anotaciones sociales provenientes del sistema de *social bookmarking* CiteULike, orientado a la recuperación de literatura científica. Este sistema ofrece un servicio gratuito con interface web que permite organizar y compartir artículos científicos, permitiendo su organización mediante etiquetas propias (*folksonomías* [10]). Si bien las etiquetas que agregan los usuarios están asociadas a un artículo, también es posible extraer relaciones entre éstas y las *keywords* del artículo, sus autores y otros descriptores. La idea es enviar la “nueva” consulta a motores de búsqueda tradicionales a través de su interface web natural.

1 <http://del.icio.us/>

2 <http://digg.com/>

3 <http://www.citeulike.org/>

4 <http://www.bibsonomy.org/>

De forma nominal, una consulta Q es un conjunto de términos $t_1...t_n$; habitualmente sin repeticiones. Sobre esto último se destaca que son “sin repeticiones” solamente por uso y no por diseño, ya que algunos motores de búsqueda ponderan los términos de la consulta y retornan listas de respuesta diferentes⁵. En este modelo se redefine la consulta como una tupla $\langle Q, d \rangle$, donde Q es el conjunto de los términos de la consulta y d es un artículo científico (*paper*) entregado por el usuario y que corresponde al contexto. Esta información es la entrada (*input*) de una función que retorne un “nuevo” *query*, definido como $\langle Q', K \rangle$, donde Q' es el conjunto de términos de la consulta “ajustados” al contexto utilizando d y K es un conjunto de palabras clave $k_1...k_n$; obtenido a partir del procesamiento de las relaciones entre los documentos de CiteULike. Los parámetros Q y d de la consulta son provistos por el usuario, mientras que K proviene del sistema.

La motivación detrás de esta propuesta está dada por la problemática que se presenta cuando un usuario (en este caso particular, alguien buscando literatura científica) desea encontrar documentos relacionados o “similares” en cuanto a temática respecto de uno que conoce y posee. El problema – entonces – consiste en poder extraer del documento d y de la información del sistema de anotaciones sociales un nuevo conjunto de términos que permitan delimitar el contexto de la consulta para construir un nuevo “*query*”. Por ejemplo, si $Q =$ “evaluación búsquedas web” y d es el artículo “Evaluación de Buscadores Web”, el nuevo *query* Q' podría ser “evaluación búsquedas web precisión cobertura”.

El enfoque considera la extracción de información del artículo [9] desde partes estructurales precisas: resumen, introducción, conclusiones, GIST [13] o combinaciones de éstas. Luego, se incorporarán relaciones extraídas de CiteULike. Para ello, se propone la construcción del grafo de relaciones $G = (V, A)$, donde los V es el conjunto de vértices que corresponden a los documentos en el sistema y A , el conjunto de aristas que conectan dos documentos. Se define que existe una arista entre v_i y v_j si y solo si contienen un número mínimo de *tags* comunes. Luego, a partir de la información de dichos documentos (título, resumen, etc.), se retroalimenta el modelo del “nuevo” *query*. Para ello se define la función que evalúa – dados los parámetros mencionados – cuáles características “representan” de mejor manera el contexto de la consulta. Aquí se consideran medidas de similitud textual (TF/IDF [1], BM25 [11]) entre Q , d y K , y medidas de análisis de grafos para las relaciones extraídas de CiteULike.

3 – Resultados Iniciales

En esta sección se presentan los resultados iniciales provenientes del estudio de CiteULike como fuente de anotaciones sociales. De estos resultados se derivarán las características que mejor aporten a la redefinición del *query*.

Se trabajó con un *snapshot* oficial de CiteULike del 13 de febrero de 2008. Los datos básicos se presentan en la tabla 1. Un primer dato es que el promedio de *tags* por documento es 2.8, y es similar al promedio de términos en las consultas reportado en [7]. Esto podría sugerir que los usuarios anotan en los documentos aquellos términos con los que lo buscarían, es decir, el conjunto de las etiquetas de un documento (para un usuario) sería similar a un *query*. La riqueza en el sistema radica en que múltiples usuarios anotan un mismo documento con etiquetas diferentes. No obstante, éstas deben ser cuidadosamente analizadas para determinar si corresponden al contexto del *query* y del artículo ejemplo.

5 Puede probar enviando – por ejemplo – a Google la consulta “mercedes” y luego “mercedes mercedes” y comparar las listas de resultados.

Cantidad Total de Documentos	824.629	Cantidad Total de Etiquetas (<i>Tags</i>)	2.371.986
Cantidad Total de Usuarios	22.392	Cantidad Total de Etiquetas Únicas	144.666

Tabla 1 – Datos básicos del *snapshot* estudiado.

3.1 – Frecuencia de las Etiquetas

Se analizó la frecuencia de aparición de las etiquetas y se conformó un ranking. Se comprobó que éste sigue una ley de Zipf [14], la cual establece que frecuencia de la i -ésima palabra es $1 / i^\theta$ veces que la más frecuente (es una *power-law*). Esta es una ley clásica en el análisis de textos en lenguaje natural, que propone que los autores tienden a escribir utilizando mayormente términos conocidos (ley del menor esfuerzo). Esta característica no necesariamente debe aparecer en sistemas de anotaciones, no obstante, esto puede estar relacionado con el hecho que el sistema permite seleccionar entre las etiquetas que un usuario ya utilizó al ingresar un nuevo documento.

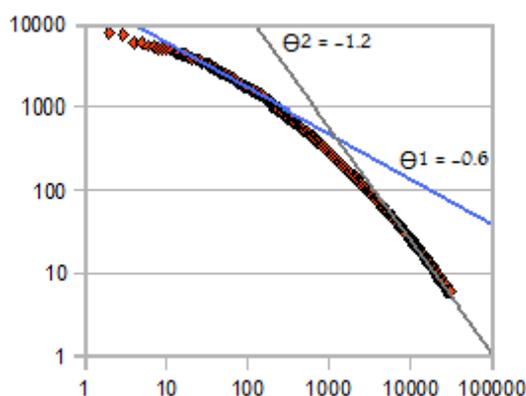


Figura 1 – Distribución de la Frecuencia de las Etiquetas y sus dos rectas de ajuste. Los ejes-xy están en log-log.

1	bibtex-import	17898
2	no-tag	13234
3	review	8135
4	evolution	7476
5	research	6011
6	support	5994
7	learning	5537
8	govt	5483
9	analysis	5186
10	animals	5136
11	model	5098
12	theory	5039
13	human	4953
14	humans	4503
15	models	4497

Tabla 1 – Etiquetas más frecuentes

El ajuste de la ley de Zipf se realizó mediante dos curvas, una para los valores hasta la posición 1000 del ranking, las cuales acumulan el 49% de las etiquetas totales y otra para los superiores. En el primer caso, se halló un valor $\Theta_1 = -0.6$, mientras que en el segundo, $\Theta_2 = -1.2$. En el caso de las etiquetas más frecuentes se hallaron algunas que no aportan a la descripción del documento sino que hablan del tipo o de la forma de ingreso al sistema (por ejemplo, la primera etiqueta: *bibtex-import*). Las 15 etiquetas más frecuentes se presentan en la tabla 1. Esto sugiere que hay que estudiar un umbral a partir del cual se consideran etiquetas “útiles”.

3.2 – Documentos y Etiquetas

Se estudió la distribución de etiquetas por documentos y se encontró que el 46% de éstos solo poseen 1, el 40% tiene entre 2 y 5 y el 14% posee 6 o más etiquetas. Estos valores son similares tanto para las cantidades de etiquetas únicas o totales. Siendo el promedio de etiquetas por documentos ~ 3 , es interesante considerar inicialmente el conjunto intermedio (entre 2 y 5 *tags*). Los porcentajes de este grupo resultaron: 15, 12, 8 y 5% para 2, 3, 4 y 5 etiquetas respectivamente.

4 – Contexto del Trabajo y Discusión

Este trabajo se encuentra en el marco del proyecto de investigación “*Modelos y Servicios de Información sobre Sistemas Complejos en Espacios Académicos y Científicos*”, aprobado por el Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Nacional de Luján. Dicho proyecto tiene entre

sus objetivos diseñar estrategias para aumentar la eficiencia de los servicios de búsqueda en redes globales, en particular en la Web.

En este artículo se presenta una línea de investigación del proyecto, con una propuesta para realizar búsquedas con información de contexto y anotaciones sociales; y algunos resultados preliminares. Se está diseñando un esquema de identificación de contexto basado en métricas de similitud de texto y se construyó un grafo con los documentos de CiteULike de acuerdo a lo propuesto. Por otro lado, se deberán realizar experimentos de evaluación que permitan definir las características a utilizar en la función que integre las fuentes y genere Q y el conjunto K de términos de contexto. Para la evaluación, se considera adaptar la propuesta realizada por Chowdhury [3].

5 – Referencias

- [1] R. Baeza-Yates and B. Ribeiro-Neto. Modern Information Retrieval. Addison Wesley, 1999.
- [2] S. Bao, G. Xue, X. Wu, Y. Yu, B. Fei and Z. Su. Optimizing web search using social annotations. Proceedings of the 16th international conference on World Wide Web, 2007.
- [3] A. Chowdhury and I. Soboroff. Automatic Evaluation of World Wide Web Search Services. Proceedings of SIGIR'02, 421 – 422, 2002.
- [4] Z. Dou, R. Song and J. Wen. A large-scale evaluation and analysis of personalized search strategies. Proceedings of the 16th international conference on World Wide Web, 2007.
- [5] M. Kipp. Tagging Practices on Research Oriented Social Bookmarking Sites. Proceeding of Information Sharing in a Fragmented World: Crossing Boundaries Conference. CAIS/ACSI, 2007.
- [6] R. Kraft, C. Chang, F. Maghoul, R. Kumar. Searching with context. In WWW'06. Proceedings of the 15th international conference on World Wide Web, 2006.
- [7] B.J. Jansen and A. Spink. How are we searching the world wide web?: A comparison of nine search engine transaction logs. Information Processing and Management, 42(1), 2006.
- [8] S. Lawrence. Context in Web Search, IEEE Data Engineering Bulletin, Vol.23, N° 3, 2000.
- [9] P. Lavallén, F. Bordignon y G. Tolosa. Reconocimiento Automático de Artículos Científicos. VII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. WICC 2005.
- [10] A. Mathes. Folksonomies – Cooperative Clasification and Communication through Shared Metadata. 2004. <http://www.adammathes.com/academic/computer-mediated-communication/folksonomies.html>
- [11] S. E. Robertson, H. Zaragoza, and M. Taylor. Simple BM25 extension to multiple weighted fields. Proceedings of the 13^a ACM Conf. on Information and Knowledge Management, CIKM '04.
- [12] R. Song, Z. Luo, J. Wen, Y. Yu, H. Hon. Identifying Ambiguous Queries in Web Search. Proceedings of the 16th international conference on World Wide Web, 2007.
- [13] G. Tolosa, J. Peri y F. Bordignon. Experimentos con Métodos de Extracción de la Idea Principal de un Texto sobre una Colección de Noticias Periódicas en Español. XI CACIC, 2005.
- [14] Zipf, G. Human Behaviour and the Principle of Least effort. Addison-Wesley, 1949.

Construcción de un sistema operativo didáctico

Hugo Ryckeboer
h_ryckeboer@yahoo.com.ar

Nicanor Casas
ncasas@unlam.edu.ar

Lic. Graciela De Luca
gdeluca@unlam.edu.ar

Universidad Nacional de la Matanza

Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas

Dirección: Florencio Varela 1703 - Código Postal: 1754 - Teléfono: 4480-8900/8835

Resumen

El propósito principal de la construcción de un sistema operativo de características didácticas, es la de permitir que los alumnos de materias afines puedan comparar el comportamiento de diferentes algoritmos, en primera instancia, de administración de procesos, utilizando para ello una estructura de parametrizaciones en tiempo de ejecución. Esto les permitirá realizar pruebas del comportamiento de los diferentes algoritmos en el manejo de procesos pudiendo realizar análisis de los puntos de conflicto, tan difíciles de experimentar a través de desarrollos manuales

La estructura para la resolución de conflictos se basa en la jerarquía excepción, interrupción y llamadas al sistema especificando en que momentos un sistema operativo puede modificar la misma para obtener una mejor performance de acuerdo a nivel de aceptación que se espera del mismo por parte de los diferentes usuarios

Palabras Claves: Núcleo, Cargador, Unix, FIFO, SJF, Round Robin, Prioridades, FAT, IVT, BDA, DPL, GDT, PIC, TSS, RTC, IDT

1.- Introducción

La pregunta fundamental que nos hemos planteado es porque el sistema operativo, en el que estamos trabajando, es de características didácticas y hemos encontrado una serie de puntos que apoyan esta idea:

- a) porque nos permite apoyar a la materia específica, en nuestro caso Sistemas Operativos, a través de la visualización de las tablas del sistema; la entrega de información sobre los eventos que ocurren dentro del sistema y la posibilidad de cambiar la configuración sin detener la ejecución permitiendo dar soluciones a los numerosos problemas que se presentan y que solo podemos resolverlos a través de ejercicios manuales.
- b) porque está desarrollado por los alumnos, y esto implica conocimiento de la particularidad en la que se está trabajando y el entorno que la contiene.
- c) porque se realiza una transferencia de conocimientos, a través de interfaces para cada funcionalidad, lo que permite que el alumno conciba y escriba módulos alternativos.
- d) porque los alumnos que intervinieron en la evolución del sistema operativo proveen soporte a los nuevos desarrolladores, a través de sus documentos, y además muchos de ellos informan y mantienen relación con los que continúan con lo que ellos comenzaron.

Existe una marcada diferencia entre los sistemas operativos de uso general (llámense Linux y Windows) con respecto a los libros más afamados de la materia Sistemas Operativos. Esta diferencia corresponde a las funciones genéricas desarrolladas por sus creadores y las necesidades de diseño lo que lleva a que se dificulte la comprensión de los alumnos sobre el funcionamiento de un sistema operativo básico. El SODIUM pretende minimizar esa diferencia permitiendo realizar las mismas funciones apelando a los algoritmos básicos.

2.- Contexto

El sistema operativo SODIUM nace como un proyecto de cátedra, que tenía como objetivo el desarrollar un sistema operativo básico que permitiera a los alumnos realizar desarrollos en lenguaje C y Assembler.

Los análisis realizados sobre los sistemas operativos vigentes de mayor uso en el ámbito comercial nos impulsaron a dejar de lado al sistema operativo Linux porque la estructura del mismo nos imposibilitaba el hecho de parametrizarlo de tal manera que nos permitiera pasar de un algoritmo a otro y principalmente no nos permitía generar experiencia sobre diferentes arranques y el comportamiento de las diferentes tablas que se generan en el arranque del sistema.

El sistema operativo Windows no nos permitía ingresar a su estructura básica para modificarla, al momento de comenzar con el proyecto, por lo que se excluía de la posibilidad de tomarlo como parámetro.

Se analizaron otros sistemas operativos de características didácticas como ser Minix, Nachos, Zeus Os, Minirighi pero ninguno de los mismos parametriza en tiempo de ejecución para evitar las compilaciones del sistema.

A instancia de los alumnos, el proyecto cobra vida y se decide realizar un sistema operativo propio comenzando desde cero y este sistema operativo recibe el nombre de SODIUM

3.- Objetivos

Tiene como objetivo principal el de permitir comparar diferentes algoritmos de administración de procesos, y en futuras etapas, de administración de memoria, de manejo de dispositivos de entrada/salida y diferentes sistemas de archivos, utilizando para ello un sistema de parametrizaciones en tiempo de ejecución.

El segundo objetivo del SODIUM es el de trabajar los algoritmos en su forma original, tal como fueron planteados por sus creadores, y siguiendo la estructura básica, de esta forma evitando las adaptaciones características de los sistemas operativos más conocidos, que compiten por la penetración en el mercado informático.

El tercer objetivo es posibilitar a su vez que los diferentes elementos constitutivos de la computadora puedan ser virtualizados a fin de que los algoritmos puedan funcionar y ser consultados en su forma más pura sin tener que depender de otros elementos que puedan deteriorar su rendimiento.

4. - Metodología empleada

La metodología empleada para el desarrollo del sistema operativo SODIUM consiste en tres funciones bien diferenciadas.

- a) El grupo de investigación realiza el análisis, el estudio de los elementos básicos que deben ser incorporados al sistema operativo.
- b) Los alumnos realizan la programación e investigación de las características funcionales de los módulos a construir y generan los lotes de prueba necesarios para el testing.

- c) Por último el equipo de investigación analiza y selecciona los mejores trabajos realizando los ajustes necesarios para la estandarización del sistema operativo y procede a la instalación de los mismos preparando la estructura básica para el nuevo ciclo lectivo.

5.- Estructura del Kernel

Después de un largo proceso de evaluación sobre cual sería la estructura del sistema operativo para estudio, la estructura monolítica o la estructura por capas o niveles o jerárquica, se decidió que el sistema operativo comenzaría por la estructura monolítica porque la misma presenta las siguientes ventajas:

- a) es la que más rápidamente permite una toma de conocimiento y de experiencia que faltaba en el equipo de trabajo y que la estructura por capas o niveles era más compleja de transmitir a aquellos que están incursionando por primera vez en la construcción de un sistema operativo.
- b) Es la estructura de los primeros sistemas operativos constituidos fundamentalmente por un solo programa compuesto de un conjunto de rutinas entrelazadas de tal forma que cada una puede llamar a cualquier otra, es decir que tienen amplia libertad para comunicarse entre ellas.
- c) Es la estructura que mejor conocen los alumnos porque en las materias que anteceden a ésta es la más vista. La utilización de un procedimiento se llama directamente, no necesita mensajes, por lo que es más rápido y más fácil de conceptualizar.

Es sabido que todas las actualizaciones que se realicen en el futuro implican recompilar todo el núcleo, pero eso permite a los desarrolladores entender mejor la estructura del sistema manteniendo la configuración del Makefile.

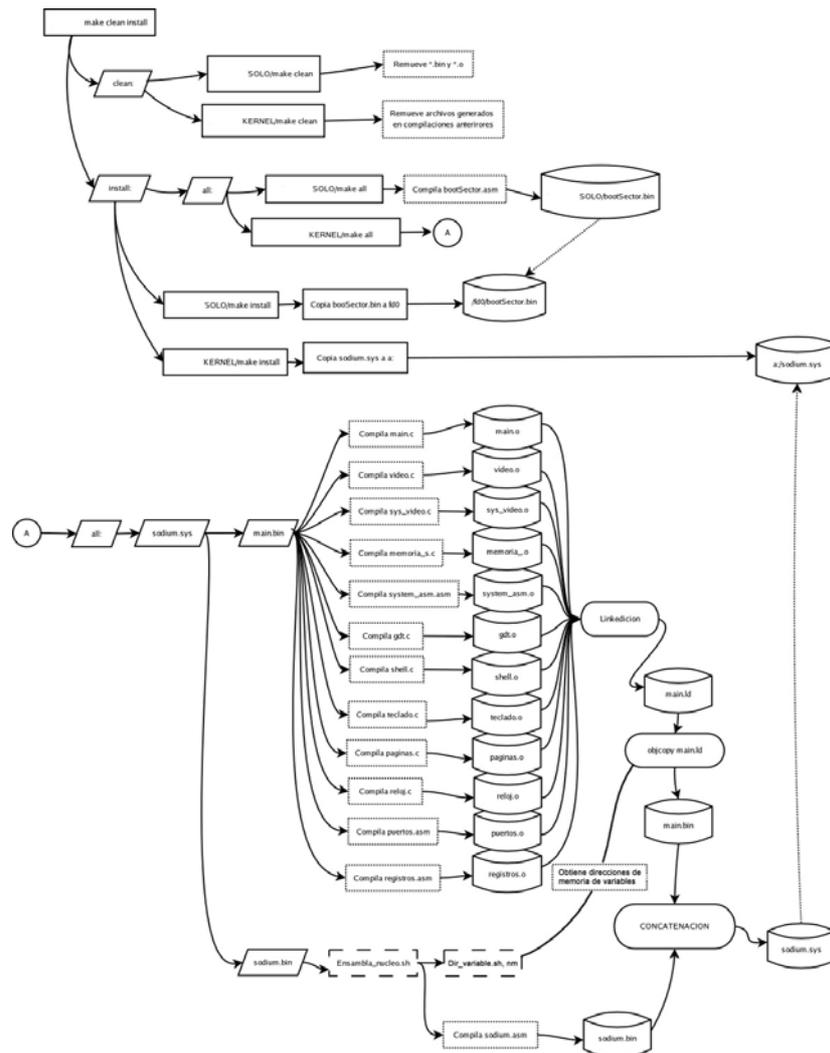
6.- El sistema operativo y los anillos de seguridad

Si bien consideramos que el uso de todos los anillos de protección que provee la arquitectura INTEL es de gran interés didáctico, actualmente, y con el objetivo de lograr avances en otras funcionalidades básicas, todas nuestras tareas se encuentran ejecutando a nivel 0 dada la estructura monolítica adoptada, sin embargo el proyecto contempla que al final del primer año tener estructurada la plataforma de ejecución en dos niveles (0 y 3), ejecutando el kernel en el nivel 0 y los procesos usuario en el nivel 3.

Posteriormente se podrá trabajar con cualquiera de los anillos permitiendo la parametrización correspondiente de los mismos y pudiendo simular el comportamiento del sistema operativo Linux.

7.- Diagrama de compilación, enlazado, y armado del disquete de pruebas.

En la página siguiente se muestra la forma en que se compila, se producen los enlaces correspondientes y se arma el diskette de prueba, con la estructura básica del Make.



8. Conclusiones

De acuerdo a lo expuesto el sistema operativo SODIUM se convierte en una herramienta útil para los alumnos y profesores de las materias relacionadas. De él pueden obtenerse excelentes comparaciones para el análisis de los algoritmos más importantes. Hasta el momento sólo se relaciona con la administración de procesos, pero todo el equipo de investigación se encuentra abocado a generar la posibilidad de comparar algoritmos de administración de memoria y de administración de entrada salida generando los consecuentes drivers, manteniendo la característica de la parametrización.

9. Bibliografía

- [ANG98] Angulo José M. y Funke Enrique – Microprocesadores avanzados 386 y 486 – Introducción al Pentium y Pentium – Pro Editorial Paraninfo – Cuarta Edición
- [BRE00] BRE00- Brey Barry B. – Los Microprocesadores Intel – Editorial Prentice Hall – Quinta Edición.
- [CAR01] Card Rémy, Dumas Eric, Mével Franck - Programación Linux 2.0 API del sistema y funcionamiento del núcleo – Enrolles y Ediciones Gestión 2000 S.A.
- [DEI90] Deitel Harvey M. – Introducción a los Sistemas Operativos - Addison-Wesley Iberoamericana – Segunda Edición

- [INTEL] Manual de microprocesadores 386 y 486 y Pentium.
- [MIL94] Milenkovic Milan – Sistemas Operativos Conceptos y diseño – Mc Graw Hill – Segunda edición
- [SIL97] Silverschatz, Avi; Galvin, Peter – Operating System Concepts – Addison-Wesley Longman – Fifth Edition
- [SMC00] Standard Microsystems Corporation – Application note 6.12
- [STA98] Stallings Willams – Operating Systems Internals and design principles – Prentice Hall International – Third Edition
- [TAN97] Tanenbaum Andrew S., Woodhull Albert S. – Operating Systems Design and Implementation – Prentice Hall – Second Edition
- [TAN03] Tanenbaum Andrew S.– Sistemas Operativos Modernos – Pearson Education – Segunda Edición
- [TUR03] Turley James L. – Advanced 80386 programming techniques – Osborne McGraw Hill

Internet

- [01] Página de la cátedra www.souniver.com.ar
- [02] INTEL 8272 Floppy disk Controller
<http://andercheran.aiind.upv.es/~amstrad/docs/i8272/8272sp.htm>
- [03] BONAFIDE os development (detecting floppy drives)
http://www.osdever.net/tutorials/detecting_floppy_drives.php?the_id=58
- [04] BONAFIDE os development (howto program the DMA)
http://www.osdever.net/tutorials/howto_dma.php?the_id=63
- [05] The Unix File System <http://www.isu.edu/departments/comcom/unix/workshop/unixindex.html>
- [06] Cátedra de la profesora Gloria Guadalupe González Flores de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco trabajo sobre DMA de Roberto García García
http://mx.geocities.com/antrahxg/documentos/org_comp/procesador.html#inicio
- [07] Tecnología del PC- La Placa base <http://www.zator.com/Hardware/H2.htm>

SIMULACIÓN DE ACTIVIDADES EN RED LOCAL

Cristóbal Raúl Santa María smaria@sion.com 1561454636 UNLaM.
Osvaldo Spósito. sposito@unlam.edu.ar 01144808952 UNLaM.
Sebastián Fontana sfontana@unlam.edu.ar 01144808952 UNLaM.
Alexis Romero romeroa@unlam.edu.ar 01144808952 UNLaM.

1-INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es continuidad del Modelado de Actividades en Redes Locales presentado en WICC2007 y se inscribe dentro del proyecto que intenta desarrollar las bases teóricas de un simulador de la actividad de la red de computadoras de la UNLAM. El propósito es doble; por un lado se trata de elaborar una herramienta para evaluar en forma simulada el desempeño de la red ante un eventual aumento del tráfico de tramas y conocer así probables situaciones de congestión y por el otro, se pretende diseñar una herramienta propia que sirva de apoyo didáctico para la enseñanza de conocimientos sobre redes de computadoras. La simulación prevista considera cada trama desde que es emitida por una estación de trabajo hasta que arriba a su destino. Para ello se identificaron como relevantes las actividades de emisión de tramas y de procesamiento en el switch. A su vez la longitud, el origen, el destino y la prioridad de proceso resultan los atributos principales a simular en cada trama. Obtenidos desde un tráfico real, los patrones de comportamiento estadístico de estos atributos y de las actividades señaladas, se podrán utilizar como regla probabilística, y por medio de técnicas de Monte Carlo obtener un tráfico simulado a través de la red. El realizarlo implica resolver ciertas dificultades, pues la simulación debe actuar siguiendo un reloj con el que se actualiza el sistema cuando una trama es emitida, cuando entra al switch o cuando sale de él. Por lo tanto resulta necesario extraer, desde datos reales, el comportamiento probabilístico de los tiempos entre emisión de tramas y de los tiempos de proceso en el switch. En el trabajo anterior se confirmó la hipótesis de que la emisión de tramas hacia la red es un proceso aleatorio de carácter Poisson – exponencial. En la continuidad de la tarea, se trata ahora de establecer los patrones estadísticos de los atributos señalados de las tramas y de la actividad de procesamiento en el switch. De acuerdo al cronograma fijado para el proyecto se ha trabajado en los aspectos que se detallan a continuación.

2-ACTIVIDAD EN UN SWITCH

Una de las claves en el planteo de la simulación del tráfico de tramas a través de una red es el conocimiento de la actividad en el switch. Este dispositivo recibe cada trama y la envía hacia la dirección que esta lleva marcada en su header. Este proceso dada la velocidad con que arriban las tramas determina la formación de una cola de espera cuya longitud potencial es finita y depende de la tecnología que constituye el aparato. En cualquier caso y a los efectos de la simulación del paso de la trama por el switch, este puede ser considerado como una “caja negra” estableciendo una ley estadística para el tiempo que la trama permanece en el switch al medir ese tiempo para una muestra adecuada de tramas.

La idea requiere un análisis más detallado. Medir el tiempo que cada trama está en proceso en el switch implica en realidad, dadas sus características de “caja negra”, registrar el tiempo en que la trama entra en el switch y el momento en que sale del mismo. Por supuesto hay entonces que desarrollar aplicaciones con este fin que exceden la performance de los habituales programas tipo “sniffer” pues es preciso identificar cada trama a la entrada y a la salida del switch, realizar la diferencia de tiempos en cada caso, registrar el protocolo utilizado, la prioridad de la trama, las direcciones de origen y destino y la longitud medida en bytes.

Por otra parte, todo esto solo es posible si todas las estaciones de la red tienen sincronizados sus relojes. A efecto de estudiar el comportamiento en un principio se utilizó un switch Enterasys V2H124-24 S/W 2.5.2.9 pero con este dispositivo no se pudo lograr la sincronización de los equipos para usar un programa de testeo ni redireccionar tramas que entraban desde otros puertos.

Se decidió entonces realizar una experiencia sincronizando una pequeña red experimental formada por cuatro equipos vinculados a un 3Com Switch 5500 Family. Se generó en ella tráfico que se procesó con una aplicación desarrollada para tal finalidad que identifica por un número de código cada trama, realiza el cómputo de la diferencia de tiempos de entrada y salida del switch y registra las direcciones de origen y destino, el tamaño en bytes, la prioridad y el protocolo utilizado y vuelca todo en una planilla de cálculo.

3-SINCRONISMO

Se utiliza el comando NET TIME para sincronizar las estaciones de trabajo en el Sistema Operativo Windows XP. Se describe ahora el método

En una red que tiene software diverso de cliente de red, grupos de trabajo diferentes y dominios diferentes, el mantenimiento de un archivo de comandos de inicio de sesión que emita un comando net time puede resultar complejo. La solución para mantener sincronizada la hora de todas las estaciones de trabajo con un servidor determinado consiste en ejecutar un archivo de comandos de inicio de sesión en cada estación de trabajo o hacer que cada estación de trabajo ejecute su propio archivo por lotes después de iniciar sesión en la red.

Por ejemplo, si se supone que se utiliza un servidor llamado SrvHora que tiene un reloj de sistema fiable el siguiente es un archivo por lotes de ejemplo que puede ejecutarse desde la estación de trabajo o puede llamarse desde (o formar parte de) un archivo de comandos de inicio de sesión: net time \\SrvHora /set /yes

Si utiliza sólo el nombre de servidor en lugar del parámetro /domain o /workgroup, evita la complejidad de mantener diferentes archivos de comandos de inicio de sesión o archivos por lotes para los distintos tipos de software de cliente de red. Si todas las estaciones de trabajo ejecutan el mismo tipo de software de cliente de red, se puede utilizar el parámetro /domain o /workgroup. Sin embargo, en una red que tenga software diverso de cliente de red, resulta más fácil utilizar el parámetro \\computername. El comando net time está habilitado de forma predeterminada en todas las estaciones de trabajo Windows XP.

4-DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

Plataforma: Aplicación de Windows realizada con Visual C#

El programa recorre un archivo con extensión “.txt” y realiza una extracción de diversos campos de interés, almacenándolos en una base de datos, para realizar un informe luego. El archivo .txt contiene información de diversos paquetes que viajan por la red. La información es procesada por el programa, para poder extraer los campos siguientes:

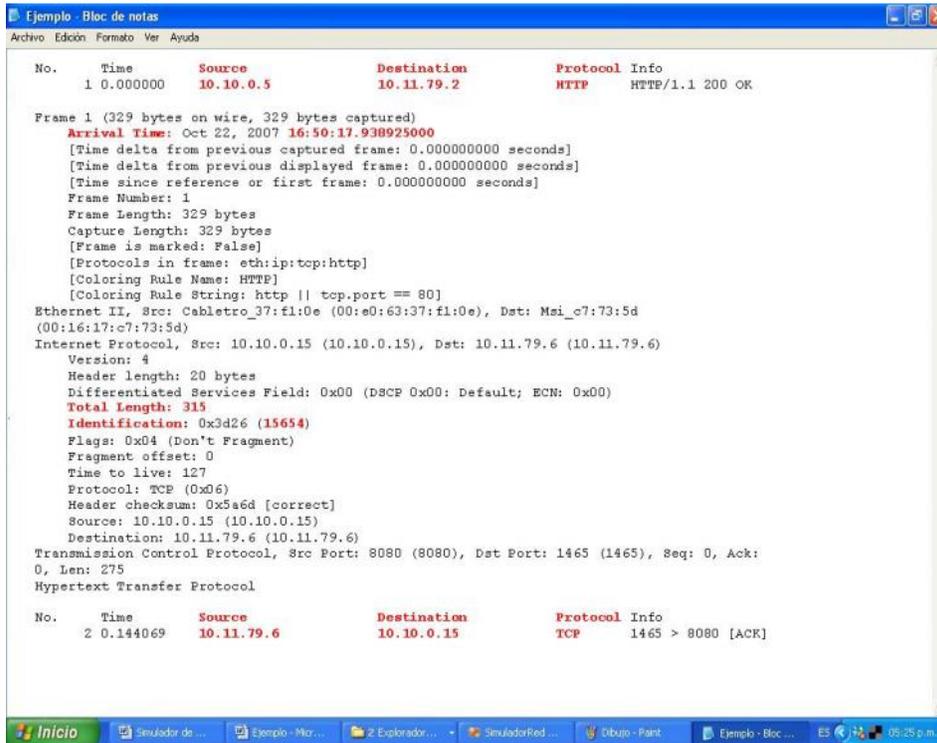
- Origen - Source
- Destino - Destination
- Protocolo - Protocol
- TiempoLlegada – Arrival Time
- LongitudTotal – Total Length
- Identificación – Identification

Campos que deben ser ingresados manualmente:

- CodigoLote – Codigo de Lote
- FechaProcesamiento – Fecha de procesamiento

- MaquinaOrigen – Maquina de origen
- Campos calculados por el programa:
- Prioridad – En realidad para estas primeras pruebas se le asignó una prioridad igual a 0 a todos los paquetes
- TiempoSegundos – Calcula el Delta tiempo en segundos que tarda un paquete en ser recibido.

A continuación se muestra un ejemplo de un archivo, en el mismo se resaltan los campos que se extraen en rojo.



5-DISEÑO DE EXPERIMENTOS Y ANALISIS ESTADÍSTICO DE REGISTROS

Hasta el presente se han realizado las siguientes experiencias utilizando para ello solo 2 computadoras conectadas en red:

Primera prueba:

Se transfirieron archivos de entre 5 y 10 Mb (algo no muy pesado para testear el comportamiento del switch).

Observación: El tiempo empleado en la transferencia de archivos desde una maquina hacia la otra era relativamente parecido.

Segunda prueba:

Se decidió transferir archivos un poco más pesados que en la anterior, estos son de 50 Mb aproximadamente).

Observación: A diferencia de la primer prueba, esta ha generado muchos más paquetes en la transferencia

Nota: Estos procesos no duraron más de 1 minuto debido a la carga que genera el Log para procesarlo.

La información obtenida debe ser procesada estadísticamente a efecto de determinar los patrones de aleatoriedad de los atributos y actividades de interés.

La primera prueba se refiere a 6130 tramas de las que se cuenta con la siguiente información: direcciones de origen y destino, tamaño en bytes y código identificador, tiempo de permanencia en el switch. Una parte de la planilla Excel respectiva se reproduce a continuación:

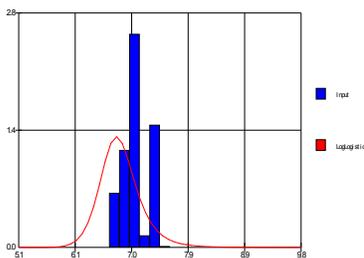
Ip Origen	Ip Destino	Protocolo	Tam Paquete	Identificador	Prioridad	Delta
10.11.79.2	10.11.79.5	DCERPC	172	2160	0	0,006973
10.11.79.2	10.11.79.5	DCERPC	172	2282	0	0,007027
10.11.79.2	10.11.79.5	DCERPC	172	5252	0	0,007293
10.11.79.2	10.11.79.5	DCERPC	172	5265	0	0,007312
10.11.79.2	10.11.79.5	DCERPC	180	5231	0	0,007174
10.11.79.2	10.11.79.5	SMB	100	2149	0	0,006976
10.11.79.2	10.11.79.5	SMB	100	2201	0	0,006988
10.11.79.2	10.11.79.5	SMB	100	5247	0	0,007277
10.11.79.2	10.11.79.5	SMB	100	5262	0	0,007316
10.11.79.2	10.11.79.5	SMB	1024	2220	0	0,007143
10.11.79.2	10.11.79.5	SMB	103	5232	0	0,007158
10.11.79.2	10.11.79.5	SMB	103	5293	0	0,00731
10.11.79.2	10.11.79.5	SMB	103	5322	0	0,007322
10.11.79.2	10.11.79.5	SMB	103	5389	0	0,007317
10.11.79.2	10.11.79.5	SMB	103	5454	0	0,007373
10.11.79.2	10.11.79.5	SMB	103	5455	0	0,007313

Estos datos se procesaron con el software BestFit de Palisade.

Se analizan entonces los resultados obtenidos para el ajuste de los tiempos de permanencia en el switch que en la planilla corresponden a la columna titulada delta teniendo en cuenta solo los correspondientes a tramas de protocolo SMB.

Para empezar y a efecto de mayor comodidad en el trabajo los datos se escalaron multiplicándolos por el factor 1000. Se ajustaron 21 distribuciones usuales y se analizó en cada caso la bondad del ajuste por medio del test Chi Cuadrado. Si bien el programa empleado produce un ranking de mejor ajuste de acuerdo a esta prueba resultó que, en todos los casos, el ajuste debía ser rechazado. La gráfica y el informe a continuación intercalados evidencian esta situación.

Comparison of Input Distribution and LogLogistic(4,87;1,92;10,05)



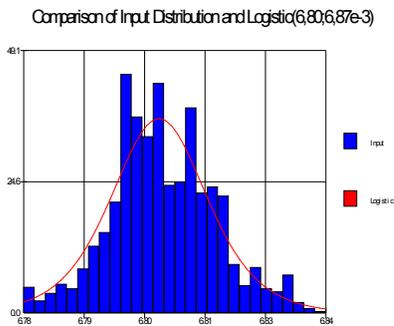
Rank/Distribution Chi-Square

1. LogLogistic 1,510409e+4
2. Weibull 1,957391e+4
3. Triang 2,240191e+4
4. Uniform 4,511309e+4

Chi-Square

Test Value	1,510409e+4	1,957391e+4	2,240191e+4	4,511309e+4
Confidence	Rejected	Rejected	Rejected	Rejected
Rank	1	2	3	4

A continuación se filtraron los datos de entrada para intentar un mejor ajuste quitando valores atípicos. Sin embargo y como se ve en la gráfica y el informe reproducidos a bajo los resultados fueron igualmente pobres y debieron rechazarse los ajustes realizados.



Rank/Distribution	Chi-Square
1. Logistic	643,628036
2. Lognorm2	750,187121
3. Lognorm	750,187121
4. InverseGaussian	750,187577

Chi-Square

Test Value	643,628036	750,187121
	750,187121	750,187577

Confidence	Rejected	Rejected	Rejected	Rejected
Rank	1	2	3	4

Hasta aquí se observa que el carácter polimodal de la distribución empírica impide hallar una fórmula entre las distribuciones usuales para representar el fenómeno. Esto en principio obligaría a simular la actividad utilizando directamente la tabla de la distribución acumulada obtenida de los datos pero tal conclusión debe ser apoyada en observaciones más generales que evidencien este patrón estadístico con mayor certeza. Con esa finalidad se han obtenido nuevos datos que al momento de redacción de este informe se encuentran en proceso.

6-CONCLUSIONES

En la etapa actual de construcción de un simulador de red local se ha logrado avanzar en la identificación de las actividades que sobre la propia red constituyen los aspectos principales del tráfico de tramas, se ha resuelto con suficiente precisión el problema de sincronización de relojes entre los distintos equipos conectados, se ha desarrollado una aplicación que permite extraer del tráfico los datos necesarios para la determinación de los patrones de comportamiento y se han diseñado dos experimentos de captura de tráfico procesándose estadísticamente los datos obtenidos. Se encuentra en curso el análisis estadístico del segundo lote de datos a efecto de ampliar el conocimiento sobre el patrón estadístico de los tiempos de proceso en el switch. Con este patrón y con el ya determinado para los tiempos entre emisión de tramas se procederá durante los meses próximos a desarrollar el programa de simulación en su parte esencial de emisión de tramas y de procesamiento en el switch, tal como está pautado en el cronograma del proyecto. Para estas tareas se han incorporado además al grupo de investigación un graduado reciente y un estudiante avanzado de la carrera de ingeniería informática de la universidad.

Recuperación de Información Distribuida sobre Bases de Datos Textuales Basadas en Sindicación

Santiago Banchemo, Fernando R. A. Bordignon, Gabriel H. Tolosa
{sbanchemo, bordi, tolosoft}@unlu.edu.ar
Universidad Nacional de Luján
Departamento de Ciencias Básicas

Resumen

El área de investigación en Recuperación de Información Distribuida se ha desarrollado sostenidamente en los últimos años, esto es consecuencia de la creciente expansión de repositorios de información textual y el furor de aplicaciones basadas en tecnologías Web 2.0, como – por ejemplo – blogs, periódicos digitales y wikis.

En este trabajo se aborda el tema de caracterización de bases de datos textuales distribuidas, en particular, aquellas basadas en sindicación de contenidos. Se presentan los resultados preliminares de esta tarea donde una de las principales dificultades radica en como tratar de forma eficiente fuentes de información heterogéneas, distribuidas y generadas en forma dinámica.

Palabras clave: Recuperación de información distribuida, representación y selección de recursos, sindicación de contenidos.

1 – Introducción

La Recuperación de Información Distribuida [Callan, 2000] es un área de investigación que se ha desarrollado sostenidamente en los últimos años a partir de la expansión de los repositorios de información textual en diferentes organizaciones (empresas, universidades, etc.) y la aparición y rápido desarrollo de nuevos servicios de información en Internet, como – por ejemplo – blogs, periódicos digitales y wikis.

Algunos de estos servicios generan información con alta frecuencia (días, horas) por lo que las colecciones de documentos que poseen tienen un alto dinamismo, en particular, en cuanto su crecimiento. Uno de los mecanismos existentes para la distribución de nueva información hacia los usuarios en la sindicación de contenidos, la cual permite trabajar de manera opuesta a la idea original de publicar en un sitio web que los usuarios deban obligatoriamente visitar [Hammond et al., 2004]. Los sistemas de sindicación de contenidos se basan en la idea de publicar su contenido (o un resumen de éste) en un formato específico en un archivo XML (normalmente utilizando los protocolos RSS, ATOM y RDF). Dicho archivo contiene múltiples elementos de información denominado *feeds* y puede ser continuamente recuperado por un software lector por parte de los usuarios interesados en tal tema.

La información publicada mediante este mecanismo posee algunas características particulares. En general, son elementos de información de poca longitud que incorporan algunos otros atributos como URL del recurso completo, fecha y hora de publicación, autor y demás. Estas características particulares generan que una aplicación de recuperación de información tradicional no necesariamente se adapte adecuadamente y – además – el factor temporal resulta particularmente importante de tratar en sistemas de búsquedas.

Debido a la naturaleza distribuida de las fuentes de información, un enfoque basado en técnicas del área de Recuperación de Información Distribuida [Callan, 2000] resulta adecuado,

principalmente teniendo en cuenta las características mencionadas. En esta área se tratan principalmente 3 subproblemas [Callan, 2000; French et al., 1999; French et al., 1998]:

- a) DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS: representar la información que se encuentra distribuida en repositorios de manera de poder caracterizar cada una.
- b) SELECCIÓN DE RECURSOS: A partir de una necesidad de información y un conjunto de descripciones de recursos de debe decidir los adecuados, es decir, aquellos que tengan mayor probabilidad de satisfacer la consulta.
- c) FUSIÓN DE RESULTADOS: Luego de las consultas realizadas, se deben integrar los resultados retornados a las n bases de datos para armar una única lista de resultados (ranking) para presentar al usuario.

Una aplicación eficaz de modelos de Recuperación de Información Distribuida requiere de adaptar primero las técnicas de descripción de recursos a los elementos de información en cuestión teniendo en cuenta sus características. A partir de la efectiva caracterización de los elementos de información objeto de estudio se estudiará si las técnicas de selección de recursos existentes son adecuadas o requieren de modificaciones y/o extensiones.

Este trabajo corresponde a la propuesta presentada en [Banchero et al., 2007] en la que se propone un modelo de BD textual para *feeds* y un algoritmo de selección de recursos “ad-hoc”. Este último, basado en los clásicos como CORI [Callan, 1995] y ReDDE [Si & Callan, 2003], pero incorporando las características propias de los elementos de información en estudio. En este artículo se presenta la caracterización de las bases de datos textuales formadas por la recuperación mediante sindicación. Particularmente, se estudian las propiedades clásicas de los modelos de bases de datos estáticas como vocabulario, frecuencia de palabras y tamaños de los documentos. Como extensión de éstos para bases de datos dinámicas, se tienen en cuenta las distribuciones de los valores de las propiedades en función del tiempo.

2 – Modelos de Documentos

Los modelos para documentos en bases de datos textuales son los clásicos para el texto en lenguaje natural [Baeza & Ribeiro, 1999] y están basado en evidencia empírica. Éstos incluyen el estudio de las palabras en el vocabulario (modelado mediante la ley de Heaps), la distribución de frecuencias de las palabras (Ley de Zipf), distribución de los tamaños de los documentos y de las palabras dentro de éstos. Se han realizado estudios sobre bases de datos estáticas y también sobre la Web.

2.1 – Distribución de las Palabras

Uno de los modelos clásicos corresponde a la distribución de las frecuencias de las palabras en el texto. La ley de Zipf [Zipf, 1949] establece que la frecuencia de la i -ésima palabra es $1 / i^\sigma$ veces que la más frecuente. Una distribución de Zipf se caracteriza por tener pocas observaciones muy frecuentes y muchas poco frecuente. Al graficarse en escala log-log se presenta un recta. A modo de ejemplo, en la figura 1 se muestra la distribución de los términos hallados en Wikipedia en Noviembre de 2006, junto con varias rectas de ajuste.

El valor del parámetro σ depende del texto y del idioma [Gelbukh, 2001]. Por ejemplo, para ajustar a datos reales de textos en inglés, el valor se encuentra entre 1.7 y 2.0. En el estudio de Baeza-Yates para una muestra de la web, se encontró $\sigma = 1.59$, un valor más pequeño que el hallado para texto en ingles.

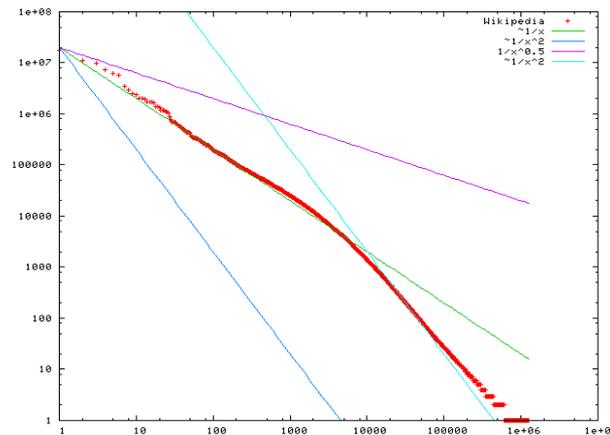


Figura 1 - Distribución de los términos en Wikipedia, Nov-2006. Ejes x,y en escala log-log.
 [Fuente: http://en.wikipedia.org/wiki/Zipf's_law]

2.2 – Tamaño del Vocabulario

De manera similar a la ley de Zipf, existe otra ley empírica que describe el comportamiento de los términos dentro de un texto escrito denominada ley de Heaps [Heaps, 1978]. La misma permite predecir el crecimiento del vocabulario (palabras únicas) en relación con el tamaño del texto (cantidad de palabras totales). En particular, postula que el tamaño del vocabulario (y su crecimiento) es una función del tamaño del texto, de la forma:

$$V = K \cdot N^{\beta}$$

donde:

N: Es el tamaño del documento (cantidad de palabras)

K: Constante que depende del texto, típicamente entre 10 y 100.

β : También es una constante que depende del texto, donde $0 < \beta < 1$, aunque sus valores típicos se encuentran entre 0.4 y 0.6.

Por ejemplo, para textos en inglés: $10 < K < 20$ y $0.5 < \beta < 0.6$

3 – Resultados Preliminares

Para los experimentos preliminares se seleccionó un subconjunto de las fuentes y se las dividió en tres categorías. La producción de *posts* por fuente no es homogénea y la intuición detrás de esta decisión es que el ámbito del productor es una de las variables que lo determinan. Por ejemplo, una fuente de un periódico produce un número de *posts* diarios, mientras que un usuario particular puede hacerlo de forma más heterogénea. En la tabla 1 se presentan algunos datos sobre las fuentes estudiadas y las categorías formadas.

Se estudiaron las distribuciones de frecuencias de términos. Inicialmente, se calculó el ajuste a la ley de Zipf para cada categoría. Aquí se supone que al escribir – normalmente – los autores suelen preferir palabras más conocidas sobre aquellas menos conocidas. Si el valor del parámetro σ de la distribución es más grande, entonces ésta es más sesgada y – por ende – existen un menor uso de la riqueza de la lengua. Los resultados se presentan en la figura 1.

Otro estudio que se realizó es el de crecimiento del vocabulario. Para esto, se calculó el ajuste a la ley de Heaps para cada categoría, figura 2. Aquí se supone que a medida que la cantidad

de post se incrementa el vocabulario se va enriqueciendo. La curva de ajuste de Heaps se consiguió con un $K = 30$ y un $\beta = 0.82$.

Fuentes	URL	Categorías	Cantidad de Posts	Cantidad de Términos	Post/Día
1	http://alt1040.com/	Personal	2385	69475	7,8
2	http://www.ojobuscador.com/	Empresa	1780	53826	6,1
3	http://barrapunto.com/	Empresa	1541	71913	5,2
4	http://www.milenio.com/	Diario	1355	50209	4,5
5	http://www.javahispano.org/	Empresa	797	76230	2,8
6	http://sociedadened.com.ar/	Personal	326	9145	1,2
7	http://www.agendaiquique.com/	Empresa	325	9634	1,9
8	http://beatrizgarrido.nireblog.com/	Personal	273	114908	2,3
9	http://mnm.uib.es/	Personal	151	4959	0,9
10	http://www.clarin.com/ (*)	Diario	128	64800	1,1

(*) La fuente número 10 corresponde únicamente al canal "El Mundo" del diario Clarín.

Tabla 1 – Fuentes estudiadas en los experimentos preliminares

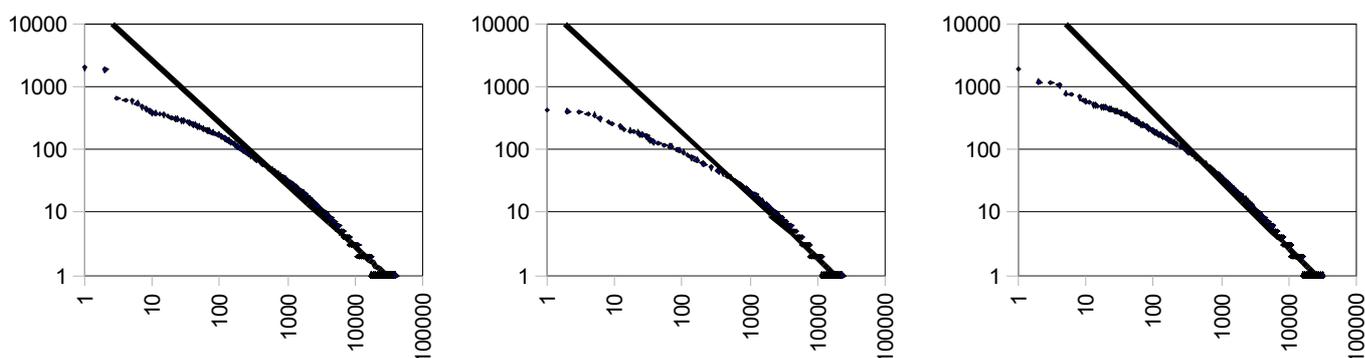


Figura 1 – Distribuciones de frecuencias por categoría con su recta de ajuste a la ley de Zipf. El eje x es el ranking, mientras que el eje y es la frecuencia. Se hallaron los siguientes valores del parámetro σ : Personales (izq), $\sigma = -1,04$; Diarios (centro), $\sigma = -0,99$ y Empresas (der), $\sigma = -1,07$

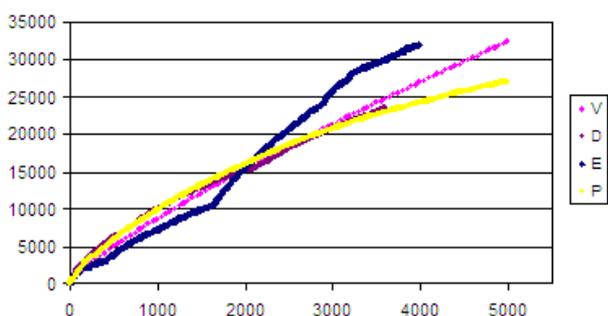


Figura 2 – Distribuciones de crecimiento del vocabulario por categoría con su curva de ajuste a la ley de Heaps. El eje x corresponde a la cantidad de posts, mientras que el eje y es el tamaño del vocabulario.

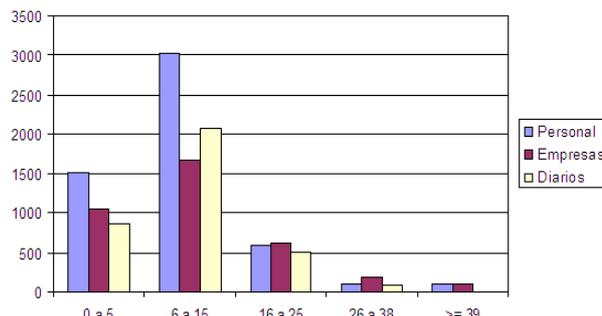


Figura 3 – Distribución de tamaños de posts por categoría. En el eje x corresponde a la cantidad de términos únicos y en el eje y , la cantidad de posts.

Por último, se realizó un estudio de la distribución del tamaño de los posts publicados – medidos en cantidad de términos – dentro de cada categoría. En la figura 3 se muestran los intervalos analizados. Aquí se puede apreciar que el comportamiento de las tres clases es similar en

cada uno de los intervalos. En los tres casos aproximadamente el 50% de los post publicados contienen entre 6 y 15 términos, esto es coherente ya que se trata de noticias o textos cortos.

4 – Consideraciones Finales

Estos experimentos preliminares, de carácter exploratorio, permiten comparar colecciones formadas con fuentes de información heterogéneas, distribuidas y dinámicas, de acuerdo a los modelos de documentos tradicionales. Las leyes de Zipf y Heaps también son válidas para estas colecciones, aunque el vocabulario crece más rápidamente ($\beta = 0.82$). Estos resultados también se aplican a la definición de las estructuras de datos necesarias en el sistema.

No obstante, los resultados sugieren que algunas de las características deben ser consideradas especialmente a la hora de su incorporación en el algoritmo de selección de recursos. En particular, la longitud de los documentos (*posts*) es un parámetro de importancia debido a sus bajos valores.

5 – Formación de Recursos Humanos

Este trabajo es parte de la tesis de licenciatura del primer autor, la cual se encuentra en el marco del proyecto de investigación “*Modelos y Servicios de Información sobre Sistemas Complejos en Espacios Académicos y Científicos*”, aprobado por el Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Nacional de Luján. Particularmente, este artículo surge como continuación del trabajo presentado en [cita wicc 2007], en el cual se presentó la idea global y los primeros resultados.

6 – Referencias

[Baeza & Ribeiro, 1999] Baeza-Yates, R. and Ribeiro-Neo, B. Modern Information Retrieval. Addison-Wesley, 1999.

[Banchemo et al., 2007] Banchemo, Santiago; Bordignon, Fernando R.A. y Tolosa, Gabriel H. 2007. Selección de Recursos Distribuidos en Ambientes Dinámicos Basados en Web. IX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. WICC, 2007.

[Callan, 1995] James P. Callan , Zhihong Lu , W. Bruce Croft, Searching distributed collections with inference networks, Proceedings of the 18th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval, p.21-28, July 09-13, 1995.

[Callan, 2000] J. Callan. Distributed Information Retrieval. In W.B. Croft, editor, Advances in information retrieval, chapter 5, pages 127-150. Kluwer Academic Publishers, 2000.

[French et al., 1998] James C. French , Allison L. Powell , Charles L. Viles , Travis Emmitt , Kevin J. Prey, Evaluating database selection techniques: a testbed and experiment, Proc.of the 21st annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval, 1998.

[French et al., 1999] James C. French , Allison L. Powell , Jamie Callan , Charles L. Viles , Travis Emmitt , Kevin J. Prey , Yun Mou, Comparing the performance of database selection algorithms. Proceedings of the 22nd annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval, p.238-245, 1999.

[Gelbukh, 2001] Gelbukh, Alexandr, and Sidorov, Grigori. Zipf and Heaps Laws' Coefficients Depend on Language. Proc. CICLing-2001, Conference on Intelligent Text Processing and Computational Linguistics, 2001.

[Hammond et al., 2004] Tony Hammond, Timo Hannay, and Ben Lund. The Role of RSS in Science Publishing. Syndication and Annotation on the Web. D-Lib Magazine. Vol.10 N° 12, 2004.

[Heaps, 1978] Heaps, H.S. Information Retrieval - Computational and Theoretical Aspects. Academic Press, 1978.

[O' Reilly, 2007] Tim O' Reilly. Presidente y CEO de O' Reilly Media, INC. Qué es web 2.0. Patrones del diseño y modelos del negocio para la siguiente generación del software.

[Si & Callan, 2003] Si, L., & Callan, J. (2003a). Distributed information retrieval with skewed database size distributions. In Proceedings of the national conference on digital government research.

[Zipf, 1949] Zipf, G. Human Behaviour and the Principle of Least effort. Addison-Wesley, 1949.

Diseño de Herramienta para la Generación Automática de Cámaras Inteligentes

Lucas Leiva* & Nelson Acosta
{lleiva, nacosta}@exa.unicen.edu.ar
INCA/INTIA, Facultad de Ciencias Exactas, UNCPBA
Tel/Fax: (02293) 43-9680, Tandil, 7000, Argentina

ABSTRACT

Las cámaras inteligentes son dispositivos aptos para ser implementados en un gran número de áreas de aplicación, que abarcan desde aplicaciones de seguridad / defensa, hasta aplicaciones de control industrial. Estas cámaras cuentan con la característica de ser independientes, permitiendo de esta manera ser implementadas en lugares con restricciones de espacio, velocidad y consumo. Basan su funcionamiento en algoritmos de procesamiento de imágenes, segmentación y toma de decisión. Se propone el desarrollo de una herramienta que permita definir y generar arquitecturas de cámaras inteligentes a partir de un conjunto de especificaciones, arquitecturas a ser implementadas en FPGAs mediante la descripción en VHDL.

Keywords: smart cams, FPGA, computer vision.

1. INTRODUCCION

Las cámaras inteligentes [1][2], son dispositivos encargados de capturar secuencias de imágenes y capaces de analizar datos basándose en criterios de configuración, sin la necesidad de intervención humana lo que reduce la cantidad de errores. Además evitan la necesidad de utilización de software o PCs adicionales lo que las hace dispositivos independientes que no solamente ven partes del ambiente sino que además pueden interpretar lo que ven.

Generalmente están compuestas por un sensor, un procesador digital de señales (DSP), memoria RAM para almacenamiento y manipulación de imágenes, y memoria para software operacional que aplica los algoritmos.

Cuentan con un conjunto de herramientas de pre-procesamiento de imagen dentro de las cuales se encuentran: suavizado de bordes, realce de bordes, extracción de bordes en direcciones específicas, dilatación, erosión, apertura, cierre, compensación de distorsión de lentes, balance de blanco, equalización, filtros de Prowitt, Laplace, pasa altos, pasa bajos, Top Hat, corners detectors, etc [3][4]. Además incluyen herramientas de análisis de imagen, de segmentación de imagen, de interpretación y de decisión.

Estos dispositivos pueden ser aplicados en numerosos sistemas de visión que abarcan sistemas de control en procesos industriales (control de calidad [5], control de obstrucción en líneas de producción [6], clasificación [7], etc.), sistemas de seguridad (sistemas de seguimientos de personas [8], de control de intrusión [9], de detección de comportamientos sospechosos en playas de estacionamiento, de vigilancia urbana, de reconocimiento de patentes [10]), sistemas de guiado de vehículos, aplicaciones en medicina y detección satelital, entre otros.

En el sector industrial, el desarrollo de sistemas de inspección para control de calidad (líneas de producción de cerámicos, líneas de envasado, etc.) evita la mano de obra innecesaria y los posibles

* Becario de Estudio de CICPBA

errores cometidos por la fatiga de los operarios que realizan estas actividades, incrementado la productividad.

Por otra parte estos sistemas pueden ser utilizados por servicios de seguridad (policía, privados, militares) en aplicaciones de vigilancia de fronteras, control de matrículas en autopistas, seguimiento de objetivos. Estos sistemas son capaces de actuar con mayor efectividad que el ojo humano. Incluso la tecnología se adapta en aplicaciones sociales, como puede ser el caso de la detección de naufragos. Asimismo es importante para la preservación de recursos naturales (por ejemplo en la detección temprana de focos de incendio en bosques) y para la economía, si se utiliza por ejemplo en la detección de pesca marítima ilegal.

En cuanto al mercado, las ventas de cámaras inteligentes comerciales [11][12][13] poseen un incremento anual del 20 al 50 por ciento desde su introducción [14]. Esto se debe a que el mercado de los sistemas de visión artificial se encuentra en crecimiento [15] [16].

Actualmente existe una alta demanda de sistemas de cámaras inteligentes de propósito general, pero son pocas las disponibles, como por ejemplo VISoC [17].

Existen herramientas que ofrecen soporte para la generación automática de estos sistemas. Algunas de ellas sólo proveen soporte en cuanto al procesamiento de imágenes, dejando de lado la clasificación [18][19] y otras no tienen en cuenta los dispositivos con los que cuenta el usuario [20]. La mayoría de estas herramientas requieren de la integración con otros productos comerciales (Simulink, LabView, etc.) que requieren de licencias para uso.

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Se propone el desarrollo de una herramienta que simplifique la definición y construcción de cámaras inteligentes. La herramienta está planteada de modo que los usuarios puedan desarrollar sus productos, de una manera transparente al hardware que los componen. La herramienta será independiente, sin la necesidad de integración con otros productos comerciales, salvo con los relacionados con la programación de los dispositivos.

Se pretende adoptar la metodología de “Diseño Basado en la Plataforma” (PDB) [21][22] [23] que alcanza un menor costo, menor riesgo, un mejor tiempo de lanzamiento del producto al mercado y se aplica adecuadamente en FPGAs. El producto final consiste en una herramienta que permita la generación de descripciones hardware de cámaras inteligentes de propósito general implementadas en SoCs (Systems-on-a-Chip).

Este proyecto facilita la construcción de sistemas de reconocimiento de patrones a partir de las especificaciones de recursos y requerimientos del sistema.

3. DESARROLLO DEL TRABAJO

Se realizará el desarrollo de un framework, que permita la instanciación de componentes (cámara, FPGA, filtros, entradas/salidas, etc.) para generar una arquitectura inicial de cámara inteligente. El framework podrá ser instanciado por diversos dispositivos (bancos de almacenamiento, dispositivos de captura de imagen), cuyos controladores serán construidos a partir de sus hojas de datos.

Por otra parte se implementarán diversas técnicas de procesamiento de imágenes (realces de bordes, detección de bordes, detección de puntos salientes, umbralado, suavizado, etc.). Estas técnicas permiten la operación del dispositivo en ambientes con variabilidad en sus condiciones, como por ejemplo la iluminación. Se analizarán además técnicas de segmentación de imágenes que permitan la discriminación de objetos de una imagen, para facilitar la clasificación de los mismos.

Se estudiarán además alternativas en cuanto al mecanismo de clasificación (clasificadores difusos, algoritmos genéticos y clasificación estadística), evaluando efectividad en tiempo y área de sus implementaciones en FPGAs.

A partir de los recursos con los que se cuenta en el lugar de trabajo se realizarán diferentes implementaciones de cámaras inteligentes con casos de estudio reales (inspección, seguridad, seguimiento de objetivos) evaluando su comportamiento. Se evaluará además la performance de la

arquitectura, para lograr su optimización analizando cuales técnicas (segmentación, paralelización) son necesarias para alcanzar la aceleración deseada. Esta medida está basada en el número de imágenes por segundo analizadas.

4. ESTADO ACTUAL DEL PROYECTO

El proyecto esta siendo llevado a cabo en las instalaciones del grupo INCA del Instituto INTIA, de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Este proyecto es una continuación del realizado como trabajo final de grado [24][25][26], por lo que se cuenta con gran parte del desarrollo del framework realizado. Si bien éste aún no contempla técnicas de procesamiento de imágenes, se desarrolló un algoritmo en software de extracción de puntos salientes en imágenes que permiten determinar regiones candidatas. Esta característica logra un mejor desempeño en la herramienta ya que un gran porcentaje de la imagen es descartado rápidamente sin llegar a la etapa de clasificación. Se está analizando la integración de esta técnica en la herramienta y en la arquitectura generada. Por otra parte se modificó la arquitectura generada por la herramienta permitiendo una segmentación entre etapas.

La continuación del trabajo es llevada a cabo como parte de la Maestría en Ingeniería de Sistemas, con una beca de estudio de CICPBA. Actualmente se encuentra adjudicada una beca de postgrado de CONICET de doctorado, continuando la línea de investigación en la misma área de interés.

El grupo de recursos humanos encargado de realizar el proyecto está formado por el director, un becario y dos estudiantes avanzados en la carrera de Ingeniería de Sistemas realizando su trabajo final.

El proyecto forma parte de una de las principales líneas de investigación del grupo que se vincula con arquitecturas (plataforma), FPGA (plataforma base de desarrollo) y robótica (visión artificial).

5. REFERENCIAS

- [1] Giancarlo Albano, *"Las Cámaras Inteligentes y sus Aplicaciones"*, Revista Electrónica de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, N° 6, 1999.
- [2] Pedro La Spada Pous, *"Cámaras Inteligentes"*, Revista Electrónica de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, N° 6, 1999.
- [3] M. Sonka, V. Hlavac, R. Boyle, *"Image Processing: Analysis and Machine Vision"*, segunda edición, Thomson-Engineering, 1998
- [4] J. R. Parker, *"Algorithms for Image Processing and Computer Vision"*, Wiley, ISBN: 0471140562, 1996.
- [5] General Vision, *"Beer fill level inspected with ZiCAM Industry"*, Application Note, www.general-vision.com, 2005.
- [6] General Vision, *"Pisces VMK delivers its fileting machines with a smart camera controlling proper fish feeding and preventing jamming"*, Application Note, www.general-vision.com, 2005.
- [7] IVP, *"Sorting potatoes with an artificial eye"*, Case Study 1, www.ibp.se, 1998.
- [8] N. Malasne, F.Yang, M.Paindavoine, *"Real Time Implemetation Of A Face Tracking"*, Laboratory LE2I, University of Burgundy, 2003.
- [9] Strategic Page, *"Electronic Battlefield: Digital Lookouts"*, www.strategicpage.com, 10 de septiembre de 2005.
- [10] El Mundo, *"Comienza el acceso vigilado con cámaras 'inteligentes' a los vehículos en el Barrio de Las Letras"*, www.elmundo.es, Jueves, 13 de octubre de 2005
- [11] Pulnix, *"Zi-640 & ZiC-640"*, Datasheet, 71-0086, Rev C., 2004
- [12] J. Pulins, *"New Omron ZFV 2D Smart Vision Sensors Bring Cost Control And Higher Speeds To Sensing Applications"*, Omron Electronics LLC, www.info.omron.com, 2005

- [13] Fastcom, “*MVS-135: An Intelligent CMOS Camera*”, FASTCOM Technology S.A., www.fastcom-technology.com, 2000
- [14] DVT Sensors, “*Smart Cameras For Smart Engineers*”, Press Information, www.dvtsensors.com, 2003.
- [15] S.Gomathinayagam, “*Machine Vision Systems - Eye on the future*”, Frost & Sullivan Market Insight, 2004.
- [16] J. Poon, “*Machine Vision - The gift of sight: A look at the benefits, obstacles and the deployment of vision technologies*”, CLB Media Inc., 2006.
- [17] Neuricam, “*VIsoC Intelligent Camera*”, Short-Form Datasheet, Julio 2002
- [18] Alvarez, Reyneri, Pelayo Valle, “*Automatic synthesis of data-flow systems using a high level codesign tool. Application to vision processors*”, IEEE MELECON, páginas 97-100, 2006.
- [19] Martínez, Pelayo, Morillas, Reyneri, Romero, “*Automatic synthesis of vision processors on re configurable hardware*”, Proc. of V Jornadas de Computación Reconfigurable y Aplicaciones (JCRA’05), páginas 189-184, 2005.
- [20] Miterán, Matas, Bourennane, Painsavoine, Dubois, Automatic, “*Hardware Implementation Tool for a Discrete Adaboost-Based Decision Algorithm*”, EURASIP Journal on Applied Signal Processing, páginas 1035-1046, 2005.
- [21] H. Chang et al. “*Surviving the SOC Revolution: A Guide to Platform Based Design*”, Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London, 1999.
- [22] A. Sangiovanni-Vincentelli, “*Defining Platform-Based Design*”, www.eedesign.com/story/OEG20020204S0062, Febrero 2002.
- [23] Simpson, Tucker, Weck, Hölttä-Otto, Kokkolaras, Shooter, “*Platform Based Design And Development: Current Trends And Needs in Industry*”, Proceedings of IDETC/CIE 2006, ASME 2006 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference, Septiembre 10-13, 2006
- [24] L. Leiva, “*Herramienta para Diseño Automático de Arquitecturas Basadas en Redes Neuronales para Reconocimiento de Patrones Visuales*”, 36°JAIIO Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa, EST 2007: Concurso de Trabajos Estudiantiles – Categoría: Trabajo Final de Grado, Mar del Plata, 2007.
- [25] L. Leiva, M. Vázquez, N. Acosta, G. Sutter, “*Herramienta de Generación de Arquitecturas Hardware para Reconocimiento de Patrones en Imágenes*”, JCRA 2007: Jornadas de Computación Reconfigurable y Aplicaciones. 12 a 14 de septiembre de 2007, Zaragoza, España.
- [26] L. Leiva, N. Acosta, M. Vázquez, “*Herramienta para Diseño Automático de Arquitecturas a Medida Basadas en Redes Neuronales para Reconocimiento de Patrones Visuales*”, WICC 2006: Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Universidad de Morón, 1 y 2 de junio de 2006, Morón, Argentina.

INCORPORANDO INFORMACION SEMANTICA PARA LA SELECCIÓN DE SERVICIOS WEB ROBUSTOS

^{1,3,4}Universidad Nacional de La Matanza, Buenos Aires, Argentina
Florencio Varela 1903 - Teléfono: 011-4480-8900 Interno 8630

²Universidad Pontificia de Salamanca, Campus Madrid, España
Paseo Juan XXIII, 3 - 28040 - Teléfono: +34 91 514 17 04 /05

Pablo M. Vera¹

pablovera@unlam.edu.ar

León E. Welicki²

lwelicki@acm.org

Daniel A. Giulianelli³

dgiulian@unlam.edu.ar

Rocío A. Rodríguez⁴

rrodri@unlam.edu.ar

RESUMEN

En el presente artículo, se propone agregar una nueva dimensión a la descripción funcional que expone el perfil OWL-S (Ontology Web Language - Services) para servicios web semánticos. Dicha dimensión contendrá por medio de un lenguaje de ontologías las excepciones de errores que soporta el servicio web a consumir. Esta incorporación de información semántica a los servicios web, le permitirá al consumidor de los mismos, poder seleccionar entre los servicios ofrecidos para una misma funcionalidad, aquel que posea mayor cantidad de errores tipificados. La selección de un servicio con mayor cantidad de errores contemplados permitirá que la aplicación sea más robusta y cuente con la posibilidad de recuperarse automáticamente ante un fallo.

Palabras Claves: Servicios Web, Semántica, SOA, OWL-S, Perfiles

1. INTRODUCCION

Las arquitecturas de aplicaciones orientadas a servicios (SOA) pueden incluir características semánticas para mejorar el descubrimiento y la especificación de servicios, permitiendo seleccionar aquellos que posean funcionalidades similares en forma dinámica. Una de las principales implementaciones de SOA está basada en el uso de servicios web, los cuales pueden incluir información semántica que puede especificarse mediante el lenguaje OWL-S. Dicha información es utilizada en los registros con capacidad semántica para el descubrimiento de servicios. Esto permite la automatización en el descubrimiento de servicios, ya que el registro puede informar que servicios

están disponibles con las características que se necesitan consumir. De este modo es posible construir aplicaciones que puedan en forma dinámica, adaptarse e ir seleccionando servicios con mayor confiabilidad y rapidez. Para información introductoria sobre servicios web semánticos se recomienda ver [1] y [4]

Una de las características de OWL-S es que dispone de un modelo de proceso que indica exactamente como interactuar con el servicio, incluso podría indicar como proceder ante un determinado mensaje arrojado por el mismo. Sin embargo, ésta especificación es utilizada una vez que el servicio se ha descubierto y se ha iniciado la comunicación.

En éste trabajo se presenta una propuesta para agregar información semántica, para la recuperación de errores que pueda ser expuesta en los registros de servicios, de forma que un consumidor, pueda seleccionar aquellos servicios que le permitan lograr una mayor robustez.

En la siguiente sección se explica brevemente la estructura de OWL-S haciendo hincapié en la información brindada por su perfil. Luego se presenta la propuesta realizada agregando información complementaria a dicho perfil.

1.1 OWL-S

OWL-S es una ontología de servicios que hace posible, mediante la incorporación de información semántica, el descubrimiento, control y combinación de servicios con un alto grado de automatización [2]. Esta ontología está formada por tres partes principales: el perfil, las bases y el modelo de proceso. Dichas partes están detalladas en la figura 1.

- El perfil es utilizado para la publicación y descubrimiento de los servicios.
- Las bases describen como se debe realizar la comunicación con el servicio a través de mensajes.
- El modelo de proceso provee una descripción detallada de las operaciones realizadas por el servicio, y como interactuar con él.

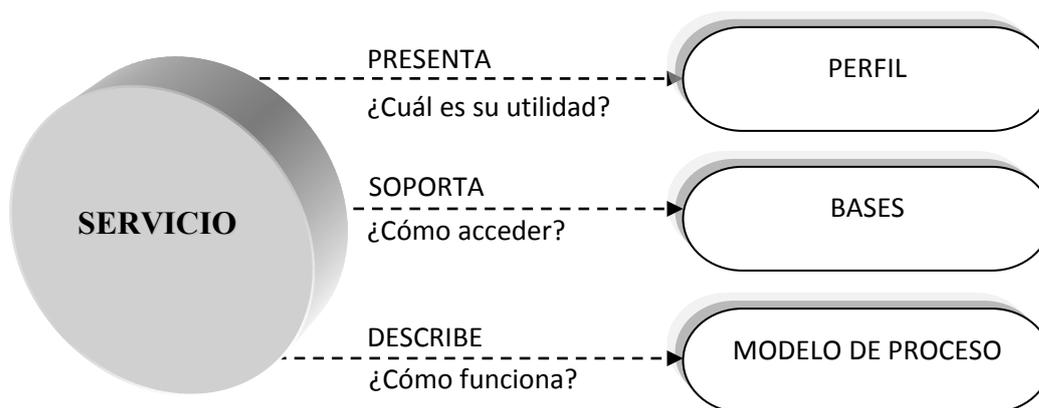


Figura 1- Partes principales de la ontología OWL-S

Debido a que la propuesta realizada se basa en la incorporación de información al perfil presentado por el servicio, en la siguiente sección se explica más en detalle cómo está conformado el mismo. Si se desea profundizar en los otros dos componentes de la ontología OWL-S para servicios web se recomienda ver [2] y [3].

1.2 PERFIL

El perfil describe el servicio en función de tres tipos básicos de información:

1. *Proveedor*: Información de contacto con la entidad que provee el servicio.
2. *Descripción Funcional*: El comportamiento del servicio es representado mediante la transformación realizada por el mismo. Especifica las entradas, las precondiciones necesarias y sus salidas. Esta descripción del funcionamiento del servicio es realizada a un nivel más general que el modelo de proceso. De todos modos es importante que ambos sean coherentes entre sí. Una mala descripción funcional puede ocasionar que el servicio sea erróneamente seleccionado para una funcionalidad que no contiene o bien no exponer funcionalidades que si dispone. Esta descripción será utilizada en la selección de servicios.
3. *Propiedades*: Permite la incorporación de un conjunto de propiedades que se utilizan para describir las características del servicio. Estas características proveen tres tipos de información:
 - a. La categoría del servicio (dentro de un sistema de clasificación).
 - b. La calidad del servicio (dentro de un sistema evaluador).
 - c. Información libre (información adicional por ejemplo tiempos de respuesta).

El perfil brinda la información que será utilizada en un registro como por ejemplo UDDI (Universal Description, Discovery, and Integration [5]), una vez que se ha seleccionado el servicio, el cliente va a utilizar el modelo de proceso para interactuar con él.

2. AGREGANDO INFORMACION AL PERFIL

Al agregar información al perfil es posible lograr que la invocación de servicios se realice, no solo por los parámetros de entrada y salida, sino que ante servicios que ofrezcan la misma funcionalidad sea posible seleccionar aquel que proporcione mecanismos más completos para la recuperación ante posibles errores.

La propuesta se basa en agregar una nueva dimensión al modelo de proceso que expone el perfil. En ésta dimensión, en base a una ontología de errores, será posible especificar cuáles son las excepciones que soporta el proceso que se va a consumir. Dicha ontología aún no está definida y será el siguiente paso en este trabajo de investigación. De esta forma se agrega un nuevo tipo información a la descripción funcional que muestra los errores posibles que puede retornar el servicio. Por lo tanto dicha descripción contendrá ahora información de:

- Entradas
- Salidas
- Precondiciones
- Errores Posibles

En la figura 2, se presenta el esquema de información brindada por el perfil, incluyendo la dimensión de tipificación de errores. Este conjunto de información será expuesto en el registro de servicios.



Figura 2- Información del perfil a utilizarse en el registro de servicios

Con ésta información de errores, el consumidor podrá, ante la presencia de dos o más servicios que satisfagan sus requerimientos funcionales; optar por aquel que ofrezca una mayor cantidad de errores tipificados, a fin de poder brindar una mayor robustez a la hora de consumir el servicio. Es decir el consumidor analizará los mensajes de errores soportados por el servicio y los comparará con su rutina de manejo de errores, para analizar sobre cuál de los servicios ofrecidos dispondrá de un mayor control ante un eventual mensaje de error. El criterio para la selección del servicio será definido por el cliente, por ejemplo, puede basarse en la cantidad de errores controlados que el servicio puede disparar o puede darle mayor importancia al control de determinados errores, e incluso exigir como requisito para la selección de un servicio que se informe un tipo de error determinado considerado de máxima importancia.

2.1 EJEMPLO DE IMPLEMENTACION

El perfil de un servicio está definido por un archivo XML que contiene toda la información mencionada en el ítem 1.2 del presente artículo. A continuación se muestra un ejemplo posible de la metodología para incorporar en el archivo de perfil del servicio, la información semántica para la tipificación de errores:

1. Se deberá importar el archivo donde se encuentra definida la ontología de errores:

```
<owl:imports>
  <owl:Ontology rdf:about="http://anyurl/Errors.owl" />
</owl:imports>
```

2. Se deberá especificar en una sección cuales de los errores de dicha ontología son soportados por el servicio, por ejemplo una posible descripción sería:

```
<profile:throwError rdf:resource=" http://anyurl/Errors.owl#InvalidType" />
<profile:throwError rdf:resource=" http://anyurl/Errors.owl#Overflow" />
<profile:throwError rdf:resource=" http://anyurl/Errors.owl#DuplicatedValue" />
```

De esta forma, cuando un consumidor acceda a la información del perfil, para consultar las características de éste servicio sabrá que el mismo puede disparar tres tipos de errores (InvalidType, Overflow y DuplicatedValue) por lo tanto si la implementación del consumidor está preparada para reaccionar ante dichos errores, priorizará la selección de este servicio frente a otros que cumplan su requerimiento funcional.

Se encuentra disponible en [3] un ejemplo completo de la definición del archivo XML para un servicio web.

3. CONCLUSIONES

Los lenguajes de ontología como OWL-S nos brindan una herramienta para poder incorporar características semánticas a los sistemas facilitando el descubrimiento y utilización de servicios en forma dinámica. Sin embargo es importante que los servicios tengan una tipificación de errores para que el agente que los esté consumiendo, pueda prever los posibles errores y actuar en consecuencia para solucionarlos. Si bien ésta información de errores va a ser útil al momento de consumir el servicio, es también importante incluirla al perfil OWL-S. Con lo cual, al momento de seleccionar un servicio en forma dinámica, el consumidor podrá optar, por aquel que mejor se adapte a su rutina de manejo de errores, para poder lograr la recuperación automática ante un problema.

4. TRABAJOS FUTUROS

- Analizar los registros de servicios con soporte semántico disponibles, para las posibilidades de adaptación a la incorporación de semántica para errores.
- Definición de una ontología de errores que pueda ser utilizada como base para distintos servicios y ampliados según el dominio particular de utilización.

5. REFERENCIAS

- [1] *Bringing Semantics to Web Services: The OWL-S Approach*. David Martin, Massimo Paolucci, Sheila McIlraith, Mark Burstein, Drew McDermott y otros. USA – Canada, 2004. Disponible en: <http://www.cs.cmu.edu/~softagents/papers/OWL-S-SWSWPC2004-final.pdf>
- [2] *OWL-S: Semantic Markup for Web Services*. W3C, 2004. Disponible en: <http://www.ai.sri.com/daml/services/owl-s/1.2/overview/>
- [3] *OWL-S Walk-Through*. W3C, 2004. Disponible en: <http://www.ai.sri.com/daml/services/owl-s/1.2/OWL-S-walkthru.html>
- [4] *Servicios Web Semánticos*, Pablo Valledor Pellicer, Universidad de Oviedo, 2006. Disponible en: <http://di002.edv.uniovi.es/~cueva/asignaturas/doctorado/2006/trabajos/sws.pdf>
- [5] *UDDI Version 3.0.2*, OASIS, 2004. Disponible en: <http://www.oasis-open.org/committees/uddi-spec/doc/spec/v3/uddi-v3.0.2-20041019.htm>

Interconectando sistemas de Domótica

Ing. Jorge Dignani – UNPSJB . sede Puerto Madryn.y Cenpat Conicet.

e-mail: dignan@cenpat.edu.ar – Tel: +54 2965 451024

Ing. Santiago Drangosch – Universidad Católica Argentina

e-mail: santiago.drangosch@gmail.com – Tel: +54 11 4863-7012

Resumen

Desde los años 70, han aparecido diferentes ideas y tecnologías para el control inteligente de dispositivos eléctricos/electrónicos de una casa ó edificio. Este proyecto busca construir un puente entre los diferentes standards, de forma que se pueda utilizar una mezcla de las tecnologías existentes mejorando el desempeño global.

1 - Introducción

Domótica es la aplicación de las tecnologías de computación y robótica con el fin de controlar y automatizar determinados aspectos de edificios y casas.

Es el uso de una red inteligente de dispositivos electrónicos que, mediante programas, monitorean y controlan los dispositivos eléctricos de una casa o edificio. [1]

Existe una gran variedad de standards, cada uno con sus particularidades en cuanto a medios físicos de comunicación, funcionalidad, protocolos de comunicación, dispositivos existentes, etc.

Algunos ejemplos son:

- X10 – Uno de los standards más antiguos. Comunicación muy simple (ON – OFF – atenuadores de luces) a través de la línea de alimentación.[2]
- ZigBee – Protocolo inalámbrico optimizado para una baja tasa de transferencia y muy poco consumo de energía. Permite armar redes con varias topologías y generar perfiles de control de dispositivos [3].
- LonWorks – Desarrollo pensando en un ambiente distribuido. No requiere de un control centralizado, sino que los dispositivos se comunican en lo que sería una “red inteligente”. Basado en chips y transceptores, que simplifican la comunicación entre varios medios de transmisión diferentes [4].
- SpinOff – Sistema de control inalámbrico pensado para un sistema hogareño, basado en comunicación serial. No es un standard, sino un prototipo por los autores , partiendo de varios proyectos en los que se estaba trabajando.

Cada standard en el área de domótica presenta cualidades y ventajas únicas, y también desventajas muy propias y puntuales.

Asimismo, al elegir uno, se cierran automáticamente las puertas al resto, ya que la compatibilidad entre los mismos es casi inexistente.

Este proyecto busca intercomunicar protocolos de domótica en forma general, logrando sistemas compuestos por varios standards, donde se mitiguen las debilidades de cada uno y se potencien y aprovechen las fortalezas. También se busca poder acoplar nueva tecnología a lugares con sistemas más viejos y que se logre una interoperabilidad de forma transparente.

2 - Arquitectura

El resultado de esta investigación es una arquitectura e implementación de la misma, a fin de poder interconectar sistemas de domótica de una forma sencilla, abierta y expansible.

Dicha arquitectura fue denominada Suricata Architecture y permite:

- *Aprovechar Instalaciones y sistemas existentes.*
- *Intercomunicar tecnologías en forma genérica.*
- *Visualizar los dispositivos independientemente de su tecnología.*
- *Expandir el control hacia servicios web y red celular.*
- *Proveer al usuario un sistema sencillo de control a través de elementos visuales (en desarrollo).*
- *Independizar el control y la comunicación del acceso físico a los sistemas.*

3 - Intercomunicación de Protocolos

La fortaleza de una cadena, está determinada por el más débil de sus eslabones. De la misma forma, la complejidad de la comunicación entre sistemas estará dada por el más básico o restrictivo.

Al mismo tiempo, cada tecnología de domótica debe tener disponible, de alguna forma, una representación del sistema integrado como un todo. Debe poder visualizar o acceder a los dispositivos de otras tecnologías como si se tratara, simplemente, de uno más de los suyos.

Para este fin, se hace uso de dispositivos virtuales “fantasma”, que proveen a un dispositivo real de la tecnología A, una dirección en la tecnología B. En el momento requerido, automáticamente se rutea el mensaje y se realiza la traducción correspondiente, para que le llegue al dispositivo real.

Se utiliza una base de datos para mantener control de los dispositivos existentes y registrados, sus atributos, valores y tipos de datos.

4 - Modelo de Capas

La arquitectura fue dividida en capas lógicas, envolviendo cada una cierto tipo de funcionalidad.

Consta de tres capas verticales necesarias al diseño, cortadas transversalmente por una cuarta capa de conexión a base de datos.

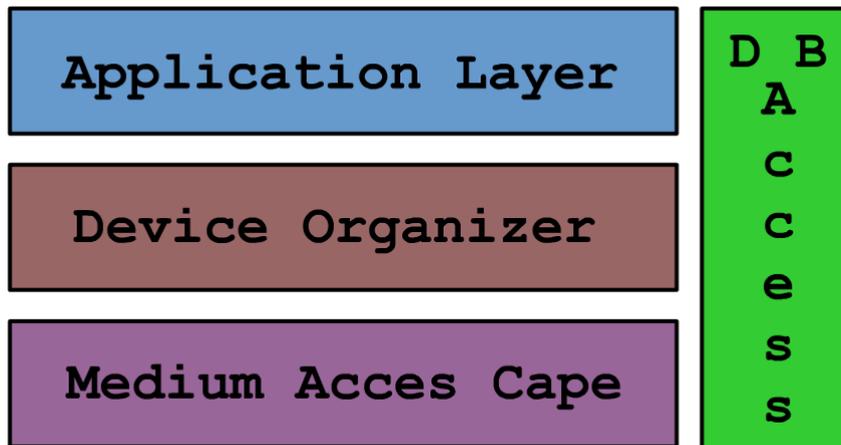


Figura 1: Capas de la Suricata Architecture

4.1 - *Application Layer:*

Se encarga de interactuar con el usuario, permitiéndole visualizar estados globales del sistema y cambiarlos a gusto.

En este nivel se abstraen los dispositivos existentes de su tipo. Es decir todos son vistos como iguales.

4.2 - *Device Organizer:*

Dispone de una estructura donde tiene almacenada una abstracción de cada dispositivo existente en el mundo físico.

Se conecta con las interfaces de acceso de las diversas tecnologías.

Conoce a los dispositivos como son realmente, a qué interface está conectado cada uno y cómo intercambiar mensajes entre ellos. Les provee además, direcciones fantasma en las tecnologías a las que no pertenecen.

4.3 - *MACs - Medium Access Capes (en lugar de Medium Access Control):*

Capa que combina obligatoriamente software y hardware. Trabaja sobre las capas de Aplicación de las tecnologías de domótica a las que se comunica. Traduce mensajes.

Esta es la única capa personalizable, que debe ser ajustada a cada tecnología en particular. Cuando se desee conectar nuevas tecnologías, simplemente se construye una interfaz con el medio físico y se programa la correspondencia funcional. La única restricción es respetar las interfaces de software definidas.

4.4 - *DataBase Access:*

Los dispositivos y sus direcciones y estados son mantenidos en una base de datos relacional.

5 - Ruteo de Mensajes

La imagen que se incluyen a continuación, muestra en qué forma se mueven los mensajes dentro y a través de las capas del sistema.

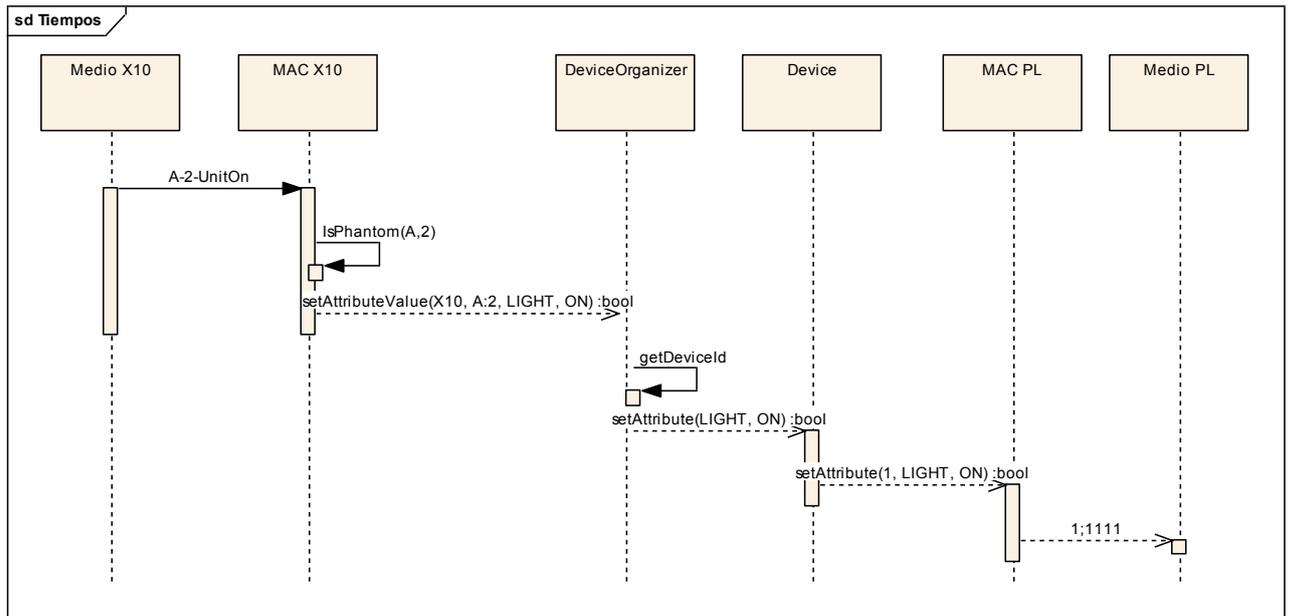


Figura 2: Diagrama de comunicación entre dos capas MAC

5 - Implementación

La arquitectura es independiente de plataforma y de lenguaje de programación utilizado. Es un diseño que podría ser implementado sobre distintas tecnologías.

El prototipo se implementó en una PC, utilizando C#.NET y una base de datos Microsoft SQL Server 2005. Los principales motivos de elección fueron:

- Experiencia en el uso.
- Velocidad de desarrollo.
- Componentes de ambiente distribuido: “Remoting”.

Las MACs que se construyeron para este prototipo fueron con interfaces a:

- Simulador de standard X-10.
- Sistema de comunicaciones inalámbricas SpinOff, diseñado por este mismo equipo.

6 - Estado actual del proyecto:

Se han realizado pruebas piloto en la UCA y UNPSJB en una red que controla 15 dispositivos conectados a las capas MAC prototipo antes descritas.

El rendimiento es muy aceptable en lo que respecta a dispositivos con funciones de encendido y apagado solamente. Se quiere investigar si expandiendo el sistema a dispositivos que intercambian otro tipo de información (enteros, flotantes, etc.), la performance continúa intacta.

Para ello se está trabajando en el diseño y construcción de las MAC para el protocolo ZigBee, utilizando los módulos Picdem Z de Microchip.

Asimismo, se quiere avanzar con el diseño de una interfase que sea amigable al usuario y permita de una forma simple y visual, agregar, interconectar y controlar dispositivos.

7 - Referencias

[1] Wikipedia. Home Automation [On-Line]. Citado diciembre de 2007. Contenido: Building Automation. Infrastructure. Protocols and Industry Standards. Disponible en Internet en: http://en.wikipedia.org/wiki/Building_automation

[2] X-10 Home Solutions. X10 Prowerline Carrier Technology [On-Line]. Citado octubre de 2006. Disponible en Internet en: <http://www.x10.com/support/technology1.htm>

[3] Microchip. AN965: Microchip Stack for the ZigBee Protocol, 2006 [On-Line]. Disponible en Internet en <http://www.microchip.com/>

[4] EBV Elektronik. An introduction to control networks based on LonWorks Technology, 2001 [On-Line]. Disponible en: <http://www.ebv.com>

Redes de Microcontroladores: Definición, Evaluación y Perspectivas de un Sistema Distribuido

Fernando G. Tinetti¹, Ricardo A. López

Departamento de Informática Sede Trelew, Facultad de Ingeniería - UNPSJB
III-LIDI, Facultad de Informática - UNLP

fernando@info.unlp.edu.ar, lopez.ricardo@gmail.com

RESUMEN

Este proyecto se enfoca directamente en la definición, implementación y utilización de una red de microcontroladores con fines docentes y de investigación. Los temas más básicos relacionados con las redes, sean de microcontroladores o de sistemas de cómputo en general, se orientarán hacia el contexto de docencia. En este sentido, los microcontroladores pueden considerarse una de las mejores alternativas en cuanto a costo y sencillez en el contexto del proceso de enseñanza tanto de conceptos de hardware de procesamiento como de interconexión de sistemas distribuidos. Los temas más avanzados de redes se pueden orientar a la docencia en cursos avanzados o de postgrado y también se pueden utilizar para investigar algunos detalles importantes de la implementación y utilización en las redes de microcontroladores. Un ejemplo de estos temas es el estudio al menos en términos de experimentación de la relación costo/beneficio de diferentes algoritmos de control de errores de comunicación con unidades de procesamiento tan sencillas y de bajo rendimiento y capacidad de almacenamiento como los microcontroladores. Desde una perspectiva más general, contando con una red de microcontroladores siempre es posible definir y avanzar en líneas de investigación más relacionadas con los sistemas distribuidos en general, en temas tales como la respuesta a eventos complejos con múltiples puntos de adquisición de datos, por ejemplo en un sistema de tipo SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*).

Palabras Clave: redes de interconexión, desarrollo de software en microcontroladores, sistemas de tiempo real, sistemas de control, sistemas SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*).

1. INTRODUCCION

Este proyecto de investigación puede considerarse un avance y también una parte del *refinamiento* del proyecto presentado en [7]. El avance lo constituye la propia red de controladores definida e implementada sobre la que se está avanzando en la actualidad, que aún está en fase de estudio en cuanto a la versatilidad que se puede obtener con recursos limitados. Por otro lado, también se está avanzando en lo referente a la formalización de la definición en capas del modelo OSI [5] [3] de diferentes tipos de redes, algunas que pueden considerarse de bajo costo como EIA-485 (RS485) [6] y otras más estándares aunque también de mayor costo y complejidad, como las redes Ethernet [2]. Por otro lado, este proyecto específicamente relacionado con las redes de microcontroladores puede considerarse una parte del refinamiento del proyecto presentado en [7], porque como lo muestra la Fig. 1, está específicamente enfocado en la red de interconexión y en los protocolos relacionados con esta red de interconexión en el contexto del proyecto *general* o *más abarcativo*. En este sentido, el proyecto del entorno de desarrollo para sistemas del tipo SCADA provee un conjunto de

¹ Investigador Asistente, Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires

características, que pueden considerarse como restricciones o como parámetros que la red de microcontroladores ya tiene definidos. Por un lado estos parámetros limitan las posibilidades de definición e implementación de la red física, pero por otro lado también acotan la complejidad de análisis de alternativas del proyecto de investigación.

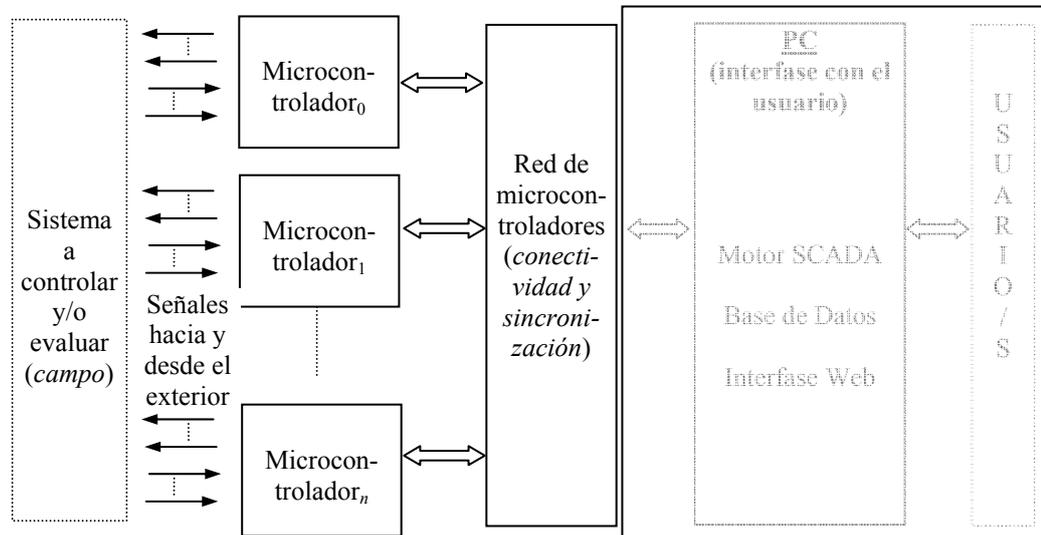


Figura 1: Red de Microcontroladores en el Contexto de un Proyecto Más Amplio.

Entre las características definidas para la red de microcontroladores que se han tenido en cuenta para este proyecto se pueden mencionar:

1. Si bien siempre es bueno que la red tenga la mayor capacidad de transmisión, será en principio más importante el bajo costo que el rendimiento. En este punto de desarrollo del proyecto se considera más importante conocer los límites en cuanto a capacidad que tener un rango muy grande de posibilidades en cuanto a aplicaciones posibles. Por otro lado, dado que en parte los resultados del proyecto se utilizarán en el entorno académico, siempre será mejor mantener el costo lo más bajo posible.
2. La cantidad de microcontroladores directamente conectados con el sistema a evaluar/controlar (Microcontrolador₀, ..., Microcontrolador_n de la Fig. 1) puede llegar a ser del orden de las decenas. Esto tiene algunas implicaciones interesantes sobre el proyecto en general y sobre la red que los interconecta en particular:
 - Los microcontroladores a utilizar deberían ser a lo sumo de la gama media de capacidad. La idea en este sentido es mantener el costo de los microcontroladores lo más bajo posible, dado que pueden llegar a ser varias decenas. Es bastante usual clasificar los microcontroladores por su capacidad y costo en dos o tres clases (*bajo*, *medio* y *alto* rendimiento, por ejemplo, que tiene su contraparte en costo y consumo) y a lo sumo alguna clase más si está orientado a algún tipo de aplicación en particular (como la de procesamiento de señales, por ejemplo, en el caso de los microcontroladores de la empresa Microchip [4]). Casi de forma inmediata, esto implica que los protocolos a definir e implementar no deberían ser excesivamente complejos, básicamente debido a la baja capacidad de procesamiento y almacenamiento de los microcontroladores de menor costo.
 - Sería muy importante que se puedan *virtualizar* los microcontroladores desde el punto de vista del software que utilizará los datos recogidos del sistema a evaluar/controlar. En principio, esto significaría *independizar* al software de más alto nivel de los detalles de la red de interconexión, de la cantidad de microcontroladores y, en cierta forma, de los propios microcontroladores. Lo que es importante para el software de más alto nivel son

los datos de las señales hacia/desde el exterior, más que los dispositivos que están en contacto directo con estas señales.

3. Como mínimo, debería ser posible mantener una secuencia de eventos relacionados con las señales del exterior (de entrada del sistema). Esto significa que se debe ser capaz de generar una secuencia (ordenamiento temporal) de eventos, y dado que habría varios microcontroladores, éstos deberían estar sincronizados.

2. LINEAS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

Teniendo en cuenta las características del proyecto, y para evitar un tiempo de análisis demasiado prolongado previo a la definición e implementación de un prototipo, se establecieron algunas pautas *iniciales* para la red física de interconexión:

1. Maestro/Esclavo (Master/Slave), o red con maestro único. Por un lado, las redes con un único maestro simplifican notablemente la administración del acceso al medio (en las capas más cercanas al hardware de la red) y por otro lado, también tiende a la *virtualización* de los microcontroladores con la utilización de otro microcontrolador maestro que actúe como si fuera un *representante* de los microcontroladores $\text{Microcontrolador}_0, \dots, \text{Microcontrolador}_n$ (Fig. 1).
2. Capacidad de *broadcast* desde el maestro. Si bien no se especifica como un *requerimiento* de la aplicación, sí simplifica lo relativo a la sincronización de los microcontroladores. En este sentido, el maestro puede establecer (*ordenar la asignación*) la hora de todos esclavos a la vez con un único mensaje en la red: el *broadcast*.

La Fig. 2 avanza en el nivel de detalle de la Fig. 1 mostrando específicamente un esquema de la red de interconexión de microcontroladores. A partir de las dos pautas o requerimientos iniciales, se podría afirmar que el microcontrolador maestro es, justamente, el *representante* de la red completa de microcontroladores. Por lo tanto, el software y el hardware de mayor nivel de abstracción o más cercano al usuario podría ser manejar o contactar la red *completa* de microcontroladores utilizando solamente el microcontrolador maestro de la red. Una de las primeras líneas de investigación consiste, justamente, en identificar las redes físicas disponibles de bajo costo de este tipo.

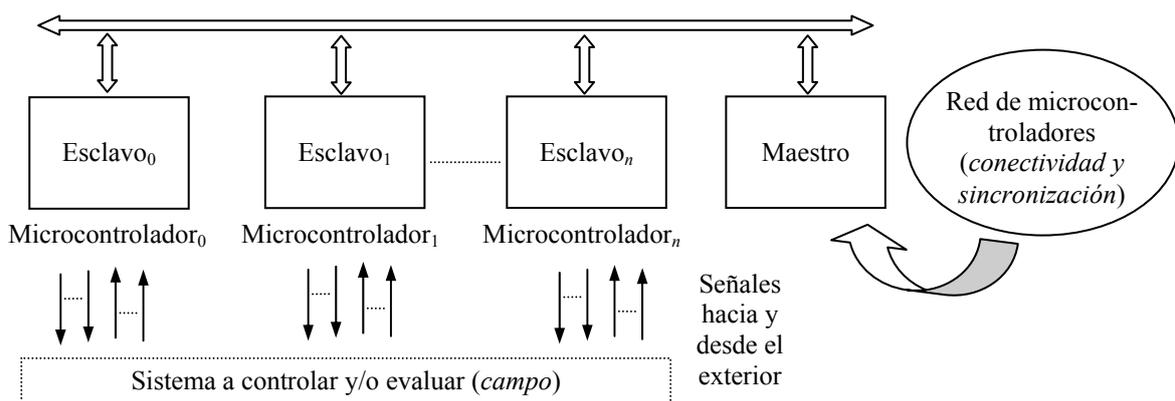


Figura 2: Red de Microcontroladores: Maestro/Esclavo y con Capacidad de Broadcast.

Una vez definidas las características de la capa física (capa 1 del modelo OSI), justamente el paso siguiente es definir la capa de enlace de datos (capa 2 del modelo OSI). En este contexto, es importante recordar que la definición de las *tramas* (usualmente la unidad de transferencia de información en esta capa) debe tener en cuenta la posiblemente baja capacidad de procesamiento y de almacenamiento de los microcontroladores esclavos, que evidentemente deben ser capaces de

manejarlas. Por otro lado, la simplificación resultante de la definición de la red física con un único maestro evidentemente es por un lado una restricción en cuanto a los parámetros a tener en cuenta para la definición de la capa 2, pero también es apropiada teniendo en cuenta la posiblemente baja capacidad de procesamiento y de almacenamiento de los microcontroladores esclavos.

Es de esperar que la capa de red (capa 3 del modelo OSI) no sea necesaria, al menos inicialmente, dado que en principio *todos* los dispositivos tendrán conexión directa por la red y no será necesario el *ruteo* de la información (tarea fundamental de la capa de red). Sin embargo, queda una línea de investigación muy interesante en cuanto a la discriminación de cuáles de las capas superiores son necesarias (capas 4 a 7: transporte, sesión, presentación y aplicación, respectivamente) y la propia definición de la o las capas que se consideren necesarias. Esto evidentemente no es independiente del proyecto general, pero pertenece directamente a un entorno de investigación como el que se presenta en este caso: redes de microcontroladores.

3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

Como se detalla sobre el principio de la sección anterior, una de las ideas subyacentes en el desarrollo de este proyecto es obtener un prototipo lo antes posible sobre el cual verificar algunas de las decisiones que se tomen y además ser usado como plataforma de experimentación en el desarrollo de las tareas de investigación. Es por esta razón que ya se cuenta con una definición e implementación que podría considerarse *definitiva* (o al menos probada) de una de las alternativas de capa 1: EIA-485 (RS485). Para esta implementación en particular, se tienen microcontroladores PIC de 8 bits (que están entre los de menor capacidad de procesamiento y almacenamiento de los provistos por Microchip [8]). La Fig. 3 muestra esquemáticamente la utilización de un PIC 16F873 como el master de la red, PICs 16F627A/628A/648A como los esclavos, y los dispositivos de Texas SN65176B para manejar las señales de la propia red EIA-485 de interconexión y hacer la interfase con las puertas serie de los microcontroladores.

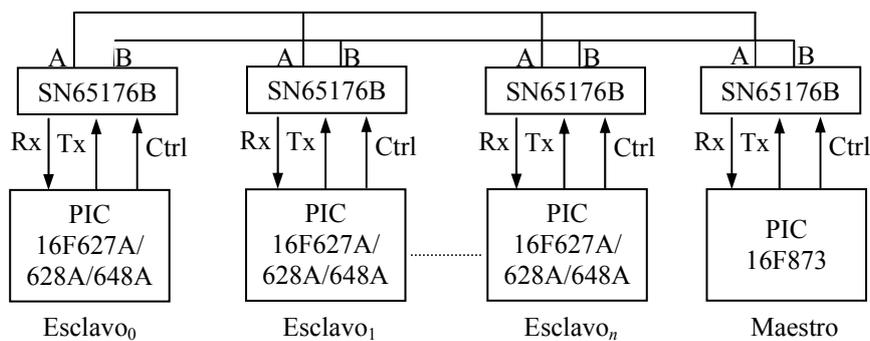


Figura 3: Red Física EIA-485 Implementada.

Es importante notar que los únicos requerimientos impuestos sobre los microcontroladores para la implementación de esta red son: utilización de un puerto serie de E/S (*pin*s Rx y Tx) y un *pin* más de salida utilizado para el control del SN65176B. De hecho, podría considerarse que la red física es, justamente, la construida a partir del dispositivo SN65176B y, por lo tanto, es independiente de los microcontroladores que se utilicen. De hecho, la gran mayoría de los microcontroladores tiene al menos una puerta serie y varios *pin*s de E/S configurables por software [1]. Esto implica que la definición de la red física con EIA-485 es independiente de esta implementación en particular. Desde esta misma perspectiva de la red física, se están estudiando actualmente otras alternativas como la de utilizar Ethernet. Más específicamente, se están estudiando los requerimientos del

hardware necesario en los microcontroladores y de los dispositivos de control (*conceptualmente similares* al SN65176B de la Fig. 3) de la red física.

Avanzando en el nivel de red OSI, se definió y se está analizando un *protocolo preliminar* de capa 2 o, más específicamente, las definiciones de las tramas a transferir sobre la red EIA-485 y las posibilidades de *broadcast* más el control maestro/esclavo. Entre los detalles más importantes se pueden mencionar:

- Toda comunicación debe ser iniciada por el maestro, que envía una trama.
- Existen dos tipos de tramas:
 - Hacia un esclavo, con la dirección de un esclavo.
 - Hacia todos los esclavos, la una dirección de *broadcast*.
- Cada trama consta de: un byte de inicio, un byte de dirección, un bytes de cantidad de datos, una cantidad acotada de datos y, finalmente, dos bytes de control de errores.
- Toda trama del master con la dirección de un esclavo será *respondida* por otra trama desde el esclavo.
- Toda trama del master con la dirección de *broadcast* no será respondida.

Uno de los puntos actuales de análisis es el tipo de control de errores, donde deben ser tenidos en cuenta varios detalles importantes, como el tipo de errores de comunicación posibles, la capacidad de procesamiento de los microprocesadores y la velocidad de comunicaciones. También es posible a partir de este punto comenzar a estudiar el resto de las capas de red, las alternativas posibles y la influencia de las aplicaciones sobre las decisiones a tomar.

4. BIBLIOGRAFIA

[1] F. M. Cady, Microcontrollers and Microcomputers: Principles of Software and Hardware Engineering, Oxford University Press, 1997, ISBN: 0195110080.

[2] Institute of Electrical and Electronics Engineers, Local Area Network - CSMA/CD Access Method and Physical Layer Specifications ANSI/IEEE 802.3 - IEEE Computer Society, 1985.

[3] J. Kurose, K. Ross, Redes de Computadores: Un enfoque descendente basado en Internet, Pearson Addison Wesley, 2003, ISBN 84782900613

[4] Microchip Technology Inc., Microchip Technology New Product Information, http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodeId=2551

[5] A. S. Tanenbaum, Computer Networks, 4th Edition, Prentice Hall Ptr, ISBN 0130661023, 2002.

[6] Telecommunications Industry Association, "Application Guidelines for TIA/EIA-485-A", TIA/EIA Telecommunications Systems Bulletin, 1998.

[7] F. G. Tinetti, R. A. López , "Ambiente de Desarrollo y Puesta en Marcha de Sistemas Basados en Microcontroladores", IX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, Universidad Nacional de La Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB), Trelew, Chubut, Argentina, Mayo 3-4 de 2007.

[8] Microchip Technology Inc., <http://www.microchip.com>

Sincronización Microcontroladores Interconectados: Evaluación de Factibilidad y Detalles de Implementación

Fernando G. Tinetti¹, Ricardo A. López, Sebastián P. Wahler

Departamento de Informática Sede Trelew, Facultad de Ingeniería - UNPSJB
III-LIDI, Facultad de Informática - UNLP

fernando@info.unlp.edu.ar, lopez.ricardo@gmail.com, sebastian.wahler@gmail.com

RESUMEN

Este proyecto se enfoca directamente en las posibilidades de sincronización de relojes o de algún mecanismo que represente el tiempo en microcontroladores interconectados. Se debe tener en cuenta que el método de sincronización es dependiente del contexto de utilización de la red de microcontroladores para adquisición de datos y control. También se debe tener en cuenta que los microcontroladores no tienen mucha capacidad de cómputo y almacenamiento, con lo que el método de sincronización tiene fuertes restricciones en cuanto al procesamiento disponible en los microcontroladores utilizado para este fin. También es importante remarcar que el problema de sincronización de relojes e incluso de sincronización en general se sigue siendo un área activa de investigación en el contexto de los sistemas distribuidos de computadoras de escritorio o servidores en la actualidad. Este mismo problema en el contexto de microcontroladores interconectados puede aprovechar lo que ya se ha estudiado, pero también tiene restricciones y aplicaciones específicas que son importantes a la hora de evaluar factibilidad en general, implementar y evaluar la o las implementaciones. Parte de los temas de investigación pueden ser utilizados casi directamente para docencia en el contexto de sistemas distribuidos y los temas más avanzados son el objeto de estudio específico para investigación. Dentro de los temas más básicos se puede mencionar la propuesta y análisis de factibilidad básico de algoritmos y/o métodos de sincronización, así como también el análisis del impacto de las redes de microprocesadores (usualmente de bajo rendimiento) sobre estos algoritmos y/o métodos. El resto de los problemas, como la evaluación de la sincronización, tanto analítica como experimental, es de vital importancia en los temas de investigación que se relacionan con los sistemas SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*).

Palabras Clave: sincronización de relojes, redes de microcontroladores, sistemas distribuidos, sistemas de tiempo real, sistemas SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*).

1. INTRODUCCION

Las redes de microcontroladores proporcionan una de las plataformas de más bajo costo para la construcción de sistemas distribuidos y la evaluación, al menos experimental, de varios detalles importantes de redes, sistemas operativos, sistemas de tiempo real y subsistemas de sistemas distribuidos en general. De hecho, este proyecto involucra varios aspectos interesantes que de una manera u otra tienen relación con estos temas mencionados. En realidad, este proyecto debe ser tenido en consideración en el contexto del proyecto presentado en [8], que se puede describir esquemáticamente con la Fig. 1. Una de las tareas definidas para el sistema de la Fig. 1, consiste en la adquisición de series de datos, donde cada dato debería tener asociada una *marca de tiempo*

¹ Investigador Asistente, Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires

(*timestamp*), para que pueda ser posible crear una secuencia de eventos (o cambio de estado de determinadas señales) asociados al sistema completo más que a un microcontrolador en particular.

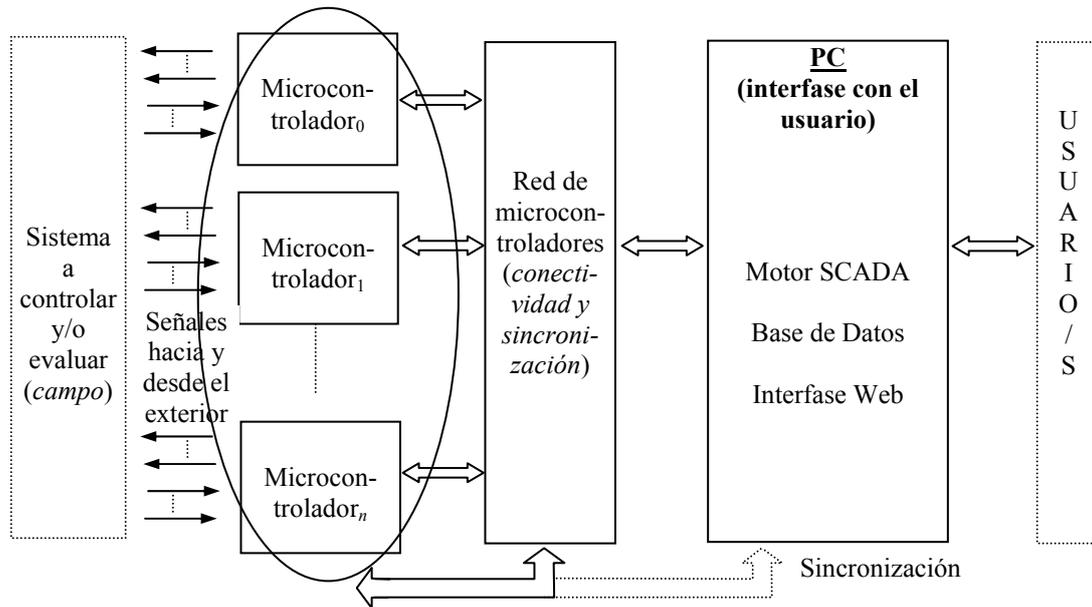


Figura 1: Contexto de Sincronización de Microcontroladores Interconectados.

Por lo tanto, no solamente se debe definir alguna representación de tiempo, sino que además los dispositivos Microcontrolador₀, ..., Microcontrolador_n de la Fig. 1 (dentro de la elipse) deberían estar sincronizados para que todos los eventos tengan una *referencia de tiempo común*. Esta sincronización hará posible que en el software de interfase con el usuario sea posible presentar la secuencia de eventos independientemente del microcontrolador que haya registrado el evento. De allí que la sincronización tiene impacto en la presentación de los resultados o en la evaluación del estado del sistema que se le presenta al usuario, tal como también lo muestra la Fig. 1 de manera esquemática.

2. LINEAS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

Sin lugar a dudas, una de las primeras líneas de estudio se enfoca al análisis caso por caso de las estrategias de sincronización existentes en el contexto de sistemas distribuidos [6]. Quizás es posible que ninguna de estas estrategias sea factible en el contexto de microcontroladores interconectados, pero al menos provee un punto de partida interesante y fuertemente relacionado con este proyecto específico. En cierta forma, es esperable que haya que llegar a una propuesta de sincronización que por un lado tenga en cuenta las limitaciones de capacidad de los microcontroladores y también aproveche las ventajas de un sistema que podría considerarse de tiempo real estricto, con cotas de tiempo de respuesta a los eventos conocidas de antemano. Esta característica podría considerarse *propia* de los sistemas basados en microcontroladores [1] [2], donde en muchos casos la cantidad de eventos por unidad de tiempo puede acotarse y el software que se ejecuta en los microcontroladores es muy sencillo de analizar y también acotar en cuanto a tiempo de ejecución.

Una vez que se decide utilizar una estrategia de sincronización (sea definida en la bibliografía o propuesto específicamente en el contexto de este proyecto de investigación), es importante el análisis exhaustivo y lo más formal posible desde dos puntos de vista:

- Requerimientos impuestos a los microcontroladores y a la red de interconexión de los mismos. Esto debe tener en cuenta que los microcontroladores no se dedican exclusivamente a la sincronización.
- Cotas de error de sincronización, ya que toda sincronización tiene en sí misma una definición y especificación de error.

Por otro lado, es importante la implementación y experimentación al menos en un entorno de implementación real, aunque sea preliminar de una red de microcontroladores. Como mínimo, deberían haber resultados experimentales para comparar y analizar y en función de los cuales avanzar hacia una implementación probada con la experiencia de uso de los investigadores que se involucren en el proyecto y también de los alumnos que se incorporen en proceso de formación de recursos humanos en el contexto universitario.

Es de vital importancia que los resultados y la experiencia a la que se llegue se puedan reutilizar (o, en cierta forma, *extrapolar*) independientemente de la implementación por varias razones. Por un lado, en el área de docencia no es razonable enseñar el uso de *un* microcontrolador, sino los conceptos asociados a los sistemas embebidos, de tiempo real, etc. y se ejemplifica con una implementación en particular. Por otro lado, es muy difícil que se pueda experimentar y generar resultados de investigación con todas las posibilidades de implementación con microcontroladores. Es por esto que el objetivo es llegar a un diseño paramétrico de un mecanismo de sincronización y una metodología de evaluación, más que a un conjunto de microcontroladores sincronizados. Nuevamente, un conjunto particular de microcontroladores sincronizados dentro de un error acotado será el ejemplo que de alguna manera *corrobore* la factibilidad de la sincronización (suele ser también denominado *proof of concept*).

También es importante estudiar la posibilidad de clasificar las aplicaciones por sus requerimientos de sincronización (básicamente en términos de *precisión*) y de seguridad tanto en comunicaciones (que afectan indirectamente a los mecanismos de sincronización) como en *reactividad* o *respuesta* a determinados eventos (algo usual en el contexto de los sistemas de tiempo real. Actualmente solamente se tiene una idea aproximada de determinados sistemas de control como el caso del transporte eléctrico, control de edificios o semaforización, pero está pendiente un estudio exhaustivo o al menos más formal de tales casos y otros similares.

3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

Dado que se espera que los microcontroladores a sincronizar sean de mediana o baja capacidad, se decide una característica importante de la red de interconexión casi directamente *orientada hacia* la posibilidad de sincronización: debe existir la posibilidad de *broadcast* físico de datos. Por un lado, la gran mayoría de las redes físicas más populares cuentan con esta posibilidad, por ejemplo EIA-485 (RS485) [7] y Ethernet [4]. Por otro lado, esta posibilidad permite que haya un controlador que establezca la hora en toda la red con una única transferencia de datos por la red. De manera *relativamente simultánea* todos los microcontroladores recibirían la información relevante o necesaria para la sincronización. Inicialmente, se decide no recurrir a la sincronización externa mediante la utilización de dispositivos como receptores de GPS (*Geographical Positioning System*, que proveen información de sincronización) sino directamente a utilizar un microcontrolador como *maestro* en cuanto a determinar toda la información relacionada con el tiempo de la red. Se prefiere el uso del término *maestro* en vez de *servidor* porque el servidor normalmente *responde a requerimientos* de los clientes, y justamente esto es lo que se tiende a evitar en el contexto de utilización de quizás varias decenas de microcontroladores sencillos a sincronizar. Esto por un lado simplifica el inicio de la elaboración de un prototipo y por el otro deja abierta la posibilidad para

que, sincronizando el *maestro* con una fuente de tiempo externa confiable se sincronice toda la red de microcontroladores casi *inmediatamente*.

Se implementó una red muy sencilla (EIA-485 con control maestro/esclavo) con la capacidad de *broadcast* físico y una representación de tiempo también sencilla. En esta red se implementó una estrategia muy *directa* de sincronización: desde el maestro se indica periódicamente vía *broadcast* la hora (*el tiempo*) de todos microcontroladores de la red. La actualización del *reloj local* (reloj de cada microcontrolador) se realiza de manera absolutamente distribuida durante el intervalo de tiempo entre dos *broadcasts de sincronización*. Si bien no necesariamente es la mejor alternativa, sí permite el análisis y la experimentación de conceptos claves directamente relacionados con la sincronización:

- Evaluación de la *deriva* de los *relojes locales* de los microcontroladores. Dado que la actualización de los relojes locales se lleva a cabo de manera distribuida entre dos *broadcasts de sincronización*, es de esperar que cada reloj difiera de los demás dependiendo de varios factores, y estas diferencias deberían ser conocidas y evaluadas al menos experimentalmente.
- Evaluación de los tiempos involucrados en la asignación del tiempo recibido en los *broadcasts de sincronización*, que pueden resultar en errores de sincronización que deben ser conocidos. Más específicamente, se puede conocer *a priori* el tiempo que implica transferir un *broadcast* a por de la red de interconexión (depende casi exclusivamente de la velocidad de transferencia de la red), pero no necesariamente cuándo este *broadcast* es procesado por el software que se ejecuta en cada microprocesador.
- Definición de un algoritmo de actualización para determinar la frecuencia de los *broadcasts de sincronización* de acuerdo a una determinada cota de error de sincronización.

La Fig. 2 muestra el *pseudocódigo* del software que se ejecuta en cada microcontrolador de la red a sincronizar, que no deja de ser similar a la mayoría del software de control embebido: una iteración con un conjunto de evaluaciones para registrar cambios de estado y procesar *comandos de control*. Lo relacionado con las *tramas* en la Fig. 2 se corresponde al procesamiento de nivel de capa 2 (capa de enlace) del modelo OSI [5] y lo relacionado con los *comandos* en la Fig. 2 se corresponde con el sistema SCADA en general y con el mecanismo de sincronización en particular, dado que uno de los tipos de comandos a procesar son los de sincronización, donde cada uno de los microcontroladores debe asignar la *hora local* con la recibida en el comando.

```
Configurar/Inicializar (puertos, timer/s, UART/s, etc.)
Loop foerever Do
  If (hay un trama a procesar) Then
    Procesar trama
  End if
  If (hay un comando recibido a procesar) Then
    Procesar recepción de un comando
    If (hay una respuesta de comando a procesar) Then
      Preparar la respuesta del comando (Armar el mensaje de respuesta)
      Iniciar la respuesta del comando (Enviar el mensaje de respuesta)
    End If
  End If
  Registrar estado
End Loop
```

Figura 2: Pseudocódigo del Código de cada Microcontrolador a Sincronizar.

En el contexto de establecer una secuencia de eventos, este esquema parece completo una vez que se haga el análisis de error o determinación de cota de error. En cierta forma, la presentación de una secuencia de eventos es *posterior* al registro de los eventos mismos (incluyendo su marca de

tiempo), y esto permite resolver algunos inconvenientes como el de asignar un tiempo local en un microcontrolador previo al tiempo local de cuando se recibió el *broadcast de sincronización*. Este problema en particular se puede solucionar corrigiendo las marcas de tiempo con la interpolación de los valores, quedando de esta manera una sucesión creciente de tiempos para las marcas de tiempo de eventos sucesivos. Sin embargo, otros problemas no son tan sencillos de resolver: si se debe producir un *evento sincronizado a futuro* como por ejemplo que todos los microcontroladores pongan en 1 un determinado *pin a la vez*. Este tipo de problemas y otros relacionados requieren mayor tiempo de análisis y estudio de factibilidad para determinar si es posible su resolución.

Siempre en el contexto de los proyectos de investigación académicos queda abierta la posibilidad de generar proyectos de código abierto (*Open Source*) para sincronización de microcontroladores. En este sentido, el aporte sería importante dado que la gran mayoría de los sistemas SCADA y/o embebidos son propietarios y cualquier propuesta bajo licencia GPL [3] o similar sería interesante y también enriquecedora por la posibilidad de aportes/mejoras externas al propio grupo de investigación.

4. BIBLIOGRAFIA

- [1] S. F. Barrett, D. J. Pack, *Microcontrollers Fundamentals for Engineers and Scientists*, Morgan & Claypool Publishers, 2006, ISBN: 1598290584.
- [2] F. M. Cady, *Microcontrollers and Microcomputers: Principles of Software and Hardware Engineering*, Oxford University Press, 1997, ISBN: 0195110080.
- [3] Free Software Foundation, Inc., GNU General Public License, www.gnu.org/copyleft/gpl.html
- [4] Institute of Electrical and Electronics Engineers, *Local Area Network - CSMA/CD Access Method and Physical Layer Specifications ANSI/IEEE 802.3 - IEEE Computer Society*, 1985.
- [5] A. S. Tanenbaum, *Computer Networks*, 4th Edition, Prentice Hall Ptr, ISBN 0130661023, 2002.
- [6] A. S. Tanenbaum, M. van Steen, *Distributed Systems: Principles and Paradigms*, Prentice Hall, 2nd Edition, ISBN 0132392275, 2006.
- [7] Telecommunications Industry Association, "Application Guidelines for TIA/EIA-485-A", *TIA/EIA Telecommunications Systems Bulletin*, 1998.
- [8] F. G. Tinetti, R. A. López , "Ambiente de Desarrollo y Puesta en Marcha de Sistemas Basados en Microcontroladores", IX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, Universidad Nacional de La Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB), Trelew, Chubut, Argentina, Mayo 3-4 de 2007.

Tuning de una Red de Clientes Ultralivianos para ambientes de desarrollo JAVA

F. Javier Díaz, Viviana M. Ambrosi¹, Paula Venosa,
Juan P. Giecco, Adrián Pousa, Nicolás Alonso
Laboratorio de investigación en nuevas tecnologías informáticas (LINTI)
Facultad de Informática – UNLP
TEL +54+221+4223528

{[jdiaz_vambrosi](mailto:jdiaz_vambrosi@info.unlp.edu.ar), pvenosa@info.unlp.edu.ar}, jpgiecco@gmail.com, apousa@lidi.info.unlp.edu.ar,
nfalonso@gmail.com

Abstract

Este artículo presenta el tuning de una red de clientes ultralivianos utilizados para ambientes de desarrollo JAVA, con tecnología SUN², en el marco del proyecto COE³.

Se investigó la performance en dicho entorno, analizando el backend de los clientes ultralivianos (SunRays), de las aplicaciones, la red, así como los parámetros que afectan su rendimiento. Se estudiaron alternativas para mejorar la performance en general y se realizaron ajustes en consecuencia que implicaron cambios en la topología de la red, en los servicios y en su configuración.

Nuestra investigación muestra como es posible lograr un desempeño aceptable a partir de este tipo de tecnología, partiendo de un uso convencional de la misma y luego extendiéndolo de manera tal de permitir el desarrollo de software por parte de los alumnos de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata, cumpliendo con los requerimientos que ello impone.

Keywords:

Tuning, clientes ultralivianos, SunRay, SRSS⁴, JAVA, Jdeveloper, Eclipse, LDAP, COE, grupo de fallas, balanceo de carga.

Introducción

En la Facultad de Informática de la UNLP se ha instalado en el año 2003, en el marco del Proyecto COE [1], un centro de excelencia en Web Services que consta de una red de clientes ultralivianos con tecnología SUN [2].

El mismo fue originalmente utilizado para e-learning, y luego extendido su uso a actividades de desarrollo de software, especialmente en entornos JAVA.

Utilizar una sala de clientes ultralivianos [3] presenta varias ventajas y desventajas. Las ventajas están relacionadas a la seguridad, administración y escalabilidad [4] [5].

Es difícil la determinación de la performance de las aplicaciones que usan arquitecturas de clientes livianos durante su diseño [6].

Poder utilizar este tipo de arquitecturas en ambientes de desarrollo JAVA presenta la problemática de la exigencia del consumo de recursos por parte de dichos entornos. El servidor debe ser capaz de atender a todas las estaciones durante la codificación, compilación, debugging y running de aplicaciones para cada uno de los proyectos, sin que su rendimiento sea afectado, y evitando caídas de la red que podrían provocar pérdida de información.

Plantear una adecuada distribución de los recursos tanto físicos como lógicos es una tarea que debe llevarse a cabo para alcanzar la performance deseada, así como realizar una estimación de

¹ Profesional Principal CIC-BA

² SUN Microsystems es una empresa informática de Silicon Valley, fabricante de semiconductores y software

³ COE: Centro de Excelencia de Web Services de SUN

⁴ SRSS: SunRay Server Software

la cantidad de estaciones de trabajo que pueden ser utilizadas simultáneamente sin afectar el rendimiento total.

Contar con un software de soporte que administre las sesiones desde las estaciones de trabajo es de vital importancia, siendo imprescindible implementar un grupo de fallas y balanceo de carga entre los servidores, características ambas provistas por el servidor propio de las SunRays [7].

Por otro lado debe ser posible manejar la autenticación de usuarios (alumnos/docentes), dotarlos de movilidad, teniendo en cuenta el almacenamiento de información y su posterior accesibilidad.

Para evaluar cuál es la configuración óptima de nuestra red de clientes ultralivianos, determinando la cantidad de estaciones que pueden ser atendidas simultáneamente con una performance razonable, resulta imprescindible analizar el rendimiento del entorno y efectuar mediciones en el tráfico de la red para detectar posibles cuellos de botella [8].

Dado que las plataformas de clientes livianos están diseñadas de forma muy diferente a los sistemas de escritorio tradicionales, medir su performance es una tarea complicada. Algunos factores pueden influenciar en la comparación de performance, a saber: mecanismos opcionales de los protocolos de clientes livianos, aplicaciones que se ejecutan en el servidor, ancho de banda de la red y tipo de tráfico que comparte el ancho de banda [9]

Arquitectura básica de la sala a ser tuneada

El Laboratorio cuenta en la actualidad con 19 clientes ultralivianos SunRay conectados a tres (3) servidores SUN FIRE V280 desde los cuales inician sesión. El tipo de conexión entre los servidores y los clientes es uno de los primeros aspectos a ser ajustados. Las pruebas iniciales fueron realizadas utilizando un enlace Ethernet de 100 Mb. La capacidad del enlace resultó insuficiente, debiéndose utilizar un enlace de fibra óptica de 1 Gb.

Los servidores están compuestos por dos procesadores de alta performance UltraSPARC III de 1.2GHz, 4GB de RAM y sistema operativo Solaris 10.

Las SunRay (clientes ultralivianos) no tienen capacidad de procesamiento ni de almacenamiento, el sistema es provisto por los servidores a través de un software propietario de SUN llamado SunRay Server Software (SRSS) [10].

Los tres (3) servidores SRSS se encuentran formando un grupo de fallas que permiten restaurar el sistema en caso de caída de alguno de ellos, además de proveer balanceo de carga.

Autenticación

Un problema propio del servidor SRSS es el hecho de no proveer un manejo adecuado de usuarios cuando existe más de un servidor atendiendo a las estaciones, quedando cada usuario ligado al servidor en el cual han iniciado sesión. Debe recurrirse a la administración de usuarios provista por el sistema operativo.

A fin de lograr una administración centralizada, es necesario dotar a la sala de un servidor LDAP⁵ (Sun Java System Directory Server) [11]; configurando al sistema operativo de todos los servidores y al SRSS para que permitan autenticación mediante LDAP. De esta manera se logra que cada usuario sea creado sólo una vez, en un repositorio centralizado, y posteriormente reconocido por el resto de servidores.

Esta solución debe ser acompañada de un servidor LDAP secundario para formar un grupo de fallos, evitando de esta forma que los usuarios queden imposibilitados de utilizar las estaciones de trabajo ante la caída de un único servidor.

⁵ LDAP: Lightweight Directory Access Protocol

Movilidad

Una característica propia de las SunRays es la posibilidad de la movilidad de usuarios. La misma puede ser considerada como física y/o lógica.

La movilidad física es cuando un usuario cambia de máquina, se mueve de lugar y se autentica ante el SRSS migrando la sesión de trabajo sin inconvenientes, en forma íntacta y transparente.

La movilidad lógica es cuando un usuario no cambia de máquina pero si cambia el servidor que lo esta atendiendo, ya sea por la caída de un servidor o por balanceo de carga [12] [13].

Dado el uso del laboratorio COE, es deseable contar con estas características. Ambas deben ser lo más transparentes posibles para el usuario y mantener el estado de su sesión.

Esta son otras de las cuestiones que deben ser ajustadas y están íntimamente relacionadas al almacenamiento.

Almacenamiento

Ajustes relacionadas al almacenamiento deben ser considerados, tanto de ubicación de la información como de optimización del espacio, evitando replicaciones innecesarias debidas a las características propias de los clientes ultralivianos.

La información generada por los usuarios debe estar disponible independientemente del servidor que lo esté atendiendo en un determinado momento. Debe existir un espacio único de trabajo y conocido por todos los servidores. Con NFS⁶ puede ser logrado [14].

Ese espacio, el “home directory” de cada usuario, reside en uno de los servidores y es compartido mediante NFS con los restantes servidores del grupo de fallas. De esta forma independientemente del servidor que le sea asignado por el software de administración de las estaciones, un usuario siempre tendrá disponible la información guardada en su home directory.

NFS también permite compartir programas, reduciendo el espacio de almacenamiento requerido para los usuarios, evitando duplicaciones innecesarias de software. Los mismos son instalados en una única ubicación y compartidos por el resto de los servidores. Con ésto es logrado otro ajuste: la centralización de la administración de aplicaciones, facilitando su mantenimiento y optimizando el consumo de recursos.

Análisis de rendimiento

Una vez ajustados los parámetros anteriormente citados debe considerarse la cantidad de clientes ultralivianos que pueden ser atendidos simultáneamente y el comportamiento de la red.

A tal efecto se realizaron mediciones para estimar el comportamiento de la red, partiendo de un (1) servidor SRSS e iniciando paulatinamente sesiones en las estaciones de trabajo (SunRays). Posteriormente se realizaron las mismas mediciones agregando un servidor secundario y un terciario con balanceo de carga durante la codificación, compilación, debugging y running de aplicaciones .

El objetivo a ser logrado es una mejor distribución de recursos en un ambiente de desarrollo Java, a partir del análisis del consumo de: CPU, memoria RAM y de las herramientas de desarrollo utilizadas.

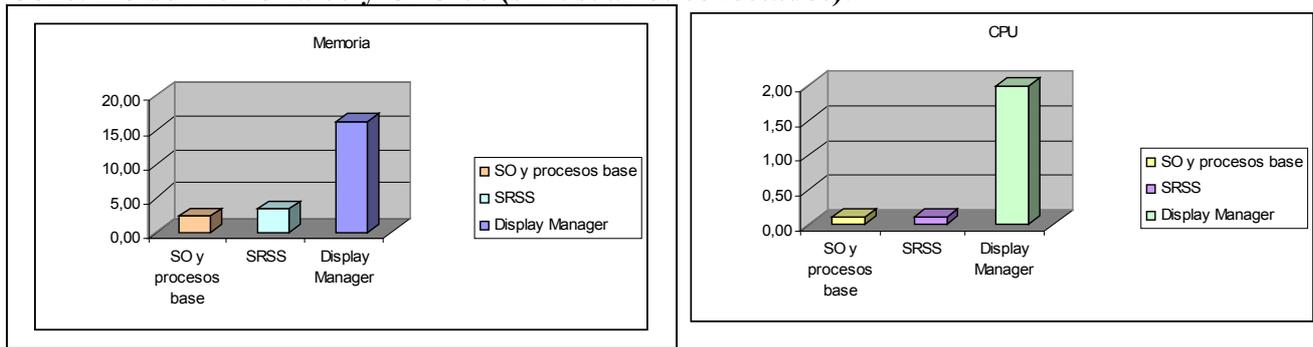
A continuación se muestran los resultados de las mediciones

Análisis del consumo de CPU y RAM

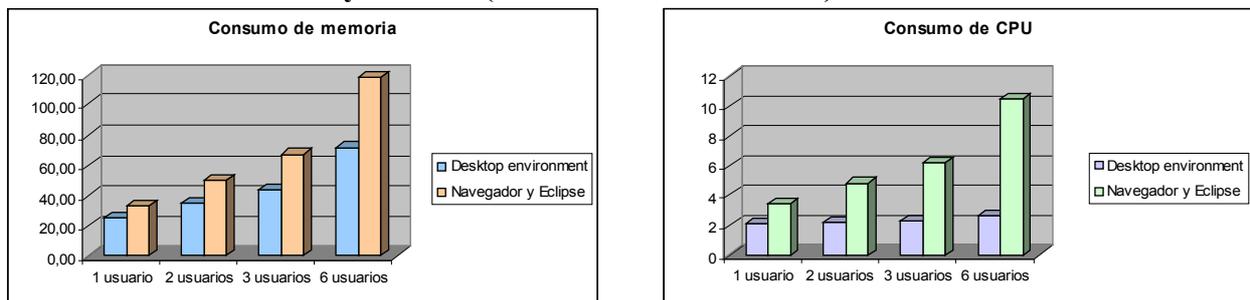
Las mediciones iniciales se realizaron conectando los clientes ultralivianos a un único servidor. Se utilizó como herramienta PRSTAT [15] provista por el sistema operativo SOLARIS 10 [16] y el mismo arrojó los siguientes resultados:

⁶ NFS: Network File System

Consumo de Memoria % y CPU % (sin usuarios conectados):



Consumo de Memoria % y CPU % (con usuarios conectados):



De los datos obtenidos en las mediciones se observa que:

1. El Display Manager consume gran cantidad de recursos.
2. Teniendo un solo servidor, hasta cinco (5) sesiones pueden ser atendidas.
3. Seis (6) sesiones en desarrollo de software superan la capacidad de memoria física. Las mismas pueden ser atendidas debido al uso de memoria "swap" por parte del sistema operativo.

En nuestro caso particular, para lograr un rendimiento aceptable de la red de 19 clientes ultralivianos, debió crearse un grupo de fallas y balanceo de carga de tres (3) servidores.

Análisis de herramientas de desarrollo JAVA

Fueron realizadas mediciones durante los cursos de desarrollo de software en JAVA para calcular el consumo de recursos usando las siguientes herramientas:

- Eclipse (IDE para desarrollo JAVA).
- Jdeveloper (IDE para desarrollo JAVA).
- NetBeans (IDE para desarrollo JAVA).

La estimación del consumo se ve afectada por las acciones de cada usuario, ya sea la utilización de otro software, un navegador, procesadores de texto o la ejecución del programa en desarrollo, incrementando la cantidad de recursos consumidos.

Pudo observarse durante el análisis que, la cantidad de memoria utilizada por cada usuario variaba entre 400MB y 1GB, con valor promedio de 500MB. El pico más alto de consumo se producía cuando el usuario, además de tener abierto el ambiente de desarrollo, realizaba la ejecución de su propia aplicación contando con otros programas abiertos.

La suma de las capacidades de los tres (3) servidores del grupo de fallas es de 12GB, lo cual permite atender a las 19 SunRays con un consumo promedio total de 9.5 GB de RAM.

Cabe mencionar que si ocurre un fallo en un servidor y la carga es distribuida entre los restantes servidores, todos los usuarios del sistema se verán afectados por una notable disminución en la performance.

Se pudo verificar que el rendimiento del sistema caía considerablemente cuando un usuario tenía abiertas más de una (1) instancia del ambiente de desarrollo.

Conclusiones generales

Utilizar una red de clientes ultralivianos para desarrollo de software puede ser logrado mediante un tuning adecuado.

Debe tenerse en cuenta que los entornos basados en JAVA consumen una cantidad importante de recursos. Debe poseerse una clara idea de la cantidad recursos que son requeridos por cada cliente, la cantidad total de servidores y los recursos necesarios para cada uno de ellos, lo cual dependerá de los distintos requerimientos de desarrollo.

Los conceptos de transparencia y disponibilidad son muy importantes. Una visión única del sistema, con autenticación y disponibilidad, independientemente del servidor que lo esté atendiendo. Todo esto es posible integrando el software SSRS, LDAP, NFS y SOLARIS 10 como sistema operativo, sin dejar de lado una configuración adecuada de los servicios, el grupo de fallas, el balanceo de carga y sumado a esto el buen manejo de “swap” por parte de SOLARIS.

Pero existe un factor impredecible: el usuario. De él dependerá el consumo de recursos en un momento determinado.

Referencias:

- [1] Información sobre el convenio UNLP – SUN Microsystems: <http://coe.info.unlp.edu.ar/COE/Documentos/Convenio/>
- [2] Página oficial de SUN Microsystems: <http://www.sun.com>
- [3] Definición de cliente liviano: http://en.wikipedia.org/wiki/Thin_client
- [4] <http://www.eservercomputing.com/series/articles/index.asp?id=702>
- [5] Informe clientes ultralivianos: <http://coe.info.unlp.edu.ar/COE/Documentos/clienteslivianos.pdf>
- [6] “An environment for automated performance evaluation of J2EE and ASP.NET thin-client architectures” -Grundy, J.; Wei, Z.; Nicolescu, R.; Cai, Y.; Software Engineering Conference, 2004. Proceedings. 2004 Australian 2004 Page(s):300 – 308
- [7] Información sobre Sunray: <http://www.sun.com/software/sunray/index.jsp>.
- [8] “The Performance of Remote Display Mechanisms for Thin-Client Computing” - S. Jae Yang, Jason Nieh, Matt Selsky, and Nikhil Tiwari; Proceedings of the General Track of the annual conference on USENIX Annual Technical Conference table of contents - Year of Publication: 2002 - ISBN:1-880446-00-6
- [9] “Remote Didactic Laboratory ?G. Savastano,? The Italian Experience for E-Learning at the Technical Universities in the Field of Electrical and Electronic Measurement: Architecture and Optimization of the Communication Performance Based on Thin Client Technology”- Andria, G.; Baccigalupi, A.; Borsic, M.; Carbone, A.P.; Daponte, P.; De Capua, C.; Ferrero, A.; Grimaldi, D.; Liccardo, A.; Locci, N.; Lanzolla, A.M.L.; Macii, D.; Muscas, C.; Peretto, L.; Petri, D.; Rapuano, S.; Riccio, M.; Salicone, S.; Stefani, F.; Instrumentation and Measurement, IEEE Transactions on Volume 56, Issue 4, Aug. 2007 - Digital Object Identifier 10.1109/TIM.2007.899983
- [10] Información sobre SunRay Server Software: <http://www.sun.com/software/sunray/index.jsp>
- [11] Información sobre servidor de directorios de SUN Microsystems: http://www.sun.com/software/products/directory_srvr_ee/dir_srvr/index.xml.
- [12] Informe de autenticación sobre las Sunrays mediante LDAP: http://coe.info.unlp.edu.ar/COE/Documentos/informe_SRSS_LDAP.pdf
- [13] Información sobre sesiones móviles en Sunrays: <http://docs.sun.com/source/817-6806/non-scms.html>.
- [14] Conectividad LDAP – NFS: http://coe.info.unlp.edu.ar/COE/Documentos/acceso_LDAP_NFS.pdf
- [15] Información sobre el comando PRSTAT: <http://docs.sun.com/source/819-1892-12/FMASolarisCmd.html> .
- [16] Información sobre Solaris 10: <http://www.sun.com/software/solaris/index.jsp> .

INCA-Tracker:

Desarrollo de un Sistema de Vigilancia y Supervisión de Flotas

Oscar Goñi & Nelson Acosta

{ oegoni, nacosta }@exa.unicen.edu.ar

INTIA/INCA – Facultad de Ciencias Exactas

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires

TANDIL (7000) – Buenos Aires – ARGENTINA

Resumen

En el presente trabajo se describe un desarrollo en el que involucra diseño de hardware y software para el rastreo con supervisión de vehículos. Se utilizan la red GSM existentes en el territorio nacional para la comunicación entre un nodo base (fijo o móvil) y los nodos móviles. El vínculo entre ambos es bidireccional, permitiendo a la unidad móvil reportar posiciones de manera autónoma, así como ser comandada desde la base. El desarrollo es incremental y el primer prototipo completamente funcional es alcanzado a los seis meses de su inicio con resultados satisfactorios.

I – Introducción

En la actualidad, diversas son las líneas de investigación donde el objetivo común es aumentar la productividad de un proceso o emprendimiento. En particular, la minimización de distancias y costes de transporte, sigue siendo uno de los temas de investigación de vanguardia. Sin embargo, no es tenido en cuenta la necesidad de supervisar los recorridos y seguridad de las unidades que componen la flota.

El proyecto aquí descrito, involucra tecnologías disponibles en el mundo como son el sistema de posicionamiento global (GPS)¹ para conocer una posición puntual y las redes Sistema Global para Comunicaciones móviles (GSM)² de modo que dicha posición pueda ser comunicada. El objetivo general es proveer de un sistema de hardware y software que permita el conocimiento desde un punto base (fijo o móvil) de la posición de los nodos móviles, así como conocer el estado de la unidad móvil de la misma manera que se la estuviera inspeccionando *in-situ*. En la segunda sección se describen las tecnologías usadas y los requerimientos iniciales, los cuales reciben la implementación tal como es desarrollada en la sección tres. En la sección cuatro se describen conclusiones y el futuro del proyecto.

II - Definiciones y Especificaciones

GPS significa Sistema de Posicionamiento Global. Es utilizado por particulares, entidades comerciales y militares con fines de navegación. Basado en el principio de triangulación, *GPS* utiliza 24 satélites que orbitan alrededor de la Tierra y envían señales de radio a las cuales se mide el tiempo de propagación. Los satélites *GPS* trabajar con un receptor *GPS* que hoy en día se pueden encontrar desde unidades de navegación de gran porte hasta teléfonos celulares. Mediante este sistema es posible conocer posiciones con una precisión de hasta quince metros.

La sigla *GSM* significa *Global System for Mobile Communications* (Sistema Global de Comunicaciones Móviles). Es una norma estándar mundial lo que permite que sea el sistema más utilizado actualmente en el mundo para comunicaciones digitales de voz y datos. *GSM* es un

sistema no-propietario y abierto y por lo tanto en permanente desarrollo. Entre las características destacadas de las redes *GSM* se encuentran alta calidad en las comunicaciones de voz (comparable a las realizadas a través de líneas fijas) así como amplia cobertura territorial de la señal.

La combinación de estos dos sistemas permite un sinnúmero de aplicaciones tanto en el ámbito comercial como particular. Como objetivos iniciales y generales de este proyecto, se plantea para cumplir con cada uno de estos requisitos particulares:

- Inspección de un vehículo en tiempo real de forma remota:
 - La inspección se realiza conociendo estado del vehículo mediante sensores dispuestos en diversas partes del mismo.
 - Utilizando la tecnología GPS, es posible anexarle datos de posición.
- Vigilancia en tiempo real:
 - Se proveen servicio de voz entre la cabina y el nodo base (fijo o móvil) para supervisión de conversaciones.
 - Análisis de trayectoria y condiciones de alarma en base a la posición y movimientos realizados por el móvil.
 - Sensores que indican situaciones de emergencia, se colocan en el vehículo de manera tal que la persona responsable de su conducción solicite ayuda en caso de actos vandálicos o emergencias.
- Configuración en tiempo real:
 - Es posible configurar los parámetros del sistema desde el nodo base y de manera transparente.

III - Descripción del Sistema

El sistema esta compuesto por componentes Hardware y Software con un protocolo común. La Fig. 1 muestra la arquitectura general del sistema.

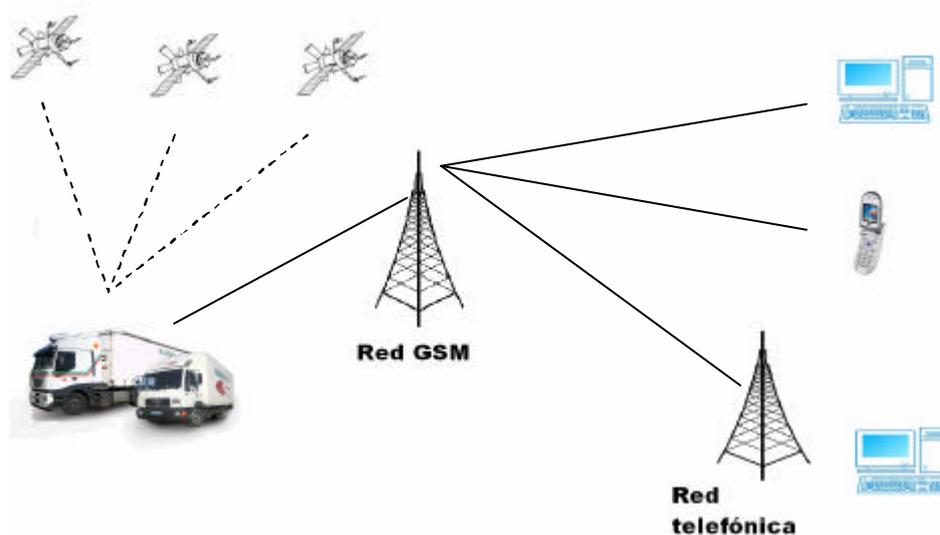


Figura 1 – Funcionamiento global de la arquitectura del sistema

III.1 -Hardware del Equipo Móvil

El hardware del nodo móvil consta de un microprocesador el cual recibe información de diversas fuentes (Fig. 2):

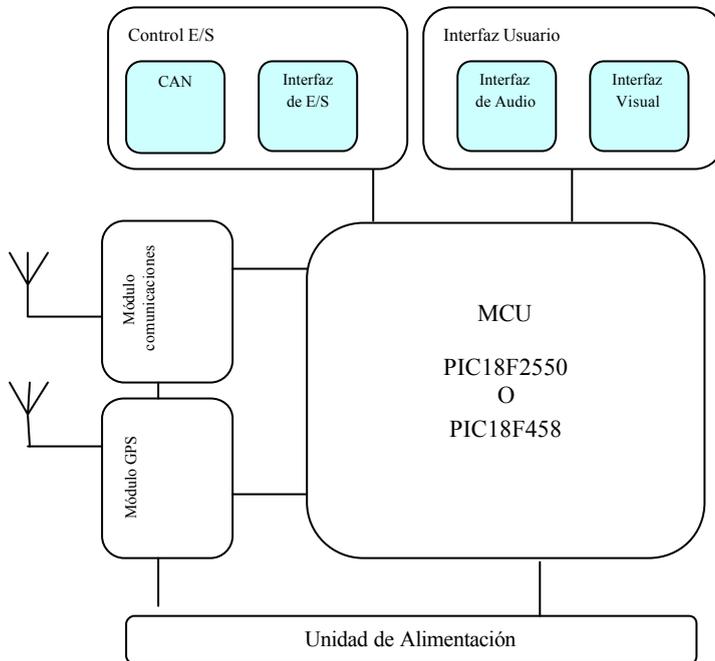


Figura 2 – Esquema general del Hardware del vehículo

- Posición, rumbo y tiempo: Esta información es provista por un módulo GPS. En particular se utiliza ET-312³ de la empresa GLOBALSAT dado su bajo costo y pequeñas dimensiones.
- Valores de Sensores: Un módulo CAN⁴ (Controlled Area Network) provee información de diferentes sensores ubicados en el vehículo. En este caso se utiliza el controlador incorporado dentro del microcontrolador (Pic18f458⁵ en vehículos grandes y Pic18f2550⁶ para vehículos pequeños). En la actualidad existen unidades con este tipo de redes ya instaladas en vehículos, de manera tal que este sistema pasa a ser parte de

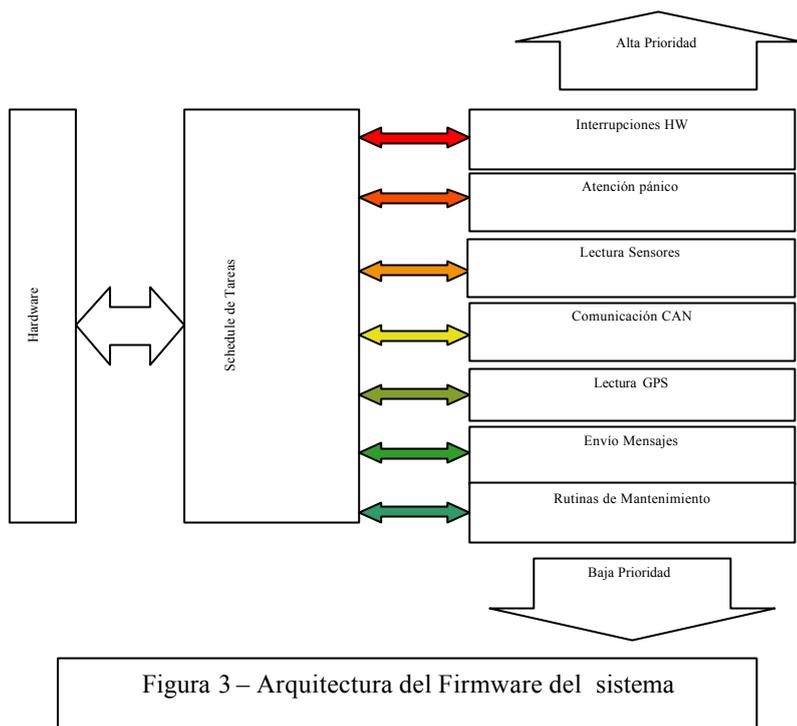
la red. De no contar con la instalación de esta red, cuatro sensores analógicos con resolución de 8bits pueden ser instalados directamente al sistema.

- Configuración: Mediante un módulo GSM, es posible recibir configuraciones desde el nodo base. Además es posible configurar el móvil cuando está conectado a una computadora mediante puerto serie o USB⁷.
- Entradas Digitales: Se proveen dos canales de alta prioridad para casos de emergencia, siendo posible la instalación de una o más entradas digitales en paralelo.

III.2 - Software del Equipo Móvil

El software está diseñado en torno a un scheduler que atiende a cada una de las tareas dependiendo su prioridad (Fig. 3). Cabe destacar que existen diferentes prioridades en las tareas involucradas y varían entre la recepción de mensajes de texto y borrado de mensajes antiguos, hasta envío de paquetes en una situación de pánico o atención de interrupciones de los periféricos.

Se asegura mediante mensajes que todas las tareas son ejecutadas en algún momento no importa cual sea su prioridad. Por ejemplo, en el caso ideal las tareas como el cálculo de posición y rumbo son realizadas en un tiempo finito. Sin embargo puede ocurrir “oscurecimiento” de la señal GPS (por ejemplo, al encontrarse en un túnel) o no disponibilidad de red GSM imposibilitando envío de información, en tales casos estas tareas son marcadas como de alta prioridad para las próximas etapas.



III.3 - Comunicación

El equipo móvil puede enviar de manera automática o comandada reportes de estado al nodo base (tanto fijo como móvil). Las comunicaciones se realizan sobre la red GSM que habilita al módulo según la tarjeta SIM como en cualquier teléfono celular de este sistema. Las comunicaciones de ambos nodos están basadas en el envío y recepción de uno de los siguientes medios:

- Mensajes de texto: (SMS) útil para la comunicación personalizada al interesado.
- GPRS: Utiliza protocolos de Internet. El usuario puede recibir detalles de recorridos mediante e-mail o bien consultar el estado de su flota en tiempo real mediante una pagina web.
- Conexión telefónica: El interesado puede recibir llamadas del equipo móvil a su PC, pudiendo monitorear el estado en línea.

A esta última opción se puede destacar que la utilización del sistema puede estar acotada debido al costo de la comunicación telefónica. Sin embargo, es posible monitorear conversaciones en el vehículo o bien entablar una entre el nodo base y el móvil.

III.4 - Hardware del Equipo Base (Fijo o Móvil)

Según el medio de comunicación que se escoja, el hardware puede variar en costos y requerimientos. En el caso de SMS es suficiente un teléfono celular para recibir los reportes. Estos son visualizados en la pantalla del mismo.

En los otros dos casos, se necesita un PC conectada a Internet en el caso de conexión GPRS o un MODEM y una línea telefónica para la opción restante.

También es posible la conexión al PC de un MODEM GSM, donde una aplicación es capaz de decodificar los SMS provenientes del vehículo.

III.5 - Software del Equipo Base (Fijo o Móvil)

Se desarrolla una interfaz de usuario que permite configurar el equipo así como monitorear el estado en tiempo real. En esta es posible ver el estado de los sensores, así como datos inherentes a la configuración de la comunicación.

Como sistema de visualización de la flota, en una primer etapa, se utiliza una interfaz con la aplicación Google Earth^{8,9} donde es posible visualizar en tiempo real el recorrido que ha realizado el vehículo, así como la posición actual y el estado de los sensores. La Fig. 4 muestra una instantánea de la comunicación con el programa cliente.

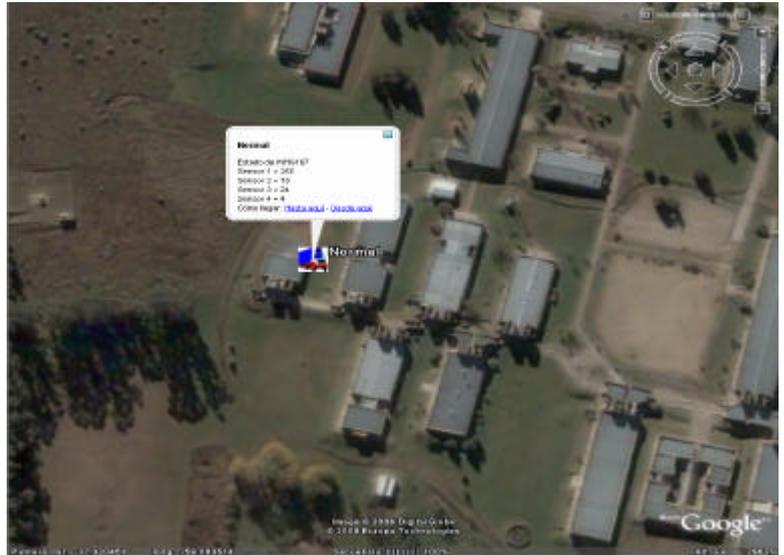


Figura 4– Interfaz del sistema con Google Earth

IV - Aplicaciones ensayadas y trabajos futuros

El sistema prototipo se realizó en un lapso de seis meses, trabajando director y dos alumnos avanzados. Esta instancia cuenta con el servicio de reportes periódicos a un teléfono celular mediante SMS legible o bien conectado a un PC (configuración mostrada en la Fig. 2). En cuanto a la administración de tareas, el modelo que se describe en el presente trabajo fue implementado y probado en su totalidad, así como la posibilidad de configurar el equipo mediante SMS o conectado a un PC.

Por otra parte la especificación para vehículos grandes está siendo probada así como la comunicación entre ambos nodos mediante GPRS. El hardware del equipo fue diseñado siguiendo los objetivos finales del proyecto de manera que cada progreso del proyecto depende solamente del software.

Con respecto a la aplicación de escritorio, se implementó una aplicación que permite configuración y calibración del equipo mediante PC o SMS. La interfaz con la aplicación Google Earth, está limitada a mostrar la posición y valores de sensores de los integrantes de la flota. Resta implementar visualización de recorridos, sistema de programación con monitoreo de alarmas, análisis de recorridos y demás capas de interés.

V - Referencias

- 1 http://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System
- 2 www.gsm.org
- 3 www.globalsat.com.tw/
- 4 <http://www.semiconductors.bosch.de/en/10/index.asp>
- 5 www.alldatasheet.net/datasheet-pdf/pdf/93923/MICROCHIP/PIC18F458.html
- 6 ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39632c.pdf
- 7 ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39632c.pdf
- 8 <http://earth.google.com/intl/es/>
- 9 <http://enespanol.com.ar/2006/04/08/tutorial-de-kml-para-google-earth/>

Linux embebido en un soft-processor Microblaze

Claudio Aciti y Nelson Acosta

INTIA/INCA - Fac. de Ciencias Exactas - Universidad Nacional del Centro de la Prov. de Bs As
Pinto 399 - Tel/Fax : (02293) 43-9680 - Tandil(7000) - Buenos Aires - Argentina
{caciti, nacosta}@exa.unicen.edu.ar

1. Introducción

Los sistemas embebidos son sistemas dedicados a una única tarea, es por ello que se los llama "sistemas de propósitos específicos". En la actualidad, los sistemas embebidos han logrado un gran auge gracias a sus diferentes campos de aplicaciones y sus bajos costos comparados con sistemas tradicionales [4, 12]. Es muy común el uso cotidiano de sistemas embebidos, ya sea en electrónica de consumo (lavarropas, heladeras, microondas, relojes, consolas de juegos, control remoto, cámaras de video, fax, CD, DVD, GPS, televisión digital), en sistemas de comunicación (sistemas de telefonía, contestadores, celulares, beepers, PDAs, routers), en automóviles (inyección electrónica, frenos, elevadores de vidrios, control de asientos, instrumentación, seguridad), en la industria (instrumentación, monitoreo, control, robótica, control de tráfico, manejo de códigos de barras, ascensores), en medicina (monitores cardíacos, renales y de apnea, marcapasos, máquina de diálisis), entre otros [7].

Por esto, hoy en día, se ha adoptado un nuevo paradigma de diseño de bajo costo el cual ha mostrado gran eficiencia al ser dedicado a una tarea específica, dado que solo se diseñan e implementan los módulos que se van a utilizar y por tanto se usa el hardware estrictamente necesario. Además puede ser optimizado en cualquier momento ya que en la mayoría de las ocasiones, es implementado sobre dispositivos que pueden ser reprogramados. Es así como los sistemas embebidos son la primera opción en el campo de la ingeniería para la solución de problemas específicos. Si un sistema embebido ofrece grandes ventajas, estas serán mayores si se cuenta con un sistema operativo que le brinde al usuario una mayor facilidad a la hora de trabajar y crear un sistema especializado mucho más robusto. Esto se ha logrado gracias a que se cuenta con el sistema operativo Linux, uno de los más estables y difundidos, que puede ser portado a este tipo de hardware a través de diferentes distribuciones (VxWorks, BlueCat, MontaVista linux, ThreadX, uC/OS-II o uClinux, entre otros) a una arquitectura Microblaze de Xilinx en FPGA [1,3,4].

2. Arquitectura Microblaze

Microblaze es un procesador de 32 bits (Figura 1) que ha sido desarrollado con unos requisitos muy rígidos de ocupación y prestaciones, debido a la limitación impuesta por los recursos disponibles en una FPGA, sin embargo está catalogado como uno de los soft-core más rápidos del mundo. Microblaze cuenta con un set de instrucciones reducido (RISC) optimizado para la implementación en una FPGA [6, 11, 13]. Este microprocesador es un IP core que debe instanciarse en el proyecto de hardware, sólo puede estudiarse a partir de la documentación del fabricante, de los documentos de resultados experimentales publicados en la red o de la experiencia propia del usuario. Aún así, es una herramienta muy potente para desarrollar proyectos relacionados con arquitecturas en paralelo, diseño, control y en general, cualquier investigación sobre software, ya que permite una comparación inmediata con otras arquitecturas y metodologías de desarrollo.

MicroBlaze puede ejecutar diferentes sistemas operativos como [10] Nucleus, ThreadX, uC/OS-II y uClinux .

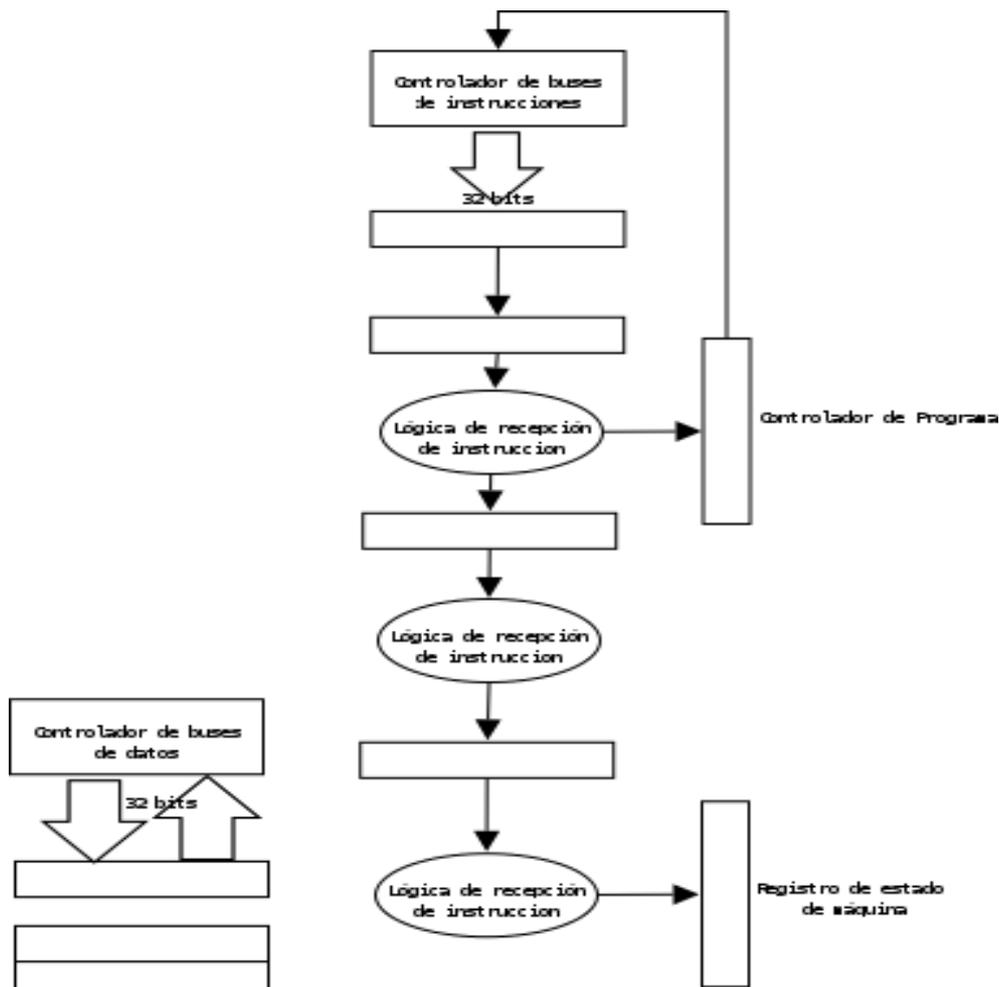


Figura 1. Esquema de bloques de Microblaze

3. Linux embebido

En el área de los sistemas embebidos, Linux es ampliamente usado. Su fiabilidad es consecuencia directa de la filosofía que lleva implícita la aportación altruista de miles de programadores de todo el mundo observando el código, mejorándolo, cambiándolo y probándolo en miles de configuraciones posibles del sistema. Linux para los dispositivos embebidos comenzó con el soporte del kernel y el compilador para los microprocesadores más populares de 32 bits: x86, ARM, PowerPC, MIPS y SH. Y luego continuó con la aparición de diferentes distribuciones de Linux con soporte para características específicas de los sistemas embebidos.

Sucesivas distribuciones, de licencias propietarias, adaptaron el kernel de Linux para usarlo en diferentes dispositivos. Es así que Montavista Linux es usado en arquitecturas PowerPC y actualmente fue portado a teléfonos móviles. BlueCat Linux fue portado a PowerPC y Microblaze. ThreadX, VxWorks y uC/OsII también han sido instalados en dispositivos como PALM o routers.

La distribución uClinux, de licencia libre, está basada en el kernel de Linux, del cual mantiene sus principales ventajas: estabilidad, capacidad superior de red y excelente soporte del sistema de archivos. El kernel de uClinux ha sido reescrito para reducirlo y para que sea más eficiente y, la principal ventaja es que ha sido desarrollado especialmente para microprocesadores que carecen de Unidad de Manejo de Memoria. uClinux además, incluye un conjunto amplio de aplicaciones típicas

de Linux, en las que se destacan: servidores web, clientes de red y versiones reducidas de interpretes de perl y python.

El proyecto para portar uClinux a MicroBlaze comenzó en Enero de 2003 en la Universidad de Queensland (Australia), de la mano de John Williams como parte de su trabajo de investigación. Este proyecto, denominado Petalinux, es "open source" y por lo tanto abierto a la colaboración. A la fecha, fue actualizado al kernel 2.6.20 estable.

4. Portando Linux a una FPGA

El proyecto se divide en tres partes: la descripción en Hardware del Microblaze; instalar un sistema operativo Linux con control de tiempo real en el procesador soft-core Microblaze; Y descargar la imagen creada en una FPGA.

4.1 Creación del Proyecto de Hardware

El diseño de la descripción en hardware del Microblaze en VHDL o Verilog se hace a través de una herramienta específica que proporciona el fabricante: EDK (Embedded Development Kit), que permite la configuración del hardware y el desarrollo de los periféricos, y el ISE (Integrated Software Environment) Foundation que proporciona las herramientas necesarias para llevar a cabo las tareas de síntesis, implementación y programación de la FPGA. Ambas distribuciones son propias de Xilinx, y tienen licencia propietaria.

Al hacer una configuración de hardware, se crea un archivo .mhs (microprocessor hardware specification), en el que se encuentran las especificaciones de los puertos del sistema, la memoria o memorias externas a la FPGA, los buses, los recursos del hardware, las instancias y configuraciones de los periféricos del sistema, tamaños de caché y habilitación de las mismas, así como el rango de memoria en el cual está el mapeado de los periféricos. En este archivo, está la especificación del software necesario para que el hardware funcione correctamente. Aquí se instancian los drivers necesarios para cada uno de los periféricos que se determinaron en el archivo de descripción del hardware, así como las opciones de compilación.

Después de generar el proyecto de hardware. Es necesario cambiar el sistema operativo por el de Petalinux [8], y se debe adicionar un proyecto de software nuevo, el cual viene en la distribución y es llamado FS-Boot (First Stage Bootloader) [2]. Este permite cargar un sistema más grande llamado U-Boot, que en principio no cabe en la caché del microprocesador, por lo tanto, debe existir una manera de cargarlo a una memoria más grande de la tarjeta de desarrollo. De esto y otros cambios se encarga el FS-Boot.

4.2 Preparación del Kernel

Ya configurado el Microblaze, se continúa con la compilación del kernel. Antes hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Tener las fuentes del kernel
2. Conocer cuales dispositivos de hardware se han creado sobre la tarjeta de desarrollo. Esto con el fin de compilar un kernel que se adecue perfectamente a las necesidades que se tengan.

El Sistema Operativo que se compilará tendrá la ventaja de utilizar un archivo de texto plano que contiene todas las definiciones de hardware que se hicieron sobre el microprocesador. Este archivo permite disminuir los errores de compilación. La máquina sobre la que se compila el kernel, deberá

tener SO basado en Linux, aunque es posible compilar el kernel desde windows utilizando las herramientas adecuadas[4].

Primero se indican todos los dispositivos que se van a usar, el nombre de la tarjeta para la cual se esta compilando el kernel, la forma en que la tarjeta se va a comunicar con el exterior y en que lugar del sistema se guardarán las imágenes del kernel. Una vez configurado el kernel, se construyen todas las dependencias del proyecto. Si el proceso es exitoso, las imágenes del kernel quedará compilada y lista para ser descargada.

4.3 Descarga de la imagen del kernel.

Una vez completados los pasos anteriores, se puede iniciar la descarga de la imagen del kernel. Para lograrlo se debe conectar la tarjeta de desarrollo al puerto serial del computador, y lanzar un programa que permita comunicación por este puerto. El programa se configura de la misma manera que el hardware, bits por segundo, bits de datos, paridad, bit de parada, control de flujo, etc.

Cuando la configuración esté completa, se descarga el microblaze desde el EDK. Con lo cual se completa el proceso y se tiene un kernel completamente funcional sobre una FPGA.

5. Estado actual del proyecto

Hasta el momento se están estudiando alternativas de sistemas operativos para montar en una fpga. También se está estudiando el manejo de las herramientas EDK y ISE de Xilinx Inc., y las descripciones de Hardware genéricas existentes.

El equipo de trabajo está compuesto por un Director, un doctorando y un alumno de grado. Para estos últimos, este proyecto forma parte de su tesis de doctorado y de grado, respectivamente.

Se cuenta con dos placas de desarrollo, una Virtex II Pro Developer System con una FPGA Virtex II Pro modelo XC2VP30 (Figura 2), y una Spartan 3 Starter Board con una FPGA Spartan 3 XE35200 (Figura 3). Además, de las herramientas del fabricante: EDK (Embedded Development Kit) y el ISE (Integrated Software Environment) Foundation (Figura 3). Una computadora con un sistema operativo GNU/Linux Debian Etch con un kernel 2.6.18-4 estable.



Figura 2. Virtex II Pro Developer System con una FPGA Virtex II Pro.



Figura 3. Spartan 3 Starter Board con una FPGA Spartan 3.

6. Bibliografía

- [1] E. Aguayo, I. Gonzáles. "Tutorial Xilinx Microblaze-uClinux". JCRA 2004. Madrid. España. 2004
- [2] First Stage Bootloader. <http://developer.petalogix.com/wiki/UserGuide/Bootloaders/FSboot>
- [3] I. Gonzalez, E. Aguayo, S. Lopez-Buedo, "Self-Reconfigurable Embedded Systems on Low-Cost FPGAs", IEEE Micro 2007 (Vol. 27, No. 4) pp. 49-57. 2007
- [4] J. A. Jaramillo Villegas, L. M. Perez Perez, H. J. Osorio Ríos. "Linux sobre una FPGA". Ciencia et technica. Año XIII. Número 37. ISSN 0122-1701. 2007
- [5] R. H. Klenke. "Experiences Using the Xilinx Microblaze Softcore Processor and uClinux in Computer Engineering Capstone Senior Design Projects". IEEE International Conference on Microelectronic Systems Education (MSE'07) pp. 123-124. Virginia Commonwealth University, USA. 2007
- [6] J. Lazanyi. "Instruction set extension using Microblaze processor". 15th International Conference on Field Programmable Logic and Applications, IEEE, pp. 729-730, Finlandia. 2005
- [7] J. Osio, F. Salguero, J. Rapallini y A. Quijano. " Análisis de Modelos Computacionales para Sistemas Embebidos". XII Iberchip, IWS06. Costa Rica. 2006
- [8] Petalinux. <http://developer.petalogix.com/>
- [9] C.C.W. Robson, A. Boussetham, C. Bohm, "An FPGA based general purpose data acquisition controller," 14th IEEE-NPSS Real Time Conference, p. 49. 2005
- [10] O. D. Sánchez, C. I. Camargo. "Linux Embebido como Herramienta para Realizar Reconfiguración Parcial". XII Iberchip, IWS06. Costa Rica. 2006
- [11] D. Sheldon, R. Kumar, F. Vahid, D. Tullsen and R. Lysecky, "Conjoining Soft-Core FPGA Processors," 2006 IEEE/ACM International Conference on Computer Aided Design, ICCAD, pp. 694-701. 2006
- [12] Valvano, J. "Introducción a los sistemas de microcomputadores". Thomson Learning Ibero. ISBN 9706863168. 2003
- [13] Xilinx Inc., "MicroBlaze Processor Reference Guide", UG081 (V 6.3). 2006. www.xilinx.com/ise/embedded/mb_ref_guide.pdf

Análisis de Plataforma Sewart utilizando SimMechanics Aplicada al Desarrollo de Simuladores de Vuelo.

Griselda I. Cistac^[1]-Aníbal Zanini^[2]- Horacio Abbate^[3]

Facultad de Ingeniería-UNLPam^[1]- Facultad de Ingeniería-UBA^[2]- Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEFA)^[3]

cistacg@ing.unlpam.edu.ar^[1] Facultad de Ingeniería.UNLPam.Calle 110 esq. 9 . Gral. Pico- La Pampa
azanini@fi.uba.ar^[2] Pabellón de Industria- FIUBA. Ciudad Universitaria. Bs.As.
habbate@citefa.gov.ar^[3] CITEFA - San Juan Bautista de La Salle 4397. Villa Martelli

Resumen:

Este proyecto tiene como objetivo el modelado y control de una plataforma de 6 GDL (Grados de Libertad). El mismo forma parte de las actividades que se están realizando en el marco del proyecto “Simulador de Vuelo” (PAE2004-22614 ANPCyT). Se ha comenzado el análisis a partir del modelo desarrollado por Smith –Wendlant^[1] de una plataforma tipo Stewart utilizando Matlab con su paquete de simulación mecánica el cual fue modificado de modo de poder analizar y simular mejor la situación de un simulador de vuelo. El propósito de estas simulaciones es aplicarlas en una etapa posterior como herramientas para el diseño mecánico de las plataformas. Otro aspecto que se va a estudiar más adelante es el modelado y simulación del sistema de control.

Palabras claves: simulación- control automático-robótica- plataformas Stewart

1. Introducción

El desarrollo de simuladores de vuelo aborda distintos temas específicos de diversas áreas como son: simulación dinámica del vuelo, modelo de aeronaves, modelo de datos para representar entornos topográficos, modelos de control de la plataforma mecánica, estudio de la percepción humana del movimiento y de la interacción entre los sistemas visual y vestibular en la percepción y diseño de algoritmos que resuelvan numéricamente las ecuaciones de los modelos matemáticos desarrollados. La importancia de los simuladores no sólo radica en su utilización para el entrenamiento de pilotos sino también como herramienta de diseño de aeronaves (en la actualidad éstas son exhaustivamente probadas y voladas en simulaciones, aún antes de la construcción del primer prototipo) u otras aplicaciones como peritajes, entrenamiento en condiciones de desorientación espacial, etc. El simulador que se percibe como objetivo es altamente realista sobre lo que experimenta el piloto siendo una réplica a tamaño real de una cabina con un sistema visual y una plataforma móvil.

2. Desarrollo del Proyecto

En esta primera etapa se estudiaron distintas configuraciones de plataformas conocidos como manipuladores o robots paralelos, como ser: de 3 GDL de modo de posicionar a la plataforma (Fig. 1) y de 6 GDL de modo de poder además orientarla (Fig.2).

Ambas plataformas están formadas por una base fija, tres piernas y la plataforma móvil.

La función de control del simulador es la de llevar la plataforma móvil a una ubicación deseada para ello se necesita conocer la posición y orientación que debe tener la misma en todo momento.

Para poder realizar dicho estudio se utilizará un sistema de coordenadas solidario al sistema móvil y otro al fijo. De modo de obtener luego la relación entre los dos sistemas mediante matrices de rotación.

Las matrices de rotación necesitan de nueve parámetros por lo que se suele utilizar los ángulos de Euler ya que sólo es necesario conocer tres componentes (ϕ, θ, ψ) .

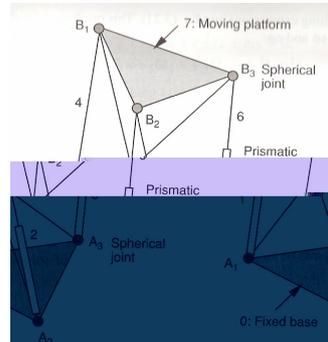


Fig. 1

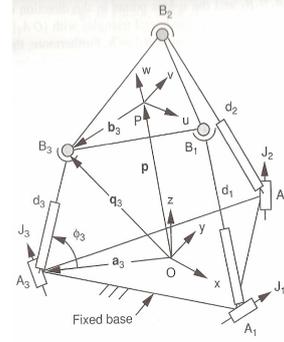


Fig. 2

Existen tres posibilidades que dan origen a las configuraciones conocidas como ZXZ, ZYZ, o Roll, Pitch, Yaw (alabeo, cabeceo y guiñada). El modo de estudiar la posición puede realizarse con lo que se conoce como cinemática directa (se conocen las longitudes de las piernas y se debe hallar la ubicación del vector que une los dos sistemas de coordenadas y la matriz de rotación) o cinemática inversa (se conoce la ubicación del vector que une los dos sistemas de coordenadas y la matriz de rotación y se deben hallar las longitudes de las piernas).

En el año 1965 Stewart (Fig. 3) presentó una construcción mecánica conocida como Plataforma Stewart que permite realizar este tipo de movimientos.

Stewart Platform

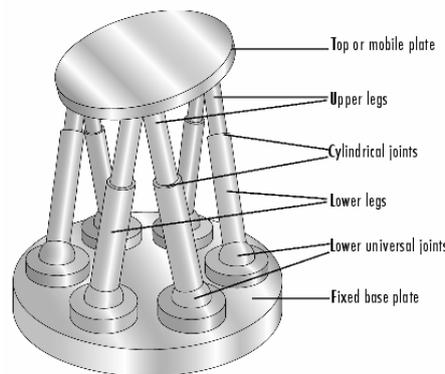


Fig. 3

En esta etapa se ha comenzado el análisis a partir del modelo desarrollado por Smith –Wendlant^[1]. En un principio se ha utilizado un modelo de plataforma tipo Stewart utilizando Matlab con su paquete de simulación mecánica.

El control de la plataforma consta de dos partes: a) generación de la posición: consiste en calcular la longitud necesaria de cada pierna para ubicar la plataforma en una posición determinada y b) calcular la fuerza necesaria para darle a cada pierna la longitud previamente calculada. El diagrama de simulación es el siguiente se muestra en la Fig. 4.

La planta modela la plataforma y un controlador que es de tipo PID. A partir de las trayectorias deseadas necesitamos conocer cual es la acción a realizar en los actuadores, este problema de calcular la longitud de las patas en función la ubicación final deseada se conoce como cinemática inversa.

Controlando la longitud de las 6 patas se puede ubicar la plataforma según una orientación y posición dada. Se debe luego tener en cuenta que hay movimientos que no son posibles de realizar y por lo tanto puede que no sea posible ubicar la plataforma es dichas posiciones.

El modelo propone controlar mediante un PID las fuerzas aplicadas a la piernas de modo de lograr la trayectoria deseada.

El programa de simulación trae un modelo de plataforma que se tomó como base y a partir de allí se hicieron modificaciones. La primer modificación realizada fue en el modelo ya que el mismo no tenía en cuenta la presencia de un cuerpo sobre la plataforma (Fig. 5). En este caso es un elemento importante a tener en cuenta ya que la masa ubicada sobre ella es la cabina del avión.

Stewart Platform with Control Reference Trajectory

Stewart platform with predefined reference trajectory.

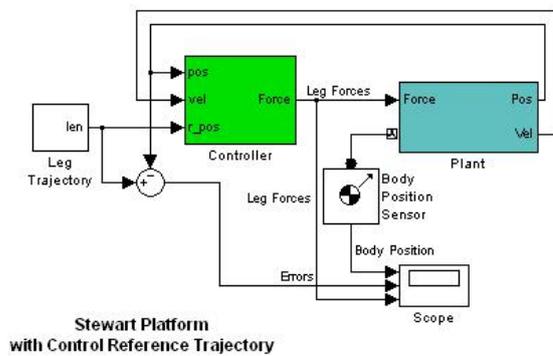


Fig. 4

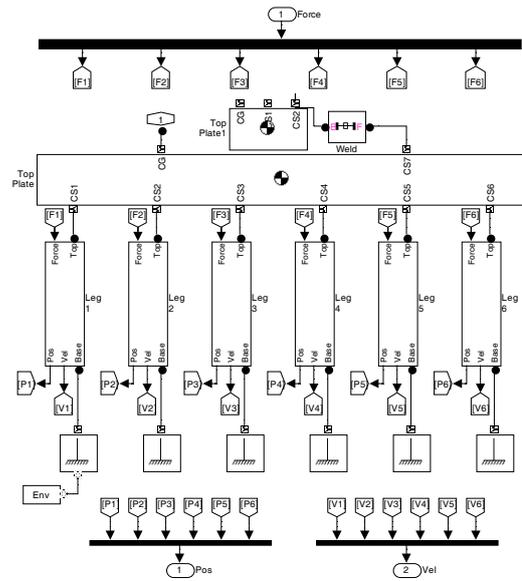


Fig. 5

3 Simulación

Las simulaciones realizadas sobre el modelo propio además de tener en cuenta una masa ubicada sobre la plataforma tiene en cuenta además la variación de su centro de gravedad con respecto al de la plataforma.

Este análisis permite evaluar las fuerzas involucradas en cada una de las piernas para posicionar a la plataforma y poder diseñar los actuadores. Desde el punto de vista del control de trayectoria se realizaron pruebas de sintonía del controlador PID (Proporcional+Integral+Derivativo) para analizar la velocidad de respuesta.

La posición de la plataforma en reposo estaba ubicada 2 metros en el eje z y su nueva posición a alcanzar era 3 metros, es decir se deseaba elevarla sólo en forma vertical.

El análisis original (sin cuerpo sobre la plataforma) presenta los siguientes valores: en la Fig. 6 se ven la posición a la que se lleva la plataforma, la evolución del error, y las fuerzas en las piernas. El sistema de unidades es el MKS y es de notar el valor inicial de las fuerzas debido al orden de magnitud que alcanzan. Cuando se llega a la posición deseada el valor de las fuerzas en cada pierna es el que se presenta en la Fig. 7.

Al ubicar una masa de 1 Tn. cuyo centro de gravedad coincide con el de la plataforma se obtiene una variación de las fuerzas (Fig. 9) en cada una de las piernas para ser llevadas a la misma posición no notándose una gran variación en las fuerzas iniciales (Fig. 8).

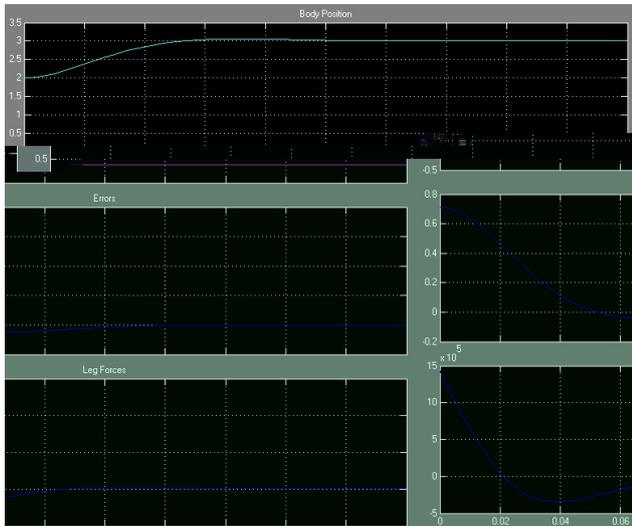


Fig. 6

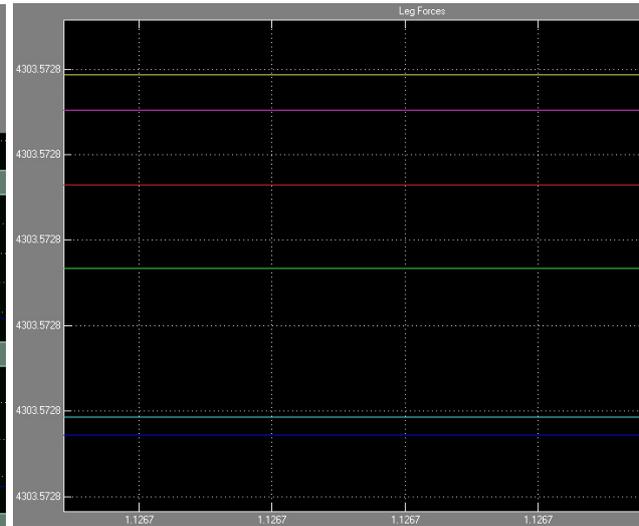


Fig. 7

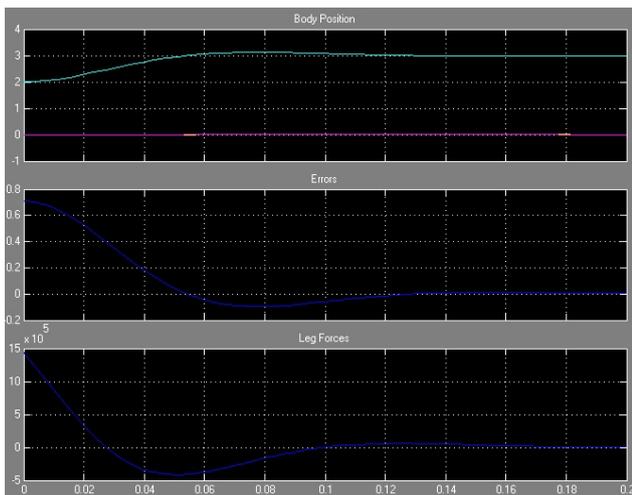


Fig. 8

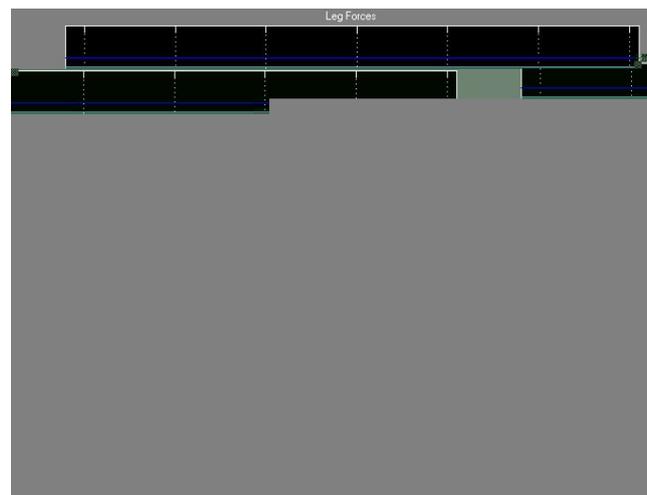


Fig. 9

El siguiente análisis se realizó sobre una masa de 1 Tn. variando su ubicación en la plataforma de modo de tal que queda corrida hacia el eje x (Fig. 10) o hacia eje y (Fig. 11).

Al observar las figuras correspondientes a dichas simulaciones se observa que la distribución de la fuerza inicial aplicada a las piernas no es la misma según donde esté desplazada la masa .

La información brindada por la simulación sobre las fuerzas iniciales en las piernas resulta importante cuando se debe decidir la posibilidad de los actuadores comerciales, mientras que en estado de equilibrio se observa que la distribución de fuerzas en un caso se halla repartida de a pares.

4 Conclusiones y Trabajos Futuros:

En el marco del proyecto de Simuladores de vuelo se ha cumplido con el objetivo propuesto para esta etapa y se cuenta con un entorno de simulación que permite analizar diferentes configuraciones de plataformas en cuanto a su constitución mecánica y a la ubicación de las cargas. Así mismo, este entorno, es adecuado para el análisis de diferentes estrategias de control.

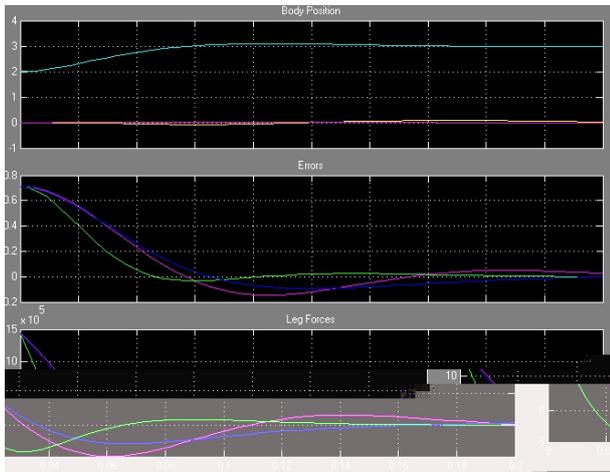


Fig. 10

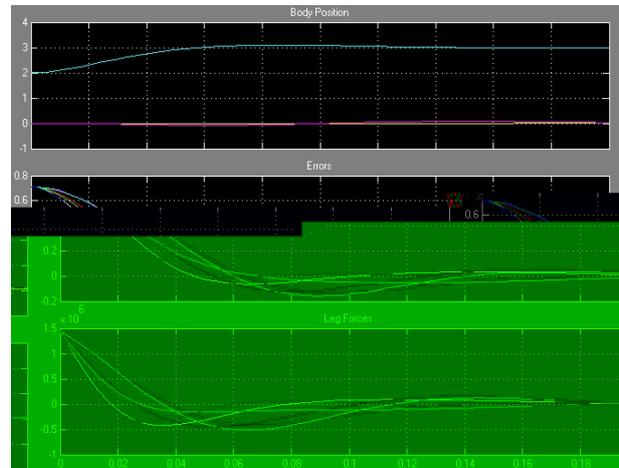


Fig. 11

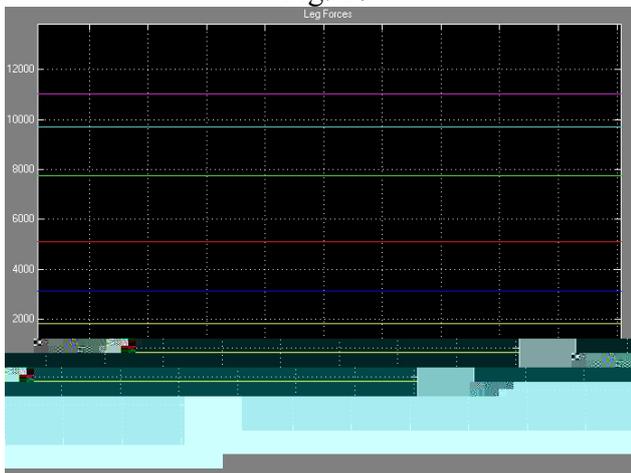


Fig. 12

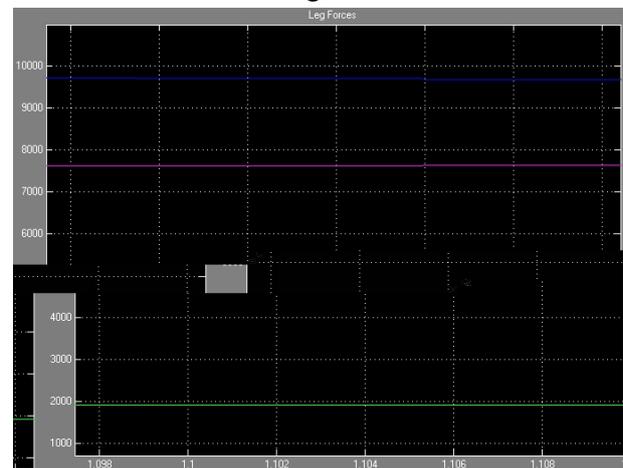


Fig. 13

En la actualidad se está proyectando la compra de una plataforma Stewart con capacidad para 1000kg de carga marca MOOG. De poder contar con este equipamiento, los trabajos se orientarán hacia la generación de trayectorias que den la percepción de vuelo.

En caso de no tener acceso a la plataforma real, se deberá adicionar una tarea extra que consiste en el desarrollo de una maqueta de plataforma que permita ensayar estrategias de control.

Bibliografía

- [1]Natalie smith-Jeff Wendlant. Creating a Stewart Platform Model Using SimMechanics. <http://www.mathworks.com/company/newsletters/digest/sept02/stewart.html>
- [2]Natalie smith-Jeff Wendlant. Creating a Stewart Platform Model Using SimMechanics (continued). http://www.mathworks.com/company/newsletters/digest/sept02/stewart_pt2.html
- [3] Lung-Wen Tsai. Robot Analysis. The Mechanics of Serial and Parallel Manipulators. John Wiley-Sons, Inc.
- [4] SimMechanics Realese Notes-User's. www.mathworks.com/acces/helpdesk/toolbox/pysmod/mech/

EIGENFUNGI: Desarrollo de un Método de Data Mining para la Detección Automática de Patrones en Microscopía Aplicada a Micología Médica

Marcela L. Riccillo

Facultad de Ciencias Exactas y
Naturales, Universidad de
Buenos Aires, Argentina Tel/Fax
(011) 4576-3359,
marcela.lr@gmail.com

Marcelo Soria

Facultad de Agronomía,
Universidad de Buenos Aires,
Argentina,
soria@agro.uba.ar

Oscar Bustos

Facultad de Matemática,
Astronomía y Física, Universidad
de Córdoba, Argentina,
oscar.oh@gmail.com

Abstract

En este trabajo desarrollamos un método automático para el reconocimiento de especies de hongos microscópicos, que denominamos eigenfungi. Está basado en la metodología para reconocimiento de rostros denominada eigenfaces, a la que se le introducen varias modificaciones que mejoran su exactitud en el análisis de imágenes microscópicas de hongos.

En los últimos años se registra un incremento en las infecciones causadas por hongos. Debido a la necesidad de entrenamiento específico que requiere el análisis microscópico, el diseño e implementación de herramientas informáticas que asistan al personal recibe creciente atención.

Este método transforma las imágenes y aplica técnicas propias de Data Mining, considerando al conjunto de imágenes como una base de datos. No necesita de recortes manuales de los objetos por parte del experto humano y requiere de pocas imágenes para el entrenamiento.

Key words: Eigenfungi, Eigenfaces, Hongos microscópicos, Análisis de Componentes Principales.

1. Introducción

La micología médica, el estudio de los hongos que causan enfermedades, es una de las disciplinas donde el entrenamiento del personal requiere especial importancia. En muchas patologías la única forma de identificar el agente causante de la enfermedad es mediante análisis microscópico; y a su vez, sólo mediante la correcta identificación del hongo responsable de la infección, el médico es capaz de indicar un tratamiento adecuado, dado que las micosis podrían producir daños irreversibles o hasta llevar a la muerte del paciente. Por otra parte, en los últimos años se registra un incremento en las infecciones causadas por hongos, principalmente debido a causas que comprometen el funcionamiento normal del sistema inmune de los pacientes, como la desnutrición, la epidemia de SIDA o la inmuno-supresión que sigue a los trasplantes de órganos.

En este trabajo desarrollamos un método automático para el reconocimiento de especies de hongos microscópicos, que denominamos *eigenfungi*. Está basado en la metodología para reconocimiento de rostros denominada *eigenfaces*.

Existen varios ejemplos de aplicaciones del procesamiento de imágenes para microbiología general, pero no tantos para micología médica. Uno de los motivos es que las imágenes micológicas tienen una complejidad mucho mayor que aquellas que contienen exclusivamente bacterias, que son morfológicamente menos complejas.

Existen diversas técnicas para la identificación de rostros humanos, las cuales podrían clasificarse en dos grandes grupos: la identificación por características y las aproximaciones estadísticas. En 1991, M. Turk y A. Pentland [1] presentan un método de reconocimiento basado en el Análisis de Componentes Principales al que denominaron *Eigenfaces*. En 1997, Belhumeur y otros [2] presentan las Fisherfaces que se basan en el método estadístico Análisis Discriminante Lineal de Fisher. Posteriormente, fueron desarrolladas otras técnicas basadas en variaciones de estos métodos, como por ejemplo Independent Component Analysis o ICA de Bartlett y otros [3], que proyectan los datos sobre vectores básicos estadísticamente independientes. Mixture of Principal Component de Deepak y otros [4], que usa una mezcla de eigen-espacios para capturar variaciones en los datos.

En el caso de reconocimiento de microorganismos, vemos algunas implementaciones de redes neuronales como el trabajo de Widmer y otros [5] que entrenan un perceptrón para el reconocimiento del *Cryptosporidium parvum*. Y por ejemplo Verpoulos y otros [6] utilizan una red neuronal para la identificación de bacilos de tuberculosis.

En el campo de la micología, los avances en desarrollos automáticos para la identificación automática son casi inexistentes.

1.1. Dermatofitos

Los dermatofitos son hongos queratinofílicos que causan infecciones de los tejidos epidérmicos humanos y animales. Se encuentran distribuidos taxonómicamente en tres géneros: *Microsporum*, *Trichophyton* y *Epidermophyton*. Debido a las similitudes existentes entre las diferentes especies, es posible ver que un tipo clínico de infección puede ser causado por diferentes dermatofitos, o que una misma especie esté involucrada en varios tipos de enfermedades.

Las dermatofitosis o tiñas pueden ser desde asintomáticas a muy pruriginosas y dolorosas. Se diseminan por contacto directo o indirecto interhumano o animal-hombre. Las 6 especies principales de dermatofitos son: *Epidermophyton floccosum* - *Microsporum canis* - *Microsporum gypseum* - *Trichophyton mentagrophytes* - *Trichophyton rubrum* - *Trichophyton tonsurans*.

1.2. Análisis de *Eigenfaces*

El método de *eigenfaces* presentado por Turk y Pentland [1] es utilizado para el reconocimiento de rostros de personas. Se basa en el método de Análisis de Componentes Principales (PCA) que descompone datos multidimensionales a un subespacio de menor dimensión pero preservando las características esenciales de los datos tratados.

Se toma una muestra de fotos de los individuos que se quieren reconocer (por ejemplo las personas autorizadas en una empresa) y se arma un conjunto de nuevas imágenes denominadas *eigenfaces*. Éstas contienen la información principal de las imágenes originales.

Luego se obtiene la distancia de cada foto a las *eigenfaces*. Se agrupan las fotos por individuo y se calcula la distancia promedio del grupo. Al intentar reconocer a una persona, se le saca una foto y se calcula la distancia de ésta a las *eigenfaces*. Finalmente se compara esta distancia con la de cada grupo, siendo la mínima la que identifica la persona analizada.

2. Objetivos del trabajo

Las imágenes microscópicas de los dermatofitos tienen características diferentes a las imágenes de rostros: (1) en el caso de rostros hay un único objeto a reconocer (la cara); en los hongos hay varios (conidias, hifas). (2) En los rostros, los objetos de fondo son eliminados; en los hongos todos los objetos de la imagen son importantes. (3) Los rostros pueden ser normalizados de modo de homogeneizar el tamaño de las cabezas, posición de los ojos, etc.; los hongos, no.

Esto haría pensar que el método de las *eigenfaces* sería incompatible a la hora de identificar hongos microscópicos. Sin embargo, con unas modificaciones que permitan adaptar el método a este tipo de imágenes, la exactitud de la clasificación es muy buena, requiriéndose conjuntos de pocas imágenes para el entrenamiento.

3. Cálculo de *Eigenfungi*

Una vez obtenido el conjunto de imágenes se procede como sigue:

$$\psi = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \Gamma_n \quad (1)$$

1. Se calcula la imagen media del conjunto como

2. Luego se resta la imagen media a cada imagen del conjunto de entrenamiento $\phi_i = \Gamma_i - \psi$ (2)

3. Se arma una matriz A con las imágenes resultantes $A = \{\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_M\}$ (3)

$$C = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \phi_n \phi_n^t = AA^t \quad (4)$$

4. A partir de A se calcula la matriz C de covarianzas

5. Se calculan los autovalores y autovectores v de C .

6. A partir de los autovectores encontrados y las imágenes (menos la imagen media), se calculan los

$$U_i = \sum_{k=1}^M v_{ik} \phi_k \quad (5) \text{ con } i = 1, \dots, M$$

eigenfunji U

7. Posteriormente se halla la distancia de cada imagen original a cada *eigenfunji* y con eso se arma un vector de distancias para cada imagen

La diferencia principal aparece al momento de comparar las distancias de las imágenes: en lugar de comparar con el vector de clase de cada especie, se compara con cada imagen del conjunto de entrenamiento. Esto da mejores resultados, debido a que hay especies muy similares y existen detalles en las micro o macronidias, tales como tabiques internos que son difíciles de distinguir si se utiliza el promedio.

8. Cuando se tiene una nueva imagen, se le resta la media y se halla su vector de distancias

9. Finalmente, se compara el nuevo vector de distancias con el vector de distancias de cada imagen original.

4. Imágenes utilizadas

Para la elaboración y validación de la metodología, se estudiaron imágenes de hongos microscópicos de las seis especies principales de dermatofitos, obtenidas de muestras provistas por el Departamento de Micología del Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas (INEI), ANLIS “Carlos G. Malbrán”. Fueron tomadas con un aumento de 400x y originalmente medían 1600x1200 píxeles. Luego de varias pruebas, se determinó que el tamaño de las imágenes no influía en los resultados por lo que se decidió disminuirlas a 160x120 píxeles. Se utilizaron 6 imágenes de entrenamiento y 6 imágenes de prueba por cada especie por cada muestra. Haciendo un total de 36 imágenes de entrenamiento y 36 imágenes de prueba por cada muestra.

5. Experimentos

Se realizaron dos tipos de pruebas:

Pruebas binarias - Se dispusieron las especies de a pares, entrenando y reconociendo dos cada vez. Por ejemplo, *E. floccosum* versus *M. canis*

Pruebas totales - Se entrenó y testeó con todas las especies a la vez. Por ejemplo, se intenta que el sistema reconozca a cuál de las 6 especies pertenece una imagen.

5.1. Pruebas realizadas

Probando con las *eigenfaces*, los porcentajes de acierto fueron los siguientes:

Binarias	floccosum	canis	gypseum	mentagro	rubrum	tonsurans
floccosum		91,67%	83,33%	75%	100%	91,67%
canis			100%	100%	100%	100%
gypseum				100%	50%	91,67%
mentagro					83,33%	75%
rubrum						83,33%
tonsurans						
Totales	80,56%	<i>eigenfaces</i>				

Tabla 1. Porcentajes de acierto *eigenfaces* con dermatofitos

Cada celda de la tabla representa el porcentaje de acierto de identificación de cada par de especies. Por ejemplo, se obtuvieron varios aciertos del 100% de reconocimiento de las imágenes, por ejemplo: *E. floccosum* vs *T. rubrum* - *M. canis* con el resto de las especies (con *E. floccosum* 91,67%) - *M. gypseum* vs *T. mentagrophytes*.

En general los porcentajes de acierto fueron bastante altos. En el caso de *M. gypseum* vs *T. rubrum*, sin embargo, no hubo reconocimiento entre las especies, dado que el porcentaje fue del 50%. Si se ingresan todas las especies a la vez, el porcentaje es bastante alto, del 80,56%.

Al aplicar *eigenfungi*, vemos que los porcentajes de acierto en general se incrementan:

Binarias	floccosum	canis	gypseum	mentagro	rubrum	tonsurans
floccosum		100%	83,33%	100%	83,33%	50%
canis			100%	100%	100%	91,67%
gypseum				91,67%	100%	100%
mentagro					91,67%	91,67%
rubrum						91,67%
tonsurans						
Totales	80,56%	<i>eigenfungi</i>				

Tabla 2. Porcentajes de acierto *eigenfungi* con dermatofitos

Los porcentajes de acierto se incrementaron con respecto a los resultados anteriores en 7 de los pares. Hubo una pequeña reducción en el caso de *E. floccosum* vs *T. rubrum* de 100% a 83,33%, pero el porcentaje igualmente siguió siendo alto.

Si bien ahora se reconoce el par *M. gypseum* vs *T. rubrum* (y con un 100%), se detecta que hay un par no reconocido: *E. floccosum* vs *T. tonsurans* con un 50% de acierto (que sí se reconocía en el caso de las *eigenfaces*). El porcentaje total siguió siendo alto (de un 80,56%) aunque no se modificó entre la aplicación de cada método.

5.2. Aplicación de preprocesamientos

Posteriormente a estas pruebas, la idea fue buscar un preprocesamiento, que combinado con el método de *eigenfungi*, incrementara los porcentajes de acierto y además permitiera el reconocimiento de todos los pares de especies. Para transformar las imágenes fue utilizado el programa ImageJ [7]. Los preprocesamientos estudiados fueron los siguientes: Detección de contornos - Imágenes binarias - Corrección de histograma - Suavizado de bordes - Transformada de Fourier - Desenfoque Gaussiano.

Finalmente, el preprocesamiento que combinado con el método de *eigenfungi* fue el que mejor resultados produjo, fue el suavizado de bordes con una posterior corrección del histograma. Los porcentajes obtenidos fueron los siguientes:

Binarias	floccosum	canis	gypseum	mentagro	rubrum	tonsurans
floccosum		91,67%	91,67%	100%	100%	83,33%
canis			100%	100%	100%	91,67%
gypseum				100%	100%	91,67%
mentagro					100%	100%
rubrum						100%
tonsurans						
Totales	86,11%	<i>eigenfungi</i>	<i>suavizado</i>	<i>histograma</i>		

Tabla 3. Porcentajes de acierto *eigenfungi* combinado con suavizado de bordes y corrección de histograma

Comparando con el método *eigenfungi* puro, los porcentajes de acierto se incrementaron y todos los pares de especies fueron reconocidos. Se obtuvo prácticamente un 100% de acierto en todas las pruebas (solamente un poco menor en el caso de *E. floccosum* vs *T. tonsurans* con un 83,33%). También subió el porcentaje a nivel total, de un 80,56% a un 86,11%.

7.3. Pruebas de Robustez

Para verificar la robustez del método, se degradaron las imágenes con dos tipos de ruido Ruido Gaussiano y Ruido Sal y Pimienta, y luego se les aplicó el método de reconocimiento *eigenfungi* combinado con el preprocesamiento de suavizado de bordes y corrección de histograma. Estas

pruebas son importantes porque son una "simulación" del tipo de imágenes que se pueden llegar a obtener en el trabajo de rutina de un laboratorio, debido a la calidad de los especímenes o los preparados y a distorsiones introducidas por la óptica del microscopio

Se observó que a pesar de haber degradado las imágenes con el ruido, igualmente los porcentajes fueron muy altos. Todos los pares fueron reconocidos y casi el 70% de las pruebas dio un porcentaje de acierto del 100%. También fue alto el porcentaje de las pruebas totales, con un porcentaje de acierto del 88,89%.

9. Conclusiones

En este trabajo desarrollamos un método automático para el reconocimiento de especies de hongos microscópicos, que llamamos *eigenfungi*. Está basado en la metodología para reconocimiento de rostros denominado *eigenfaces*, y no necesita de recortes manuales de las imágenes.

La base matemática se sustenta en el Análisis de Componentes Principales, que es un método estadístico de análisis que descompone datos multidimensionales a un subespacio de menor dimensión pero preservando las características esenciales de los datos tratados.

Las pruebas dieron resultados con porcentajes altos y se mejoraron con la combinación del método con preprocesamientos. Con el tratamiento de las imágenes de un suavizado de bordes con corrección de histograma, se obtuvo casi un 100% de porcentaje de acierto. Se repitieron estas pruebas con imágenes degradadas por ruido y también se obtuvieron porcentajes altos, observándose la robutez del método.

10. References

- [1] M. Turk, and A. Pentland, "Eigenfaces for recognition" *Journal of Cognitive Neuroscience* 3 (1): 71-86 -1991
- [2] Peter N. Belhumeur, Joao P. Hespanha, David J. Kriegman – "Eigenfaces vs. Fisherfaces: Recognition Using Class Specific Linear Projection" – *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 19, n° 7, pp. 711-720 – Julio 1997
- [3] Marian Stewart Bartlett, Terrence J. Sejnowski – "Independent component representations for face recognition" – *Proceedings of the SPIE: Conference on Human Vision and Electronic Imaging III*, vol. 3299, pp. 528-539 – 1998
- [4] Deepak S. Turaga, T. Chen – "Face recognition using mixtures of principal components" – *IEEE ICIP, Rochester* – Setiembre 2002
- [5] Kenneth W. Widmer, Kevin H. Oshima, Suresh D. Pillai – "Identification of Cryptosporidium parvum Oocysts by an Artificial Neural Network Approach" – *American Society for Microbiology Appl Environ Microbiol.* 68 (3): 1115-1121 – Marzo 2002
- [6] K. Verpoulos, C. Campbell, G. Learmonth, B. Knight, J. Simpson – "The Automated Identification of Tubercle Bacilli using Image Processing and Neural Computing Techniques" – *Proceeding of the 8th International Conf. on Artificial Neural Networks*, vol2, pp 797-802- 1998
- [7] "ImageJ - Image Processing and Analysis in Java" – NIH, USA <http://rsb.info.nih.gov/ij/>
- [8] W. Zhao, R. Chellappa, A. Rosenfeld, P.J. Phillips – "Face Recognition: A Literature Survey" – *ACM Computing Surveys*, pp. 399-458 – 2003
- [13] Dr. J.J. Vilata Corell – *Micosis Cutáneas* – Editorial Médica Panamericana, España 2006
- [9] Marcela L. Riccillo, Ana S. Haedo, Natalia Debandi, Daniel Vazquez V. – "Comparación de Softwares Estadísticos" – *CLATSE VI Congreso Latinoamericano de Sociedades de Estadística – SAE Sociedad Argentina de Estadística, SOCHE Sociedad Chilena de Estadística Concepción, Chile* – Noviembre 2004
- [10] J. Liu, F.B. Dazzo, O. Glagoleva, B. Yu, A.K. Jain – "CMEIAS: A Computer-Aided System for the Image Analysis of Bacterial Morphotypes in Microbial Communities" – *Microbial Ecology* – Febrero 2001

Estudio de Usabilidad de los Sistemas KEYES en Ambientes Tridimensionales Virtuales

Diego Hugo Barrera, Universidad Tecnológica Nacional, Maestro López y Cruz Roja, 5000, Córdoba, Argentina. +(54)-351-4242023, diegohbarrera@hotmail.com

Manuel Pérez Cota, Universidad de Vigo, Rúa Torrecedeira 86, 36208, Vigo, España. +(34)-986-813933, mpcota@uvigo.es

Resumen: Los sistemas KEYES son una serie de dispositivos que sirven para utilizar la PC por medio de movimiento ocular y/o movimiento de cabeza. Los dispositivos fueron desarrollados inicialmente para personas con problemas severos de motricidad, pero actualmente se utiliza para otras aplicaciones como aumento de realidad en ambientes tridimensionales virtuales; los resultados y conclusiones aquí publicados son producto de los ensayos realizados a los diferentes dispositivos para evaluar su usabilidad en las prestaciones para las que fueron diseñados.

1. Introducción

KEYES fue desarrollado como Sistema de Escritura y Habla por Medio del Movimiento Ocular (SEHMMO) para ser utilizado por personas con problemas severos de motricidad, con posterioridad se desarrollaron otros sistemas derivados del mismo, para usos en ambientes tridimensionales virtuales. Los derivados fueron tres prototipos con las siguientes denominaciones: KEYES Premium (KP), KEYES Headpoint (KH) y KEYES Realneck (KR).

2. Características y uso de cada prototipo

El uso pretendido de cada prototipo es exactamente el mismo: el aumento de la realidad en ambientes tridimensionales virtuales realizados para monitores bidimensionales de computadores. Los tres prototipos conllevan costos y características diferentes.

2.1. Características de KEYES Premium (KP)

KEYES Premium utiliza la misma interfaz que su antecesor Sistema de Escritura y Habla por Medio de Movimiento Ocular (SEHMMO), el cual básicamente es una cámara montada en un anteojito acrílico con iluminación infrarroja.

Con este hardware el aumento de la realidad se puede hacer de dos maneras: manteniendo la mirada fija sobre un punto de la escena tridimensional y moviendo la cabeza para desplazarse dentro de dicha escena; o manteniendo fija la cabeza y desplazando la mirada sobre la escena. De los tres prototipos éste es el de mayor costo, por tener asociado un hardware que requiere materiales más costosos y más horas/hombre de montaje que los otros.

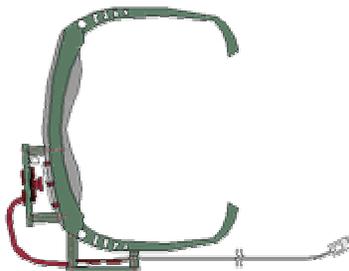


Figura 1 – Hardware del Sistema de Escritura y Habla por Medio de Movimiento Ocular

2.2. Características de KEYES Headpoint (KH)

KEYES Headpoint utiliza una cámara estándar de computadora y un pequeño dispositivo con una marca que se coloca en la cabeza. Este sistema es exclusivamente para uso con movimiento de

cabeza y tiene alta precisión si el sistema debe utilizarse para apuntar a un lugar del ambiente virtual. Utiliza un hardware de bajo costo, pues solo requiere de una cámara estándar para computadora y un apuntador o marca que puede ser cualquier accesorio que se coloque sobre la cabeza del usuario para dicho fin.

2.3. Características de KEYES Realneck (KR)

KEYES Realneck utiliza únicamente como hardware una cámara estándar de computadora y trabaja por reconocimiento de movimiento facial. Este sistema, al igual que el anterior, es solamente para uso con movimiento de cabeza y es el de más bajo costo, pero tiene el inconveniente de tener algo menos de precisión que el anterior cuando se requiere apuntar.

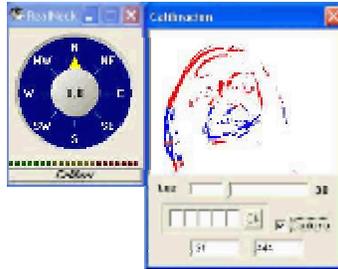


Figura 2 – Software de KEYES Realneck realizando reconocimiento facial

3. Estudio de usabilidad

Los prototipos fueron ensayados desde los puntos de vistas de la usabilidad más importantes a tener en cuenta en ambientes tridimensionales habitualmente utilizados en juegos de video.

Los usuarios probaron los prototipos utilizando el juego de video Counter Strike® versión 6.1, completando un cuestionario post-test. Dichos usuarios son jugadores habituales de este juego, en el cual el mouse está programado para ubicar la vista en el ambiente tridimensional. Los prototipos reemplazan el uso del mouse en el juego, esto produce un aumento en la sensación de realismo al utilizar el programa.

La muestra fue de 50 personas a las cuales se les realizó una encuesta compuesta por cinco preguntas con relación a la facilidad de aprendizaje, flexibilidad de utilización de interfaz de calibración, robustez del sistema, velocidad de respuesta y adecuación del sistema al uso pretendido, teniendo cada pregunta cinco respuestas con valores equivalentes del 1 al 5.

3.1. Facilidad de aprendizaje

El tiempo requerido desde el no conocimiento de una aplicación hasta su uso productivo debe ser mínimo. Debe proporcionarse ayuda a usuarios intermedios para que alcancen un nivel de conocimiento y uso del sistema máximos.

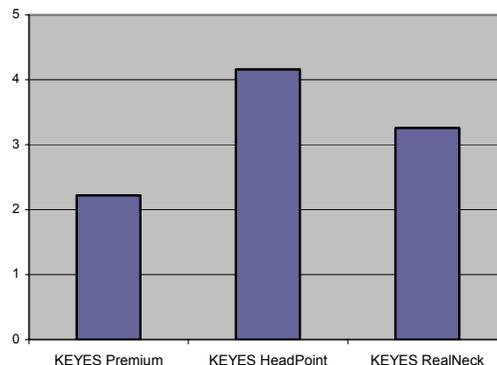


Figura 3 – Usabilidad con respecto a la facilidad de aprendizaje de los sistemas KEYES

En este punto del estudio de usabilidad con respecto a la facilidad de aprendizaje se preguntó: ¿Como le resultó a usted la adaptación al nuevo sistema? Los resultados demuestran que KEYES Headpoint es considerado por el promedio de los encuestados como “Fácil” (4 puntos), el sistema KEYES Realneck como “Normal” (3 puntos) y KEYES Premium como “Difícil” (2 puntos) para adaptarse.

3.2 Flexibilidad

Multiplicidad de maneras en que el usuario y el sistema pueden intercambiar información. En el caso de los sistemas en cuestión se tiene una pequeña interfaz de calibración con algunos controles básicos para su utilización.

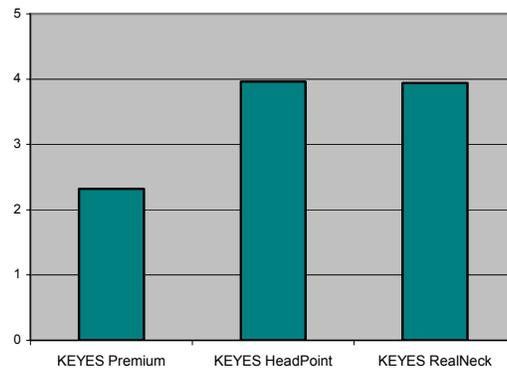


Figura 4 – Usabilidad con respecto a la flexibilidad de interfaz de los sistemas KEYES

En el estudio de usabilidad con respecto a la flexibilidad de las interfaces de los sistemas se preguntó: ¿De que manera consideraría el uso de la interfaz de software de calibración del sistema? Los resultados revelan que las interfaces de KEYES Headpoint/Realneck son consideradas como “Fáciles” (4 puntos) de utilizar, en cambio la de KEYES Premium es considerada “Difícil” (2 puntos).

3.3 Robustez

El sistema debe permitir al usuario conseguir sus objetivos sin problemas. En el caso de los sistemas KEYES su función principal es aumentar la sensación de realismo en los ambientes tridimensionales virtuales.

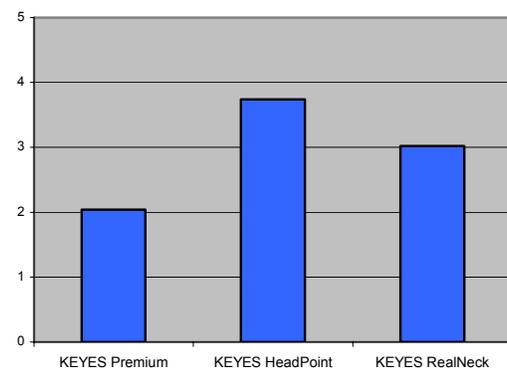


Figura 5 – Usabilidad con respecto a la robustez de interfaz de los sistemas KEYES

En el estudio de usabilidad con respecto a la robustez se preguntó: ¿Cómo considera el nivel de aumento del realismo tridimensional al utilizar el juego? El resultado dice que KEYES Headpoint produce un “Muy buen” (4 puntos) aumento de realismo, KEYES Realneck “Buen” (3 puntos) aumento y KEYES Premium un “Regular” (2 puntos) aumento de dicha sensación.

3.4 Tiempo de respuesta

Tiempo que necesita el sistema para expresar los cambios de estado al usuario. Los tiempos de respuesta deben ser soportables para el usuario.

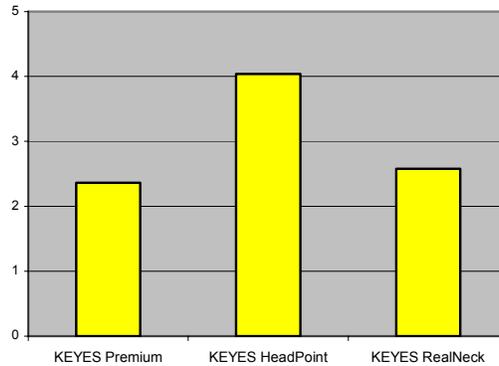


Figura 6 – Usabilidad con respecto al tiempo de respuesta de los sistemas KEYES

Para el estudio de usabilidad con respecto al tiempo de respuesta de los sistemas KEYES se preguntó: ¿Cómo considera la velocidad de respuesta que tiene el sistema al utilizarse? Los encuestados consideran que KEYES Headpoint tiene un “Muy buen” (4 puntos) tiempo de respuesta, pero en el caso de los sistemas KEYES Realneck/Premium consideran que tienen una “Buena a Regular” (entre 2 y 3 puntos) respuesta.

3.5 Adecuación de las tareas

El sistema debe permitir todas las tareas que el usuario quiere hacer y en la forma en que éste las quiere hacer. En este caso se compara el uso de los sistemas KEYES versus el uso del mouse para moverse en los ambientes tridimensionales virtuales creados en el juego en cuestión.

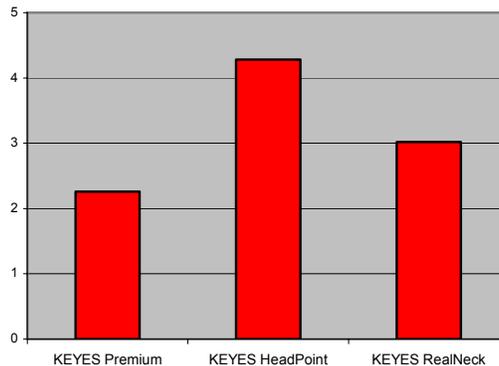


Figura 7 – Usabilidad con respecto a la adecuación de los sistemas KEYES

En el estudio de usabilidad con respecto a la adecuación de los sistemas se preguntó: ¿Cómo consideraría a este sistema con respecto al que utiliza normalmente? El promedio de los encuestados concluyen que KEYES Headpoint “Es mejor” (4 puntos), KEYES Realneck “Igual” (3 puntos) y KEYES Premium “Peor” (2 puntos) que los sistemas que utilizan habitualmente.

5. Conclusiones

Los tres sistemas KEYES ensayados fueron pensados para generar un aumento del nivel de realismo en los ambientes virtuales tridimensionales; cada sistema tiene un hardware y software determinado para realizar dicha tarea.

Al mover la cabeza frente al monitor en este tipo de ambientes, los sistemas responden de distinta manera. Según los resultados del estudio de usabilidad podemos concluir que el sistema KEYES

Headpoint es el de mayor usabilidad, seguido por KEYES Realneck y por último podríamos decir que el sistema de poca usabilidad es el KEYES Premium.

Aunque todos los sistemas KEYES derivan de las investigaciones desarrolladas en torno al Sistema de Escritura y Habla por Medio de Movimiento Ocular (SEHMMO), en el caso particular de KEYES Premium (que fue llamado así por sus características, costo y elaboración de sus componentes) tanto su hardware como parte de su software es básicamente el mismo que SEHMMO, pero los ensayos han arrojado los peores resultados para este sistema, demostrando que el sistema no es bien recibido por los usuarios habituales de otras interfaces. En cambio con usuarios que utilizan habitualmente SEHMMO (personas con problemas de motricidad) no les resulta tan complicada aplicarlo a estos juegos, ya que su uso no difiere demasiado del SEHMMO.

Referencias

Xie Xangdong, Sudhaker Raghvan, Zhuang Hanqi. (1994). *Real-Time Eye Feature Tracking from a Video Image Sequence Using Kalman Filter*. *IEEE Transactions On Systems, Man, And Cybernetics*, Vol 25, No. 12.

Lid Xia, Xu2 Fengllang, Fujimura3 Kikuo. (2002). *Real-Time Eye Detection and Tracking for Driver Observation Under Various Light Conditions*. *IEEE Transactions*.

Morimoto Carlos, Koons Dave, Amir Arnon, Flickner Myron. (2000). *Pupil Detection and Tracking Using Multiple Light Source*. *IEEE Transactions*.

Zhu Zhiwei, Ji Qiang and Fujimura Kikuo (2002). *Combining Kalman Filtering and Mean Shift for Real Time Eye Tracking Under Active IR Illumination*. *IEEE 1051-4651/02*.

Diego Hugo Barrera, Ariel Amato. (2003). *Sistema de Escritura y Habla por Medio de Movimiento Ocular (SEHMMO)*. *Patente de Invención AR041614B1*. Ley 24.481 (T.O.1996), Decreto 260/96 Anexo II. Nación Argentina.

Diego Barrera, Ariel Amato (2003). *Control de teclado y silla de ruedas por medio de movimiento ocular*. 5° Jornadas de Estudiantes Investigadores. UTN. Trenque Lauquen, Bs. As. Argentina. <http://www.jei.org.ar/5jei>.

Diego Barrera, Ariel Amato (2006). *Control Dinámico de Sensor de Cámara de Captura como Preproceso de Reconocimiento Ocular*. XII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC2006). UNSL. Potrero de los Funes, San Luis, Argentina. <http://www.cacic2006.unsl.edu.ar>.

Diego Hugo Barrera, Calixto Maldonado, Adrián Navarro (2007). *IX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC2007)*. UNPSJB. Trelew, Chubut, Argentina. <http://www.ing.unp.edu.ar/wicc2007>

Calixto Maldonado, Diego Barrera, Adrián Navarro, Diego Heredia, Manuel Perez Cota (2007). *Desarrollo de la Interfase de Software del Sistema KEYES*. 2ª Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação (CISTI2007), UFP, Porto, Portugal. <http://cisti2007.ufp.pt>.

Manuel Perez Cota. (2007). *Teoría de Usabilidad*. Doctorado en Ingeniería de software basada en componentes reutilizables, aplicaciones en Interfaces Hombre-Máquina. Universidad de Vigo. España.

Aplicación Móvil que Implementa un Catálogo de Circuitos Integrados Reduciendo Requerimientos de Memoria usando SVG

Basurto, Juan C.

Grupo TAWS

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Campus Gustavo Galindo, Km 30.5, vía Perimetral

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación

jbasurto@espol.edu.ec

1. Introducción

La demanda actual de teléfonos móviles a nivel mundial ha traído consigo no solamente la necesidad de diversificar los servicios, sino que también de crear soluciones a los problemas cotidianos. Con 2.9 mil millones de móviles alrededor del mundo, el desarrollo de aplicaciones móviles para resolver algunos de ellos resulta una alternativa viable para entregar información que el usuario requiere tener a la mano con frecuencia.

Este requerimiento de disponibilidad de información se observa cuando se trabaja en el diseño de Circuitos Electrónicos, pues es necesario consultar constantemente la asignación de pines de integrados Digitales y Analógicos. Un integrado es la reunión de Puertas Lógicas y otros integrados, tiene como objetivo ahorrar espacio, tiempo y dinero en el diseño de un Circuito. Los pines son los medios por los cuales el integrado se conecta con el exterior y cada pin tiene una función diferente. Por el gran número de integrados existentes, memorizar la asignación individual para cada uno es imposible. Una solución preliminar podría ser la consulta en el Web o en catálogos impresos.

Este es un problema que experimentan estudiantes de las materias de los laboratorios de Sistemas Digitales, Electrónica A y Electrónica B, dada la necesidad de tener a mano los medios

de información mencionados, en función del desarrollo de los proyectos que se envían en dichas materias.

Sin embargo, para los estudiantes no es común tener acceso a Internet o a los catálogos impresos fuera del laboratorio, impidiendo así que se pueda trabajar eficientemente en los circuitos que diseñan cuando trabajan en casa. Por lo tanto, el problema consiste en la dificultad de acceder a los medios de información.

Si el problema principal es la accesibilidad, entonces la solución debería estar relacionada a la movilidad. Una solución óptima es el desarrollo de una Aplicación Móvil que dado el número de un integrado recupere su información de un catálogo almacenado en el dispositivo. Es importante que dicho catálogo permita almacenar datos de varios cientos de integrados.

El objetivo principal de este trabajo es presentar una Aplicación Móvil que resuelva este problema, considerando las ventajas de un teléfono celular: la movilidad y el acceso y explorando alternativas para superar una limitación de estos dispositivos: capacidad limitada de memoria.

2. Materiales y Métodos

En el desarrollo de Aplicaciones Móviles, es necesario tomar en cuenta ciertos puntos muy importantes:

- Herramientas de Desarrollo

- Usabilidad
- Espacio que ocupa en Memoria

El IDE escogido para desarrollar la aplicación es Netbeans 5.5.1, pues no solamente dispone del Mobility Pack 5.5+ para trabajar con dispositivos móviles, sino que también ofrece un entorno de programación amigable al disponer de una interfaz gráfica que simplifica el desarrollo de la aplicación. En términos de usabilidad, el proyecto debe cumplir con lo siguiente:

- Debe proveer una interfaz sencilla pero llamativa
- Debe contener la mayor cantidad de integrados posible, tomando en cuenta que la cantidad de memoria que ocupa debe ser mínima

Al implementar la aplicación es necesario en primer lugar determinar la presentación gráfica que se usará.

Para la presentación de cada integrado, es necesario visualizar la asignación de pines, por lo que debe existir una imagen por cada integrado.

Sin embargo, al tener un gran número de elementos es necesario tomar en consideración el tamaño que tiene la imagen en diferentes formatos.

La Figura 1 muestra el integrado 7400 que tiene 14 pines y cuatro puertas NAND.

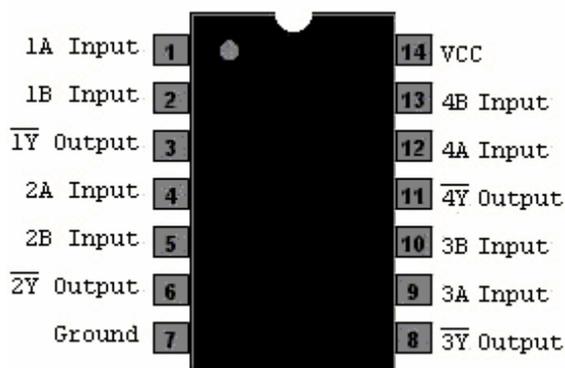


Figura 1. Integrado 7400

La Tabla 1 muestra el tamaño en KB de la misma imagen en varios formatos posibles.

Formato	Tamaño en KB
BMP (256 colores)	59
JPEG	41
GIF	6
PNG	4

Tabla 1. Formato versus Tamaño en KB para la Figura 1

Como se puede observar, el formato que requiere menos espacio es PNG (Portable Network Graphics).

Con 4 KB por imagen, para 200 integrados se requieren 800 KB.

Esto es un problema si en un futuro se necesita ampliar la cantidad de integrados. Y si no es posible aumentar esta cantidad, entonces habrán menos integrados disponibles y el Usuario tiene menos probabilidades de encontrar el que busca.

Además, las imágenes resultan ser muy básicas. Si se aumenta la cantidad de colores que tiene la Figura 1, su tamaño en KB aumentará y por ende el conjunto. Es necesario contar con imágenes que tengan una mejor presentación, pero habría que sacrificar espacio en memoria. Existe un formato denominado SVG cuyas ventajas se analizan a continuación

2.1 Introducción de SVG

SVG es un estándar de la W3C para representación de imágenes vectoriales. El uso de SVG en dispositivos móviles es posible gracias a que se ha definido un subconjunto de elementos de este estándar denominado SVG Tiny exclusivo para uso en celulares. El Wireless Toolkit 2.5.1 incluido en el Mobility Pack 5.5.1 agrega la funcionalidad necesaria para manipular imágenes SVG en aplicaciones móviles desarrolladas usando Netbeans.

La figura 2 muestra tres partes de la Aplicación: Presentación (Figura 2a),

Menú (Figura 2b) y el presentación del integrado (Figura 2c) que en comparación a la Figura 1 resulta ser superior. Sin embargo, la imagen SVG asociada a esta Figura tiene un tamaño de 5 KB, 1 KB más que en la Figura 1, y por ende para 200 imágenes se tendría un total de 1000 KB.

El problema del incremento de memoria requerida se soluciona tomando en cuenta que una imagen SVG guarda la información en texto.

Se puede tener cuatro plantillas de imágenes de integrados de 4, 8, 14 y 16 pines de 5 KB cada una y en un archivo de texto guardar 200 líneas, donde cada línea representa un integrado. El archivo de texto resultante tiene un tamaño de aproximadamente 11 KB.

Cuando se solicita la información de un integrado, se consulta el archivo de texto y se modifica la imagen SVG usando código escrito en Java.

Las imágenes adicionales para presentación, menú y error (si no se encontrara el integrado). Representan en conjunto solamente 22.7 KB.

Debido a que no es posible modificar el contenido dentro un archivo “.jar” y volverlo a compilar (como modificar una imagen SVG dentro del archivo “.jar”), se utilizaron métodos para trabajar con archivos que se encuentren fuera del entorno de la aplicación, de modo que las imágenes SVG se generan en una ubicación determinada de la memoria del dispositivo móvil y se modifican conforme se generen las solicitudes.

3. Resultados

Se obtiene una Aplicación Móvil que resuelve el problema de no disponer de un medio de consulta inmediato para la creación de proyectos electrónicos y que además proporciona una interfaz amigable.

Adicionalmente, se obtuvo un ahorro notable de la memoria requerida para la

aplicación. El paquete generado tiene un tamaño de 31 KB para 200 Integrados. Considerando únicamente el catálogo de los Integrados usando imágenes PNG, el espacio requerido para 200 integrados es 800 KB, mientras que con SVG se requieren solamente 25.4 KB, un ahorro total de 774.6 KB que representa un ahorro porcentual de 3049%. Estas mediciones de espacio no consideran tamaño del código escrito utilizando J2ME que en ambos casos representa 17 KB.

Esta comparación se puede hacer desde otro punto de vista: si se tiene disponible 800 KB de espacio para toda la aplicación, utilizando imágenes PNG se logran almacenar 200 Integrados a razón de 4 KB por imagen. Por otro lado, utilizando SVG se requieren 20 KB para 4 plantillas y un documento de texto de 780 KB con la distribución de los pines, esto en conjunto representa 800 KB en memoria, ya que la información se guarda en el archivo de texto. En estos 780 KB de texto alcanzan 70.9 archivos de texto de 11 KB cada uno. Considerando que cada archivo de texto representa la información de 200 integrados, utilizando el número de archivos mencionado, el catálogo puede contener un total de 14181 integrados aproximadamente, 13981 más de lo que se obtendría usando PNG.

Por otra parte, con respecto al archivo “.jar” ejecutable del programa, para el caso de PNG, el archivo tiene un tamaño de 612 KB, mientras que en SVG son 37 KB. Es decir hay un Ahorro Real de memoria de 575 KB, es decir un 1654 por ciento.

4. Discusión y Conclusiones

El desarrollo de aplicaciones móviles debe enfocarse a la solución de problemas cotidianos.

Gracias a la implementación de imágenes SVG Tiny en aplicaciones para celulares, es posible no solamente mejorar la presentación, sino que también es posible ahorrar un gran espacio en memoria del celular.

El uso de Netbeans como IDE facilita el trabajo con aplicaciones móviles gracias a su ambiente de trabajo amigable.

El ahorro en memoria es importante por cuanto permite el crecimiento del

número de elementos en un proyecto. Esto a su vez permite aumentar las probabilidades para el Usuario de encontrar lo que desea.

5. Agradecimientos

Este trabajo se pudo llevar a cabo gracias a la estandarización W3C de imágenes SVG Tiny investigado por TAWS y a la Ing. Carmen Vaca por su ayuda en la redacción de este trabajo.



Figura 2. Aplicación Móvil.

Desarrollo de herramientas de software para el procesamiento de datos topográficos submarinos

Mag. Marcelo A. Tosini
Facultad de Ciencias Exactas
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires
Tandil (7000) – Buenos Aires - Argentina
Tel/Fax: (+54) 2293 439680
Email: mtosini@exa.unicen.edu.ar

RESUMEN

Desde hace varios años se utilizan diferentes tecnologías para recopilar información que permita reconstruir y estudiar la conformación del lecho marino en especial las plataformas marinas continentales en las que se realiza explotación pesquera, extracción de petróleo o tendido de cables. Los sistemas más frecuentemente utilizados se basan en el principio de emisión y recolección de señales acústicas hacia el lecho marino para recabar información de profundidad y composición del mismo. Entre los principales dispositivos para realizar esta tarea se destacan los sistemas de sondeo de múltiples haces (Multibeam echo-sounder - MBE). Estos dispositivos se ofrecen en mercado con paquetes de software de adquisición y post-procesamiento de datos muy poderosos pero que, en algunos casos, no satisfacen plenamente las necesidades particulares de un usuario determinado.

Este proyecto propone la creación de un paquete adicional de herramientas de proceso y post-proceso de la información de un sistema MBE en particular que permitan transformar los datos primitivos a fin de obtener representaciones mas acordes a las necesidades del usuario final. Por otro lado es de interés para el usuario la capacidad de manipulación dinámica en un sistema de visualización 3D y la posibilidad de integración de la información geográfica del lecho marino aportada por un MBE con datos biológicos de cardúmenes, tendidos de oleoductos o cualquier otra instancia de información relevante.

Palabras clave: ecosondas, multibeam, visualización 3D, investigación marina, relevamiento topográfico

1. INTRODUCCIÓN

El análisis y reconocimiento de las estructuras que conforman el lecho marino es un área de estudio de relevancia desde hace algunos años debido al aumento del interés comercial y político de muchos países en la explotación masiva de los recursos provenientes de sus respectivas plataformas continentales. Desde este punto de vista resulta obvio que un país con acceso a su plataforma marina tenga pretensiones de extender sus actividades de explotación a dicha plataforma, pero desde el punto de vista logístico, esta explotación implica el conocimiento de la geografía y constitución de un territorio que, por estar cubierto de agua, es mas inaccesible para su estudio que el resto de la plataforma continental.

Por esta razón, los mecanismos de relevamiento de la plataforma marina deben ser indirectos y la información debe ser obtenida a partir de dispositivos específicos que permitan realizar mediciones de ciertas características del lecho marino tales como profundidad y composición del suelo bajo análisis.

Entre los dispositivos de análisis indirecto se destacan los sonares, que obtienen información a partir de la emisión y recepción controlada de ondas acústicas hacia el lecho marino.

Existen varios sistemas de sonar que utilizan este principio. Por lo general se encuentran montados en el casco de una embarcación o en el interior de un vehículo sumergible tripulado o controlado remotamente. En estas condiciones, el escaneo de una superficie marina determinada consiste en una recorrida del vehículo a través del área en estudio a fin de obtener a su paso la información topográfica necesaria.

A partir de esta información es posible, entonces, la reconstrucción bi o tridimensional del lecho marino, para posteriores análisis manuales (visuales o de filtrado); o automatizados. Estos últimos a partir de métodos más especializados para reconocimiento de determinados patrones en la superficie. De esta manera se procura la detección de blancos sumergidos y el reconocimiento de sus patrones ecoicos

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo a largo plazo del proyecto es el desarrollo de un conjunto de herramientas de procesamiento, análisis y manipulación dinámica de los datos y su integración a datos de otras fuentes. Esto es necesario a la luz de que las herramientas provistas en el mercado, si bien ofrecen mucha versatilidad a la hora de trabajar sobre los datos, carecen de algunas características que, en ciertos casos, son necesarias. A manera de ejemplo de lo dicho se citan algunos casos. Filtrado “inteligente” de ruido (spikes), que puede realizarse con algoritmos neuronales de análisis. Integración de todos los pasos de procesamiento en una sola herramienta. Manejo automático de “sesiones” y “perfiles” de procesamiento, manipulación visual dinámica de los datos, integración de datos de diferentes orígenes, y otras características.

A fin de poder llevar a cabo la totalidad del proyecto, varios sub objetivos deben concretarse: a) estudio completo de los formatos de información manejados por el sistema MBE utilizado; b) estudio de técnicas apropiadas para el filtrado de ruido y almacenamiento óptimo de los datos; c) obtención de muestras del lecho marino con características específicas (muestras de oleoductos, obstáculos, accidentes topográficos determinados, etc.); d) desarrollo de un prototipo y d) realización de pruebas de campo, a fin de comprobar la fiabilidad del sistema.

3. TECNOLOGÍA DE SONARES MBE

Las ecosondas de múltiples haces se basan principalmente en un conjunto emisor-receptor compuesto por varios emisores acústicos dispuestos en abanico que emiten, cada uno, una frecuencia sonora de haz angosto de manera de irradiar en cada disparo (ping) una línea mas o menos extensa del lecho marino. La repetición de estas emisiones asociada al desplazamiento del barco sobre una franja de mar permite el relevamiento de una superficie determinada. Asociado al sistema emisor existen dispositivos GPS y giroscopios que permiten adecuar las mediciones a la deriva propia del barco sobre la superficie del mar (rolido, cabeceo, etc). El sistema GPS también permite que el barco recorra varias franjas adyacentes de manera de relevar una superficie mayor del lecho marino. La información obtenida permite representar las irregularidades del lecho en un mapa de alturas en coordenadas terrestres de latitud-longitud.

MBE SimRad Serie EM1000

El MBE Simrad EM 1002 de Kongsberg [1] está diseñado para mapeos de muy alta resolución del lecho marino desde profundidades cercanas a la costa y hasta aproximadamente 1000 metros de profundidad.

El sistema provee más de 10 muestreos (pings) por segundo con 111 haces por ping (2° de desviación), y estabilización electrónica de rolido. La cobertura en ancho (Acrosstrack coverage) es de cerca de 1200 metros en aguas profundas.

El estandar EM 1002 tiene tres longitudes de pulso distintas (0.2, 0.7 y 2 ms) a fin de maximizar la cobertura en aguas profundas (200 metros o más).

La figura 1 muestra un diagrama esquemático de los componentes del equipo completo [2]. Como se observa, el arreglo de transceivers envía las 111 señales a un procesador dedicado que las procesa junto con información proveniente de otros sistemas navegacionales que proporcionan la respectiva información de actitud (rolido, dirección, longitud, latitud, altura). Toda la información corregida se envía en tiempo real a través de una red de alta velocidad a la consola del operador para su almacenaje (y posterior análisis) o utilización.

Una etapa de procesamiento posterior permite analizar la información ya sea en forma visual o con herramientas específicas para obtener imágenes tridimensionales de profundidad del lecho marino (información topográfica) o de potencia recibida (información estructural). Esta última información permite reconocer la composición del fondo y apreciar los distintos componentes como lodo, arena, grava, piedra, y otros [4].

En la figura 2 se observan imágenes obtenidas con el MBE donde se aprecia la fidelidad de las muestras obtenidas. De todos modos, cabe aclarar que dicha precisión se obtiene a partir de la aplicación de potentes herramientas de filtrado y que este proceso se realiza *off-line*. Un análisis de reconocimiento de patrones en tiempo real requerirá el procesamiento de la información cruda que entrega el sistema MBE que originalmente contiene cierto porcentaje de datos erróneos.

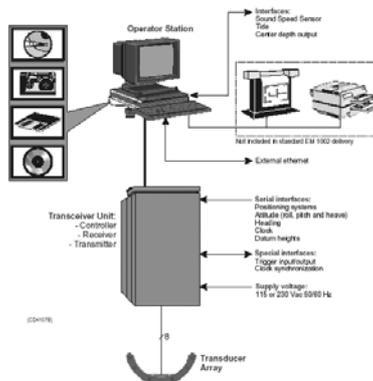


Figura 1. Diagrama del sistema EM 1002. Gentileza Kongsberg

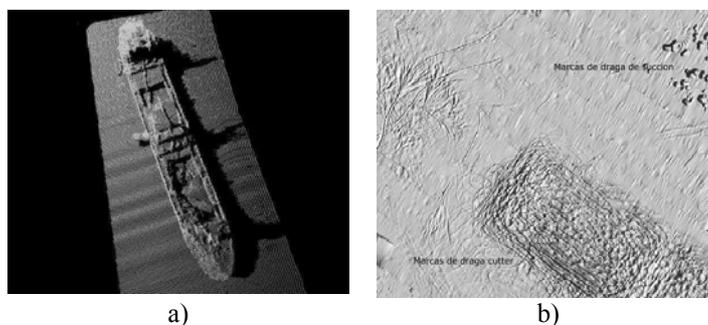


Figura 2. imágenes de mediciones acústicas realizadas con un MBE. a) perfil de un barco hundido a poca profundidad. b) lecho marino en la zona de un puerto. Se aprecian las marcas dejadas por dos tipos de dragas.

4. CARACTERÍSTICAS DEL SOFTWARE

De los requerimientos citados en el apartado 2, dos son los que mas han concentrado nuestro interés: la generación de una herramienta de procesamiento amigable y la posibilidad de manipulación 3D integrada de datos.

Procesamiento de los datos

El procesamiento de los datos crudos del MBE hasta la obtención de un conjunto de archivos manejables requiere de cierta cantidad de pasos variable y con mucha intervención del usuario en la configuración de parámetros de filtrado y conversión. El proceso usual demanda varias horas de configuración, proceso y verificación; y es usual el retroceso a pasos previos del proceso a fin de reconfigurar determinados parámetros.

La herramienta diseñada permite mantener un cronograma dinámico de los pasos realizados y los parámetros propios de cada uno de manera de automatizar y facilitar la conversión. Es importante tener en cuenta la masividad de información asociada a una campaña que suele ser de varios cientos de megabytes, distribuida en decenas de archivos (cada uno asociado a una franja del relevamiento).

Basados en este aspecto mencionado se implemento un mecanismo de “sesiones” que permite al usuario avanzar gradualmente en los pasos de conversión, retroceder a pasos previos (para reconfigurar la conversión) y volver automáticamente al paso previo al retroceso.

Manipulación 3D

Otra de las características destacadas del paquete es la posibilidad de manipulación de los datos en 3D. Se pretende: capacidad de observación del entorno desde cualquier ángulo y altura; capacidad de navegación a través del mapa generado; capacidad de integración de datos provenientes de diversas fuentes, tales como, distribución de especies marinas, mapas de movimiento de cardúmenes, tendidos de cañerías, cableado y otras. En este aspecto, la herramienta permite la conversión del mapa topográfico a coordenadas *xyz* de modo que cualquier otra fuente de datos deberá estar en el mismo formato.

5. ESTADO DE AVANCE

A la fecha se han realizado extensos contactos con especialistas del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) que cuenta con bases de datos muy completas de campañas realizadas con un sonar del tipo SimRad Serie EM1000. Con dicho material se procedió al diseño y realización de una herramienta de análisis y conversión de los archivos de campaña a fin de obtener una representación mas manejable de la topografía marina.

Paralelamente a esto, y como linea futura de trabajo, se estudian técnicas de reconocimiento de patrones con las características necesarias para la obtención de resultados en tiempo real [3][5], a partir del análisis de gran cantidad de datos. Cabe notar que este punto representa un gran escollo, puesto que las técnicas neuronales usuales presentan grandes demoras con cantidades de información masiva, del orden de miles de datos (de profundidad, posición y potencia) por segundo, por lo que se estudian alternativas implementadas totalmente en hardware a fin de acelerar dicho proceso[6][7][8].

6. AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer la desinteresada colaboración de los investigadores del INIDEP ya que la cantidad y calidad de información que nos brindaron, así como material de campañas y asesoramiento nos han permitido acelerar enormemente los tiempos de trabajo dedicados al estudio y entendimiento de los sonares de múltiples haces.

7. REFERENCIAS

- [1] EM 1002, Multibeam echo sounder Base version & Hull Unit. Kongsberg Simrad AS, Horten, Norway. www.kongsberg-simrad.com.
- [2] EM 1002 Product description, Kongsberg Simrad AS, Horten, Norway. www.kongsberg-simrad.com.
- [3] A Recurrent Neural Network for Detecting Objects in Sequences of Sector-Scan Sonar Images, Stuart W. Perry and Ling Guan. IEEE Journal of Oceanic Engineering, vol. 29, no. 3, July 2004.
- [4] Challenges of seeing underwater – A vision for tomorrow, John R. Potter, Acoustic Research Laboratory, EE Department & Tropical Marine Science Inst., NUS. <http://arl.nus.edu.sg>
- [5] 3-Dshape reconstruction in an active stereo vision system using genetic algorithms. A. Dipanda., S. Woo, F. Marzani, J.M. Bilbault, Pattern Recognition 36 (2003) 2143 – 2159
- [6] A modular and scalable architecture for PC-based real-time vision systems, Judit Martí-Áñez, Eva Costa, Paco Herreros, Xavi Sánchez, Ramon Baldrich. Real-Time Imaging 9 (2003) 99–112
- [7] Pattern recognition using multilayer neural-genetic algorithm, Yas Abbas Alsultanny., Musbah M. Aqel. Neurocomputing 51 (2003) 237 – 247
- [8] The construction of a Boolean competitive neural network using ideas from immunology, Leandro Nunes de Castro;., Fernando J. Von Zubena , Getulio A. de Deus Jr.b. Neurocomputing 50 (2003) 51 – 85

Procesamiento digital de imágenes radiográficas de baja calidad con onditas: Caso de diagnóstico en pequeños mamíferos.

Fernando Lage, Zulma Cataldi
Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires.
C1063ACV. Paseo Colón 850 Cuarto Piso. flage@fi.uba.ar

Resumen

La presente comunicación resume el conjunto de procesos realizados a una imagen de baja calidad tal como es el caso una radiografía de un pequeño mamífero, con el fin de poder realzar eventos tales como un tumor, de difícil detección para el ojo inexperto. A tal fin se aplicaron distintas técnicas que fueron desde procesos de ecualización de los tonos de grises dado que la imagen es en tonos de grises, filtrado basado en la transformada de Fourier, hasta el procesamiento wavelet (onditas). Luego de estos procesos se efectuó el pasaje a color para el mejor realce de la misma mostrando el punto de partida y los resultados obtenidos.

Introducción

Las diferentes disciplinas utilizan imágenes con objetivos específicos tales como: el diagnóstico por imágenes médicas, la automatización de procesos industriales, el análisis de recursos naturales, los estudios de microestructuras, etc. Cada aplicación requiere el uso de una o varias de las técnicas para el procesamiento digital de imágenes (PDI) y las imágenes se pueden adquirir a través de sensores remotos tal el caso de las imágenes satelitales, de cámaras de vídeo o fotográficas, de microscopios ópticos o electrónicos o a través de diversos equipos utilizados en medicina tales como los tomógrafos o ecógrafos.

Las tareas fundamentales del procesamiento digital de imágenes básicamente son dos: a) el mejoramiento de una imagen digital con fines interpretativos y b) la toma de decisiones de manera automática de acuerdo al contenido de la imagen digital. Como aplicaciones típicas se puede mencionar: la detección de presencia de objetos, la inspección visual automática, la medición de características geométricas y de color de objetos, la clasificación de objetos, la restauración de imágenes y el mejoramiento de la calidad de las imágenes.

Con la evolución de los medios de captura se podrán obtener mejores resultados por aplicación de los algoritmos para tratamiento de la información. Este procesamiento digital de imágenes con mayores precisiones permitirá obtener datos en bases de información estadística en períodos de tiempo para observar la evolución de los mismos o su cambio. La importancia se centra en su aplicación en ambientes productivos tales como el análisis de imágenes de cultivos, imágenes provenientes de la industria petrolera, sistemas de recuento de ganado, radiografiado de equipos de platas con diferentes funciones, procesamiento de imágenes relacionadas a la antropología forense, inspección superficial de espuma de poliuretano, entre otras.

Análisis mediante onditas

La Transformada Wavelet (TW) es una representación tiempo-frecuencia obtenida aplicando técnicas de filtrado digital. Al representar una señal en frecuencia y en tiempo se podría cortar la señal y efectuar análisis por separado. Dado que el análisis con wavelets no se supone que la señal analizada sea periódica, se pueden estudiar señales que tengan cambios bruscos o discontinuidades usando menos número de funciones wavelets que para el caso de seno y coseno. Comparada con soluciones basadas en la Transformada de Fourier (TF), esta solución permite disminuir el esfuerzo

computacional, al permitir evaluar las propiedades en frecuencia en frecuencias concretas, y no en el rango completo, como ocurre con la TF.

La información se puede codificar a través de coeficientes de wavelet de acuerdo a niveles de detalle. Las wavelets se usan como funciones base para representar otras funciones de igual modo que las funciones seno y coseno en la transformada de Fourier. Cada familia wavelet está compuesta por un conjunto de ondículas que son versiones trasladadas y escaladas de una wavelet madre. Para dos dimensiones, se tiene: una función de escalado, separable, y wavelets direccionales, que miden las variaciones de intensidad o de grises en las distintas direcciones: horizontal (columnas), vertical (filas), y diagonal. La codificación wavelet se centra en la idea de que los coeficientes de una transformación que correlaciona los píxeles de una imagen se pueden codificar en forma más eficiente que los píxeles del original. La idea es que como la wavelet utilizada como base puede concentrar la mayoría de la información visualmente importante en unos pocos coeficientes, los coeficientes restantes se pueden poner en cero, a expensas de una pequeña distorsión de la imagen. Este análisis consiste en descomponer una señal o imagen en una serie de aproximaciones y detalles organizados jerárquicamente en niveles. Para cada nivel se debe construir la aproximación y una serie de detalles horizontal, vertical y diagonal. La imagen original se puede considerar como la *aproximación de nivel 0*. Se emplean los términos aproximación y detalle debido a que la aproximación de nivel 1 es una aproximación para nivel cero obtenida a partir de sus *bajas frecuencias* y los detalles corresponden a las correcciones de *altas frecuencias*.

Para efectuar el proceso de descomposición y reconstrucción se deben tener en cuenta: la función wavelet a utilizar, el nivel de descomposición y la forma de la cuantización. La familia de wavelets elegida afecta al diseño y al rendimiento del sistema y dependerá tanto de la señal a analizar y de la experiencia previa. Cuando la wavelet seleccionada posea una función de escalado, se puede usar la Fast Wavelet Transform (FWT), que agiliza los cálculos. El número de operaciones de filtrado depende del nivel de descomposición, por este motivo se debe tener cuidado en la determinación de este parámetro ya que un nivel muy alto puede dar una reconstrucción con cuantización en los detalles.

Objetivos

- Digitalizar las imágenes impresas sobre películas fotosensibles obtenidas por los equipos utilizados para radiodiagnóstico.
- Organizar y manipular los datos de la imagen para exploración y visualización.
- Ejecutar algoritmos estándares para realces, morfología y adecuación para posterior medición mediante procesamiento a través de algoritmos específicos (González et al., 2004) y sus modificaciones usando los paquetes específicos de MatLab (2004) para el procesamiento de imágenes y señales.
- Aplicar un conjunto de procesos a la imagen obtenida a través de la digitalización a fin de seleccionar la combinación que da la mejor respuesta para el problema de observación para diagnóstico.

Metodología

Las técnicas de mejora de imágenes pueden ayudar a clarificar detalles dentro de una imagen. El ajuste de la intensidad mapea los valores de intensidad de una imagen a un rango nuevo. Se pueden efectuar tres tipos de ajuste de imagen: a) de rangos explícitos de intensidades b) corrección gamma y c) de ecualización de la imagen. La forma más usual de mejora es la ecualización del histograma, en la que se busca que éste sea horizontal, es decir, que para todos los valores de gris se tenga el mismo número de píxeles. La ecualización del histograma se realiza trabajando sobre el histograma acumulado. También es posible aumentar el brillo a una imagen sumándole un valor constante

(escalar) a cada píxel. La ecualización del histograma permite redistribuir las intensidades concentradas en una imagen y el proceso de ajuste se puede hacer de forma automática usando la ecualización del histograma. Si el histograma de una imagen está concentrado en algunos rangos, se utiliza la ecualización del histograma para redistribuir las intensidades, haciendo más sencillo el análisis de la imagen. La ecualización del histograma redistribuye los valores de intensidad de manera que el histograma acumulado de la imagen es aproximadamente lineal. Si bien esto puede hacer que la imagen parezca poco natural permite distinguir detalles fácilmente. Aplicando la ecualización del histograma a una imagen de intensidad se crea otra imagen de intensidad que tiene un histograma aproximadamente llano y cuantos menos niveles de intensidad de salida se utilicen, más plano será el histograma.

Mediante el ajuste de la intensidad de la imagen se pueden redistribuir las intensidades de una imagen basándose en la corrección gamma. En general, la corrección gamma ayuda a mejorar una imagen oscura para que se puedan ver los detalles sutiles. La corrección gamma es una forma especial de aumento de contraste que permite mejorar el contraste en zonas muy claras o muy oscuras a través de la modificación de los valores medios, particularmente los medios-bajos, sin afectar el blanco (255) ni el negro (0) y se utiliza para mejorar el aspecto de una imagen.

Se puede usar también el complemento (el negativo de la imagen o en el complemento de su color). Esta opción es útil para mejorar imágenes con escala de grises oscura donde los detalles se pierden fácilmente en el fondo negro. La imagen a color se puede convertir en una imagen de 16 tonos de grises y luego se la asoció a una paleta de colores, dando una imagen color indexada que se puede pasar a formato *rgb*.

El principio detrás del uso de la Transformada Wavelet Discreta (TWD) para descomponer una imagen se utiliza una función wavelet para representar las frecuencias altas correspondientes a las partes detalladas de la imagen y una función de escalamiento para representar las frecuencias bajas correspondientes a las partes suaves de la imagen. Cuando se descomponen datos usando wavelets se usan filtros que actúan como promediadores y otros que producen detalles y cuando los detalles son pequeños se pueden omitir sin afectar las características del grupo de datos. Con este umbral se pueden convertir todos los coeficientes que están por debajo del mismo en ceros y estos se pueden utilizar para reconstruir el grupo de datos. La imagen se transforma aplicando la técnica de umbral se reconstruye con la transformación inversa. La eliminación del ruido por este método no afecta a las estructuras puntiagudas y da una señal clara y sin ruido que permite ver los detalles importantes. Primero, se aplica la TWD que está compuesta por cuatro tipos de coeficientes: aproximaciones, detalles horizontales, detalles verticales y detalles diagonales, pero es la aproximación la que contiene la mayor detalle de la imagen, generalmente la energía se concentra en las frecuencias bajas. Se hacen cero las componentes horizontales, verticales y diagonales. Después se calcula la TWDI.

Grado de avance. Técnicas aplicables al caso de diagnóstico de pequeños mamíferos.

La Figura 1 se obtuvo a partir de un escaneo a 75 dpi de una placa radiográfica de un pequeño can con diagnóstico tumoración en la zona abdominal.

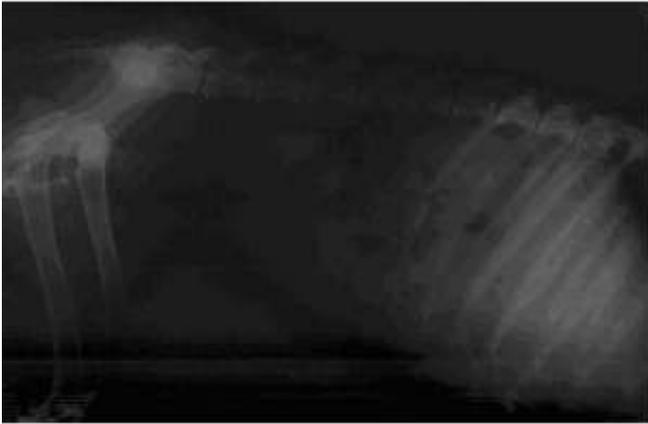


Figura 1: Imagen inicial a 75 dpi

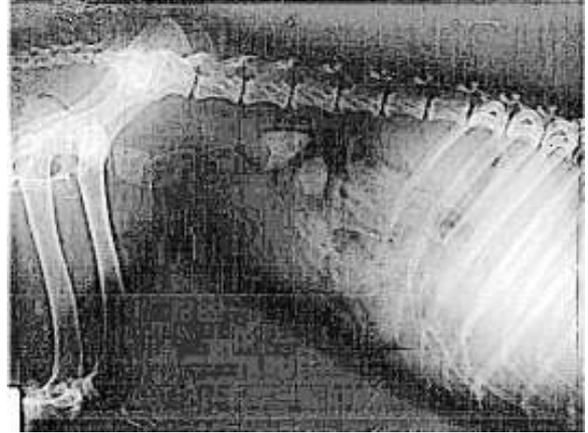


Figura 2: Filtrado en altas frecuencias

A partir de la imagen obtenida del escaneo se realizó una prueba de filtrado con énfasis en las altas frecuencias, obteniéndose como respuesta la Figura 2.

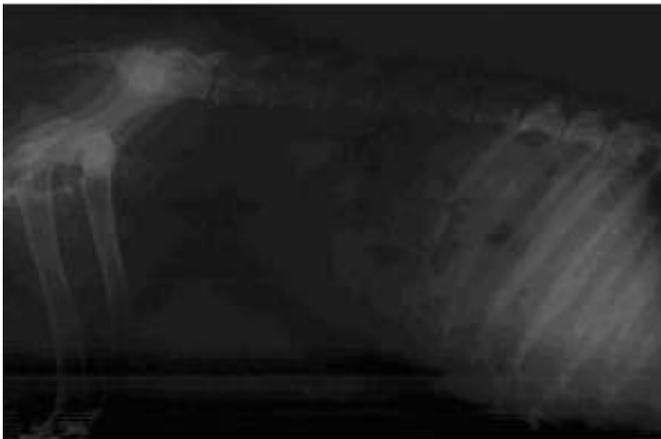


Figura 2: Imagen a 600 dpi



Figura 3: Con ecualización

Como se puede ver en la Figura 2 aparece un fuerte “pixelado” en las pruebas de filtro, debido a los 75 dpi iniciales. Esto llevo a reconsiderar el uso de la imagen inicial escaneada a 600 dpi, y como resultado se obtuvo la Figura 2 con un volumen de información mayor y por ende de ocupación en disco. La imagen de la Figura 2 tiene un tamaño de 5054*7016 píxeles, mientras que la anterior era de 850*1128 píxeles. Se la procesó nuevamente y dado que ocupa todo el espectro de tonos de grises, no es necesario producir un corrimiento en frecuencia. Por tal razón solo se aplicaron procesos de ecualización de imagen, siendo su resultado el que se observa en la Figura 3.



Figura 5. Imagen en 8 bits.

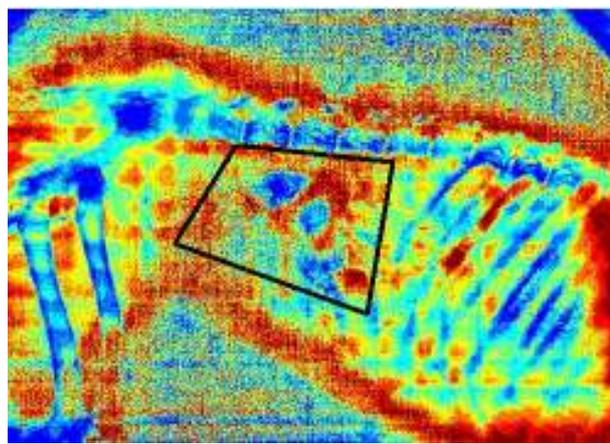


Figura 6: Aplicando procesamiento con onditas y color.

Luego se almacenó como una imagen en 8 bits y su mayor tamaño trajo como consecuencia la aparición de problemas de memoria. Se operó sobre la memoria virtual y como no se obtuvo solución del problema, se dividió la imagen en n subimágenes para recomponer luego la imagen original. Por razones de operación se probó disminuir el tamaño hasta llegar a subimágenes de 1011×1170 por lo que la imagen original se dividió de manera tal que cada subimagen tuviera 33% de superposición con la adyacente. A cada una de estas subimágenes se le aplicó el procesamiento wavelet. Finalmente, se volvieron a unir en una única imagen, interpolándose las áreas comunes y el resultado del procesamiento realizado se puede observar en la Figura 5. En la Figura 6 se tiene la imagen filtrada usando procesamiento de onditas que se llevó a 16 colores. En el recuadro de interés la zona roja representa el desarrollo del tumor, fuera de ella representa el límite del animal en la radiografía o el límite de la radiografía. El área en azul representa parte del intestino delgado presionado por el tumor. Se hace notar un ruido en color rojo asociado al cuadrículado se debe a problemas de borde en el procesamiento de filtrado de frecuencia y a la interpolación necesaria para la obtención de la imagen.

Conclusiones

La aplicación de filtros en el dominio de la frecuencia como en el de las onditas, ha demostrado muy buen resultado en el presente caso, mejorando las imágenes en tonos de grises y permitiendo que el pasaje a color resalte lo que se buscaba. Los procesos previos de ecualización realizados a las imágenes no parecen aportar demasiado frente a estos filtros.

Las imágenes de pocos dpi (por ejemplo 75) presentan un efecto de pixelado. Para minimizar este efecto se debe incrementar el número de dpi, lo que lleva al procesado de áreas más pequeñas (el área que se puede procesar a 150 dpi es un cuarto de la que es posible procesar a 75 dpi) lo que hace reducir la zona de investigación. Por último, se usó el complemento de la imagen para pasar a color a fin de asociar el área de tumoración al color rojo para resaltar el problema. Queda claro entonces que más allá de los procesos aplicados que no se podrían describir en su totalidad en esta presentación, la importancia del procesamiento, en este caso, radica en que permite realzar el evento diagnosticado.

Referencias

- González, R.; Woods, R. (2002): *Digital Image Processing*. Segunda Edición. Prentice Hall.
González, R.; Woods, R.; Eddins, S. (2004) *Digital Image Processing Using Matlab*. Prentice Hall.
Matlab 7 (2004). Paquetes específicos de Matlab *Image Processing Toolbox*, *Wavelet Toolbox* y *Signal Processing Toolbox*. Sitio <http://www.mathworks.com/> consultado el 08/12/07.

RECONSTRUCCIÓN AUTOMÁTICA DE LECHOS ACUÁTICOS

Cristian García Bauza^{a,b}, María V. Cifuentes^{a,b}, Marcelo Vénere^{a,c}

^aPLADEMA, Universidad Nacional del Centro, 7000 Tandil, Argentina,
([crgarcia](mailto:crgarcia@exa.unicen.edu.ar), [cifuentes](mailto:cifuentes@exa.unicen.edu.ar), [venerem](mailto:venerem@exa.unicen.edu.ar))@exa.unicen.edu.ar

^b Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires

^c CNEA

Palabras Clave: Triangulación, Modelos Topográficos, Reconstrucción de mallas, GIS

Resumen. Se presenta en este trabajo algoritmos para reconstrucción automática de lechos acuáticos tales como los cauces de ríos en base a puntos batimétricos medidos. Como zona de prueba se utilizó un amplio sector del recorrido del río Paraná con resultados satisfactorios para la visualización interactiva.

1. Introducción

La importancia del río Paraná en la economía regional se remonta a los tiempos de la colonia. Su escasa profundidad dificulta la circulación de grandes embarcaciones y los encallados ocasionan desembolsos extras debidos a demoras, maniobras necesarias para su liberación y lucro cesante por obstrucción del canal de navegación. La Prefectura Naval Argentina brinda información batimétrica fehaciente (medición de la profundidad del canal), de boyado de señalización y de profundidad.

Nuestro interés se focaliza en un amplio sector del Paraná donde la distribución de cotas relevadas no es uniforme y presenta discontinuidades entre puntos adyacentes para representar acantilados y/o represas (Figura 1). La idea es asistir al práctico de navegación en la toma de decisiones a partir de una vista tridimensional que grafica riberas, cauce y embarcación con actualización interactiva de la superficie de estudio debida a que el relevamiento batimétrico es incremental. Finalmente, para la visualización y reconstrucción automática de lechos acuáticos se propusieron e implementaron distintos algoritmos detallados en la sección 2.



Figura 1- Localización de la zona de estudio y nube de puntos correspondiente al relevamiento batimétrico.

2. Reconstrucción de Superficies

2.1 Grillas regulares

Los pasos principales en las soluciones propuestas se esquematizan en la figura 2. El algoritmo genera un grillado regular (2.b) para la nube batimétrica (2.a) y rellena paso a paso las zonas ralas incorporando cotas ficticias resultantes de asignar el valor de cota más cercano, la media ponderada de un grupo de cotas existentes en un dado radio de cercanía r (2.c a 2.f) o utilizando dos o más estos radios (2.g). Tales algoritmos se rechazaron debido a la generación de soluciones poco eficientes, además la superficie aproximada presentaba grandes saltos y/o deformaciones.

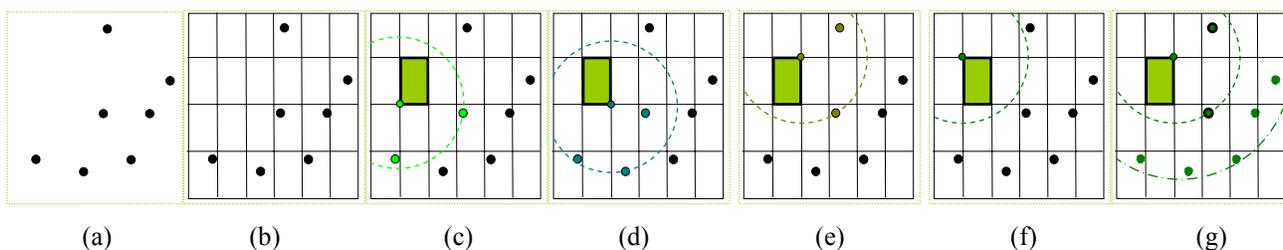


Figura 2 - Algoritmo para la reconstrucción de lechos acuáticos a partir de grillas regulares.

2.2 Triangulación Delaunay

Para las primeras reconstrucciones se trianguló la nube batimétrica con Delaunay en 2D permitiendo el agregado automático de nuevos puntos. Al triangular el cauce del río se producen reconstrucciones poco satisfactorias: o muy densas o con escasa precisión (figura 3).

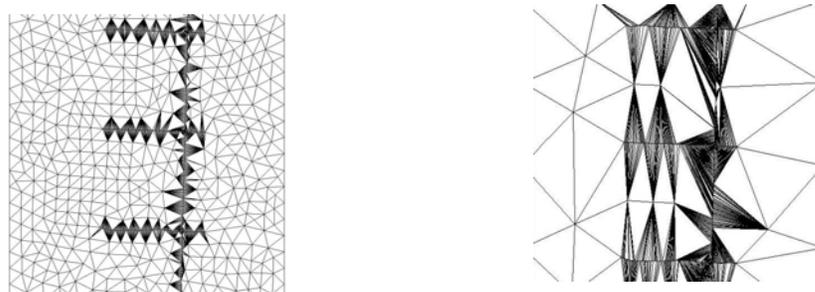


Figura 3 – Triangulación Delaunay 2D (a y b) y 3D modificada (c y d)

Tomando en cuenta estos resultados, se propusieron modificaciones integradas en un algoritmo de triangulación Delaunay en 3D que conserva círculo circunscrito vacío y ángulo máximo. El algoritmo encuentra el par de vértices más cercanos y genera el primer segmento. Luego, para cada segmento generado encuentra el vértice que forma el triángulo de menor círculo circunscrito a cada lado. La figura 4 esquematiza los primeros ocho pasos de ejecución del algoritmo.

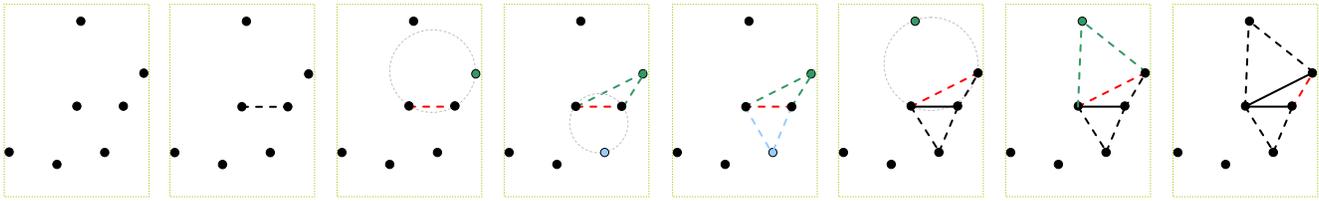


Figura 4- Algoritmo Delaunay modificado

En la figura 5 se representan las mallas de triángulos generadas con este algoritmo. Nótese que, la reconstrucción se describe con grandes triángulos por sectores y con triángulos agujas en otros desmejorando la calidad de la aproximación.

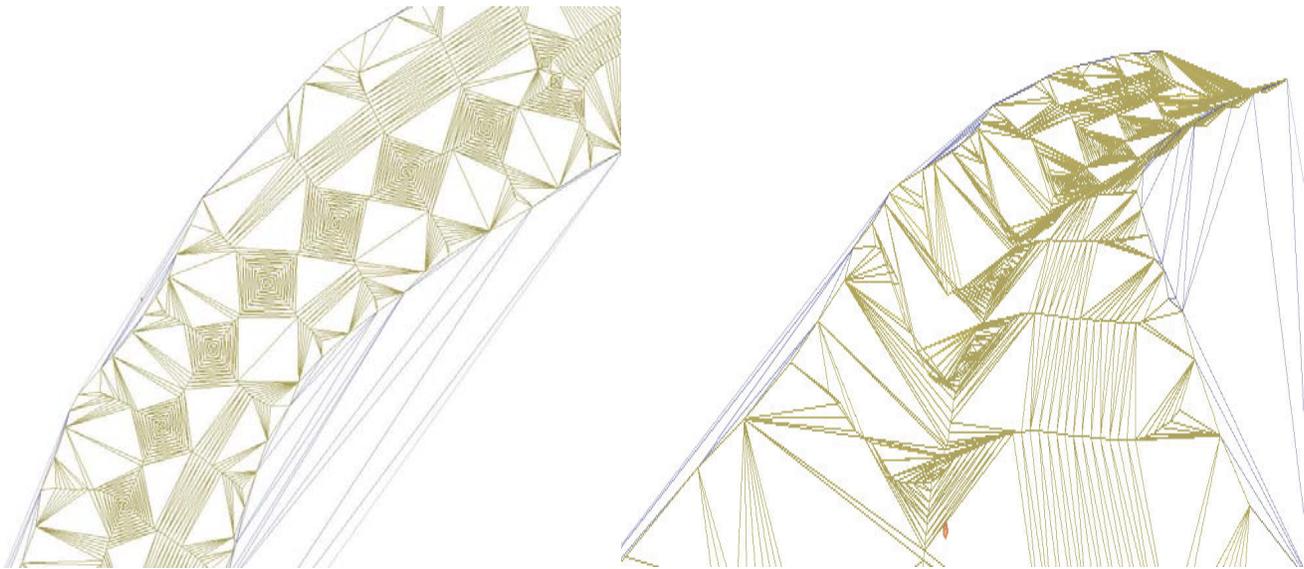


Figura 5 – Visualización de la malla generada con Delaunay modificado.

2.3 Triangulación con agregado selectivo de puntos

Una tercera propuesta está basada en la solución anterior: generar una triangulación que cumple con los criterios de Delaunay y permite el agregado de puntos dentro de aquellos triángulos cuya magnitud de área supera una dada tolerancia. En este caso, se agrega selectivamente el centroide del triángulo repitiendo el proceso hasta que todas las áreas de los triángulos incorporados no superen el tolerado formando a su vez nuevos triángulos que cumplan con los criterios mencionados (ver figura 6). Para que el agregado incremental de puntos no modifique las condiciones que la triangulación de Delaunay debe verificar, el algoritmo vuelve a triangular la superficie. En la primera iteración, localiza triángulos grandes y calcula su centroide. En la segunda iteración, se toma como entrada la lista de vértices creada en la primera iteración pero esta vez solo se realiza la triangulación sin el proceso de agregado de puntos.

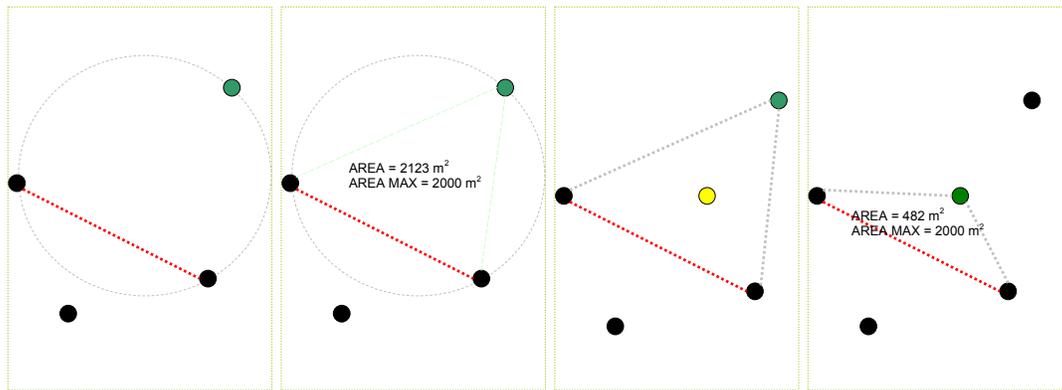


Figura 6 - Agregado selectivo de puntos

Finalmente la utilización de ésta técnica híbrida trajo una solución aceptable al problema. Como se puede ver en la figura 7, el agregado selectivo de puntos produce una superficie de apariencia real, suavizando los saltos producidos por ausencia de información. Un valor de área máxima de 500 m^2 se usó para obtener un buen equilibrio entre calidad y tiempo de procesamiento.

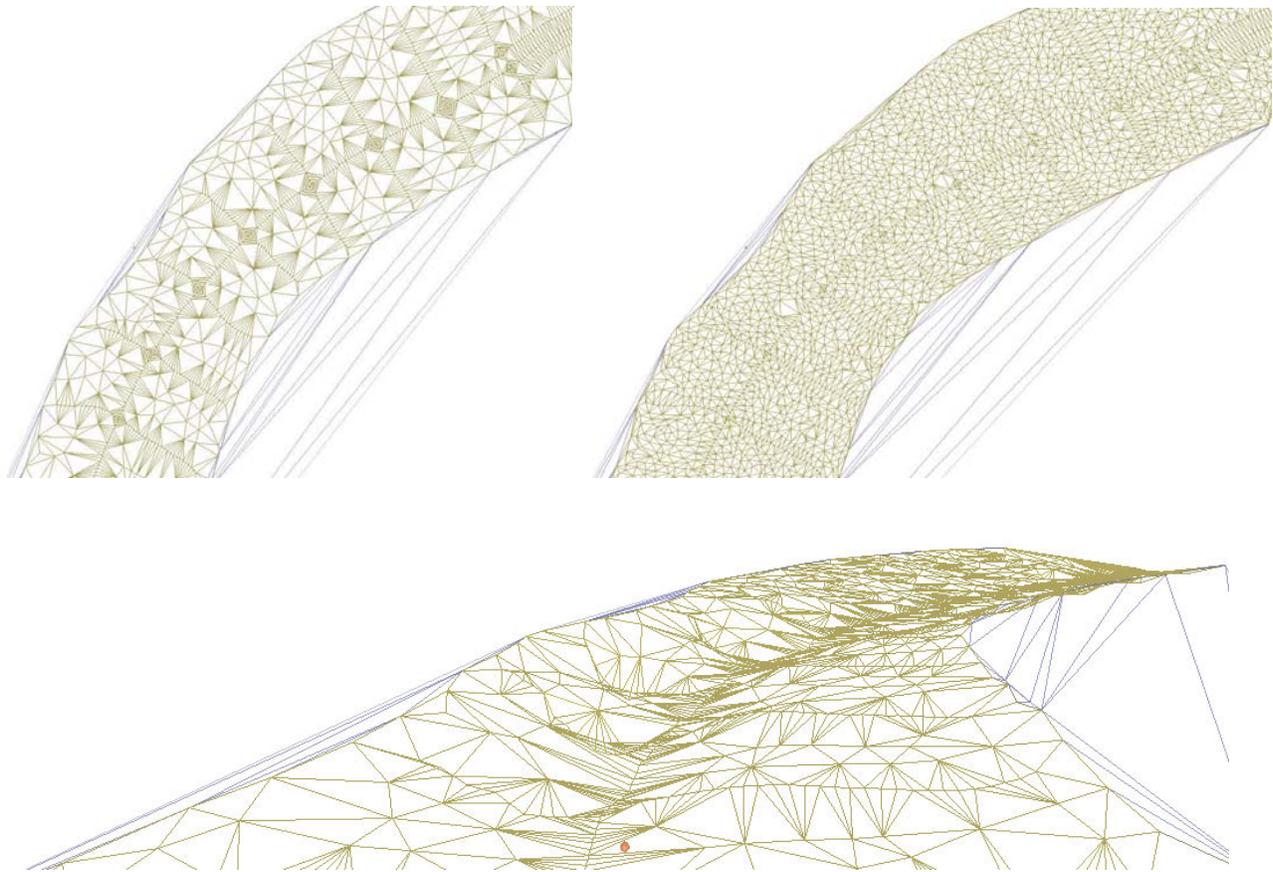


Figura 7 – Triangulación con agregado selectivo de puntos con área de triángulo máxima de: (a) 1000 y (b) 300 m^2 . (c) Vista en perspectiva de (b).

3. Conclusión y Trabajos Futuros

Se desarrolló un algoritmo que genera una malla de triángulos a partir de la información batimétrica. El algoritmo de triangulación, basado en la triangulación de Delaunay, subdivide los grandes triángulos sucesivamente hasta que cumplan con un dado valor de área tolerado. A futuro, se están estudiando distintas funciones matemáticas aplicadas a la reconstrucción de tales sectores malos.

Bibliografía

- [1] Pav, Steven E. and Noel J. Walkington (2004) *Robust Three Dimensional Delaunay Refinement*. Proceedings, 13th International Meshing Roundtable, Williamsburg, VA, Sandia National Laboratories, SAND #2004-3765C, pp.145-156.
- [2] C. M. Gold and M. Dakowicz (2002). *Terrain modelling based on contours and slopes*. In D. Richardson and P. van Oosterom, editors, *Advances in Spatial Data Handling*. Proceedings, 10th International Symposium on Spatial Data Handling. Springer-Verlag Berlin.
- [3] Rien Van Weygaert, Willem Schaap (2000). *Tessellation reconstruction techniques*, Kapteyn Astronomical Institute, University of Groningen, Netherlands.
- [4] Anton F, Gold CM, Mioc D (1998) *Local coordinates and interpolation in a Voronoi diagram for a set of points and line segments*. Proceedings 2nd Voronoi Conference on Analytic Number Theory and Space Tillings, 1998, Kiev, Ukraine, 9-12.
- [5] Jin-Fa Lee; Dyczij-Edlinger, R. (1997), *Automatic mesh generation using a modified Delaunay tessellation*. *Antennas and Propagation Magazine, IEEE* Volume 39, Issue 1, Feb 1997
Page(s):34 – 45
- [6] Watson D.F. (1981) *Computing the N-Dimensional Delaunay Tessellation with Application to Voronoi Polytopes*. *Computer Journal* 24(2):167-172.
- [7] Sitio Web de Prefectura Naval Argentina para descarga y consulta de datos
URL: <http://www.prefecturanaval.gov.ar/institucional/castellano/index.htm>
- [8] Sitio web de la Asociación Civil de Prácticos del Río Paraná
URL: <http://pilots-rioparana.com/>
- [9] Delaunay Triangulation Algorithms
URL: <http://www.cse.unsw.edu.au/~lambert/java/3d/delaunay.html>

SEGMENTACION DE SERIES DE TIEMPO MEDIANTE PATRONES BASADOS EN LA PERCEPCION VISUAL

Cuello, G.¹, Rodríguez, D.¹, Rancán, C.¹, Merlino, H.^{1,2}, Britos, P.^{1,2}, García-Martínez, R.^{1,2}

¹Centro de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento. Instituto Tecnológico de Buenos Aires

²Laboratorio de Sistemas Inteligentes. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires

{drodrigu, crancan, hmerlino, pbritos, rgm}@itba.edu.ar

Resumen

En el presente trabajo, se describe el estado actual de la investigación que se está llevando a cabo acerca de segmentación de series de tiempo. Su enfoque está centrado en utilizar mecanismos de atención visual que permitan localizar patrones de forma conocidos dentro del campo visual. Una vez localizados, mediante mecanismos de lógica difusa se obtienen los valores correspondientes de sus variables miembro (intervalo de tiempo, rango de valores y patrón de forma). Esto se almacena en una base de datos estándar. La base de datos resultante sirve como puente entre la descripción lingüística y las bases de datos que alojan las series de tiempo. Este puente sirve tanto para la descripción automática de las series de tiempo como para la consulta en lenguaje de alto nivel a la base de datos resultante. Se sobrentiende que tal esfuerzo puede resultar en programas menos eficientes si los comparamos con aquellos regidos por algoritmos numéricos dedicados y específicos; con esta investigación se busca es ampliar el entendimiento de la segmentación de percepciones visuales de modo que resulte en sistemas de bases de datos de series de tiempos más amigables para la minería de datos.

1. Introducción

Hoy en día, existen numerosos sistemas de bases de datos que almacenan series de tiempo. Básicamente, una serie de tiempo es una tabla que almacena pares de datos de la forma [fecha, valor]. Un valor para el eje de tiempo; un valor para el eje valor.

La incorporación de características inteligentes a dichos sistemas es un campo prometedor. La idea es facilitar las consultas hacia el sistema. Hasta ahora, la mayoría de los procedimientos para la toma de decisiones están basados en la observación humana, y soportados por software estadístico, de minería de datos, o de procesamiento de ellos.

Tales características inteligentes deberían incluir la posibilidad de operar con información lingüística, razonamiento y respuesta a consultas difusas. Para incorporar a los sistemas todos estos aspectos, necesariamente se deberían formalizar percepciones humanas.

Frente a una serie de tiempos, una persona posee percepciones referidas al eje tiempo, a los valores de la serie, a sus patrones y formas, a las asociaciones entre patrones o entre series de tiempo, entre otros.

Técnicamente hablando, estas percepciones pueden ser representadas por palabras. Su significado estará definido por el contexto. El contexto, definido por los diferentes dominios o aspectos de las bases de datos que contienen series de tiempo. Así, tenemos una jerarquía conceptual del tipo Dominio-Contexto-Palabras.

Entre los dominios típicos para una serie de tiempos, podemos enumerar:

- Dominio "tiempo" (intervalos de tiempo, posición absoluta, posición relativa, intervalos periódicos o estacionales)
- Dominio de los valores de la serie de tiempo (en cuanto al "tamaño")
- Dominio de los patrones de forma de las series de tiempo
- Dominio del conjunto de las series de tiempo (atributos o elementos)
- Dominio de las posibilidades (o valores de probabilidad)

En cuanto a las consultas a tales sistemas, éstos deberían dar respuesta a preguntas con contenido lógico vago, realizar inferencias y brindar pronósticos. Todo basándose en la percepción. Ejemplos de consulta a tales sistemas podrían ser:

- con respecto a búsquedas: "*hallar pozos productores de petróleo con alto porcentaje de agua*"
- con respecto a pronósticos: "*¿cuál será el incremento del precio en los cosméticos si el costo del barril de petróleo supera un X%?*"
- con respecto a optimización/pronósticos: "*¿qué productos, cuándo y qué monto comprar para obtener máximo beneficio el año que viene ?*"

Esta clase de preguntas sugiere que, para la realización de tales sistemas, deberían extenderse los métodos tradicionales de análisis de series de tiempo. Y como tales métodos están incluidos dentro del ámbito de la minería de datos, también deberían adaptarse las tareas más habituales de minería de datos. Deberían ser adaptadas para poder manipular información lingüística, conceptos vagos y percepción de patrones a fin de facilitar la interacción con los usuarios. Como tareas a considerar mencionamos: segmentación, clustering, clasificación, resumen, detección de anomalías, patrones frecuentes, pronóstico y descubrir reglas de asociación. [5].

Una aproximación al problema de segmentación. Un ejemplo introductorio. La Figura 1 durante es nuestro patrón. La consigna: *En la figura 2 trate de ubicarlo dónde podría estar.*

En la Figura 2 se indican posibles ubicaciones del patrón de la Figura 1. Las zonas marcadas serían aquellas detectadas por mecanismos de atención visual.

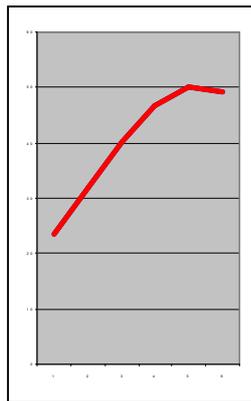


Figura 1: Un patrón cualquiera.

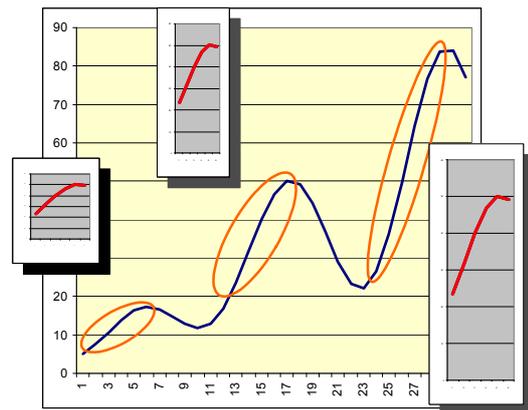


Figura 2: patrones parecidos dentro de la serie de tiempos.

Con este simple acto, hemos entendido una consigna, registrado el objeto a buscar, y lo logramos ubicar tres patrones del mismo tipo, en diferentes posiciones y de distinto tamaño.

Al ubicar los patrones dentro de la serie de tiempos, también hemos segmentado la serie de tiempos.

2. Identificación del problema

Utilizando mecanismos de atención selectiva (visual search), lograr conceptualizar gráficas de series de tiempo generando un resumen de conceptos que sean útiles tanto para el sistema experto de diagnóstico como la generación de un resumen descriptivo de la curva en términos humanamente entendibles.

3. Estado de la tecnología

En la introducción no se ha hecho hincapié en el tiempo que demanda el proceso de reconocimiento. Cuando se trata de sistemas de reconocimiento de series de tiempos, se pueden distinguir dos grupos: aquellos que trabajan en línea (reconocimiento dinámico) y aquellos que trabajan fuera de línea o por lotes. Los trabajos acerca sistemas de reconocimiento de series de tiempo en línea, se centran en optimizar el tiempo de reconocimiento ([6], [9], [10], [11], [12], [13], [26], [32] y [41]). En cambio, los

trabajos acerca de sistemas fuera de línea ([5], [7], [8] y [22]) amplían la idea de extracción y codificación de conceptos.

Algunos trabajos a destacar. En [6], se aborda por un lado el estado actual de representación de series de tiempo y por el otro, la codificación dinámica de series de tiempo (SAX, Symbolic Aggregate approXimation); en [11], una caracterización dinámica apta para determinar la forma de la serie de tiempos basándose en mecanismos de inferencia difusa. Y en [8], Agrawal propone un lenguaje para hacer consultas de series de tiempo (SDL, Shape Definition Language).

Con respecto a la percepción visual, existen numerosos trabajos de Neurociencia ([1], [2], [3], [14], [15], [16], [18], [23], [24], [25], [26]). Estos aportan teorías de cómo nuestro sistema de visión logra percibir objetos dentro de nuestro campo visual y de cómo se aíslan elementos de la escena mediante los mecanismos de atención selectiva.

En [21], Sharkley expone argumentos a favor de la computación conexionista (redes neuronales artificiales) para modelar aspectos cognitivos del cerebro, centrándose más específicamente en modelos con aprendizaje supervisado. Menciona entre otras cosas, la programación extensional, para aclarar que tales modelos deben ser ajustados previamente por el investigador, el cual intenta confrontar datos cognitivos experimentales contra el modelo.

En lo que respecta a modelos conexionistas, numerosos trabajos modelan diferentes aspectos del cognitivismo. De entre ellos, se han considerado unos pocos, dentro de la familia backpropagation, SOM, Hopfield, Cognitron, Neocognitron (principalmente [17], [27], [28], [29], [30], [31], [33], [34], [35], [36], [37], [38], [39], [40], [45]), por ser afines al tipo de reconocimiento que se pretende llevar adelante en esta tesis.

Los aspectos más abstractos del cognitivismo pueden encontrarse principalmente en trabajos de Neurociencia. En general, se diseñan experimentos con animales de laboratorio ([20]) o con personas ([4], [18], [19], [22], [23], [24]) para obtener mediciones (datos). Estas mediciones sirven para proponer modelos de funcionamiento de nuestro cerebro. Estos modelos sirven de base para plantear modelos conexionistas que pueden ser implementados en computadores.

4. Esbozo de la solución

Se desarrollará un software que sirva como banco de pruebas, que permita experimentar con los tópicos investigados. Se piensa construir un sistema que segmente series de datos y sea capaz de describirlas, atender consultas o ejecutar reglas de lógica difusa.

El sistema contará con modos de aprendizaje y modos de producción. El modo de aprendizaje permitiría interactuar con el sistema de reconocimiento y clasificación de patrones de curvas. El modo producción permitiría explorar una base de datos que contenga series de tiempos, recibir consultas acerca de ellas y emitir resúmenes.

El problema más difícil es la búsqueda de los patrones en el campo visual, contemplando mecanismos de atención selectiva. El entrenamiento de la red neuronal está incluido en este problema.

5. Bibliografía

- [1] Treisman A. M., Kanwisher N. G., *Perceiving visually presented objects: recognition, awareness and modularity*, Current Opinion in Neurobiology, 8: pp 218-226, 1998.
- [2] Theeuwes J., *Perceptual selectivity for color and form*, Perception & Psychophysics, 51 (6), pp 599-606, 1992.
- [3] Clark A., *Some logical features of feature integration*, Ed. Werner Backhaus, Neuronal Coding of Perceptual Systems, New Jersey: World Scientific, Series in Biophysics and Biocybernetics, vol 9, ISBN 981-02-4164-X, pp 3-20, 2001.
- [4] Wolfe J., *Visual Search*, Attention, Ed. H. Pashler, London, UK: University Collage London Press, 1998.
- [5] Batyrshin I., Sheremetov L., Herrera-Avelar R., *Perception Based Patterns in Time Series Data Mining*, Studies in Computacional Intelligence (SCI), 36, pp 85-118, Springer-Verlag, 2007.

- [6] Lin J., Keogh E., Lonardi S., Chiu B., *A symbolic representation of time series, with implications for streamig algorithms*, Proceedings of the 8th ACM SIGMOD Workshop on Research Issues in Data Mining and Knowledge Discovery, San Diego, CA, 2003.
- [7] Das G., Lin K. I., Mannila H., Renganathan G., Smyth P., *Rule discovery from time series*, Proceedings KDD98, 16-22, 1998.
- [8] Agrawal R., Psaila G., Wimmers E. L., Zait M., *Quering shapes of Histories*, Proceedings of the 21st Internacional Conference on Very Large Databases, VLDB95, Zurich, Switzerland, 1995.
- [9] Keogh E. J., Chu S., Hart D., Pasani M., *An online algorithm for segmenting time series*, Proceedings of IEEE International Conference in Datamining, pp 289-296, 2001.
- [10] Maurya M. R., Rengaswamy R., Venkatasubramanian V., *Fault diagnosis using dynamic trend análisis: a review and recent developments*, Engineering Applications of Artificial Intelligence, 20, pp 133-146, 2007.
- [11] Dash S., Rengaswamy R., Venkatasubramanian V., *Fuzzy-logic based trend classification for fault diagnosis of chemical processes*, Computers and Chemical Engineering, 27, pp 347-362, 2003.
- [12] Kivikunnas S., *Overview of process trend análisis methods and applications*,
- [13] Itti L., Koch C., Niebur E., *A model of saliency-based visual attention for rapid scene analysis*, IEEE Transactions on pattern analysis and machina intelligence, Vol. 20, No. 11, pp 1254-1259, November, 1998 .
- [14] Jägersand M., *Saliency maps and attention selection in scale and spatial coordinates: an information theoretic approach*, Proceedings of the 5th International Conference on Computer Vision, pp 195-202, 1995.
- [15] Sluzek A., *Feature Maps: a new approach in hierarchical interpretation of images*, Proceedings of the International Conference on Cyberworlds, IEEE, Computer Society, 2003.
- [16] Eisenbarth T., Koschke R., Simon D., *Derivation of feature component maps by means of concept analysis*, Proceedins of the 5th European Conference on Software Maintenance and Reengineering, IEEE, Computer Society, 2001.
- [17] Hassoumi N., Chiva E., Tarroux P., *A neural model of preattentional and attentional visual search*,
- [18] LaBerge D., *Attention*, Cognitive Science, Handbook of Perception and Cognition 2nd Ed., Edited by: Bly B. M., and Rumelhart D. E., Academic Press, ch 2, pp 43-97, 1999.
- [19] Munakata Y., *Cognitive Development*, The Handbook of brain theory and neural networks, Editor: Arbib M., 2nd Ed., Editorial Advisory Board, The MIT PRESS , pp 212-215, 2003.
- [20] Schmajuk N., Voicu H., *Cognitive maps*, The Handbook of brain theory and neural networks, Editor: Arbib M., 2nd Ed., Editorial Advisory Board, The MIT PRESS , pp 216-219, 2003.
- [21] Sharkey A., Sharkey N., *Cognitive Modelling: Psychology and Connectionism*, The Handbook of brain theory and neural networks, Editor: Arbib M., 2nd Ed., Editorial Advisory Board, The MIT PRESS , pp 219-223, 2003.
- [22] Palmeri T., Noelle D., *Concept Learning*, The Handbook of brain theory and neural networks, Editor: Arbib M., 2nd Ed., Editorial Advisory Board, The MIT PRESS , pp 252-256, 2003.
- [23] Toledo-Rodriguez M., Gupta A., Wang Y., Wu C., Z., Markram H., *Neocortex: Basic neuron types*, The Handbook of brain theory and neural networks, Editor: Arbib M., 2nd Ed., Editorial Advisory Board, The MIT PRESS , pp 719-725, 2003.
- [24] Itti L., *Visual Attention*, The Handbook of brain theory and neural networks, Editor: Arbib M., 2nd Ed., Editorial Advisory Board, The MIT PRESS , pp 1196-1201, 2003.
- [25] Rolls E., Arbib M., *Visual Scene Perception, Neurophysiology*, The Handbook of brain theory and neural networks, Editor: Arbib M., 2nd Ed., Editorial Advisory Board, The MIT PRESS , pp 1210-1215, 2003.
- [26] Wang D., *Visual Scene Segmentation*, The Handbook of brain theory and neural networks, Editor: Arbib M., 2nd Ed., Editorial Advisory Board, The MIT PRESS , pp 1215-1219, 2003.
- [27] Freeman J. A., Skapura D. M., *Neural Networks: Algorithms, Applications and Programming Techniques*, Adison-Wesley Publishing Company, ISBN 0-201-51376-5, 1992, pp 89-124.
- [28] Jain A. K., Mao J., Mohioddin K. M., *Artificial Networks: A Tutorial*, Computer, IEEE, March, pp 31-44, 1996.
- [29] Minsky M., Papert S., *Perceptrons*, MIT Press, Cambridge, MA, 1969.
- [30] Pao Yoh-Han, Sobajic D. J., *Neural Networks and Knowledge Engineering*, IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Vol. 3, No. 2, June, 1991.

- [31] Sarle W. S., *Neural Networks and Statistical Models*, Proceedings of the Nineteenth Annual SAS Users Group International Conference, April 1994.
- [32] Le Cun Y. Et al., *Backpropagation Applied to Handwritten ZIP Code Recognition*, Neural Computation, Vol. 1, pp. 541-551, 1989.
- [33] Fukushima K., *Neocognitron: a self-organizing neural network model for a mechanism of pattern recognition unaffected by shift in position*, Biological Cybernetics, Springer Verlag, 36, pp. 193-202, 1980.
- [34] Fukushima K., *Neural Network model for selective attention in visual pattern recognition and associative recall*, Applied Optics, Vol. 26, No. 23, December, pp. 4985-4992, 1987.
- [35] Fukushima K., *A Neural Network model for selective attention in visual pattern recognition*, Biological Cybernetics, Springer Verlag, 55, pp. 5-15, 1986.
- [36] Fukushima K., *Neocognitron: a hierarchical neural network capable of visual pattern recognition*, Neural Networks, Vol. 1, pp. 119-130, 1988.
- [37] Fukushima K., Miyake S., *Neocognitron: a new algorithm for pattern recognition tolerant of deformations and shifts in positions*, Pattern Recognition, Vol. 15, No. 6, pp. 455-469, 1982.
- [38] Fukushima K., *A neural network for visual pattern recognition*, Computer, pp. 65-75, IEEE, March 1988.
- [39] Fukushima K., *Cognitron: a self-organizing multilayered neural network*, Biological Cybernetics, Springer Verlag, 20, pp. 121-136, 1975.
- [40] Kohonen T., *self-Organization and Associative Memory*, Series in Information Sciences, Vol. 8, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo, 1984, 2nd ed., 1988.
- [41] Kohonen T., *The "Neural" phonetic typewriter*, Computer, , pp.11-22, IEEE, March 1988.
- [42] Abu-Mostafa Y. S., St. Jacques J. M., *Information Capacity of the Hopfield Model*, IEEE Transactions on Information Theory, Vol. IT-31, No. 4, July, 1985.
- [43] Feng G., Douligeris C., *Using Hopfield Networks to Solve Traveling Salesman Problems Based on Stable State Analysis Technique*, Proceedings of the IEEE-INNS-ENNS International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN '00), , IEEE, 0-7695-0619-4, 2000.
- [44] Gaber K., Bahi M. J., El-Ghazawi T., *Parallel Mining of Association Rules with a Hopfield type Neural Network*, Proceedings of the 12th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI'00), IEEE, 1082-3409/00, 2000.
- [45] Hopfield J. J., *Neural Networks and physical systems with emergent collective computational abilities*, Proceedings National Academy of Sciences, USA, Biophysiscs, Vol. 79, pp. 2554-2558, April 1982,.
- [46] Hopfield J. J., *Neurons with graded response have collective properties like those of two-state neurons*, Proceedings National Academy of Sciences, USA, Biophysiscs, Vol. 81, pp. 3088-3092, May 1984.
- [47] Hopfield J. J., Tank D. W., *Neural Computation of decisions in optimization problems*, Springer-Verlag, Heidelberg, Biological Cybernetics, 52: 141-152, 1985.
- [48] Silva M., Mammeri Z., *Solving Real-Time Scheduling Problems with Hopfield-type Neural Networks*, Proceedings of the 23rd EUROMICRO Conference '97 New Frontiers of Information Technology, , IEEE, 1089-6503/97, 1997.
- [49] Antonio J. Martin Sierra, *Programador Java 2 Certificado*, Ed. Alfaomega, ISBN 978-970-15-1242-5, 2007.
- [50] J. Knudsen, *Java 2D Graphics*, Ed. O' Reilly & Associates Inc., 1999.
- [51] H. Deitel, P. Deitel, *Cómo programar en Java*, 5ed., Peardon education, ISBN 970-26-0518-0, 2004.
- [52] B. Daum, *Profesional Eclipse para desarrolladores Java*, Ed. Anaya Multimedia, ISBN 84-415-1881-5, 2005.
- [53] M. Proctor et Al., *Drools Documentation V. 4.0.3*
- [54] Joone User manual
- [55] Fuzzy Engine User Manual.
- [56] S. Russell, P. Norvig, *Inteligencia Artificial un enfoque moderno*, 2da Ed., Pearson Educación, S. A., ISBN 84-205-4003-X, Capítulo 7, 2004.

Determinación Automatizada de Fertilidad en Muestras de Esperma a partir de Secuencias de Video

Pablo Odorico¹, Norbert Kaula², y Claudio Delrieux³

¹ Departamento de Cs. e Ing. de la Computación - Universidad Nacional del Sur -
pablo.odorico@gmail.com

² Department of Computer Science — University of Denver — nkaula@cs.du.edu

³ Departamento de Ing. Eléctrica y Computadoras - Universidad Nacional del Sur -
claudio@acm.org - Parcialmente financiado por la SECyT-UNS

1. Objetivos del Proyecto

En este trabajo se reseñan los resultados preliminares de un proyecto cuyo objetivo es la determinación automática de fertilidad de muestras de esperma obtenida a partir del análisis de videos. La fertilidad de una muestra de esperma se determina a partir de la proporción de espermatozoides que se encuentran en estado de *motilidad hiperactivada*. Esta motilidad puede estimarse a partir de parámetros geométricos obtenidos en una discretización de la trayectoria del espermatozoide. Estos parámetros incluyen la velocidad curvilínea (VCL), el desplazamiento lateral de la cabeza (ALH), y la frecuencia de entrecruzamiento o *beat/cross frequency* (BCF).

Por un lado, la determinación de valores cuantitativos para estos parámetros geométricos es una tarea tediosa, compleja, y sujeta a errores. Y por otro lado, estos parámetros no son robustos para determinar fehacientemente el estado de motilidad hiperactivada en una trayectoria, siendo siempre el experto humano quien debe en definitiva establecer la clasificación. En consecuencia, existen diferentes definiciones o criterios para determinar la hiperactivación en una trayectoria.

Existen en la literatura referencias que muestran que uno de estos criterios adicionales podría ser la dimensión fractal de la curva. En Mortimer et. al. (1996) se utilizan dos definiciones de dimensión fractal para determinar hiperactividad. Los autores muestran que con un intervalo de confianza razonable, es posible clasificar como hiperactivadas aquellas curvas que bajo su definición tienen dimensión fractal mayor que 1.3, mientras que aquellas que están por debajo de 1.2 no son hiperactivadas. El método, sin embargo, tiene falsos positivos en trayectorias circulares.

En este trabajo avanzamos hacia dos direcciones que permiten automatizar el proceso completo. Primero, para obtener discretizaciones adecuadas de las trayectorias, implementamos un algoritmo de *tracking* automático de trayectorias de espermatozoides en secuencias de video. Este algoritmo se basa en una segmentación por medio de distancia cromática, y la búsqueda en cuadros sucesivos de clusters de pixels segmentados en posiciones cercanas. Segundo, investigamos dos otras posibles dimensiones fractales para realizar esta determinación, respectivamente la dimensión *box*, y la regresión obtenida por medio de muestreos a frecuencias de muestreo decrecientes. Esta última podría ser considerada una forma indirecta de computar la dimensión del compás. Los resultados hasta ahora son promisorios, restando la contrastación de nuestro método con los métodos tradicionales.

2. Tracking de Trayectorias

El algoritmo para discretizar las trayectorias se basa en dos pasos. El primer paso determina una segmentación inicial y se realiza en el primer cuadro, mientras que el segundo, de actualización, toma la segmentación del cuadro anterior y en base a la misma actualiza la segmentación en el cuadro actual. La siguiente es una descripción de cada una de las responsabilidades en este algoritmo. Cabe mencionar que todas ellas requieren operaciones muy sencillas y eficientes de procesamiento de imágenes (binarización, morfología, etc.).

1. **Segmentación:** En todos los videos analizados fue imposible encontrar una función robusta de segmentación en el espacio cromático, por lo que nos manejamos con un criterio heurístico consistente en utilizar un umbral relativamente alto para clasificar un pixel como *foreground* (espermatozoide). Esto es así dado que el algoritmo de tracking resultó ser más robusto respecto de los falsos negativos que de los falsos positivos.
2. **Inicialización:** Este paso es similar al paso inicial de marcado en los algoritmos de *watershed*. A partir de un número n de trayectorias que se desea seguir (determinado externamente por el usuario), el algoritmo determina los n puntos iniciales de mayor probabilidad, basándose en los valores de la función de segmentación y de la cantidad de pixels que forman el cluster.

Para cada pixel con un valor alto de segmentación positiva, se determinan los pixels vecinos que también son segmentados positivamente, lo cual forma un cluster. Para cada cluster se determinan los valores x, y del centroide. La secuencia de centroides será en definitiva la secuencia de puntos de discretización que va a ir generándose cuadro a cuadro.

3. **Actualización:** Para cada cluster, cuyo centroide está determinado en el cuadro anterior, se busca en el cuadro actual la posición más probable. Ésta se computa por una búsqueda local alrededor de dicho centroide de por lo menos un pixel con segmentación positiva, encontrándose luego sus pixels vecinos localmente conectados en *foreground* que conforman el cluster. Se computa el centroide, y se computan las diferencias de posición entre el centroide actual y el anterior. Si no hay un cluster satisfactorio en la cercanía, y el centroide anterior estaba cerca del borde del cuadro, se asume que la trayectoria salió del cuadro y se termina la discretización.
4. **Colisiones:** Eventualmente dos o más trayectorias colisionan, cuando las cabezas de dos espermatozoides están suficientemente juntas como para que las segmentaciones se confundan. Para evitar el problema del cruzamiento, el algoritmo utiliza la diferencia entre posiciones de centroides sucesivos como mecanismo de desambiguación. En la mayoría de los casos, una regresión lineal con los últimos dos o tres puntos de la trayectoria es suficiente, pudiendo, si es necesario, realizarse una regresión de orden superior.

En caso de que la desambiguación no sea exitosa, puede abortarse la discretización de las trayectorias que estén colisionando, dado que para los objetivos de este estudio, la longitud (en cantidad de muestras) de las trayectorias discretizadas no es un requisito fundamental, pero si lo es la certeza de que el análisis de cada trayectoria se realiza con discretizaciones adecuadas.

En la Fig. 1 podemos ver dos *screenshots* de nuestra aplicación **STrack** para diferentes partes de la discretización de trayectorias. En particular, la cantidad de trayectorias elegida es 15 y se muestra el primer cuadro (inicialización) y luego de 80 cuadros. En <http://www.youtube.com/watch?v=o53t0tD2MFU> puede encontrarse el video de una discretización completa realizado por los autores.

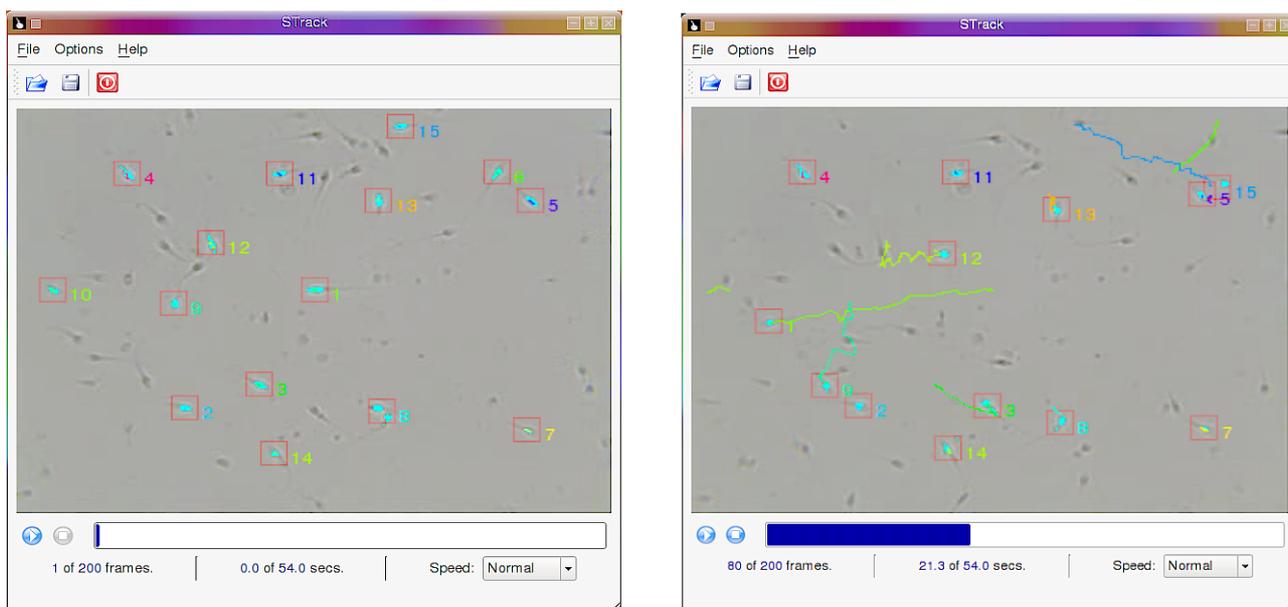


Figura 1: Tracking de trayectorias (a) luego de la inicialización (primer cuadro), y (b) luego de 80 cuadros.

3. Análisis Fractal de Trayectorias

La caracterización fractal de objetos geométricos ha sido objeto de un intenso estudio desde que tres décadas atrás su uso fuera impulsado por B. Mandelbrot. Por dicha razón es posible conjeturar que para objetos como los de nuestro trabajo, trayectorias de espermatozoides, las herramientas desarrolladas para determinar dimensión fractal de curvas deberían ser adecuadas. En particular, la denominada *dimensión del compás* ha sido exitosamente aplicada para caracterizar objetos naturales como costas, ríos, fronteras, etc. La dimensión del compás consiste en realizar la regresión en un espacio logarítmico de la longitud de la curva rectificadas con una poligonal de lado l , en función del lado l :

$$D_c = \lim_{l \rightarrow 0} \frac{\log(\text{long}(l))}{\log(1/l)}.$$

Mortimer et. al. (1996) proponen una definición alternativa que tiene en cuenta además la cantidad n de muestras en la trayectoria y la extensión planar d del rectángulo que contiene propiamente a la misma:

$$D_m = \frac{\log(n)}{\log(n) + \log(d/l)}.$$

Los autores no realizan ningún tipo de regresión, lo cual es metodológicamente cuestionable. De todas maneras, sus resultados muestran que para trayectorias superactivadas se observa que $D_m \geq 1.3$, mientras que para no superactivadas el valor está debajo de 1.2 (con excepción de trayectorias circulares), lo cual es un buen indicador de que la caracterización fractal puede ser un criterio robusto para clasificar la motilidad.

Como parte de este proyecto, estudiamos otras dos caracterizaciones de la dimensión fractal. La primera de ellas es la conocida dimensión *box* o dimensión de ocupación, la cual es la regresión espacio logarítmico de la cantidad n de cuadrículas de lado l visitadas por la trayectoria, en función del lado l :

$$D_b = \lim_{l \rightarrow 0} \frac{\log(n(l))}{\log(1/l)}.$$

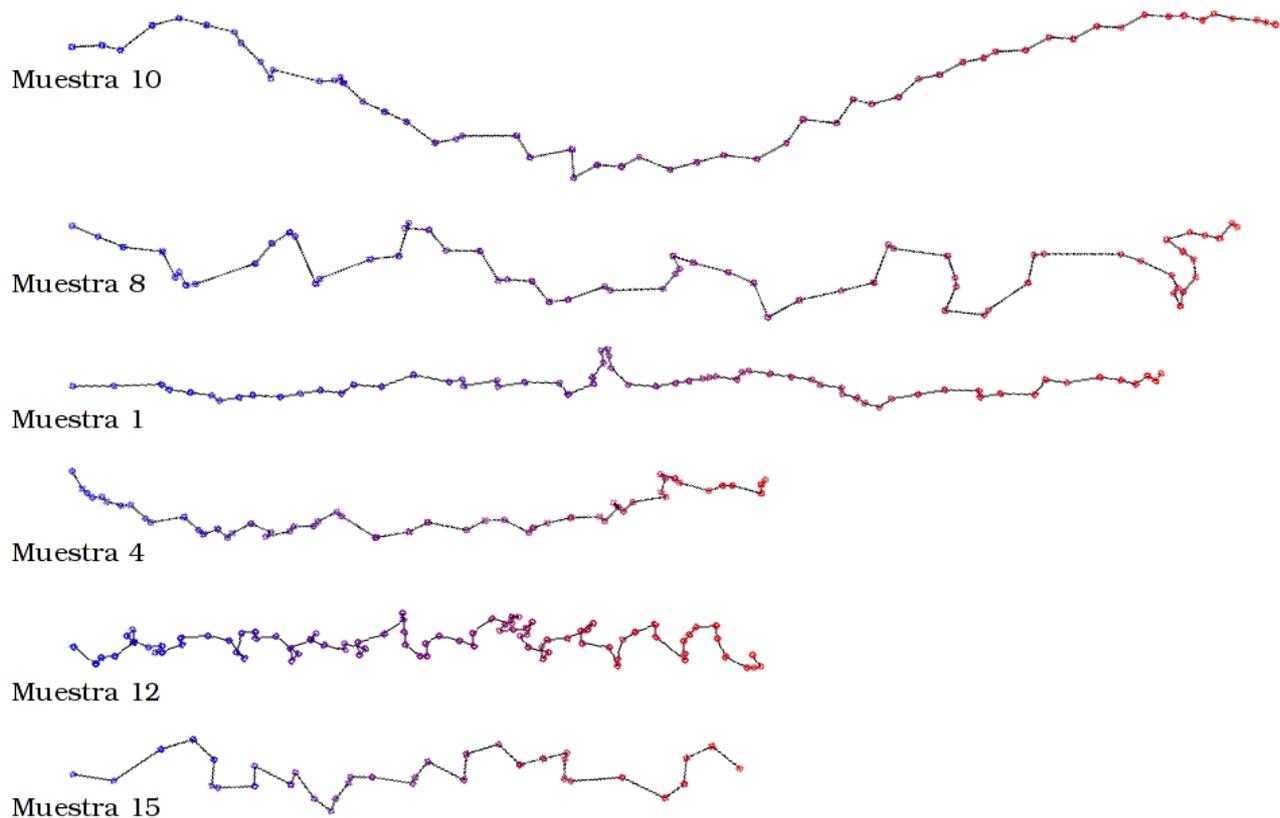


Figura 2: Tracking de trayectorias obtenidas, identificadas cada una por su número.

La segunda caracterización tiene en cuenta la dependencia del nivel de detalle de la trayectoria en función de la frecuencia de muestreo del video, y por lo tanto es una regresión espacio-temporal en un espacio logarítmico de la longitud de la curva discretizada con un tiempo de muestreo t :

$$D_t = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{\log(\text{long}(t))}{\log(1/t)}.$$

Todas estas regresiones se realizan por cuadrados mínimos y hasta el límite práctico de un pixel de distancia y un cuadro de tiempo de muestreo. En la Fig. 2 se muestran algunas trayectorias elegidas para su estudio, y en la Tabla 1 se consignan los resultados de aplicar estas dos metodologías de dimensión fractal.

4. Conclusiones y Trabajo Futuro

Presentamos los resultados intermedios tendientes a la determinación automatizada de fertilidad de muestras de espermatozoides obtenida a partir del análisis de videos. Para obtener discretizaciones adecuadas de las trayectorias se implementó un algoritmo de *tracking* de trayectorias de espermatozoides en secuencias de video. Asimismo se investigaron otras posibles dimensiones fractales para realizar la determinación de motilidad hiperactivada a partir de las trayectorias. Los resultados hasta ahora son promisorios, restando la contrastación de nuestro método con los métodos tradicionales.

Los pasos siguientes de este trabajo consisten en automatizar el sembrado del algoritmo de tracking, para poder analizar la mayor cantidad posible de trayectorias en un video (incluyendo

Trayectoria	D_t	D_b
10	1.13911	1.01489
8	1.20840	1.07117
1	1.14355	1.05294
4	1.17517	1.03801
12	1.27538	1.18789
15	1.35917	1.11135

Tabla 1: Valores de D_t y D_b para las trayectorias de la Fig. 2.

aquellas que corresponden a espermatozoides que entran dentro de área analizable en un cuadro intermedio). Esto permitirá realizar una estadística del porcentaje de trayectorias clasificadas como hiperactivadas, y finalmente decidir acerca de la fertilidad potencial de la muestra.

5. Bibliografía

- Boyers, S.P., Davis, R.O. and Katz, D.F. (1989).** Automated semen analysis. *Curr. Problems Obstet. Gynecol. Fertil.*, XII, 167-200.
- Burkman, L.J. (1991).** Discrimination between nonhyperactivated and classical hyperactivated motility patterns in human spermatozoa using computerised analysis. *Fertil. Steril.*, 55, 363-371.
- Davis, R.O. and Siemers, R.J. (1995).** Derivation and reliability of kinematic measures of sperm motion. *Reprod. Fertil. Dev.*, 7, 857-869.
- Katz, MJ. (1988).** Fractals and the analysis of waveforms. *Comput. Biol Med.*, 18, 145-156.
- Mandelbrot, B.B. (1983).** *The Fractal Geometry of Nature.* W.H.Freeman and Company, New York.
- Mortimer, S.T. and Mortimer, D. (1990).** Kinematics of human spermatozoa incubated under capacitating conditions. *J. Androl.*, 11, 195-203.
- Mortimer, S.T., Swan, M.A. and Mortimer, D. (1996).** Fractal analysis of capacitating human spermatozoa. *Human Reproduction* vol.11 no.5 pp. 1049-1054, 1996.
- Mortimer, S.T. and Swan, MA. (1995).** Kinematics of capacitating human spermatozoa analysed at 60 Hz. *Hum. Reprod.*, 10, 873-879.
- Salvatelli, A., Caropresi, J.L., Delrieux, C., Izaguirre, M.F. and Casco, V. (2007).** Cellular Outline Segmentation using Fractal Estimators. *Journal of Computer Science and Technology* Vol. 7, No. 1, págs. 14-22, ISSN 1666-6046.

Semantic Based Visualization: A first approach

Martín Larrea, Sergio Martig, Silvia Castro

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación

Laboratorio de Investigación en Visualización y Computación Gráfica - Universidad Nacional del Sur

{ml, srm, smc}@cs.uns.edu.ar

Tel. 54-291-4595135 Fax. 54-291-4595136

Bahía Blanca, CP 8000, Argentina

ABSTRACT

Visualization is the process of mapping data into visual dimensions to create a visual representation to amplify cognition. Visual representations are essential aids to human cognitive tasks and are valued to the extent that they provide stable and external reference points upon which dynamic activities and thought processes may be calibrated and upon which models and theories can be tested and confirmed. The active use and manipulation of visual representations makes many complex and intensive cognitive tasks feasible. A visual representation is able to convey relationships among many elements in parallel and provides an individual with directly observable memory. A successful visualization allows the user to gain insight into the data, in other words to communicate different aspect of the data in an effective way. Even with today's visualization systems that give the user a considerable control over the visualization process, it can be difficult to produce an effective visualization. To obtain useful results, a user had to know which questions to pose. Problems had to be framed in very precise terms. A strategy to improve this situation is to guide the user in the selection of the parameters involved in the visualization. Our research goal is the design of a visualization system that assist the user to do the work, by considering the semantic of the data together with the semantic of the stages through all the visualization process.

Keywords: Semantic, Visualization pipeline.

1. INTRODUCTON

The visualization challenge is to find a visual metaphor that the user can understand and perceive effectively [1] [2] [3], and to provide interaction methods [4] that make it possible for the user to work with and probe the data as effectively and effortlessly as possible. Computer technology allows the exploration of big information resources. Huge amount of data are becoming available on networked information systems, ranging from unstructured and multimedia documents to structured data stored in databases. On one side, this is extremely useful and exciting. On the other side, the ever growing amount of available information generates cognitive overload and even anxiety, especially in novice or occasional users. While computational power has increased exponentially, the ability to interact with useful information has only increased incrementally. In recent decades, the exponential increase in computing power has allowed many more questions to be posed and more complex problems to be addressed. Information is now massive, disparate, and disorganized. The dimensionality of data has also increased, requiring greater effort to identify and comprehend relationships relevant to a particular analytic task.

Nowadays, a wide diversity of user access, extract, and display information that is distributed on various sources, which differ in type, form and content. In many cases the users have an active control over the visualization process but even then it is difficult to achieve an effective visualization. For example, since the goal of visualization is to provide a representation which helps them to interpret their data or to communicate meaning, it is important that the mapping from physical to perceptual dimensions be under control. A strategy to improve this situation is to guide the user in the selection of the different parameters involved in the visualization. The Visualization field has matured substantially during the last decade; new techniques have appeared for different data types in many domains. With the use of visualization becoming more generalized, a formal understanding of the visualization process is needed [15] [16].

2. PREVIOUS WORK

2.1 RULE-BASED ARCHITECTURE EXAMPLE

PRAVDA (Perceptual Rule-Based Architecture for Visualizing Data Accurately) [5] is a rule based architecture for assisting the user in making choices of visualization color parameters. This architecture provides sets of appropriate choices for visualization based on a set of underlying rules [6] [7] which are used to constrain operations *i.e.*, selecting a colormap. Rules incorporate information about data, which is called metadata, such as minimum, maximum, or spatial frequency, and also information supplied by the user. This architecture also provides for linkages between rules that control different visualization operations, with a choice of parameters for one operation constraining choices that are available for others. For example, if the user selects a colormap, that information is fed back to the operation for selecting contour lines, where rules constrain the parameters of the contour lines depending on which colormap has been selected. Hence, if the contour lines are superimposed over a dark region, as defined by the colormap, legibility rules would constrain the set of color choices to those offering sufficient luminance contrasts to be detectable. This network of linked operations guides the user through the complex design space of visualization operations. The key element in this rule based architecture is the use of metadata; system provided metadata, as data type, data range, metadata computed by algorithm, as spatial frequency, and metadata provided by the user. These metadata would, for example, represent the dynamic range of the data or the geometric relationships between objects in the scene.

2.2 SEMANTIC IN THE VISUALIZATION

The papers [17] [18] [19] [20] and [21] are good examples of how semantic information is integrated into visualization tasks. However in all these examples the role of the semantic is to improve the integration, querying and description of the data in the visualization; in none of these cases the semantic associated with the data is used to create the visualization. Only in [14] we can find a first approach to the use of semantic as an aid to create the visualization. The work done there defines a customizable representation model which allows the biologist to change the graphical semantics associated to the data semantics. The representation models are based on an XML implementation; such models are based on an XML Schema definition that prescribes the correctness of the model and provides validation features. Unfortunately this work is only intended for biological use; does not take advantage of the RDF or OWL representation and doesn't include any reasoning process with the semantic information.

3. VISUALIZATION PROCESS

The different visualization models presented in the last years cover partially the aspects of the exploration process; Upson [8] and Card [9] models give an overview of the visualization process but do not offer enough details for the user exploration. Chi model [10] does not describe properly the interactions and Chuah and Roth model [11], presents a detailed definition of the interactions, but does not seem to be enough to cover all the possible applications. In order to overcome these problems we have developed a model that represents all the visualization process stages and the interactions between them and the user. The "Unified Visualization Model" [12] was developed to create an unified conceptual framework, independent from the data domain. This model takes under consideration the characteristics of all visualization areas. The unified model focuses on the visualization processes as well as in the data stages. In this model, the user's interactions play a central point, because it is the user who interacts with the visualization and, based on his/her interpretations of the representation, modifies the image to steer the calculation, remap the data representation in order to better understand its structure, or create a visualization which highlights a particular feature.

This model is represented by stages along a flow, the flow represent the transformations of data. Each stage is a data stage and the edges are the transformations to move from one stage to the next. The unified model considers five stages and four transformations. The transformations and the stages along this flow reflect the user interaction on the visualization process. We present now a brief description of the stages and transformation in the Unified Visualization Model.

The “Unified Visualization Model”	
Stages	Transformations
Stage “Raw data” Data from the application domain.	Transformation “Raw data to Abstract Data” This transformation allows the user to select the data he/she wants to visualize. After the selection, the data moves from the data domain representation to an inner and manageable structure.
Stage “Abstract Data” Data to be potentially visualize by the user. Besides this data the user also has the metadata created in the previous transformation.	Transformation “Abstract data to Data to be Visualize” From the “Abstract data” stage the user will select all the data that will be visualized.
Stage “Data to be Visualize” Data that will be visualized. It can be a subset of the “Abstract data”	Transformation “Visual Mapping” This transformation allows the user to specify how he/she wants to visualize all the data in the previous stage. All the necessary structures to support the spatial substrate, the visual elements and their attributes are created from this transformation.
Stage “Visual Mapped Data” Data to be visualized along with all the necessary information for its visual representation.	Transformation “Visualization Transformation” This transformation allows the creation on screen of all the data in the “Visual Mapped Data”. This will usually include the application of some visualization technique that supports all the restrictions imposed in the “Visual Mapping” transformation.
Stage “Visualize data” This is the result from the visualization process. This is the starting point for the user to begin his/her visual exploration and navigation process.	

4. OUR GOAL

The user is an active participant in the visualization process, and the goal of visualization is to present data in a way which helps him/her identify trends, features and patterns, generate hypotheses, and assign meaning to visual information on screen. Our goal is to develop a visualization model that considers the semantic of the data and of the different stages in the visualization process. This model will transform data into information; according to Keller and Tergan [13], “information is data that has been given meaning through interpretation by way of relational connection and pragmatic context”. The information is the same only for those people who attribute to it the same meaning. This ‘meaning’ can be useful, but does not have to be. Information may be distinguished according to different categories concerning, for instance, its features, origin and relations. By making these considerations, the visualization process will be able to determinate the characteristics of an effective visualization guiding the user through the different stages. The metadata will define a higher level characterization of the data which provides a higher level interface to the user, and a higher level input to visualization rules. All the data from the different application domains will be categorized according to [9].

At present, we are surveying the visualization techniques and the different data models and interactions involved. For each technique we will study its interactions under representative application domains. All these techniques will be analyzed in the context of the “Unified Visualization Model” [12]. Taking all this into account we will begin to define the semantic of the stages involved in the visualization process. Our goal is to define an unified semantic for the data

model and the process involved. We have concluded that the first stage of the “Unified Visualization Model”, the raw data, will include an XML representation of the input data and with this the associated semantic; both RDF and OWL are being considered for the XML representation. All the final and intermediate results will be published.

This work is in progress at the “Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Visualización y Computación Gráfica”, Computers Sciences and Engineering Department, Universidad Nacional del Sur. This work is closely related with the next research projects:

- “Representaciones Visuales e Interacciones para el Análisis de Grandes Conjuntos de Datos (24/N02015)”. Directora: Dra. Silvia Castro.
-
- “Herramientas de Visualización para la exploración de Datos (24/ZN12)”. Director: Sergio Martig.
- “Desarrollo de Herramientas Inteligentes para la Web Semántica (PICT año 2003 Nro 15043)”. Director: Guillermo Simari.
- “Sistemas Inteligentes para apoyo a los Procesos Productivos”, Subproyecto Servicios de WEB e Inteligencia en la WEB, (PAV año 2003 Nro. 00076).

In conclusion we consider that a visualization process model with its proper interactions is not enough to assure an effective visualization. To achieve this, a meta-data model for the visualization process, visualization stages, data and interactions also need to be developed.

4. ONTOLOGY OF COLORMAP

Our first step into the creation of a semantic based visualization is the definition of an ontology for colormap selection. This ontology will include the concepts of color, transparency, colormap, and internationalization. We will migrate the taxonomy presented in [5] into an ontology and enhanced with color and internationalization information. The work done in [5] gave us color properties based on the data type and its spatial frequency, i.e. luminance, hue, saturation; we will introduce the concept of color and how it is related to the data and its semantic into the ontology as well.

For example, let's take a data set that represents test scores; the semantic may state that this information is between 1 and 10, it is an ordinal data type, below 4 is bad and above 5 is good, and we know that this visualization is taking place in Argentina. In this case, the system, through the ontology, could establish that variations of green could be used for the “good” values and variations of red for the “bad” ones; because it is an ordinal data type the color map will not be continuous. The concepts of “good” and “bad” will be part of the ontology and will be associated with the colors green and red respectively under a specific internationalization i.e. “West Culture”.

5. ACKNOWLEDGMENTS

This work was partially supported by the PGI 24/N020 and 24/ZN12, Secretaría de Ciencia y Tecnología of the Universidad Nacional del Sur (SECyT, UNS) and the PICT 2003 N° 15043, Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.

6. REFERENCES

- [1] Bertin, J. “Semiology of Graphics”, 1967, reprinted by University of Wisconsin Press, Madison, WI, 1983.
- [2] Tufte, E. “The Visual Display of Quantitative Information”. Connecticut: Graphics Press, 1983.
- [3] Cleveland, W.S. “The Elements of Graphing Data”, Monterey, California: Wadsworth, Inc., 1991.

- [4] Baecker, R. M. and Buxton, W. A. S., “Readings in Human-Computer Interaction”, San Mateo CA., Morgan Kaufmann Publishers, 1995.
- [5] Bergman, L. D., Rogowitz, E. B., Treinish, A. L., “A Rule-based Tool for Assisting Colormap Selection”. IBM Thomas J. Watson Research Center, Yorktown Heights, NY.
- [6] Rogowitz, E. B., Treinish, A. L., “Data Structures and Perceptual Structures”. SPIE – The International Society for Optical Engineering. February 1993. Volume 1913.
- [7] Rogowitz, E. B., Treinish, A. L., “Using Perceptual Rules in Interactive Visualization”. SPIE – The International Society for Optical Engineering. February 1993. Volume 2179.
- [8] Upson, C., Faulhaber, T., Kamins, D., Laidlaw, D., Schlegel, D., Vroom, J., Gurwitz, R., van Dam, A., “The application visualization system: A computational environment for scientific visualization”. CG&A, IEEE, 9(4):30–42, 1989.
- [9] Card, S., Mackinlay, J., Shneiderman, B., “Readings in Information Visualization – Using Vision to Think”, Morgan Kaufmann, 1999.
- [10] Chi,E.; “A Taxonomy of Visualizations Techniques using the data state reference model”, InfoVis 2000, pp. 69-75. IEEE Publishers, 2000.
- [11] Chuah, M.C., Roth, S.F., “On the Semantics of Interactive Visualizations”, Proceedings of the INFOVis 96, pp. 29-36. IEEE Publishers, 1996.
- [12] Martig, S., Castro,S., Fillottrani, P. & Estévez, E., “Un Modelo Unificado de Visualización”. Proceedings, pp. 881-892, 9º Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Oct.2003. Argentina.
- [13] Keller T, Tergan S-O. Visualizing knowledge and information: an introduction. In: Tergan S-O and Keller T (Eds). Knowledge and Information Visualization: Searching for Synergies. Lecture Notes in Computer Science LNCS 3426. Springer: Berlin, Heidelberg, New York, 2005; 1-23.
- [14] Semantics of a networked world: Semantic Visualization of Biochemical Databases (Paris, 17-19 June 2004, revised selected papers) ICSNW 2004 : international IFIP conference N°1, Paris , FRANCE (17/06/2004) 20041973, vol.3226, pp.199-214. ISBN 3-540-23609-0.
- [15] Brodlie, K. W., Duce, D. A., Duke, D. J. and al., e. Visualization Ontologies: Report of a Workshop held at the National e-Science Centre, Report e-Science Institute, 2004.
- [16] D. J. Duke , K. W. Brodlie , D. A. Duce, Building an Ontology of Visualization, Proceedings of the conference on Visualization '04, p.598.7, October 10-15, 2004
- [17] Zhao Xu, Huajun Chen, Zhaohui Wu: Applying Semantic Web Technologies for Geodata Integration and Visualization. ER (Workshops) 2005: 320-329
- [18] Richard Potter, Helen Wright: An Ontological Approach to Visualization Resource Management. DSV-IS 2006: 151-156
- [19] Kalogerakis, E., Christodoulakis, S., and Moutoutzis, N. 2006. Coupling Ontologies with Graphics Content for Knowledge Driven Visualization. In *Proceedings of the IEEE Conference on Virtual Reality* (March 25 - 29, 2006). VR. IEEE Computer Society, Washington, DC, 6
- [20] Nguyen, T. D., Ho, T. B., and Nguyen, D. 2002. Data and Knowledge Visualization in Knowledge Discovery Process. In *Proceedings of the 5th international Conference on Recent Advances in Visual information Systems* (March 11 - 13, 2002). S. Chang, Z. Chen, and S. Lee, Eds. Lecture Notes In Computer Science, vol. 2314. Springer-Verlag, London, 311-322
- [21] Weng, Z. M. and Bell, D. 1998. Integrating Visual Ontologies and Wavelets for Image Content Retrieval. In *Proceedings of the 9th international Workshop on Database and Expert Systems Applications* (August 26 - 28, 1998). DEXA. IEEE Computer Society, Washington, DC, 379.

Tratamiento de imágenes digitales y video. Visión y Reconstrucción 3D.

**Claudia Russo, Federico Cristina, Sebastián H. Dapoto, Javier Vegas,
Verónica Artola, Marcelo Naiouf, Javier Giacomantone, María José Abásolo**

**Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)
Facultad de Informática – UNLP**

{crusso, fcristina, sdapoto, jvegas, vartola, mnaiouf, jog}@lidi.info.unlp.edu.ar, mjabasolo@uib.es

CONTEXTO

Esta línea de Investigación forma parte del Subproyecto “Tratamiento de imágenes digitales y video. Visión 3D”, dentro del Proyecto “Algoritmos Distribuidos y Paralelos. Aplicación a Sistemas Inteligentes y Tratamiento Masivo de Datos” del Instituto de Investigación en Informática LIDI, acreditado por la UNLP en el marco del Programa de Incentivos. Asimismo se integra a un proyecto financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI). Este último, se inicio en el año 2007 y ha sido renovado durante el periodo 2008.

RESUMEN

La línea de investigación presentada se centra en el estudio y desarrollo en temas relacionados con software para tratamiento de imágenes y video, reconstrucción 3D y diseño y programación de interfaces gráficas en 3D, especialmente aplicados a problemas de tiempo real. Por otro lado, también se realiza una investigación sobre técnicas de análisis de tipologías edilicias.

Los temas de base abarcan aspectos clásicos referidos al tratamiento de imágenes tales como el estudio y optimización de técnicas disponibles de detección de bordes, segmentación de imágenes, reconocimiento de patrones, estimación de movimientos y flujo óptico, cálculos de trayectoria, velocidad y aceleración de objetos.

Resulta de interés en el área de procesamiento de imágenes el tratamiento de video en tiempo real para el análisis de información proveniente de la trayectoria de los objetos capturados.

En el área de visión 3D, el énfasis está puesto en el estudio, investigación y desarrollo de aplicaciones en campos como la arquitectura y la arqueología, donde resulta muy útil contar con métodos rápidos y flexibles para adquirir información 3D a partir de una escena real. El diseño de ambientes 3D es utilizado como interfaz gráfica de otras aplicaciones valiéndose del uso de la Realidad Virtual.

Keywords: *Imagen, Video, Reconstrucción 3D, Procesamiento de Imágenes, Reconocimiento de Patrones, Visión, Interfaz gráfica, reconstrucción 3D.*

1.INTRODUCCION

A medida que las comunicaciones digitales se imponen cada vez más en el mundo actual, el procesamiento y análisis digital de señales (en particular el tratamiento de imágenes) adquiere un interés especial ya que constituye la base para muchas aplicaciones importantes como la medicina, televisión digital, Internet, multimedia, video digital, reconstrucción en 3D, entre otras [1].

Una señal, en forma simplificada, se puede entender como cualquier mecanismo que es empleado para transmitir información. Algunos ejemplos de señales son: un faro, ondas electromagnéticas enviadas por un radar, señales de humo, una onda de sonido viajando por el aire y ondas de la actividad del

cerebro captadas por un electroencefalograma. Una señal es una variable de una o más dimensiones que toma valores de acuerdo a otra variable, como por ejemplo el tiempo o el espacio.

Las señales pertenecientes al mundo real son continuas. Sin embargo, una computadora digital si bien puede trabajar con señales reales no puede hacerlo con señales continuas. Necesariamente las señales deben ser muestreadas y digitalizadas, y por lo tanto se convierten en una secuencia de números [2][3].

Una imagen es un caso particular de señal que puede ser digitalizada en forma de matriz. El procesamiento y el análisis de imágenes digitales nace en el momento en que se dispone de recursos tecnológicos para captar y manipular, en forma de matrices de valores, gran cantidad de información espacial [2][3].

Muchas disciplinas entre las que se encuentran el reconocimiento de patrones en tiempo real, el tratamiento y transmisión de video en tiempo real y la visión por computadora, requieren un importante esfuerzo en la investigación de algoritmos paralelos aplicables en áreas tales como: robótica, industria manufacturera, ingeniería forestal y medicina. Esto motiva la investigación y el desarrollo en temas relacionados con software para tratamiento de señales, especialmente en problemas de tiempo real.

Cuando el objetivo se centra en extraer y clasificar objetos que aparecen en la imagen se pueden utilizar varias técnicas de análisis, entre ellas las de reconocimiento estadístico de patrones y la utilización de reconocimiento adaptivo de patrones. Un aspecto de importancia es la determinación de métodos que permitan seleccionar tanto el conjunto de datos de diseño como de evaluación en los sistemas de reconocimiento de patrones. En particular, en bioinformática y en imágenes médicas es necesario evaluar sistemas de clasificación binaria [23], para lo cual se utilizan técnicas que facilitan el diseño y la visualización comparativa de los resultados como las curvas ROC (Receiver Operating Characteristics) [24]. Estas técnicas representan en muchos casos una solución apropiada a problemas complejos del mundo real, como el tratamiento de imágenes funcionales obtenidas mediante resonancia magnética nuclear (fMRI), que permiten determinar la actividad del cerebro humano ante estímulos predefinidos en el paradigma del correspondiente estudio médico [24]. Su investigación y optimización es un tema actual en la Ciencia de la Computación [4].

La rama de la informática conocida como procesamiento de imágenes digitales se ha hecho participe de numerosas y variadas aplicaciones que involucran las distintas etapas que van desde la formación, captación, muestreo, cuantificación, codificación y visualización de imágenes [2].

Puede decirse que el procesamiento de imágenes como tal comienza en los años 1950-1960 debido a la combinación de dos hechos: por una parte la aparición de las computadoras digitales y por otra los *Programas Espaciales*. El objetivo inicial era muy concreto: mejorar la calidad visual de dichas imágenes. En este contexto se ha avanzado en el estudio de técnicas de eliminación de ruido, “blurring”, entre otras [5].

De esta manera, aparecen los métodos de restauración de imágenes que utilizan filtros inversos. Con las técnicas de eliminación de ruido y restauración se desarrollan las denominadas técnicas de mejora de imágenes, aunque tanto la eliminación de ruido como la restauración pueden entenderse como técnicas de mejora.

Asimismo, ha habido un creciente interés en el estudio del problema de la restauración de súper-resolución de secuencias de video. Mientras que en el problema tradicional de resolución se dispone de una única imagen de entrada, en la tarea de la súper-resolución se trabaja a partir de múltiples imágenes submuestreadas y degradadas, y de esta manera se puede tomar ventaja de datos espacio-temporales adicionales disponibles en la secuencia de video [2][3].

Un problema común e importante que surge en las comunicaciones visuales es la necesidad de crear una secuencia de imágenes de video con resolución mejorada a partir de un stream de video fuente de menor resolución [6][7][8].

Un tema más, que se suele considerar parte del procesamiento, es la compresión de imágenes. Puede citarse que el comienzo de la compresión de imágenes se sitúa en 1950 cuando se solicita la patente del código predictivo. Sin embargo, surge la pregunta de por qué se puede considerar la compresión parte del procesamiento de imágenes. La razón es simple: por una parte la compresión era, al menos inicialmente, una forma de procesamiento orientada a que las imágenes ocupasen menos espacio para transmisión y almacenamiento. Con el paso del tiempo esta utilidad sigue vigente, pero además han surgido otras aplicaciones como la eliminación de artificios en imágenes y video comprimidos, un campo en continua expansión [9].

Si el procesamiento es necesario, una vez que este ha sido realizado se puede abordar el problema de *análisis de imágenes*. Lo que podríamos llamar una teoría general para el análisis de imágenes fue de aparición lenta ya que inicialmente los sistemas dedicados a ello fueron diseñados para tratar con clases de imágenes específicas y obtener descripciones específicas para esos dominios [2].

Uno de los aspectos más sorprendentes cuando se estudia la percepción humana es la capacidad del observador para determinar la estructura 3-D (*Visión 3D*) de los objetos a partir de patrones bidimensionales de luz [10][11].

Hoy en día existe un interés por comprender la capacidad de los algoritmos para poder derivar mediciones tridimensionales de alta precisión. Un tema actual es el de Reconstrucción 3D a partir de imágenes, generalmente capturadas por adquisidores ubicados en distintas posiciones. Una aplicación de esta línea de investigación es la reconstrucción de piezas como por ejemplo antropológicas, dentarias, etc. [12].

Los dispositivos escáner 3D permiten obtener modelos 3D de objetos, esculturas, edificios, yacimientos arqueológicos, zonas urbanas y paisajes naturales. Utilizan medios ópticos (como por ejemplo láser) proyectados en el objeto de interés. Actualmente existen en el mercado diversos equipos de escáner 3D pero el costo de los mismos es muy elevado y su portabilidad es en muchos casos reducida. La estereovisión o visión estereoscópica es un método de reconstrucción 3D a partir de fotografías que no requiere de ningún equipo especial sino que puede funcionar con cámaras de fotos standard.

Cuando se intenta evaluar una aproximación computacional para la percepción artificial de formas 3D es necesario tener en cuenta dos hechos. Por una parte, que existen numerosos atributos de la estructura 3D que potencialmente podrían estar representados en el sistema visual (curvatura, distancia relativa, orientación local, entre otras) cuyas dificultades computacionales no son las mismas, y por otra, que para la evaluación de las diferentes aproximaciones computacionales es necesario examinar la validez de las hipótesis subyacentes. Puesto que existen numerosas escenas que producen la misma imagen, todos los análisis computacionales de la percepción 3D deben restringirse a un conjunto de posibles interpretaciones suponiendo una serie de restricciones más o menos reales [13].

Ciertamente los modelos de los objetos contienen más información de la que normalmente los sensores pueden extraer de una imagen. Por ello se suele trabajar con un modelo parcial que se puede extraer tanto del modelo del objeto como de la imagen observada. En función de ese modelo parcial es posible realizar el reconocimiento [14][15].

Es de interés en el área de procesamiento de imágenes el tratamiento de video en tiempo real para el análisis de información proveniente de la trayectoria de los objetos capturados [16] [17][18][19].

Resulta claro que el tratamiento de las imágenes está asociado al procesamiento de grandes volúmenes de datos que las representan, así como computación intensiva. Este hecho motiva la posibilidad de paralelización de las aplicaciones.

LINEAS DE INVESTIGACION y DESARROLLO

- Captura y procesamiento de señales (imágenes, video, sonido).
- Tratamiento de señales en tiempo real.
- Tratamiento de imágenes. Técnicas para la Adquisición, Mejorado y Segmentación.
- Reconocimiento de Patrones. Métodos comparativos de evaluación de rendimiento.
- Clasificación no supervisada. Extracción de características.
- Técnicas de análisis de tipologías edilicias por reconocimiento de patrones con imágenes
- Optimización de técnicas disponibles (de detección de bordes, de segmentación de imágenes, de estimación de movimientos y flujo óptico, cálculos de trayectoria, velocidad y aceleración de objetos).
- Visión estereoscópica.
- Reconstrucción de modelos 3D basado en la combinación de cámaras estereoscópicas y la utilización de luz estructurada.
- Interfaz gráfica 3D para el diseño de modelos de simulación. Realidad Virtual.
- Herramientas de Realidad Virtual. Plug-In y API para Java. Diseño y programación de Interfaces Gráficas en 3D.
- Compresión de imágenes y video. Algoritmos para tratamiento de imágenes y video comprimido en tiempo real.
- Análisis de la migración de algoritmos a arquitecturas multiprocesador y la transformación de los algoritmos en soluciones paralelas.

3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

- Desarrollar soluciones a problemas específicos de procesamiento de imágenes y video, en particular en tiempo real.
- Se han desarrollado prototipos específicos en el ámbito del entrenamiento deportivo (fútbol y otros deportes), como el análisis de la trayectoria de un balón impulsado por un jugador con el objeto de interpretar y explicar físicamente la acción (aceleración, velocidades, altura máxima, rotación, etc). Se encuentra en la etapa de desarrollo la reconstrucción 3D del tiro capturado en un ambiente de simulación. Desarrollos realizados para la Empresa CN Sport.
- Otra aplicación en el ámbito deportivo la constituye el seguimiento de la trayectoria de un atleta a lo largo de un recorrido con marcas, con el objetivo de obtener (por ejemplo) el tiempo transcurrido entre marcas, y reproducir el mismo.
- Reconocimiento automático de texto Braille (herramienta para escanear un texto braille, reconocer automáticamente los caracteres y obtener el texto digital correspondiente, almacenarlo y recuperarlo en formato multimedial con distintos propósitos).
- Reconstrucción 3D a partir de fotogramas. Implementar el proceso de reconstrucción 3D a partir de una secuencia de imágenes extraídas de un video filmado con una cámara digital.
- Desarrollo de un sistema integral de hardware y software que permita la reconstrucción de modelos 3D basado en la combinación de cámaras estereoscópicas y la utilización de luz estructurada. Proyecto presentado al Programa de Cooperación Interuniversitaria e Investigación Científica AECI conjuntamente con el Departamento de Ciencias Matemáticas e Informática de la Universidad de Islas Baleares [20]

- Desarrollo de una Herramienta de Realidad Virtual. Plug-In y API para Java. Diseño y programación de Interfaces Gráficas en 3D. La herramienta permitirá diseñar ambientes 3D para ser utilizados como interfaz gráfica de otras aplicaciones [21] [22]

4. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

En esta línea de I/D se espera concluir una tesis doctoral en 2009, y se encuentran en desarrollo dos Tesinas de Grado referentes a segmentación de imágenes médicas, gráfica 3D herramienta de realidad virtual, plug-In y Api para java, diseño y programación en Interfaces Gráficas 3D. Se han concluido recientemente dos Tesinas, una en Reconocimiento de texto braille y otra en Segmentación de Imágenes Médicas.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Murat Tekalp, Digital Video Processing, Prentice Hall, 1995.
- [2] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Digital Image Processing (2nd Edition) (Hardcover), Prentice Hall; 2nd edition 2002).
- [3] John C. Russ, The Image Processing Handbook, Fourth Edition (Hardcover), CRC Press; 4th edition 2002
- [4] Lawrence H. Rodrigues, "Building Imaging Applications with Java(TM) Technology: Using AWT Imaging, Java 2D(TM), and Java(TM) Advanced Imaging (JAI) (Paperback)", Addison-Wesley Professional 1st Edition 2001.
- [5] Kenneth R. Castleman, Digital Image Processing (Hardcover), Prentice Hall; 1st edition, 1995.
- [6] Molina, R., Katsaggelos, A. K., y Mateos, J., "Multichannel Image Restoration using Compound Gauss-Markov Random Fields ", ICASSP 2000, 2000.
- [7] Molina, R., Nuñez, J., Cortijo, F. y Mateos, J., "Image Restoration in Astronomy. A Bayesian Approach", IEEE Signal Processing magazine, 2001.
- [8] Borko Furht, Joshua Greenberg, Raymond Westwater , "Motion Estimation Algorithms for Video Compression (The International Series in Engineering and Computer Science) (Hardcover)", Kluwer International, 1996.
- [9] Peter Symes, "Digital Video Compression (with CD-ROM)(Paperback)", McGraw Hill, 2004.
- [10] Yi Ma, Stefano Soatto, Jana Kosecka, S. Shankar Sastry , "An Invitation to 3-D Vision (Hardcover)", Springer, 2003.
- [11] Trucco, Alessandro Verri, "Introductory Techniques for 3-D Computer Vision (Paperback)", Prentice Hall; 1998.
- [12] Emanuele Trucco, Alessandro Verri, Introductory Techniques for 3D Computer Vision , Prentice Hall – 1998.
- [13] Arturo de la Escalera, Visión por Computador, Fundamentos y Métodos, Prentice Hall, 2001.
- [14] Ramesh Jain, Rangachar Kasturi, Brian G. Schunck, Machine Vision, Mac Graw-Hill Internacional Edition, 1995.

- [15] Akihito Yamada, Yoshiaki Shirai and Jun Miura. Tracking Players and a Ball in Video Image Sequence for Retrieving Scenes in Soccer Games, Dept. of Computer-Controlled Mechanical Systems, Osaka University. 2-1, Yamadaoka, Suita, Osaka 565-0871, Japan, 2000.
- [16] Alvaro Castromán & Ernesto Copello. Fútbol de Robots Uruguayo para Torneos. Tesis de Grado de la Carrera de Ingeniería en Computación. Facultad de Ingeniería - Universidad de la República – 2004.
- [17] Jinchang Ren, James Orwell and Graeme A. Jones. Digital Imaging, Estimating the Position of a Football from Multiple Image Sequences., Research Center, Kingston University. Penrhyn Road, Kingston upon Thames, Surrey, KT1 2EE, UK, 2003.
- [18] Jinchang Ren, James Orwell, Graeme Jones, Ming Xu. Digital Imaging , Real-time 3D Soccer Ball Tracking from Multiple Cameras, Research Centre, Kingston University. Surrey, KT1 2EE, U. K., 2004.
- [19] Xiao-Feng Tong, Han-Qing Lu, Qing-Shan Liu. An Effective and Fast Soccer Ball Detection and Tracking Method, National Lab. of Pattern Recognition, Inst. of Automation, Chinese Academy of Sciences – 2003.
- [20] Ron Kimmel, M. Bronstein, A. Bronstein. "Numerical Geometry of Images : Theory, Algorithms, and Applications". Springer.
- [21] Daniel Selman. " Java 3D Programming". Hanning.(A guide to key concepts and effective techniques).
- [22] Andrew Davison, “Killer Game Programming in Java”. O’Reilly. (Java Gaming & Graphics Programming)
- [23] Kim H.Y., Giacomantone J. O., Cho, Z. H. Robust Anisotropic Diffusion to Produce Enhanced Statistical Parametric Map, Computer Vision and Image Understanding, v.99, p.435-452 (2005).
- [24] Kim H.Y., Giacomantone J. O., A New Technique to Obtain Clear Statistical Parametric Map by Applying Anisotropic Diffusion to fMRI, IEEE, International Conference on Image Processing. Proceedings, Genova, Italy,v.3, p.724-727 (2005).

Prototipo de simulador de tráfico vehicular

F. Mayorano^a, J.P. D'Amato^a, A. Rubiales^a y P. Lotito^a

^aCONICET - Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro
7000 Tandil, Argentina
Tel/Fax: (02293)- 439690
{fmayoran, jpdamato, arubiale, plotito}@exa.unicen.edu.ar

1. Introducción

Durante las últimas décadas se ha visto un notable crecimiento en las investigaciones dedicadas a solucionar distintos problemas de transporte. Dentro de estos problemas, el desarrollo de sistemas de control vehicular se ha convertido en uno de los más estudiados. Este aumento de interés en los problemas de tránsito se debe al creciente aumento de vehículos, lo cual produce serios problemas de congestión en centros urbanos, además de efectos nocivos cada vez más notorios.

En la siguiente sección se describen los distintos modelos existentes para la representación del flujo vehicular. En la sección 3 se mencionan las modificaciones que se realizaron a dichos métodos sobre la base del modelo *car-following* para representar la dinámica de los vehículos. En la sección 4 se describe la manera de modelar la red de transporte. En la sección 5 se describe la representación gráfica implementada para visualizar el comportamiento del modelo de simulación. Finalmente, en la sección 6 se presentan las conclusiones y posibles trabajos futuros.

2. Modelos de flujo vehicular

La disponibilidad de modelos matemáticos que describan el fenómeno del flujo vehicular es un importante requisito para la aplicación de la teoría de control matemático. Para ello se han estudiado distintos enfoques para la simulación del tráfico. Estos enfoques se pueden separar en tres grandes ramas, los modelos macroscópicos, los mesoscópicos y los modelos microscópicos.

Los modelos macroscópicos se enfocan en captar las relaciones entre velocidad de los vehículos, flujo y densidad de tráfico. Estos modelos son continuos y utilizan ecuaciones diferenciales.

Los modelos mesoscópicos utilizan métodos estadísticos para expresar la probabilidad de que un vehículo se encuentre en cierto momento en una posición determinada.

Finalmente, los modelos microscópicos tratan de modelar el tránsito describiendo el comportamiento individual de cada uno de los vehículos. Este comportamiento se ve afectado por el comportamiento de los demás vehículos, lo que provoca que exista una interacción entre todos los vehículos que forman parte del sistema. Dentro de los modelos microscópicos, se destacan los modelos *car-following* [Papageorgiou, 1983] y los basados en autómatas celulares [Nagel, 2002].

En nuestro trabajo, se investigaron los distintos modelos, desarrollando un prototipo basado en el modelo *car-following*.

3. Dinámica de los vehículos

El modelo inicial que se utilizó para describir la dinámica de los vehículos es car- following. En este modelo se considera que los vehículos se mueven sobre una recta. La posición de cada uno de los vehículos queda determinada por su posición actual, la posición del vehículo precedente, y su velocidad:

$$x_n - x_{n+1} = L + S \dot{x}_{n+1}$$

L : largo del vehículo n

S : coeficiente de separación

En esta fórmula se asume que cada conductor ($n+1$) mantiene una distancia proporcional a su velocidad más una distancia L , que es la longitud del vehículo precedente (n). [Figura 3.1]

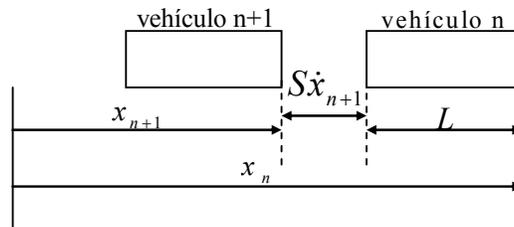


Figura 3.1: Representación de dos vehículos

Si diferenciamos la regla anterior obtenemos que la aceleración o desaceleración de un vehículo es proporcional a la velocidad relativa entre dicho vehículo y el que lo precede.

$$\ddot{x}_{n+1} = \frac{1}{S} (\dot{x}_n - \dot{x}_{n+1})$$

Definiendo un factor $\lambda = 1/S$ e introduciendo un tiempo τ de retraso de la respuesta obtenemos

$$\ddot{x}_{n+1}(t + \tau) = \lambda [\dot{x}_n(t) - \dot{x}_{n+1}(t)]$$

Si bien esto es suficiente para considerar algunos casos particulares, para lograr una mejor representación del comportamiento del flujo vehicular, se introdujeron una serie de parámetros propios a cada uno de los vehículos. Estos parámetros incluyen: velocidad máxima, aceleración máxima, desaceleración máxima, longitud del vehículo.

En nuestro modelo, la posición de un vehículo ahora está dada por una serie de reglas que incluyen la posición del vehículo que se encuentra adelante, la velocidad relativa entre los dos vehículos, la velocidad máxima posible, la máxima aceleración o desaceleración. A continuación se presente un pseudocódigo mostrando la nueva regla de movimiento.

```

si (posVehAdel - posVeh > (velVeh*(S+deltaT))) //debo acelerar
    velVeh := velVeh + (acelVeh*deltaT); //acelero al máximo
    //para no acelerar más que lo que me permite el vehiculo de adelante
    velVeh := Min(velVeh, (posVehAdel - posVeh - (velVeh*S))/deltaT);
sino //debo frenar
    velVeh :=
        Max(velVeh + (desacelVel*deltaT), (posVehAdel - posVeh - (velVeh*S))/deltaT);
velVeh := Min(maxVelVeh, velVeh); //para no sobrepasar la velocidad máxima

posVeh := posVeh + (velVeh*deltaT);
    
```

4. Descripción de la red de transporte

Los modelos de car following, como se puede observar, consideran el comportamiento de los vehículos sobre un único camino. Para la representación de un centro urbano, es necesario realizar modificaciones a dicho modelo para incluir una red (o grafo) en donde cada uno de los arcos representa una calle y los nodos del grafo representan una intersección. Esta representación permite modelizar cualquier tipo de red de transporte.

Desde el punto de vista del modelo utilizado, es necesario considerar que un vehículo que llega al final de una calle, en lugar de desaparecer del sistema, debe ingresar en alguno de las siguientes calles del sistema. Sólo aquellos vehículos que llegan al final de una calle que no tiene predecesores salen del sistema.

Otra modificación que se debe realizar en el modelo es la posibilidad de considerar varios carriles dentro de una calle. Cada uno de los carriles representa las vías que tiene una calle. Esta incorporación de carriles permite que un vehículo que viene con una velocidad mayor que su predecesor, pueda desplazarse a un carril de mayor velocidad para sobrepasar al vehículo lento. Además, esto permite modelar el comportamiento de cierto vehículo que tiene la necesidad de detenerse en algún punto del camino (por ejemplo para el transporte público de pasajero) o simplemente un vehículo que desea estacionar sobre el camino, sin provocar que todos los vehículos detrás de éste deben detenerse. En nuestro modelo, cuando un vehículo con cierta velocidad alcanza a otro vehículo que circula en el mismo carril pero se desplaza a una velocidad inferior, trata de cambiar a un carril de mayor velocidad para realizar el sobrepaso. Para cambiar de carril verifica previamente que la posición en donde se va a ubicar en el nuevo carril no está ocupada actualmente por otro vehículo. Si esto ocurre, el vehículo se posiciona en el nuevo carril (de mayor velocidad). También se brinda la posibilidad de que un vehículo se coloque en un carril de menor velocidad, para lo cual, también debe verificar que pueda colocarse en dicho carril.

En lo que respecta a las intersecciones, se modelaron los semáforos. Un semáforo indica, para cada instante de tiempo, los movimientos permitidos para cada una de las calles que llegan a la intersección. Cuando el semáforo da paso a los autos de una calle, dichos vehículos comienzan a acelerar de manera tal de cruzar a la siguiente calle (o salir del sistema), mientras que los vehículos de las otras calles que ingresan a la intersección, deben permanecer detenidos esperando que les toque su turno para avanzar.

Otra importante incorporación que se hizo en el modelo es considerar la propagación de las congestiones. Cuando una calle se bloquea, por cierto tiempo siguen entrando vehículos a dicha calle hasta que la calle se satura, en este momento, los vehículos de las calles predecesoras a ésta comienzan a verse afectados por la congestión, sin poder avanzar, más allá de que el semáforo los habilite para hacerlo.

En nuestro modelo de car-following modificado se implementaron todos los comportamientos antes mencionados para representar de la mejor manera el comportamiento que se observa en la realidad. Como se mencionó anteriormente, el sistema en su totalidad se mueve sobre una red de calles. Esta estructura, luego se adapta de acuerdo al sub-sistema que lo utiliza: el módulo de simulación requiere únicamente la información de cómo las calles se vinculan y la longitud [Figura 4.1]. El módulo visual, requiere una representación de la realidad de la calle para lograr un modelo más realista [Figura 4.2].

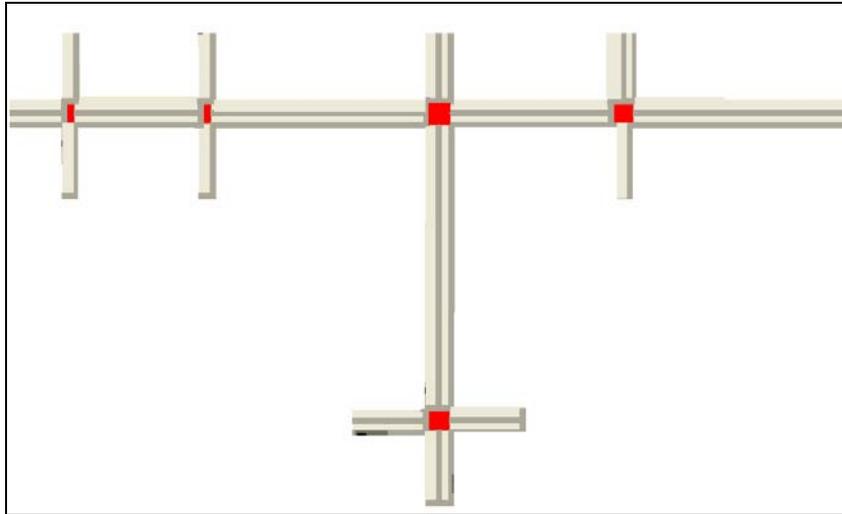


Figura 4.1: Representación utilizada por el simulador. En rojo se indican las intersecciones de calles

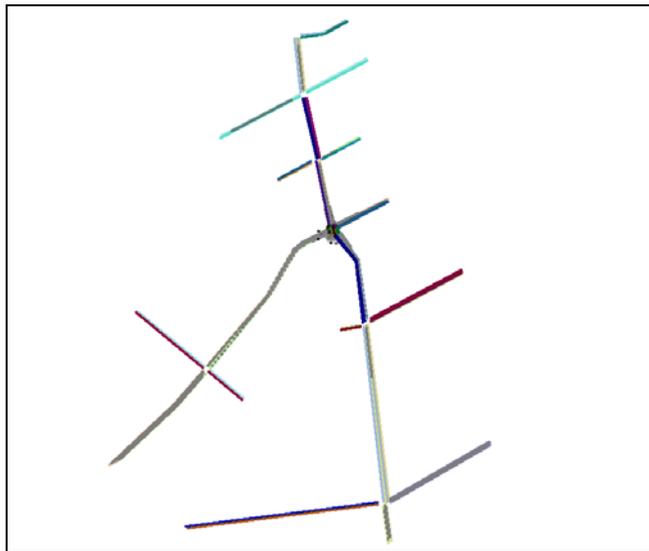


Figura 4.2: Representación utilizada por el visualizador 3D.

5. Visualización del simulador

Se ha recreado una sección de una ciudad mediante la configuración de una red de calles y la generación de un entorno 3D virtual, tal como se propone en [Tang, 2001]. Esta información, junto con el simulador, permite recrear una vista interactiva del escenario propuesto. Para el sub-sistema de visualización, se utilizó la tecnología desarrollada para [D'Amato, 2005].

En tiempo real, este módulo se alimenta con la posición y tipo de cada vehículo que se encuentra en el simulador. La visualización no se actualiza al mismo tiempo que la simulación; es por eso que al momento de representar las posiciones y direcciones de los vehículos dentro del entorno 3D, los datos se calculan mediante interpolación, en función de la posición actual y la anterior provistas por el simulador.

Con esta aplicación, el usuario puede seleccionar distintos puntos de observación del entorno, cambiar condiciones del día y rotar la vista. La salida de esta visualización, será en un trabajo futuro utilizada por un módulo de procesamiento de imágenes para el reconocimiento de vehículos en la escena. En la [Figura 5.1] se muestran distintos puntos de vista del escenario creado.



Figura 5.1: Puntos de vista de la escena

6. Conclusiones y trabajos futuros

Se ha desarrollado un prototipo de simulación microscópica mediante la aplicación del modelo car-following. Dicho enfoque ha sido complementado para poder representar el comportamiento de una red de transporte correspondiente a un centro urbano. Luego se desarrolló un entorno 3D para la visualización del tráfico. Esta visualización potencia la inspección ocular del simulador, y tiene el potencial de recrear situaciones interesantes como cruce de peatones, accidentes y similares.

La estrategia de desarrollo propuesta para el sistema ha facilitado la validación del modelo de simulación, obteniendo resultados coherentes y efectivos en poco tiempo, resultando ser fácilmente adaptable para representar distintos centros urbanos.

Este sistema tiene el objetivo claro de ser usado como prototipo del sistema real, con las facilidades que nos provee la simulación para reducir los costos de implantación.

7. Referencias

Papageorgiou M. "Applications of Automatic Control Concepts to Traffic Flow Modeling and Control", Springer, 1983.

Kai Nagel, "Cellular Automata Models for Transportation Applications", Springer, 2002

Tang W., Wan. T. "Synthetic Vision for Road Traffic Simulation in Virtual Environment", Intelligent Agents, Mobile Media and Internet Applications, 23-23 April 2001, Bradford UK

D'Amato Juan Pablo, Garcia Cristian, Vénere Marcelo "Editor de escenarios para aplicaciones de Realidad Virtual", en 34° Jornadas Arg. de Informática e Investig. Operativa, JAIIO 2005.

Caracterización de Conjuntos de Datos en Visualización*

Dana K. Urribarri

dku@cs.uns.edu.ar

Silvia M. Castro Sergio R. Martig

smc@cs.uns.edu.ar srm@cs.uns.edu.ar

Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Visualización y Computación Gráfica

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación

Tel: (0291) 459-5135 Fax: (0291) 459-5136

Universidad Nacional del Sur

Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina

Resumen

Contar con una taxonomía que clasifique los conjuntos de datos es una guía que asiste a la hora de elegir la técnica de visualización apropiada para determinado conjunto de datos. Las taxonomías de datos existentes en la literatura son presentadas desde un punto de vista estadístico. La importancia de definir una clasificación de los datos orientada a la visualización radica en la necesidad de asistir a los usuarios en la elección de técnicas o estrategias de visualización que se adecúen a sus propósitos.

Palabras Claves: visualización, conjuntos de datos, taxonomía, clasificación.

1. Introducción y trabajo previo

Dada la diversidad y el voluminoso tamaño de los conjuntos actuales de datos, la tarea de elegir una técnica de visualización adecuada no es sencilla. Un método de clasificación para los diversos conjuntos de datos brinda una primer aproximación en el camino de la elección de la técnica a utilizar.

Tamaño	Descripción	Bytes
Diminuto	Entra en un pizarrón	10^2
Pequeño	Entra en unas cuantas páginas	10^4
Mediano	Entra en un disquete	10^6
Grande	Entra en un disco rígido	10^8
Enorme	Necesita varios discos rígidos	10^{10}

Tabla 1: Clasificación de Huber

Desde un punto de vista estadístico, Huber ([5]) ha planteado una clasificación (Tabla 1) que divide los datos según su tamaño. Posteriormente Wegman ([6]) extendió la clasificación para contemplar

*El presente trabajo fue parcialmente financiado por PGI 24/ZN12 y PGI 24/N020, Secretaría General de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.

conjuntos de datos aún más grandes (Tabla 2). Sin embargo, estas dos clasificaciones tienen en cuenta solamente el tamaño en bytes del conjunto de datos y, en general, las técnicas de visualización son computacionalmente aplicables sólo dentro de los conjuntos de datos más pequeños. Una clasificación de los datos basada únicamente en su tamaño, no brinda suficiente información para elegir una técnica o estrategia de visualización acorde a los datos.

Tamaño	Descripción	Bytes
⋮	⋮	⋮
Monstruoso	Cintas magnéticas	10^{12}

Tabla 2: Extensión de Wegman

Por lo dicho anteriormente, es que resulta de suma importancia definir una clasificación de los datos *orientada a la visualización*. Una clasificación tal debe considerar aspectos adicionales más allá del tamaño en bytes, como por ejemplo cantidad de ítems de datos del conjunto, relaciones existentes entre diferentes ítems o cantidad de atributos, para que de esta forma, cada categoría brinde la información necesaria para estar en condiciones de preferir una técnica de visualización sobre otra.

2. Bases de la clasificación propuesta

Una clasificación de datos orientada a la visualización debe tener en cuenta al menos cinco aspectos: cantidad de objetos distintos, cantidad de ítems de datos, cantidad de atributos, cantidad de relaciones, y complejidad de los datos. Cada uno de estos aspectos determina alguna de las características deseables con la que debería contar la técnica más apropiada a utilizar en la visualización de dichos datos.

El desafío es encontrar métricas que, no solo permitan evaluar en forma sencilla cada uno de dichos aspectos, sino que también permitan una conveniente clasificación de los datos. Una clasificación debe ser conveniente en el sentido de que cada categoría brinde información relevante y suficiente para la visualización de los conjuntos ahí contenidos.

- Una medida que refleje la cantidad de ítems de datos permitirá determinar cuán importante es la escalabilidad de la técnica a utilizar.
- Una medida que refleje la cantidad de atributos dará la pauta de cuán necesaria es una técnica de visualización de datos multidimensionales.
- Una medida que refleje la cantidad de relaciones dirá cuán necesaria es, por ejemplo, una representación mediante grafos o si con alguna técnica que más simple es suficiente.
- La cantidad de objetos distintos a representar y la complejidad de los datos determinarán las interacciones que serán necesarias para explorar y analizar los datos.

Una taxonomía que permita diferenciar al menos estas características mínimas en los conjuntos de datos podrá dar pautas iniciales para ser una gran contribución al momento de

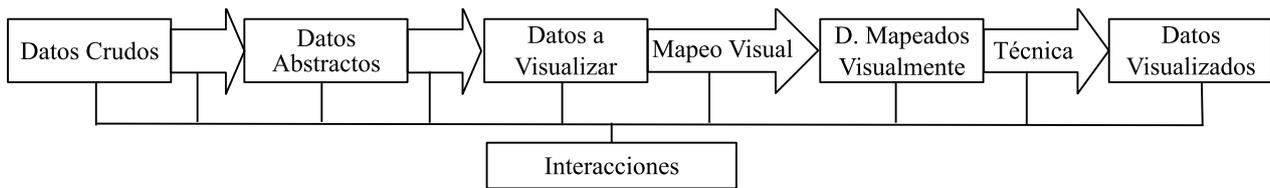


Figura 1: Modelo Unificado de Visualización

3. Clasificación en el contexto del MUV

El Modelo Unificado de Visualización (MUV [3]) refleja tanto los estados como las transformaciones intermedias que deben atravesar los datos desde que ingresan al sistema de visualización hasta que son finalmente visualizados (Figura 1).

El conjunto inicial de datos es el estado de Datos Crudos que, una vez seleccionado qué se quiere visualizar los datos pasan al estado de Datos Abstractos. En este estado se encuentran los datos potencialmente visualizables. Un subconjunto de este último conjuntos representa el estado de Datos a Visualizar, que son los datos que efectivamente estarán en la visualización. Una vez determinado el conjunto de Datos a Visualizar, la transformación de Mapeo Visual determina cómo se van a visualizar los datos: sustrato espacial, elementos visuales y atributos gráficos se emplearán en la visualización, dando lugar al estado de Datos Mapeados visualmente. Como última transformación, se aplica la Técnica (o transformación de Visualización) donde se definen demás elementos extras a la visualización de los datos (luces, colores, etc.) concluyendo en el estado final de los datos, Datos Visualizados o Vista.

Esta clasificación de los datos ayudará en el proceso de aplicación de las transformaciones de Mapeo Visual y eventualmente la transformación de Visualización. Dado un conjunto de datos, una vez determinado en qué categoría de la clasificación encuadra más acertadamente, es posible determinar con mayor facilidad qué elementos y atributos visuales son apropiados aplicar en cada caso.

4. Objetivos de la investigación

El objetivo de esta investigación es definir una clasificación de los conjuntos de datos orientada a la visualización. Una clasificación de estas características permitirá determinar técnicas de visualización aptas para cada categoría de datos, agilizando el proceso de elección de la técnica adecuada. Para cada categoría se buscarán conjuntos de datos representativos de las mismas, de forma que sea posible evaluar la validez y la efectividad de la taxonomía como soporte en el proceso de visualización.

Referencias

- [1] *Modern Information Retrieval*. Addison Wesley, first edition, 1999.
- [2] Stuart K. Card, Jock D. Mackinlay, and Ben Shneiderman. *Readings in Information Visualization Using Vision to Think*. Morgan Kaufmann, 1999.
- [3] Sergio Martig, Silvia Castro, Pablo Fillottrani, and Elsa Estevez. Un modelo unificado de visualización. In *IX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, octubre 2003.

- [4] Jürgen Symanzik. Interactive and dynamic graphics. In James E. Gentle, Wolfgang Härdle, and Yuichi Mori, editors, *Handbook of Computational Statistics. Concepts and Methods*, pages 293–336. Springer Verlag, 2004.
- [5] Antony Unwin, Martin Theus, and Heike Hofmann. *Graphics of Large Datasets: Visualizing a Million (Statistics and Computing)*. Springer-Verlag New York, Inc., Secaucus, NJ, USA, 2006.
- [6] E. Wegman. Huge data sets and the frontiers of computational feasibility. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, (4):281–295, 1995.

Visualización Progresiva de Terrenos en Dispositivos Móviles

Maximiliano J. Escudero

Silvia M. Castro

Sergio R. Martig

Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Visualización y Computación Gráfica

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación

Te: (0291) 4595135 Fax: (0291) 4595136

Universidad Nacional del Sur

Avenida Alem 1253

Bahía Blanca, CP 8000, Buenos Aires, Argentina

{mje, smc, srm}@cs.uns.edu.ar

Resumen

Tanto los Sistemas de Información Geográficos (GIS) como los de dispositivos móviles (GIS Móvil) crean nuevas oportunidades y desafíos para los usuarios brindándoles información de acuerdo a sus necesidades. Una capa de importancia dentro de un Sistema de Información Geográfico corresponde al sustrato geo-espacial dado que es la base para dicho sistema. Un modelo digital de elevación de terrenos debe brindar el soporte necesario para presentar un marco de referencia al resto del sistema. Habiéndose considerado diferentes alternativas para el modelado de terrenos y, dado que una de las características esenciales a tener en cuenta es la visualización progresiva del terreno, se concluyó que debería permitirse la transmisión de datos a un dispositivo móvil de manera progresiva a medida que el usuario requiriese mayor nivel de detalle (LOD) sobre un área de interés. Además, el uso de transmisión progresiva permite al usuario del modelo la visualización y la operación desde el comienzo de la transmisión sin tener que esperar por la recepción completa del mismo.

Keywords: GIS, GIS Móvil, Modelos de Terrenos, LOD, Transmisión Progresiva, Mallas Multi-resolución, TINs¹.

1. INTRODUCCION

Las técnicas actuales para el estudio y análisis de modelos de terrenos se concentran en soluciones dependientes de la vista permitiendo que puedan visualizarse en tiempo real ya que de otra manera no se alcanzaría una fidelidad adecuada. Esto tiene importancia para el caso de los desarrolladores de juegos o ingenieros de software que estén interesados en una visualización exacta de modelos de terrenos [6], como se puede observar en la figura 1. Para llevar a cabo esta tarea debemos concentrarnos en una herramienta que permita portar los datos relevantes dentro del proceso de visualización. Por esto, debemos pensar en una estructura de datos para el modelo digital de elevación de terrenos que permita tener diferentes niveles de resolución, con un costo relativamente bajo tanto para la transmisión de datos como para la visualización de los mismos.

¹TINs, según su sigla en inglés.

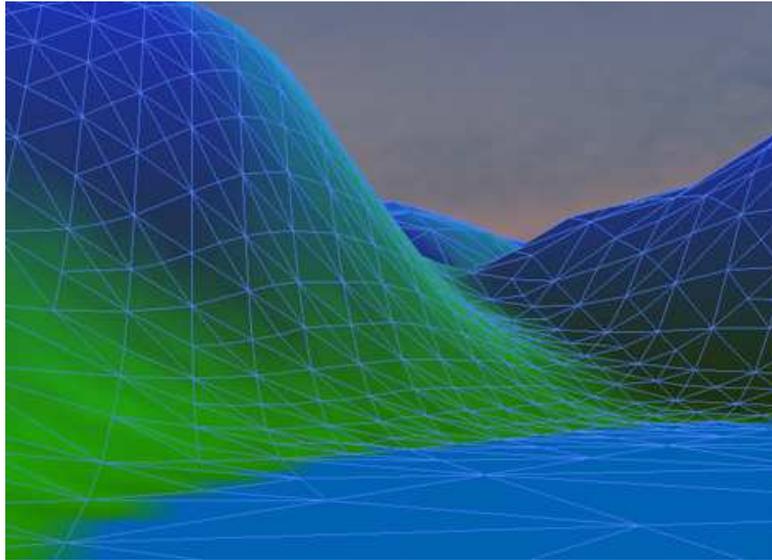


Figura 1: Ejemplo de un Modelo Digital de Elevación de Terreno

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo de investigación es el estudio y el desarrollo de un modelo de datos de terrenos para dispositivos móviles. Como objetivo particular se debe determinar un modelo digital de elevación de terrenos adecuado. En este sentido, se está trabajando con modelos que permiten representar los terrenos a distintos niveles de detalle. Como objetivo a largo plazo, este trabajo se puede integrar en un modelo completo de datos GIS [5, 8, 9, 2] para dispositivos móviles. En este caso deberán analizarse las distintas capas que comprenden un Sistema de Información Geográfica para poder llevar a cabo el diseño de un modelo integral para GIS móvil.

En la definición del modelo se deben tener presentes las limitaciones que imponen los dispositivos móviles. En este sentido debe notarse que se necesitan manejar grandes volúmenes de datos espacio-temporales en un entorno de computación altamente distribuido y que existe una gran diversidad de dispositivos móviles teniendo todos ellos un poder de procesamiento limitado y una pantalla de tamaño muy reducido. Por esto, es mandatorio crear un modelo de datos que funcione correctamente con las características mencionadas anteriormente.

3. ACTIVIDADES Y METODOLOGIA

Se debe profundizar en los modelos de datos adecuados para GIS y, en particular, en los aspectos relevantes de los modelos de datos espaciales para los GIS móviles. En este contexto se está trabajando sobre el modelo de datos para la capa de terreno siendo el objetivo la definición de dicho modelo. Dadas las características de los dispositivos que integran un sistema GIS móvil también es relevante tener en cuenta la usabilidad de dichos dispositivos; es necesario contemplar este aspecto y analizar las características de usabilidad de los mismos. Este trabajo será el fundamento para el diseño de un prototipo que tome como base el modelo de datos para terrenos propuesto y se integre en una interfaz usable. Esto se realizará usando una metodología de trabajo con un diseño centrado en el usuario.

3.1. Modelos Multi-resolución

Dentro del modelado de terrenos, nos encontramos con la necesidad de representar terrenos cada vez más grandes. Esto plantea problemas para encontrar esquemas de representación que puedan almacenar y transmitir de forma eficiente ese volumen de información. Las mallas poligonales son una de las técnicas más utilizadas para almacenar estos modelos. Existen distintas alternativas para almacenar modelos de terrenos entre las cuales se encuentran las mallas regulares y las mallas irregulares. Debido a que, las mallas irregulares se comportan mejor con las representaciones a gran escala y además son más precisas a la hora de tratar con la variabilidad de los terrenos, se está desarrollando un modelo en base a una alternativa de mallas irregulares, conocidas como **Redes Irregulares Trianguladas**. Un modelo TIN (ver figura 2) crea una red de triángulos almacenando la relación topológica de dichos triángulos. Esta permite que los modelos de superficies sean generados eficientemente para analizar y mostrar tanto terrenos como otro tipo de superficies.

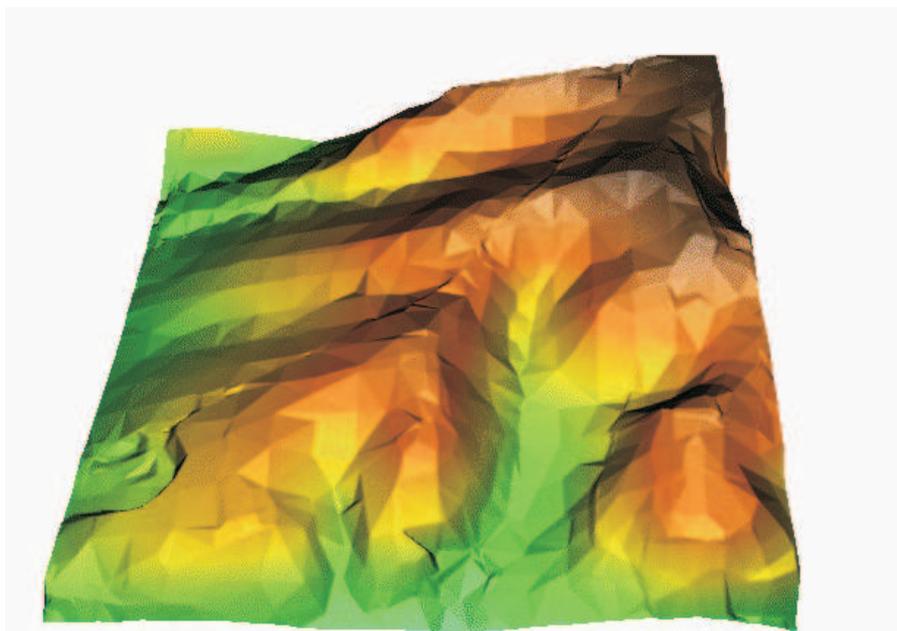


Figura 2: Red Irregular Triangulada

3.2. Transmisión Progresiva

Para resolver los problemas involucrados en la manipulación y la transmisión de mallas triangulares, en los últimos años se han propuesto métodos de simplificación de las mismas que permiten reducir el número de triángulos y, por lo tanto, el tiempo necesario para procesar y transmitir el modelo [7]. Estos métodos generan diferentes versiones de un mismo modelo, con distinto nivel de detalle, que pueden ser usadas conjuntamente como un modelo multi-resolución [3, 1, 6]. Con estos modelos se puede resolver el problema de la transmisión progresiva enviando, de menor a mayor complejidad, los distintos niveles de detalle que se tiene de un determinado objeto. Sin embargo, en general, la mayoría de estas representaciones se centran más en acelerar el proceso de visualización que en el proceso de transmisión del modelo, lo que puede provocar una transferencia redundante de información innecesaria.

Una primera propuesta para la transmisión progresiva real de este tipo de modelos multiresolución son las mallas progresivas [4] con las que se envía en una primera fase una aproximación de baja

calidad del modelo para después ir transmitiendo una secuencia de modificaciones (conocidos como **registros de modificación**) de la misma para ir refinando el modelo inicial; sin embargo, todos estos modelos están planteados para los sistemas tradicionales; es por eso que es necesario analizar las características de los mismos y considerar los elementos que deben tenerse en cuenta para la creación de un modelo multi-resolución adaptado a dispositivos móviles.

4. AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue parcialmente financiado por PGI 24/N020, PGI 24/ZN12, Secretaría General de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.

REFERENCIAS

- [1] M. Garland. Multiresolution modeling: Survey & future opportunities, 1999.
- [2] John E. Harmon and Steven J. Anderson. *The Design and Implementation of Geographic Information Systems*. John Wiley and Sons, Inc., 2003.
- [3] Paul S. Heckbert and Michael Garland. Multiresolution modeling for fast rendering. In *Proc. Graphics Interface '94*, pages 43–50, Banff, Canada, May 1994. Canadian Inf. Proc. Soc.
- [4] Hugues Hoppe. Progressive meshes. *Computer Graphics*, 30(Annual Conference Series):99–108, 1996.
- [5] P. Longley, M. Goodchild, D. Maguire, and D. Rhind. *Geographic Information Systems and Science*. Wiley and sons, Chichester, U.K., 2001.
- [6] David Luebke, Benjamin Watson, Jonathan D. Cohen, Martin Reddy, and Amitabh Varshney. *Level of Detail for 3D Graphics*. Elsevier Science Inc., New York, NY, USA, 2002.
- [7] E. Puppo and R. Scopigno. Simplification, lod and multiresolution - principles and applications, 1997.
- [8] Hanan Samet. *Applications of Spatial Data Structures: Computer Graphics, Image Processing, and GIS*. Addison-Wesley, 1989.
- [9] Hanan Samet. *The Design and Analysis of Spatial Data Structures*. Addison-Wesley, 1990.

Desafíos en el camino desde el Modelo Unificado Visualización hasta la construcción de visualizaciones

Sebastián Escarza Silvia Castro Sergio Martig

Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Visualización y Computación Gráfica
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación - Universidad Nacional del Sur
Av. Alem 1253 – 8000 – Bahía Blanca – Buenos Aires – Argentina
Tel: 4595101 - Interno: 2618
{se, smc, srm}@cs.uns.edu.ar

Resumen

La visualización constituye un área de investigación y desarrollo en la cual conviven una gran cantidad de técnicas heterogéneas. Dicha heterogeneidad se origina en la diversidad de necesidades del usuario, dominios de aplicación y conjuntos de datos. Aún así, muchos aspectos son compartidos. Este trabajo plantea la necesidad de identificar los aspectos comunes e integrarlos en un marco de desarrollo que permita a los usuarios, diseñadores y al software dialogar empleando un mismo conjunto de conceptos. Para ello, nuestra propuesta toma las definiciones de un modelo teórico de referencia y propone instanciarlas para concretar su implementación como componentes de software.

Palabras Clave: Visualización – Modelo de referencia

Introducción

Visualización es el área que agrupa las técnicas y metodologías destinadas a construir representaciones visuales que permitan brindar al usuario un modo diferente de percibir el conjunto de datos con el que está trabajando.

El espacio en el cual se plantean las visualizaciones puede pensarse como uno de alta dimensionalidad dominado por cuatro factores principales: las necesidades del usuario que se traducen en los requisitos que deberá cumplir la visualización, los dominios de aplicación para los cuales se construyen las visualizaciones, los conjuntos de datos particulares de dichos dominios con las características que los distinguen y las técnicas de visualización aplicables en determinados dominios y sobre ciertos conjuntos de datos. Las múltiples combinaciones posibles de estos factores originan una gran diversidad de Visualizaciones. Ejemplos tan dispares como la representación visual de datos médicos provenientes de una tomografía computada, la visualización de un flujo aerodinámico circundante al fuselaje de un avión, la visualización de las relaciones existentes entre t-uplas en una base de datos o la representación de los conceptos y relaciones de una Ontología determinan la gran heterogeneidad del área.

Esta heterogeneidad en el campo de la Visualización dificulta la identificación de aspectos compartidos que permitan un planteamiento uniforme de las técnicas y que brinden un marco de estudio y diseño común para las mismas. En pos de alcanzar la identificación de dichos aspectos comunes han surgido en la comunidad, subáreas dentro de la Visualización. Por ejemplo, en Visualización Científica se encuentran agrupadas todas las técnicas en las cuales los conjuntos de datos poseen información espacial inherente a los mismos. Por el contrario, en Visualización de Información, la definición del mencionado sustrato espacial debe generarse como parte misma del proceso de visualización.

Paralelamente es sabido que una visualización no puede constituirse meramente en una representación visual estática. La provisión de las interacciones adecuadas es muy dependiente del dominio de aplicación de cada visualización particular. Así es como interacciones propias de la Visualización Científica carecen de sentido en Visualización de Información y viceversa.

Sin embargo, y a pesar de la existencia de diferencias notorias como las antes mencionadas, existen factores comunes a todas las visualizaciones. La existencia de un mapeo del espacio de los datos al espacio de representación, la utilización de dicho espacio de representación, la selección de elementos visuales para representar ciertos aspectos del conjunto de datos subyacente y la utilización de los atributos gráficos de dichos elementos para representar otros, entre muchos otros factores, se encuentran presentes prácticamente en cualquier Visualización. Incluso, desde el punto de vista de las interacciones, la manera en que las mismas afectan al proceso de visualización puede expresarse en términos de operadores de menor nivel que son comunes a todas las visualizaciones.

En un esfuerzo tendiente a capturar los aspectos comunes en Visualización y a integrarlos en un marco de trabajo consistente y uniforme se pretende, partiendo de las definiciones provistas por un modelo teórico de referencia, instanciar y extender dichas concepciones de manera de incrementar su especificación y definir una arquitectura que brinde soporte para la implementación de herramientas de visualización.

Antecedentes y contexto del trabajo

El trabajo propuesto tiene un fuerte basamento en el Modelo Unificado de Visualización (MUV) [MCFE03]. Dicho modelo constituye un marco conceptual de referencia en términos del cual ubicar los procesos y estados intermedios de los datos y definir las interacciones explícitamente. Los aspectos propios del proceso de Visualización se encuentran definidos proporcionando un marco teórico que permite que los usuarios provenientes de distintos dominios de aplicación logren interacciones efectivas basándose en un único modelo mental y los diseñadores de visualizaciones expresen claramente las transformaciones que deben sufrir los datos hasta la obtención de la vista, las operaciones que deben proveerse y la manera en que debe interactuarse sobre la visualización.

Además de tomar el MUV como punto de partida para el desarrollo, nuestra propuesta contará con la validación provista por diversas aplicaciones de visualización que se están desarrollando paralelamente. Nuestro trabajo se llevará a cabo en el contexto de los trabajos realizados en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Visualización y Computación Gráfica (VyGLab) del Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación de la Universidad Nacional del Sur. Actualmente, se están llevando a cabo investigaciones en diferentes técnicas de Visualización de Información entre las que podemos citar Visualización de Grafos, Scatterplots y Coordenadas paralelas, aplicadas a distintos dominios como por ejemplo Visualización de Argumentaciones Rebatibles, Visualización de Bases de Datos y Sistemas de Información Geográfica, entre otros. Este contexto de desarrollo provee dominios de aplicación variados en los cuales validar la propuesta.

Objetivos

Los estados intermedios y las transformaciones establecidas en el contexto del MUV describen el proceso de Visualización de manera abstracta. Esto se corresponde con la naturaleza del MUV, un marco de referencia teórico en términos del cual es posible explicar los estados intermedios de los

datos y las transformaciones sufridas por los mismos desde su obtención hasta la construcción de la representación visual y también de las interacciones que controlan y afectan el proceso de visualización completo.

El presente trabajo tiene como objetivo principal obtener definiciones explícitas de los elementos presentes en las visualizaciones caracterizando no sólo el proceso de visualización en sí mismo (de manera consistente con lo estipulado por el MUV) sino también los componentes que conforman el espacio de los datos, el espacio de representación y, como consecuencia de esto, arribar finalmente a una caracterización completa del mapeo visual. Nuestro trabajo plantea la definición de interfaces de programación que posibiliten la implementación de un entorno de trabajo en el cual se simplifique el diseño y la construcción de herramientas de visualización. De esta manera se estarían habilitando los mecanismos necesarios para que el software, además de los usuarios y diseñadores, pueda manipular los conceptos y entidades planteadas de manera abstracta por modelos de referencia como el MUV. Los resultados de este desarrollo contribuirán a la definición de una Ontología de Visualización ya que la identificación inicial de los conceptos y su posterior especificación constituye un paso necesario para la construcción de la misma [ECM07].

Para el logro del objetivo planteado se hace necesario cumplimentar una serie de etapas. Una primera etapa consistirá en la definición de un modelo de soporte para el conjunto de datos que caracterice de manera lo más general posible el espacio de los datos presente en toda visualización de manera consistente a lo estipulado por el MUV. Dicho modelo estimamos que estará basado en OWL (el lenguaje de ontologías de la W3C) dado que al contar con una semántica rigurosa tiene el doble beneficio de facilitar la incorporación de semántica al modelo [LMC07] y de contribuir al desarrollo de una ontología de visualización [ECM07]. OWL tiene la ventaja de estar siendo adoptado como un estándar en la Web para la definición y el intercambio de ontologías, al tiempo que posee el poder expresivo necesario para la descripción de los conjuntos de datos usados frecuentemente en Visualización.

Como segunda etapa, se procederá a la definición completa de los elementos presentes en el espacio de representación. La identificación de los elementos que constituyen el sustrato espacial, los elementos visuales y sus atributos definirán un conjunto de conceptos en términos de los cuales será posible la caracterización de las representaciones. Se espera que el conjunto de conceptos logrado sea lo suficientemente general como para describir cualquier representación visual apelando únicamente a dichos conceptos.

Una vez logradas las definiciones del modelo de datos y del modelo de representación se procederá, en tercera instancia, a la construcción del puente entre el espacio de los datos y el espacio de la representación: el mapeo visual. Contar con la definición de los elementos constitutivos básicos del mapeo visual es la clave para brindar al diseñador de la Visualización las herramientas para definir explícitamente dicho mapeo.

Conforme se avance en las diferentes etapas de la propuesta se irá concretando la implementación incremental de los conceptos definidos por el MUV constituyendo un conjunto de interfaces de programación que permitan manipular dichos elementos de manera uniforme y constituyan un marco de trabajo que simplifique el diseño, testeo, implementación y puesta a punto de herramientas de Visualización. Esto redundará en una simplificación en los desarrollos actuales y futuros en el seno del Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Visualización y Computación Gráfica.

Esta implementación planea llevarse a cabo siguiendo un enfoque evolutivo. Para la obtención temprana de resultados se prevé la integración de nuestra implementación con herramientas para el procesamiento de archivos OWL y RDF y librerías gráficas y de visualización existentes.

Agradecimientos

Este desarrollo es parcialmente financiado por los PGI 24/N020 y 24/ZN12, Secretaría General de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.

Referencias

- [DB05] D. Duke, K. Brodli, *Visualization Viewpoints*, IEEE Computer Graphics and Visualization journal, May/June 2005, Volume 25, Number 3, pp. 6-9.
- [DKW01] D. Dikel, D. Kane, J. Wilson. *Software Architecture - Organizational Principles and Patterns*. Prentice Hall Inc. 2001.
- [ECM07] S. Escarza, S. Castro, S. Martig. *Ontologías de Visualización*. IX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC2007) pp. 275-278. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. 3 y 4 de Mayo de 2007. Trelew. Chubut. Argentina. ISBN 978-950-763-075-0.
- [GC02] V. Geroimenko, C. Chen (Eds). *Visualizing the Semantic Web – XML-based Internet and Information Visualization*, Springer Verlag, 2003, Second Print.
- [LMC07] M. Larrea, S. Martig, S. Castro. *Semantic Based Visualization*. IX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC2007) pp. 289-293. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. 3 y 4 de Mayo de 2007. Trelew. Chubut. Argentina. ISBN 978-950-763-075-0.
- [MCFE03] S. Martig, S. Castro, P. Fillottrani, E. Estévez, *Un Modelo Unificado de Visualización*, Proceedings, pp. 881-892, 9º Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. 6 al 10 de Octubre de 2003. La Plata. Argentina.
- [W3C] Documentos y recomendaciones del sitio <http://www.w3c.org> (World Wide Web Consortium).

Aplicación de Visualización de Grafos utilizando Servicios Web

María Luján Ganuza *

Sergio R. Martig

Silvia M. Castro

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación

VyGLab

Laboratorio de Investigación en Visualización y Computación Gráfica

Universidad Nacional del Sur

Avenida Alem 1253

Tel: (0291) 4595135

Fax: (0291) 4595136

Argentina, CP 8000, Bahía Blanca, Buenos Aires

{mlg, srm, smc}@cs.uns.edu.ar

Resumen

La Visualización es la ciencia de representar datos visualmente con el fin de lograr comunicación o entendimiento [9], aportando metodologías y técnicas para extraer información significativa de conjuntos de datos complejos por medio del uso de gráficos interactivos y de imágenes. El crecimiento vertiginoso en la cantidad de información en distintos campos de aplicación, induce la producción de grandes volúmenes de datos difíciles de comprender y analizar sin un soporte visual. Por otro lado cada vez se acentúa más la tendencia a desarrollar ambientes distribuidos de visualización utilizando Servicios Web. En base a lo expuesto, se pretende desarrollar una aplicación distribuida basada en Servicios Web para visualización de grafos que sea interactiva y efectiva utilizando el paquete JWSDP (Java Web Service Developer Pack).

Keywords: Visualización, Servicios Web, Visualización de información, Visualización distribuida, Visualización de Grafos

1. INTRODUCCIÓN

La Visualización es la ciencia de representar datos visualmente con el fin de lograr comunicación o entendimiento [9], aportando metodologías y técnicas para extraer información significativa de conjuntos de datos complejos por medio del uso de gráficos interactivos y de imágenes.

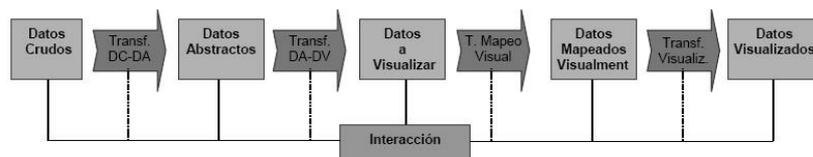
El crecimiento vertiginoso en la cantidad de información en distintos campos de aplicación, induce la producción de grandes volúmenes de datos difíciles de comprender y analizar sin un soporte visual. Es aquí donde la visualización hace su aporte significativo y la exploración de distintos conjuntos de datos se beneficia enormemente si cuenta con un soporte adecuado de visualización.

De la mano de la creciente demanda en visualización de grandes volúmenes de datos, está creciendo la tendencia a desarrollar ambientes distribuidos de visualización. La idea básica consiste en distribuir el pipeline clásico de visualización a través de un sistema distribuido, más precisamente Internet y la Grid, manteniendo la estructura del pipeline de visualización tradicional y proveyendo la capacidad de dividir las visualizaciones en distintas componentes para luego integrarlas. Esto permite que cada una de esas componentes sea ejecutada en el recurso distribuido más apropiado.

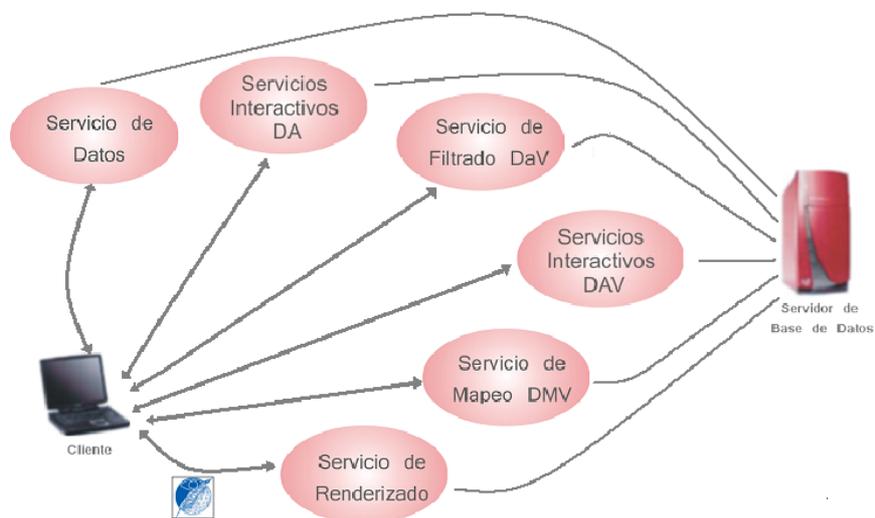
Para lograr un sistema de tal porte es necesario contar con una arquitectura acorde. Se debe diseñar entonces una arquitectura que permita la visualización en escritorio utilizando recursos distribuidos que puedan combinarse para resolver distintos problemas de visualización.

Una alternativa para alcanzar tal arquitectura consiste en introducir el concepto de Servicios Web.

*Becaria de la *Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)* de la provincia de Buenos Aires, Argentina.



(a) Modelo Unificado de Visualización [16].



(b) Arquitectura MUV distribuida [3].

Figura 1: Modelo Unificado de Visualización.

1.1. Servicios Web

Los Servicios Web se basan en el concepto de Arquitecturas Orientadas a Servicios (SOA), y permite que los componentes de software, incluyendo objetos y procesos de diferentes sistemas, sean expuestos como servicios. Un Servicio Web es un servicio que puede ser utilizado a través de la Web [15]; se trata, en esencia, de una colección de estándares y protocolos que permiten al usuario efectuar solicitudes de procesamiento a sistemas remotos a través de un lenguaje común y utilizando protocolos de transporte comunes (HTTP, SMTP).

Bajo el concepto de Servicios Web, se divide el pipeline de visualización en distintos servicios, que podrían correr en distintas máquinas situadas en distintas locaciones geográficas, permitiendo que se utilice el mejor recurso disponible para cada tarea logrando así la mejor performance posible para cada etapa.

En el artículo “Servicios Web aplicados a la Visualización” [3] se presentó una arquitectura distribuida para el pipeline MUV (Modelo Unificado de Visualización) [17], tomando cada etapa del pipeline y transformándola para convertirla en un Servicio Web.

El Modelo Unificado de Visualización refleja tanto los estados por los que van pasando los datos desde que ingresan al sistema de visualización hasta que son finalmente visualizados, como las transformaciones intermedias que hacen posible su evolución a lo largo de los diferentes estados.

En la figura 1(a) se ilustra el pipeline MUV, y en la figura 1(b) la alternativa distribuida.

1.2. Aplicación distribuida para Visualización de Grafos utilizando Servicios Web

En base a la investigación desarrollada anteriormente ([3]), se pretende desarrollar una aplicación aplicación distribuida basada en Servicios Web para visualización de grafos utilizando el paquete JWSDP (Java Web Service Developer Pack, <http://java.sun.com/webservices/downloads/previous/webservicespack.jsp>). Este paquete consiste en un conjunto de herramientas y librerías destinadas al desarrollo de Servicios Web en Java.

La aplicación consiste básicamente en una herramienta de visualización de grafos donde la carga de procesamiento se encuentra en el servidor, mientras el usuario simplemente se limita a efectuar solicitudes sobre un conjunto de datos, ubicado también del lado del servidor.

1.2.1. Interacciones

Dado que una visualización excede a la generación de imágenes, debiendo poder constituirse en una herramienta que permita la exploración de los datos subyacentes, resulta necesario lograr interacciones fluidas entre los Servicios Web y sus clientes. Esta tarea presenta grandes dificultades. Mediante esta aplicación será posible experimentar respecto a las interacciones necesarias para brindar al usuario una visualización útil y efectiva. Se pretende que la aplicación sea lo suficientemente flexible como para proveer un esquema de interacción válido, es decir que permita al usuario no sólo generar y mostrar una imagen renderizada, sino también interactuar de diferentes maneras con la vista a fin de explorar más efectivamente los datos. Se enfatizará entonces, en el estudio y desarrollo de las interacciones necesarias para lograr una visualización efectiva en un ambiente distribuido. Siendo algunos de los desafíos:

- Definir qué interacciones son necesarias y cuáles no en una visualización de grafos efectiva, logrando así una relación equilibrada entre la interactividad y el costo computacional.
- Clasificar las interacciones seleccionadas anteriormente determinando cuáles se aplican sobre la vista y cuáles sobre los datos. Según la interacción que se aplique, será necesario retroceder a etapas anteriores del pipeline, determinando esta condición el grado de complejidad de la misma.

1.2.2. Visualización procesada en el cliente

Una vez validado el primer prototipo se pretende en una segunda etapa explorar distintas alternativas de distribución de carga de procesamiento. Una alternativa consiste en que la carga de procesamiento ya no se encuentre en el servidor, sino que la ejecución principal se lleve a cabo en la estación de trabajo del cliente, ya sea utilizando software instalado en la estación de trabajo del cliente o descargado de un servidor en la forma de applet de java.

El objetivo general consiste en lograr un equilibrio entre la distribución de carga que permita el desarrollo de una aplicación eficiente e interactiva.

2. AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue parcialmente financiado por los PGI 24/ZN12 y 24/N020, Secretaría General de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.

REFERENCIAS

- [1] Gustavo Alonso, Fabio Casati, Harumi Kuno, and Vijay Machiraju. *Web Services: Concepts, Architecture and Applications*. Springer Verlag, 2004.
- [2] Cheong S. Ang, David C. Martin, and Michael D. Doyle. Integrated control of distributed volume visualization through the world-wide-web. In *VIS '94: Proceedings of the conference on Visualization '94*, pages 13–20, Los Alamitos, CA, USA, 1994. IEEE Computer Society Press.
- [3] María Luján Ganuza. Servicios web aplicados a la visualización. *WICC 2007*, pages 294–298, 2007.

- [4] I.J. Grimstead, N. J.Avis, D.W. Walker, and R.N.Philp. Resource-aware visualization using web services. 2004.
- [5] A. Kee. Visualization over www using java. Master's thesis, 1996.
- [6] Corporation. MSDN Microsoft. Fundamentos de los servicios web, [<http://www.microsoft.com/>]. 2003.
- [7] Judith Myerson. Web service architectures. 2003.
- [8] Rima Patel Sriganesh RameshÑagappan, Robert Skoczylas. *Developing Java Web Services*.
- [9] P. Rheingans and C. Landreth. Perceptual principles for effective visualizations, 1995.
- [10] Bernice E. Rogowitz, Lloyd A. Treinish, and Steve Bryson. How not to lie with visualization. *Comput. Phys.*, 10(3):268–273, 1996.
- [11] N. Holliman S. Charters and M. Munro. Visualization on the grid: A web service approach, 2004.
- [12] Malcolm Munro Stuart M. Charters, Nicolas S. Holliman. Visualisation on the grid: A web service approach. 2005.
- [13] W3C. Guía breve de servicios web, [<http://www.w3c.es/divulgacion/guiasbreves/serviciosweb>]. 2006.
- [14] Yunsong Wang. Visualization web service. Master's thesis, 2003.
- [15] Mark Waterhouse. Web services architect review. 2002.
- [16] Sergio Martig y Silvia Castro. Interacciones básicas en el modelo unificado de visualización. In *CACIC 2006, Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, pages 747–760, 2006.
- [17] Sergio Martig y Silvia Castro y Pablo Fillottrani y Elsa Estévez. Un modelo unificado de visualización. In *Proceedings 9º Congreso Argentino de Ciencias de la Computación.*, pages 881–892, 2003.

Visualización de redes Peer-To-Peer utilizando Diagramado Esférico

María Luján Ganuza *

Maximiliano Escudero

Sergio Martig

Silvia Castro

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación
VyGLab
Laboratorio de Investigación en Visualización y Computación Gráfica
Universidad Nacional del Sur
Avenida Alem 1253
Tel: (0291) 4595135
Fax: (0291) 4595136
Argentina, CP 8000, Bahía Blanca, Buenos Aires
{mlg, mje,srm,smc}@cs.uns.edu.ar

Resumen

Las redes Peer-to-Peer han ganado gran popularidad debido a que permiten compartir recursos que se encuentran distribuidos a través de la red, como libros electrónicos, archivos de música, software, etc. Lo único que necesita un usuario para conectarse a estas redes es un programa “cliente” y registrarse con un nombre de usuario y contraseña. Por este motivo el tamaño de dichas redes ha crecido de manera considerable. Con el objetivo de estudiar la escalabilidad y funcionalidad de una red Peer-to-Peer resulta interesante analizar la evolución de las mismas, a través de una visualización en tiempo real. Una red de este tipo puede verse como un grafo, haciendo uso de una técnica de diagramado de grafos. Nuestra propuesta al respecto es el Diagramado Esférico; ésta es una técnica de visualización de grafos en 3D que presenta particulares características que la hacen atractiva para la visualización de grafos; esto es debido a que permite interacciones que facilitan la exploración de los datos y se basa en una metáfora que ayuda a la comprensión de la información. Nuestro objetivo es obtener una visualización en 3D basada en esta técnica que permita un proceso analítico más eficaz que con las diferentes alternativas en 2D y 3D existentes.

Keywords: Visualización, Peer to Peer, P2P, Diagramado esférico, Visualización de Redes, Diagramado Radial.

1. INTRODUCCIÓN

La esencia de la visualización es el uso de representaciones visuales e interacciones con el objetivo de obtener un rápido insight de un conjunto de datos complejo.

Ver y entender la estructura y el comportamiento de una red es muy importante ya que muchos aspectos del mundo pueden ser modelados como redes. El mapeo de la topología de una red, junto con las reglas de comportamiento de los nodos, proveen una explicación potencial del comportamiento subyacente de la misma.

Para organizar en el display tal cantidad de nodos dinámicos obteniendo una visualización efectiva se optó por la técnica de Diagramado Esférico, que surge como una generalización 3D del diagramado radial.

*Becaria de la *Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)* de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

1.1. Diagramado

Los árboles son grafos conexos que presentan una estructura jerárquica. En ellos se distingue un nodo como la raíz del árbol y presentan la propiedad que desde cualquier nodo existe un único camino simple al nodo raíz. Los árboles pueden construirse y recorrerse recursivamente lo que es aprovechado por las técnicas de diagramado. La técnica de Diagramado esférico [1] surge como una generalización 3D del diagramado radial. A continuación se hace una breve descripción de la técnica de diagramado radial para árboles y su extensión a 3 dimensiones conocida como “Diagramado Esférico”.

1.1.1. Diagramado Radial

En el posicionamiento radial, cada nivel de profundidad se dispone sobre una circunferencia o anillo. Conforme se crece en el nivel de profundidad, se aumenta el radio de dicha circunferencia. En el dibujado radial la raíz del árbol se ubica en un origen y los nodos de cada nivel se ubican respectivamente en capas circulares concéntricas a este origen. Un subárbol es dibujado dentro de un área cónica. Las capas C_1, C_2, \dots, C_k (donde k es la altura del árbol) de un diagramado radial y un área cónica se pueden apreciar en la Figura 1. Es importante notar que los vértices a profundidad i se encuentran ubicados en el círculo C_i y que el radio de C_i está dado por una función creciente $\frac{1}{2}(i)$.

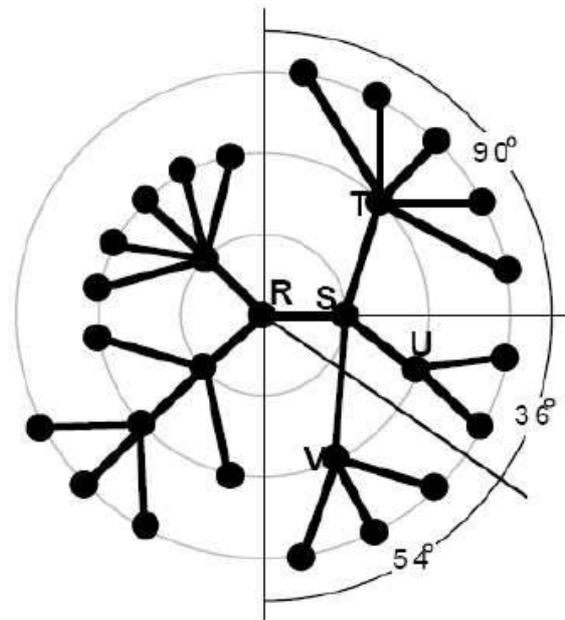


Figura 1: Diagramado radial para un árbol[2].

1.1.2. Diagramado Esférico

La base para el diagramado radial son los círculos concéntricos sobre los cuales se ubican los nodos [Figura 2(a)]. El espacio dedicado a los hijos de un nodo se encuentra definido sobre un sector de la circunferencia cuya longitud se determina en función de la cantidad de hijos de cada subárbol.

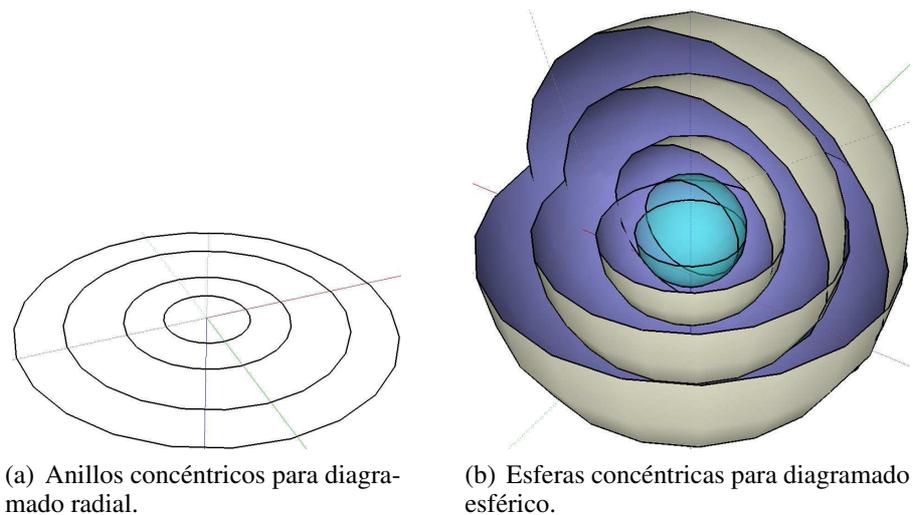


Figura 2: Generalización de diagramado radial a esférico[1].

El primer paso para introducirnos en el diagramado esférico es mapear al espacio tridimensional los círculos concéntricos; esto se logra considerando esferas concéntricas [Figura 2(b)]. En el diagramado radial los nodos se ubican sobre el perímetro de cada circunferencia; para el diagramado esférico los nodos serían ubicados sobre la superficie de cada esfera.

Al extender el diagramado radial al espacio tridimensional debe tenerse en cuenta qué regiones sobre las superficies de las esferas concéntricas serán asignadas a cada subárbol. Una opción consiste en extender directamente el diagramado radial considerando nuevos ángulos y regiones piramidales. En este caso el área cónica del espacio bidimensional se transformará en una pirámide con una base curva [Figura 3].

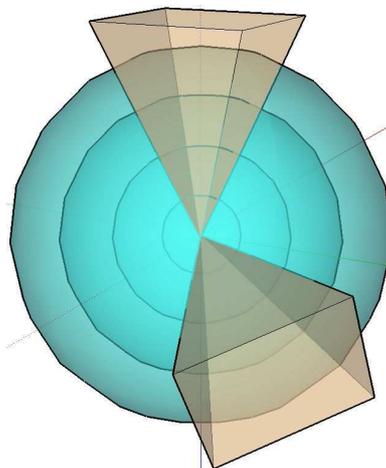


Figura 3: Conos esféricos en esferas circulares[1].

2. VISUALIZACIÓN DE REDES PEER-TO-PEER

La esencia de la visualización es el uso de representaciones visuales e interacciones con el objetivo de obtener un rápido insight de un conjunto complejo de datos. Ver y entender la estructura y el comportamiento de una red es muy importante ya que muchos aspectos del mundo pueden ser modelados (de hecho lo son) como redes.

El mapeo de la topología de una red, junto con las reglas de comportamiento de cómo se vinculan los nodos, provee una explicación potencial del comportamiento subyacente de la misma. Las topologías de redes Peer-to-Peer (P2P) emergen espontáneamente de una multitud de acciones individuales, los usuarios simplemente se conectan a la red P2P cuando lo desean y la abandonan a su gusto. Consecuentemente, la estructura de las redes P2P evolucionan, segundo a segundo, dependiendo de qué usuarios están conectados.

Poder visualizar la topología de una red P2P permite estudiar los distintos patrones de fluctuación de los nodos, ver los nodos y sus conexiones, como así también los recursos que cada uno comparte; y elegir que nodos son más apropiados para efectuar cierta búsqueda, teniendo en cuenta la cantidad y el tipo de archivos que comparten.

3. DIAGRAMADO RADIAL APLICADO A LA VISUALIZACIÓN DE REDES PEER-TO-PEER

En el proyecto “GnutellaVision” [3, 4], Dhamija, Fisher, Yee y Hearst presentan una visualización de la red Peer-to-Peer de servidores Gnutella utilizando la técnica de Grapham J. Wills [2] de Diagramado Radial aplicado a grafos. La información sobre la topología se obtiene mediante mensajes ping a los nodos de la red y escuchando las respuestas pong desde los vecinos inmediatos. Este método permite establecer una jerarquía entre nodos. Una vez determinada esta relación, la jerarquía se muestra en anillos concéntricos alrededor de un nodo central, que es inicialmente el primer host con el que se establece conexión (gnutellahost.com). Cada nodo se posiciona en el anillo correspondiente a la distancia a la red más corta del nodo central. Los anillos se dibujan en rosa débil para hacer la distancia aparente, y el tamaño angular del sector es proporcional al tamaño total del sector y sus descendientes. El nodo central tiene los 360 grados para alojar todos sus hijos, basados en sus respectivos tamaños; cada hijo luego aloca su sector angular en sus hijos, y así siguiendo.

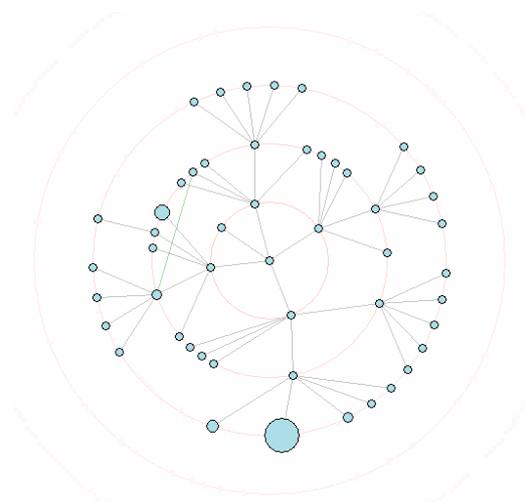


Figura 4: GnutellaVision[4].

4. DIAGRAMADO ESFÉRICO APLICADO A LA VISUALIZACIÓN DE REDES PEER-TO-PEER

El objetivo principal de este trabajo consiste en desarrollar una aplicación de Visualización de Redes Peer-to-Peer utilizando la técnica de Diagramado Esférico [1] para determinar como se organizarán los nodos participantes de la red en el display.

El desafío consiste en proveer una imagen comprensible de los nodos distribuidos, mensajes y estado de una red P2P. Se plantean como objetivos de la visualización asistir a los usuarios en la búsqueda de información de nodos individuales y en la exploración de la red, como así también en la búsqueda de archivos. Se pretende mostrar al usuario la topología de conexión, como así también el comportamiento de los nodos participantes en el tiempo.

La técnica de Diagramado Esférico resulta interesante para este tipo de visualizaciones ya que permite visualizar conjuntos de datos más grandes que las técnicas tradicionales, haciendo un mejor uso de la tercera dimensión. Esta característica resulta muy útil ya que las redes Peer-to-Peer se caracterizan por concentrar un gran volumen de nodos. Redes de tales características visualizadas utilizando un diagramado radial arrojarían visualizaciones complejas que no permitirían al usuario extraer conclusiones significativas de los datos. Por tal motivo se plantea la necesidad de estudiar el comportamiento del Diagramado Esférico, extensión del Diagramado Radial, en la visualización de estas redes.

Inicialmente se pretende evaluar la efectividad de la técnica, analizando sus fortalezas y debilidades. Una vez detectadas las limitaciones se analizará si es posible superarlas mediante la provisión de las interacciones adecuadas.

En cuanto al análisis del dinamismo de estas redes, que cambian constantemente agregando y eliminando gran cantidad de nodos, cobra importancia el manejo de esta información temporal, debiendo estudiarse de qué manera se puede mostrar efectivamente la evolución de estas redes.

5. AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue parcialmente financiado por los PGI 24/ZN12 y 24/N020, Secretaría General de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.

REFERENCIAS

- [1] Martín Leonardo Larrea. Diagramado esférico diagramado para la visualización de grafos en 3d. Master's thesis, 2006.
- [2] Graham J. Wills. NicheWorks — interactive visualization of very large graphs. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 8(2):190–212, 1999.
- [3] Ka-Ping Yee, Danyel Fisher, and Rachna Dhamija. Gnutellavision: Real-time visualization of a peer-to-peer network. In <http://www.sims.berkeley.edu/rachna/courses/infviz/gtv/>, 2000.
- [4] Ka-Ping Yee, Danyel Fisher, Rachna Dhamija, and Marti Hearst. Animated exploration of dynamic graphs with radial layout. In *INFOVIS '01: Proceedings of the IEEE Symposium on Information Visualization 2001 (INFOVIS'01)*, page 43, Washington, DC, USA, 2001. IEEE Computer Society.

Hacia una huella digital robusta para imágenes y video

J. Fernandez, N. Miranda, R. Guerrero, F. Piccoli

LIDIC- Universidad Nacional de San Luis

Ejército de los Andes 950

Tel: 02652 420823, San Luis, Argentina

{jmfer, ncmiran, rag, mpiccoli}@unsl.edu.ar

E. Chávez.

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Morelia, México

elchavez@umich.com

Resumen

Consideremos como objetos digitales las modulaciones en el tiempo y el espacio de una señal digital. Nos interesa poder identificar dos variantes coherentes del mismo objeto. Para nuestros fines, en una dimensión el objeto es una señal de audio, en dos una fotografía y en tres dimensiones un video. Consideraremos que el objeto está formado por marcos o arreglos d -dimensionales ($d = 1, 2, 3$) de muestras de la señal. Las versiones de los objetos consisten en perturbaciones coherentes; es decir, sólo se permiten cambios locales en los marcos, no en su disposición. En otras palabras existe una biyección (dada por la función identidad) entre la disposición temporal y espacial de los marcos de ambos objetos a comparar. Aún con esta restricción, el problema resulta interesante para un gran número de aplicaciones. Entre las distorsiones coherentes podemos encontrar, contaminación por ruido, compresión con pérdida, ecualización, regrabación, etc. En este esquema, cada marco del objeto será representado por un vector o un escalar, que deberá ser invariante a la distorsión presentada.

En este trabajo, proponemos una solución al problema planteado, cada marco será representado por la entropía de la señal. Esta característica ha probado su efectividad en señales unidimensionales (de audio) y su generalización a fotografía y video se anticipa también eficiente. El problema es relevante dado el incremento del uso de los contenidos multimediales por el comercio electrónico y los servicios on-line, los problemas asociados con la protección de propiedad intelectual, administración de grandes bases de datos multimedia y la organización de su contenido.

Palabras Claves: Recuperación de Información, huellas digitales robustas, entropía, procesamiento de señales.

1. Introducción

El avance tecnológico ha permitido la digitalización de grandes cantidades de información multimedia, proveniente de fuentes de audio, discos, video, fotografías, etc. El almacenamiento de esta información multimedia no representa problemas tecnológicos (aun cuando se estima en varios zettabytes la información en línea). Por otro lado, la recuperación e identificación de la misma, si se convierte en un problema relevante. Identificamos dos problemas relacionados con la Recuperación de Información Multimedia (RIM). El primero consiste en identificar correctamente dos variantes de un mismo objeto y el segundo en hacerlo rápidamente. En esta primera parte de la investigación, nuestro objetivo será identificar correctamente los objetos bajo diferentes distorsiones.

El concepto de *búsqueda exacta* es central para los repositorios de información o bases de datos “tradicionales”. Bajo este supuesto la información es almacenada y recuperada bajo la premisa de que no hay pérdida de información ni al almacenar ni al recuperar los datos. Si almaceno un documento,

espero poder recuperarlo íntegramente con cada caracter inalterado y en su lugar. Si esperáramos lo contrario (que hubiera modificaciones aleatorias en los datos almacenados) tendríamos que cambiar radicalmente nuestras estrategias de almacenamiento y recuperación de la información.

Por otro lado, las bases de datos multimedia almacenan información cuyas características son completamente diferentes a lo discutido para bases de datos tradicionales. No es que los objetos multimedia (canciones, películas, fotografías, etc.) cambien aleatoriamente al almacenarse; de hecho tienen las mismas propiedades de persistencia que los objetos de las bases de datos tradicionales. El comportamiento peculiar proviene al tratar de formalizar nuestra percepción de los objetos multimedia. Por ejemplo, si tomamos dos fotografías digitales de una misma escena bajo las mismas condiciones, al compararlas pixel a pixel observaremos que prácticamente ningún valor coincide. Sin embargo, al ojo humano las dos fotografías serían “iguales”. Otro ejemplo representativo de este comportamiento lo encontramos en la digitalización de las señales de audio, los métodos de compresión con pérdida (e.g. con mp3, ogg, etc.) aplican la propiedad de que el cerebro no posee la habilidad para distinguir ciertos sonidos simultáneos. Si comparamos digitalmente una canción comprimida en mp3 y una sin comprimir, difícilmente encontraremos coincidencias digitales; pero si escuchamos las canciones, difícilmente podríamos distinguir la canción comprimida de la canción original. Lo mismo ocurre con el video y sus distintas representaciones (avi, mpeg, mov, etc.).

Cada registro en una base de datos tradicional tiene un dato clave que permite recuperar todo el registro. En las bases de datos “full text”, como es el caso de la recuperación de información, con cualquier segmento de un texto podemos recuperar el texto completo (un ejemplo son las búsquedas en Internet). Visto de otra manera, con una parte arbitraria del objeto almacenado podemos recuperar el objeto completo. En una base de datos multimedia deberíamos ser capaces de realizar lo mismo: con una parte del objeto almacenado se debería recuperar a todo el objeto. Esto es particularmente difícil si consideramos que los objetos multimedia no tienen una coincidencia digital, comparados bit por bit.

Un modelo estándar de búsqueda en bases de datos multimedia consiste en utilizar una medida de (dis)similaridad entre los objetos almacenados. Esta medida de distancia entre objetos debería modelar esencialmente el comportamiento de una persona al comparar dos objetos de esa naturaleza. Dos objetos *iguales perceptualmente* deberían estar a distancias pequeñas, mientras que dos objetos *perceptualmente distintos* a distancias grandes. Si la distancia está efectivamente diseñada, será posible localizar un objeto en la base de datos comparando el objeto muestra con todos los objetos de la base de datos. Esto nos daría un mecanismo *correcto* de recuperación; sin embargo, este mecanismo correcto no es escalable respecto a la base de datos crece. Para hacer escalable la solución es necesario diseñar un índice que permita acceder a los mismos soluciones, sin comparar con todos los elementos de la base de datos. Ese sería un *índice multimedia*.

2. Características Estables de las Señales Digitales

Una característica de un patrón es un invariante, el resultado de la aplicación de una función cuya evaluación aplica objetos de clases iguales a clases iguales. Los clasificadores estadísticos realizan un *dark mapping*; en el sentido de que lo hacen como una caja negra; lo que sucede en el interior es resultado del llamado ‘entrenamiento’. Este es el caso de las redes neuronales, los modelos ocultos de Markov, las máquinas de soporte vectorial, etc.

Las técnicas estadísticas estándar no pueden ser aplicadas en este caso, dado que nuestra base de datos tendría tantas clases como elementos. Para solucionar el problema de identificación de señales, es necesario diseñar un *light mapping*, en donde no exista etapa de entrenamiento y la función que extrae la característica de los objetos pueda ser aplicada a nuevos objetos insertados en la base de datos.

Los objetos multimedia son complejos. Las características perceptibles por las personas en una fotografía son de mas alto nivel que simplemente niveles de brillo en un arreglo de pixels, una interpretación de alto nivel de una imagen es la combinación de la luminancia (la densidad angular

y superficial de luz) y crominancia (información del color: saturación y tinte). Un vídeo puede ser considerado una sucesión de imágenes y su análisis debe contemplar la conformación de arreglos tridimensionales (agregando el tiempo y la localización de los marcos que la componen)[1, 6, 8, 9].

El modelado de los objetos multimedia ha sido abordado de manera tradicional en [4, 5, 14, 16] en donde el objetivo es tener un modelo matemático cuyos parámetros permitan la comparación de los objetos. Dos objetos con parámetros cercanos serán semejantes. Nosotros estamos más interesados en modelar a los objetos mediante huellas digitales, una aproximación de ello son [3, 13].

Una huella digital provee de un método de identificación de señales basado en su contenido perceptual. Dos objetos multimedia pueden ser identificados como “el mismo objeto” por una persona y pueden no coincidir en ninguno de sus bits (por ejemplo la compresión con pérdida).

Una huella digital extrae las características esenciales de una señal, intenta proveer un método confiable y rápido para la identificación de contenido. Obtener una huella digital significa extraer las características discriminantes de un objeto, identificándolo unívocamente. Dicho objeto puede ser una señal de audio, una imagen, un video, u otro elemento multimedia.

El fin de una huella digital es proveer un método confiable y rápido para la identificación de contenido. Obtener una huella digital significa extraer las características discriminantes de un objeto, identificándolo unívocamente. Dicho objeto puede ser una señal de audio, una imagen, un video, u otro elemento. Como una huella digital representa las características únicas de una señal [7], es habitualmente usada para medir el porcentaje de similitud entre señales. Idealmente la huella digital sería una invariante de la señal, aquellas características intrínsecas, no alteradas por su constante manipulación.

Existen en la bibliografía numerosos intentos de definir huellas digitales a través de marcas de agua, métodos estocásticos, métodos de procesamiento, entre otros. Aunque todos ellos son herramientas poderosas a fines específicos, también poseen inconvenientes asociados con la modificación del contenido del objeto y la seguridad. Una buena alternativa la constituye la entropía asociada a una señal, cualquiera sea: audio, imagen o video.

Nuestro objetivo es generalizar los resultados obtenidos en [7] para el tratamiento de señales de audio y utilizarlos en fotografía y video.

3. Huella Digital y Entropía

Un método de huella digital es generalmente diseñado para tratar con las distorsiones naturales (compresión, codificación analógica, entre otros) y ataques maliciosos (adición de logo, distorsión geométrica, cortes en la señal, entre otros). Una huella digital debería ser la misma antes y después de las alteraciones sufridas, siempre y cuando los ataques no cambien su contenido.

Una huella digital de una imagen puede ser una descripción global de la imagen o una descripción local de las características claves extraídas. En cambio, en un video, puede ser una descripción global del video, un conjunto de huellas digitales para todos los frames del video o de sólo los frames claves del video.

La entropía ha sido usada en: señales de audio con ambientes de ruidos como una herramienta de segmentación [12], en la selección del tipo de frame deseado para el análisis de una señal de audio [15], en el umbralado de imágenes [2], en la representación del código de proteínas [10].

En [11] se relaciona a la entropía con la incertidumbre o sorpresa que existe en cualquier experimento o señal aleatoria. Puede considerarse como la cantidad de “ruido” o “desorden” contenida o liberada por un sistema. Generalmente se considera a la entropía como la cantidad de información que lleva una señal. La medida de la entropía varía en el tiempo.

Por definición, sean $v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$ posibles valores de una muestra en una señal, donde cada v_i posee la probabilidad p_i de que ocurra. Toda la secuencia $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ es denominada función de distribución de probabilidad, la suma de todos los p_i da como resultado 1 ($\sum_{i=1}^n p_i = 1$).

La información I contenida en cada v_i depende únicamente de su probabilidad de ocurrencia denotada como $I(p_i)$. Un valor con menor probabilidad de ocurrencia posee mayor información que

aquel valor con mayor probabilidad de ocurrencia, esto significa que la máxima información es obtenida cuando no se tiene un conocimiento a priori, es decir mayor incertidumbre y por lo tanto la información es una función monótona decreciente de la probabilidad. La cantidad de información contenida en el valor v_i se define como:

$$I(v_i) = \ln\left(\frac{1}{p_i}\right) = -\ln(p_i)$$

La entropía H es la información esperada en el contenido de una secuencia, esto es: el promedio de todo el contenido de la información influenciada por sus probabilidades de ocurrencia:

$$H = \sum_{i=1}^n p_i I(p) = - \sum_{i=1}^n p_i \ln(p_i)$$

Como la entropía de una señal es la medida de cuan impredecible ella es, si la señal es constante, su entropía o impredecibilidad tendrá el valor 0 (cero), entropía mínima. Caso contrario, si la señal tiene una distribución uniforme su entropía es máxima teniendo el valor $\ln(n)$.

$$H_{min} = - \sum_{i=1}^n p(k) \ln(k) = -\ln(1) = 0 \text{ para } k \text{ constante}$$

$$H_{max} = - \sum_{i=1}^n \frac{1}{n} \ln\left(\frac{1}{n}\right) = -\ln\left(\frac{1}{n}\right) = \ln(n)$$

De la experiencia de trabajos en audio, la modulación de la entropía es una herramienta robusta para la caracterización unívoca de las señales digitales unidimensionales y para resolver el problema de la identificación del audio y su recuperación. La idea aplicada en las señales unidimensionales puede ser el punto de partida para el estudio sobre su aplicación en señales bidimensionales como lo son las señales de vídeo y de imágenes.

4. Propuesta

El objetivo de la presente línea de investigación consiste en desarrollar un método robusto para la determinación de huellas digitales de fotografías y videos, que permita administrar bases de datos de contenidos multimediales en forma eficiente.

La huella digital obtenida debe ser una invariante de la representación de la imagen o stream de imágenes (video), resistentes a diferentes degradaciones, tales como: re-grabado, compresión con pérdida, conversiones análogo-digital/digital-análogo, cambio de escalas, desplazamiento de color/matiz.

Es también un punto a considerar el costo computacional involucrado en el proceso de obtención de la invariante, no sólo desde el punto de vista del tiempo implicado, sino también en los recursos requeridos para el procesamiento y transformación de los objetos.

Referencias

- [1] V. Bhaskaran and K. Konstantinos. *Image and Video Compression Standards: Algorithms and Architecture*. Kluwer, Boston, Mass, 1997.
- [2] C.-I. Chang, Y. Du, J. Wang, S.-M. Guo, and P.D. Thouin. Survey and comparative analysis of entropy and relative entropy thresholding techniques. In *Vision, Image and Signal Processing, IEE Proceedings*, volume 153, pages 837 – 850. IEEE, December 2006.

- [3] R.R. Coifman and M. Wickerhauser. Entropy-based algorithms for best basis selection. *IEEE Tran. Information Theory*, 38(2):713–718, 1992.
- [4] Deng and B. S. Manjunath. Netra-v: Toward an object-based video representation. *IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology*, 8:616–627, 1998.
- [5] J. Fan, W.G. Aref, A.K. Elmagarmid, M.S. Hacid, M.S. Marzouk, and X. Zhu. Multiview: multilevel video content representation and retrieval. *Journal of Electronic Imaging*, 10(4):895–908, 2001.
- [6] R. Gonzalez and R. Woods. *Digital Image Processing, 2nd Edition*. Prentice Hall, 2002.
- [7] J.A. Camarena Ibarrola. *Análisis digital de la señal de voz*. PhD thesis, Borrador - Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México, Agosto 2007.
- [8] K.N. Ngan, T. Meier, and D. Chai. *Advanced Video Coding: Principles and Techniques*. McGraw-Hill, New York, 1999.
- [9] C.A. Poynton. *A Technical Introduction to Digital Video*. John Wiley & Sons, New York, 1996.
- [10] Harlan Robins, Michael Krasnitz, Hagar Barak, and Arnold J. Levine. A relative-entropy algorithm for genomic fingerprinting captures host-phage similarities. *Journal of Bacteriology*, 187(24):8370–8374, 2005.
- [11] C. Shannon and W. Weaver. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, 1949.
- [12] J.L. Shen, J.W. Hung, and L.S. Lee. Robust entropy-based endpoint detection for speech recognition in noisy environments. In *International Conference on Spoken Language Processing*, 1998.
- [13] S. Thiemerta, H. Sahbib, and M. Steinebacha. Using entropy for image and video authentication watermarks. In Ping Wah Wong Edward J. Delp III, editor, *Security, Steganography, and Watermarking of Multimedia Contents VIII*, volume 6072. SPIE-IS T Electronic Imaging, 2006.
- [14] Y. Wang, F. Makedon, J. Ford, L. Shen, and D. Goldin. Image and video digital libraries: Generating fuzzy semantic metadata describing spatial relations from images using the r-histogram. In *Proceedings of the 4th ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries*, pages 202–211, 2004.
- [15] H. You, Q. Zhu, and A. Alwan. Entropy-based variable frame rate analysis of speech signal and its applications to asr. In *International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, 2004.
- [16] H.J. Zhang, J. Wu, D. Zhong, and S. Smoliar. An integrated system for content-based video retrieval and browsing. *Pattern Reconition*, 30:643–658, 1997.

Normalización de Imágenes Satelitales en el Análisis Multi-Temporal

Paula M. Tristan(1)(2), Ruben S. Wainschenker(1) , Jorge H. Doorn(1)

*INTIA, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires
Paraje Arroyo Seco, Campus Universitario (7000), Tandil, Argentina Tel.(02293) 439682 Int. 49.*

(2)CONICET, Rivadavia 1917, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

e-mail: {ptristan,jdoorn,rfw}@exa.unicen.edu.ar

Resumen – En los últimos años la teledetección ha crecido de manera exponencial tanto así como las áreas en que pueden utilizarse. Existen numerosas aplicaciones basadas en el análisis de imágenes satelitales que abarcan campos científicos muy variados como cartografía, agricultura y forestación, entre los más comunes.

Una alternativa interesante de aplicación que ha surgido, es la posibilidad de estudiar la evolución a lo largo del tiempo de diferentes fenómenos utilizando una secuencia de imágenes. Debido a que la disponibilidad de imágenes no es amplia surge la necesidad de utilizar imágenes obtenidas por diferentes sensores. Ya que cada sistema sensor posee características diferentes, las imágenes resultantes tienen también diferentes características. Es por esto que surge la necesidad de normalizar la secuencia de imágenes de manera que éstas puedan ser comparables.

Este trabajo presenta una alternativa de normalización de imágenes satelitales que analiza todos los parámetros que definen a cada una de las imágenes utilizadas en el estudio. Esta tarea de normalización es imprescindible a la hora de intentar estudiar cualquier tipo de fenómeno utilizando imágenes obtenidas por diferentes sensores.

Palabras clave - Teledetección, Resolución, Análisis Multi-Temporal, Normalización

1.- Introducción

Se denomina resolución de un sistema de captación de imágenes a la capacidad de éste para discriminar información de detalle de los objetos contenidos en la misma [1]. El concepto de resolución aplicado a los instrumentos ópticos tradicionales se refiere fundamentalmente al poder de separación espacial del sistema. Cuando se utilizan sensores remotos a bordo de satélites, el estudio de una cubierta introduce nuevas dimensiones, además de las planimétricas. La variable altimétrica en determinados casos puede considerarse despreciable, pero sin embargo aparecen, por un lado, la variable espectral, al poder ser adquirida la imagen en varias bandas del espectro electromagnético, y por otro, la variable temporal, al ser posible el estudio multitemporal de una escena, en virtud de la periodicidad del paso del satélite por el lugar de estudio. En teledetección se emplea el mismo término resolución, pero como una extensión del concepto anterior. Así pues se habla de resolución espacial, espectral, radiométrica y temporal [2], [3].

En la actualidad muchas aplicaciones visuales requieren imágenes con altos valores en su resolución de manera de facilitar una adecuada interpretación de los datos almacenados en las mismas.

Si se desea realizar algún análisis de la evolución de cierto fenómeno a lo largo del tiempo es necesario utilizar una secuencia de imágenes que abarquen el período deseado. Generalmente, debido a la escasa disponibilidad, es necesario recopilar imágenes provenientes de diferentes sensores. Como es sabido cada sensor posee características y dispositivos diferentes que definen la resolución de éste en todas sus dimensiones, de manera que las imágenes resultantes también tienen resoluciones diferentes de las otras.

Esto hace necesario realizar algunas operaciones previas al análisis, ya que se deben compatibilizar todas las imágenes de la secuencia de manera que éstas puedan ser comparables entre sí.

Este trabajo presenta alternativas para el estudio y la normalización de los valores de las diferentes resoluciones con el fin específico de permitir un facilitar el análisis

comparativo de diferentes imágenes satelitales, obtenidas por los mismos o diferentes sensores, a lo largo del tiempo. Esta normalización implica un análisis minucioso de cada variable, intentando en toda circunstancia lograr una mejora en los valores de cada uno de estos parámetros.

2.- Resolución de un sistema sensor

La definición de los valores de cada una de las resoluciones depende fundamentalmente del objetivo para el cual el sensor fue construido, la capacidad de transmisión y almacenamiento de información a estaciones receptoras. A continuación se definen cada una de estas resoluciones.

2.1.- Resolución Espacial

Se llama resolución espacial a la capacidad del sistema para distinguir el objeto más pequeño posible en una imagen. Esta acepción del término coincide con su formulación tradicional, tal como se aplica a sistemas analógicos. La resolución espacial de los satélites óptico-electrónicos depende de la altura orbital, de la velocidad de exploración y del número y la miniaturización de los detectores entre otras características. La resolución espacial de los sensores actualmente en explotación varía de acuerdo al objetivo específico de cada uno; existen sensores con resoluciones por debajo del metro mientras que hay otros que oscilan alrededor de los 11000m.

2.2.- Resolución Espectral

Se denomina resolución espectral a la capacidad del sensor para discriminar la radiancia detectada en distintas longitudes de onda del espectro electromagnético. La resolución espectral está determinada por el número de bandas que el sensor puede captar y por la anchura espectral de éstas.

En términos generales, el sensor será de mayor utilidad cuanto mayor sea el número de bandas que proporcione, ya que algunas cubiertas requieren estudios multiespectrales. Por otro lado, conviene que el ancho de cada banda sea lo más reducida posible, con el objeto de no obtener valores medios de regiones espectrales de diferentes significación física. Algunos sensores discriminan el espectro en 3 bandas mientras que los hiper-espectrales oscilan alrededor del centenar.

2.3.- Resolución Radiométrica

La resolución radiométrica es la capacidad del sensor para discriminar niveles o intensidades de radiancia espectral. En los sistemas analógicos como la fotografía, la resolución radiométrica viene determinada por el número de niveles de gris que pueden obtenerse. En los sistemas óptico-electrónicos, la radiancia incidente en el sensor es registrada matricialmente por un arreglo de celdas, cada una de las cuales reporta un nivel digital (ND) proporcional a la cantidad de energía electromagnética recibida. Este dato es obtenido por un convertidor analógico-digital incorporado en la plataforma. Existen sensores que diferencian 128 niveles mientras que otros alcanzan los 1024 niveles diferentes.

2.4.- Resolución Temporal

Se denomina resolución temporal a la capacidad del sistema para discriminar los cambios temporales sufridos por la superficie en estudio. Este concepto hace referencia a la periodicidad con que el sensor puede adquirir una nueva imagen del mismo punto de la superficie terrestre. En la mayoría de los satélites, la periodicidad de paso por un

lugar depende solamente de dos factores: la altura de la órbita, de la que depende la velocidad del satélite, y el ángulo de abertura de la observación.

3.- Métodos Propuestos

Habitualmente para poder estudiar la evolución o analizar los cambios de las superficies a lo largo del tiempo utilizando imágenes satelitales diferentes o adquiridas por diferentes sensores, es necesario en la mayoría de los casos, realizar correcciones o adaptaciones respecto de algún tipo de resolución de forma de adecuar las imágenes a una forma normal y común.

Las imágenes una vez recibidas por las estaciones terrenas sufren una serie de correcciones, por un lado correcciones de carácter geométrico y por otro de carácter radiométrico debido fundamentalmente a la presencia de la atmósfera. Una vez realizadas estas correcciones, las imágenes resultantes quedan disponibles para los usuarios finales.

A continuación se presentan las alternativas propuestas para la normalización de las imágenes, analizando y describiendo éstas desde los tres puntos de vista mencionados.

3.1.- Desde el punto de vista TEMPORAL

Cuanto mayor sea la resolución temporal de un sensor, se podrá realizar un análisis mas detallado en virtud de que existirán muchas imágenes disponibles. En casos que la resolución temporal no se suficiente para cubrir las necesidades existe la posibilidad de completar el periodo de estudio con imágenes provenientes de otros sensores cubriendo aquellos momentos en que un sensor no este disponible.

Una imagen satelital mayormente esta separada de la próxima en por lo menos varios días. El transcurso del tiempo trae aparejado algunos inconvenientes, principalmente el cambio en las condiciones de iluminación.

La iluminación promedio de una imagen satelital integrante de una secuencia temporal de imágenes de un lugar específico de la Tierra, difiere notoriamente de las correspondientes iluminaciones promedio de otras imágenes de la misma secuencia; esto es debido a numerosos factores. Indudablemente el más importante es la variación del ángulo solar y luego le sigue la variación de la distancia entre la Tierra y el Sol. La variación del ángulo solar depende de la época del año, en verano el ángulo de elevación solar es mucho mayor que en invierno mientras que en el hemisferio sur la distancia Tierra Sol es menor en el verano y mayor en el invierno.

Para comparar imágenes capturadas en diferentes estaciones del año, ya sean obtenidas por el mismo sensor o por sensores diferentes, es necesario entonces independizarse de la época del año en la cual fue adquirida cada imagen. Esta normalización implica una corrección de cada valor de energía recibido por el sensor respecto del día del año en la que la imagen fue capturada. Estas correcciones son conocidas y se aplican normalmente.

Existen también otros problemas no menores como las condiciones meteorológicas y la diafanidad del aire en el momento de la captura. En estos casos se esta estudiando la posibilidad de introducir información adicional como datos meteorológicos o de trabajo de campo de manera de poder eliminar estos efectos.

3.2.- Desde el punto de vista ESPACIAL

En las últimas décadas, con el avance de la tecnología, las características de los sensores han avanzado permitiendo de esta manera una mejora en la resolución espacial. Desde el punto de vista del análisis Multi-Temporal puede ser necesario comparar imágenes de varios años y hasta décadas de diferencia, con evidentes diferencias en su resolución

espacial. En este caso es deseable poder discriminar y detectar objetos más pequeños que los que el sensor puede capturar, o al menos lograr aproximar la resolución de las imágenes con menor resolución espacial a las imágenes de mayor resolución, de forma de facilitar el estudio de diversos fenómenos como humedad en el suelo, enfermedades de cultivos, estimación de cosechas, superficie inundada, etc.

Existe una técnica de mejoramiento de imágenes conocida como Súper-Resolución y se basa en aprovechar la información no redundante presente en una secuencia de imágenes. Idealmente cada imagen debe diferir respecto de las otras en un simple vector desplazamiento. El vector desplazamiento no puede ser cualquiera, pues si hay correspondencia entre la secuencia de baja resolución en unidades enteras de píxeles, entonces ambas imágenes contendrán casi la misma información, solamente que desplazada, con lo cual no existe nueva información que permita construir una imagen de mayor resolución con este método. Pero, si las imágenes tienen desplazamientos a nivel sub-píxel entre ellas, entonces existe información adicional y se puede mejorar la resolución espacial [4]-[9].

Esta técnica ya ha sido extendida y aplicada con éxito a imágenes satelitales [9],[10] permitiendo de manera relativamente sencilla mejorar la resolución espacial en una secuencia de imágenes satelitales.

Este trabajo ya está hecho y probado, en algunos casos se podrá mejorar la resolución de todas las imágenes mientras que en otros sólo se podrán mejorar algunas dependiendo de la disponibilidad de éstas.

3.3.- Desde el punto de vista RADIOMETRICO

Entre el sol y la superficie terrestre; y entre la superficie terrestre y el sensor se interpone la atmósfera, que interfiere de formas diversas con el flujo radiante captado por los sensores. Los principales fenómenos físicos que se producen por la interposición son la absorción y la dispersión. Esto lleva consigo una necesidad de realizar correcciones a los valores de energía recibidos. Se entiende por esta corrección a cualquier proceso que conduce a la restauración de los valores de radiancias obtenidas para una imagen de manera de acercarlos a los valores que hubieran tenido en condiciones de recepción ideales y ausencia del efecto atmosférico. Ante esta situación surge la necesidad de normalizar la energía, es decir llevar todos los valores de energía a una escala “normal y común” a la secuencia de imágenes a utilizar.

Una de las formas de expresar esta normalización es utilizar en vez de valores de energía reflejada los valores de reflectividad de superficies.

La reflectividad es la relación entre el flujo incidente y el reflejado por una superficie terrestre, precisamente es el porcentaje de radiación incidente que es reflejada por la superficie [2]. La reflectividad es una característica del objeto observado, aunque puede variar con el ángulo de observación, pero no depende del sistema de observación, por lo tanto, es la magnitud ideal para comparar imágenes Multi-Temporales o multi-sistema.

Una vez estimados los valores de reflectividad se puede utilizar información adicional como valores de reflectividad obtenidos en trabajo de campo o teóricos conocidos de manera de corregir los valores calculados.

3.4.- Desde el punto de vista ESPECTRAL

Cada banda está definida en una porción del espectro electromagnético, dicha porción depende directamente de las características de los detectores a bordo del sensor.

Si se desea comparar imágenes adquiridas por sensores diferentes será necesario, siempre que sea posible, compatibilizar las bandas.

Hacer compatible una banda de una imagen proveniente de un sensor con otra banda de una imagen proveniente de otro no es tarea sencilla. El valor captado por cada detector corresponde a la cantidad total de energía recibida para el intervalo de longitud de onda que lo define, con lo cual será necesario diferenciar que porción de la energía total recibida corresponde a un subintervalo de longitud de onda de la banda.

Esta tarea no es nada sencilla y se están realizando pruebas para diferenciar por ejemplo: la banda pancromática de imágenes Landsat 7 con la proporción correspondiente a las bandas infrarroja, roja y verde. Siempre que se hagan estas estimaciones deberá indicarse el porcentaje de error con el que se está trabajando.

4. Conclusiones y trabajos futuros

La teledetección conforma actualmente una herramienta muy útil para estudiar la evolución de muchos fenómenos, tanto naturales como elaborados por el hombre. Realizar un análisis Multi-Temporal no es una tarea sencilla, para poder tener resultados certeros es fundamental normalizar cada una de las imágenes utilizando un patrón común.

La normalización de imágenes respecto de la resolución temporal esta relativamente bien resuelta utilizando una compensación de la iluminación respecto de la fecha de adquisición.

Para normalizar imágenes respecto de la resolución espacial, se ha desarrollado satisfactoriamente un algoritmo que extiende las técnicas de Súper-Resolución de manera de incrementar la resolución de una imagen satelital y así poder compararla directamente con otra.

Respecto de la resolución radiométrica, es fundamental utilizar valores de reflectividad y no energía detectada. Por otro lado es fundamental completar estos valores de reflectividad con valores de campo reales de manera lograr una correcta interpretación independizándose totalmente de los efectos atmosféricos.

Por último, la normalización desde el punto de vista espectral implica un estudio minucioso y un conocimiento detallado de las características de los elementos sensibles y analizar de qué manera podría lograrse una normalización de bandas compensando entre ellas. Esta tarea todavía no se ha resuelto pero se esperan obtener resultados prontamente.

5.- Bibliografía

- [1] Pinilla C. Elementos de Teledetección. Ed. Ra-Ma., Madrid. 1995.
- [2] Chuvieco E. "Fundamentos de la Teledetección Espacial". Ed. Rialp S.A., Madrid-España. 1994.
- [3] Jensen J. R. "Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective". Ed. Prentice Hall. 1996.
- [4] Tristan P., Wainschenker R., Doorn J. "Súper – Resolución aplicada a Imágenes Satelitales". XI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. CACIC 2005. Concordia, Entre Rios, Argentina, 2005.
- [5] Rees W. G. "Physical principles of remote sensing". Ed. Cambridge University Press. 2001.
- [6] Borman S. "Topics in multiframe superresolution restoration"
- [7] Segall C. A., Molina R., Katsaggelos A. K. "High Resolution Images from a Sequence of Low Resolution and Compressed Observations: A Review". IEEE Signal Processing Magazine Vol 3. pp 37-48. 2003.
- [8] Elad M., Feuer A. "Superresolution Restoration of an image Sequence: Adaptive Filtering Approach". IEEE Transactions on Image Processing. Vol 8. Nro 3, pp. 387-395. 1999.
- [9] Tristan, P. "Súper-Resolución: una alternativa eficaz para imágenes satelitales". Tesis presentada como requisito para optar al título de Magíster en Ingeniería de Sistemas. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Bs. As. Mayo 2007
- [10] Tristan, P. "Súper-Resolución Aplicada a Imágenes Satelitales". Revista Colombiana de Computación. Vol 8 Nro. 1. Junio 2007.

Un Sistema de Vision Global para Fútbol de Robots

Guillermo Torres Rodolfo Del Castillo

Claudio Vaucheret

Departamento de Ciencias de La Computación

Facultad de Economía

Universidad Nacional del Comahue

email: {gtorres, rolo, cvaucher}@uncoma.edu.ar

14 de marzo de 2008

Resumen

El propósito de este trabajo es describir una de las líneas de investigación del Grupo de Investigación en Robótica Inteligente, de la Universidad Nacional del Comahue, que tiene como objetivo el diseño e implementación de un sistema de visión global para fútbol de robots. El sistema de visión global propuesto implementa mejoras sobre los ya existentes.

1. Introducción

El CAFR[7] es un ambiente pleno de oportunidades para aplicaciones de visión por computadora. Se juega un partido de fútbol con robots y una pelota sobre una cancha. La cancha consiste de una alfombra de color verde, con líneas blancas que demarcan los límites, áreas y círculo central.

Es necesario un seguimiento (tracking) de cada objeto en la cancha que requiere precisamente de un sistema de visión de alto rendimiento.

La pelota es una pelota estándar de golf color naranja, mientras que los robots se ajustan a las dimensiones específicas de cada categoría. Cualquiera sea la categoría, cada robot se identifica con un sombrero (hat) ubicado en su parte superior. Existen en la actualidad sistemas de visión global para esta actividad como lo son Doraemon[5] y Ergo[6] En este trabajo presentamos el diseño e implementación de un nuevo sistema de visión con facilidad de uso y de extender el sistema que lo diferencian de las aplicaciones existentes.

El sistema es abierto lo que lo habilita como plataforma de experimentación y para extenderlo a otras aplicaciones. Fue implementado utilizando la biblioteca OpenCV[3]. Un sistema de visión a través de una o dos cámaras captura la realidad sobre el campo de juego. En tiempo real procesa cada imagen para identificar cada objeto, su orientación, y velocidad. Luego envía esta información por un paquete UDP – broadcast por la red para que cada equipo pueda procesarla. En base a estos datos cada equipo[4] decide su próximo movimiento, que es enviado al servidor de comando, quien se encarga de enviar estos comandos a los jugadores en el campo de juego. De esta manera, cada jugador de cada equipo es controlado.

El sistema de visión cuenta con la posibilidad de realizar ajustes de color, brillo y contraste sobre las imágenes obtenidas desde las cámaras. Como así también corregir propiedades indeseables de distorsión en las mismas.

La identificación de cada objeto permite el estudio de diferentes técnicas de identificación y sus combinaciones para lograr dicho cometido.

Este ambiente es útil tanto para profesores como para estudiantes que cursen o estén próximos a iniciarse en la visión por computadoras. Permite estudiar los aspectos teóricos y su utilidad aplicada en una práctica particular. Este trabajo está organizado como sigue. En la siguiente sección se describe la arquitectura de nuestro sistema. En la sección 3 se define cómo el sistema identifica los elementos y por último en la sección 4 se dan las conclusiones y trabajos futuros.

2. Arquitectura de un sistema de visión global

Nuestro sistema de visión tiene un estado de configuración, y uno de servidor. El estado configuración se utiliza para ajustes y parametrización general. Mientras que el estado servidor se utiliza únicamente para entregar los datos (objetos identificados, su orientación y velocidad) obtenidos conforme a la configuración establecida en el estado configuración.

El sistema de visión captura imágenes (frames) desde una o dos cámaras ubicadas físicamente sobre la cancha. En caso de requerirse, puede modificarse la calidad de la imagen, tal como brillo, contraste, gamma, etc.

A fin de corregir la distorsión producida por algunos lentes de cámaras, calculamos los parámetros internos y externos de la cámara usando el método Tsai[8].

Para la identificación de robots, por cada uno se ajustan filtros de colores con umbrales mínimos y máximos para aislar cada color y se ajusta la cantidad mínima y máxima del color requerido. Por lo que deben configurarse tantos filtros de colores con sus respectivas cantidades como colores posea el modelo del sombrero elegido para representar cada robot. Estos rangos son necesarios debido a los cambios de luminosidad sensibles a los lentes de las cámaras.

Para la identificación de la pelota, se ajusta un filtro con umbrales mínimos y máximos para aislar el color naranja de la pelota sobre la imagen capturada. Se toma la región de color naranja, se ajusta un rango de radio de círculo mínimo y máximo, y también se ajusta un rango de área mínima y máxima. Si el objeto detectado está dentro de estos rangos, entonces marcamos la pelota como identificada. Estos rangos de círculos y área son necesarios debido a la velocidad de desplazamiento a la que puede llegar la pelota en la que pierde su forma original circular por una más alargada. Lo que está dado por las limitaciones de frames por segundos que posea la cámara. Ver figura 1

El sistema dibuja los robots y pelota hallados en cada imagen capturada. Y los robots también son etiquetados cada uno con un breve nombre.

Una vez analizados e identificados cada objeto en la imagen capturada se conforma un paquete UDP que es enviado por broadcast por la red para su procesamiento por cada equipo.

3. Identificación, Orientación y Velocidad de Robots

El sistema de visión implementado determina las identidades, orientación, y posiciones de los objetos en la imagen capturada. Para ello, en cada imagen capturada, primero se aplica un algoritmo de detección de bordes Canny, ver figura 2 y sobre ésta se aplica un algoritmo de detección de círculos (transformada circular de Hough). De esta manera obtenemos las potenciales posiciones de cada robot.

A posteriori, es necesario verificar que cada círculo detectado sea realmente un robot válido.



Figura 1: Pelota en movimiento

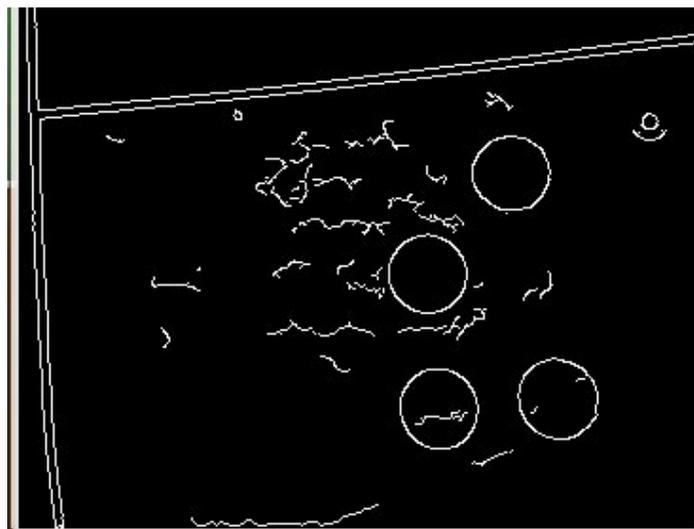


Figura 2: Detección de bordes



Figura 3: Detección Orientación del Robot

Por cada círculo detectado, en su área se clasifica cada píxel según un rango preestablecido para cada robot al momento de parametrización y calibración. Este rango se fija con valores mínimos y máximos en el espacio de colores de tres dimensiones HSV.

Luego de aplicarse un filtro para determinar si un color está presente, se calcula su histograma a fin de establecer la cantidad de color presente. Si el valor del histograma obtenido está entre los valores de histograma predefinidos para el color, entonces se continúa con el siguiente filtro. Finalmente, si todos los filtros preestablecidos a un robot se verifican es que se determina su identidad.

Cuando un robot es identificado se marca para no ser incluido en búsquedas posteriores sobre la misma imagen capturada.

Una vez que un robot ha sido identificado, se procede a determinar su orientación. Para ello, se repite el proceso de detección de bordes y luego de círculo pero en esta ocasión sobre el área del robot identificado. Con la posición central del círculo inicial (robot identificado) y la posición central del círculo menor (ubicado en el sombrero) es que se determina la orientación en radianes respecto a la dirección x e y .

Entre las distintas imágenes capturadas (frames), para cada robot identificado con las respectivas posiciones calculamos su velocidad.

4. Conclusiones y Trabajos Futuros

En este trabajo se ha presentado una de las líneas de investigación del Grupo de Investigación en Robótica Inteligente que tiene como objetivo el diseño, desarrollo e implementación de un sistema de visión global aplicado a fútbol de robots.

Es importante señalar que nuestro sistema de visión reconoce robots sin un modelo de sombrero preestablecido, siempre que no se interfiera con la modalidad de como se precisa la orientación. Solo basta que el modelo seleccionado contenga una codificación lo suficientemente variada en colores y que sus cantidades identifiquen unívocamente a cada robot.

Como trabajos futuros será necesario determinar un sombrero que se adapte a las reglas de la liga CAFR como así también de la liga F180. Analizar otras formas de segmentación, particularmente las propuestas en [2] y en [1].

También será implementado una forma de seguimiento (tracking) que pueda predecir la siguiente posición de cada objeto. Disminuyendo el área de análisis para identificar cada objeto.

Por otra parte, para el caso de utilizarse dos cámaras se analizará la alternativa de primero realizar la identificación de robots y pelota individualmente en cada imagen capturada por cámara. Permitiendo aprovechar procesamiento en paralelo, para luego reunir luego los datos. Sin embargo se incorpora un problema que son los objetos a identificarse ubicados parcialmente en cada imagen capturada.

Las líneas de estudios a realizarse pretenden hacer uso mínimo de los recursos computacionales, por lo que se mantendrá un procesamiento acotado por la naturaleza de tiempo real del dominio de la aplicación.

Referencias

- [1] James Bruce and Manuela Veloso. Fast and accurate vision-based pattern detection and identification. In *ICRA '03, the 2003 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, Taiwan, May 2003.
- [2] Veloso Bruce, Balch. Fast and inexpensive color image segmentation for interactive robots. In *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, 2000.
- [3] Intel Corporation. Intel corporation open source computer vision library. <http://www.intel.com/technology/computing/opencv/>, 2001.
- [4] ITAM. Equipo eagle knights. <http://robotica.itam.mx/espanol/index.phtml>.
- [5] Autonomous Agent Laboratory. Doraemon. <http://aalab.cs.umanitoba.ca>.
- [6] Autonomous Agent Laboratory. Ergo. <http://aalab.cs.umanitoba.ca>.
- [7] Federation of International Robot-Soccer Association. Fira official website. <http://www.fira.net/>, 2008.
- [8] R. Y. Tsai. A versatile camera calibration technique for high accuracy 3d machine vision using off-the-shelf tv cameras and lenses. *IEEE Journal of robotic and Automation*, 1987.

Dimensión Fractal de Autocorrelación Cúbica en Imágenes Tridimensionales

Andrea Silveti y Claudio Delrieux

Departamento de Ing. Eléctrica y Computadoras - Universidad Nacional del Sur - claudio@acm.org
Parcialmente financiado por la SECyT-UNS

1. Imágenes Médicas

1.1. Modalidades de adquisición y su visualización

Las imágenes médicas en formato digital son ampliamente usadas en hospitales y clínicas para la visualización e inspección de estructuras anatómicas y patológicas, el planeamiento de cirugías y de tratamientos de radioterapia, diagnóstico de enfermedades, detección de tejidos anómalos, etc. Entre las diversas modalidades de esta tecnología podemos destacar actualmente a la tomografía computada (CT), resonancia magnética (MRT), resonancia magnética funcional (fMRI), tomografía computadorizada por emisión de fotón único (SPECT) y tomografía por emisión positrónica (PET).

Las técnicas de visualización de volúmenes permiten obtener vistas 3D de alta calidad de las estructuras anatómicas. Sin embargo, su utilización para un análisis no supervisado eficiente y preciso de dichas estructuras es muy limitado. Por ejemplo, la visualización de la estructura interna del ser humano es sumamente compleja debido a la cantidad de órganos y a la disposición de los mismos. Tal es así que en algunos casos puntuales no es posible visualizar una estructura particular a pesar del uso de transparencias u otras técnicas para eliminar de la vista aquellas estructuras que ocultan al foco de la visualización. Esto se debe a que la mayor parte de las modalidades generan un campo escalar 3D de densidades, y por lo tanto órganos o estructuras anatómicas de densidades similares se hacen difíciles de distinguir sin información de dominio (p. ej., atlas anatómico). Por tal motivo, es necesario delimitar y separar la región de interés permitiendo su visualización en forma individual.

Otras limitaciones que afectan el uso de imágenes digitales médicas tienen que ver con los defectos y alteraciones presentes en la mayor parte de las tecnologías subyacentes a la adquisición de imágenes en estas modalidades (ruido, bajo contraste, baja resolución, problemas de muestreo, etc.). Por tal motivo, es importante hacer un análisis cuantitativo con técnicas derivadas del procesamiento digital de imágenes.

1.2. Segmentación en imágenes médicas

Los modelos de adquisición en estas modalidades obtienen una serie de imágenes 2D correspondientes a tajadas paralelas que requieren un análisis tridimensional, especialmente procesos de segmentación 3D y posterior visualización y medición de diversas estructuras. Desafortunadamente, la mayoría de los métodos de segmentación 3D no resultan satisfactorios en términos de precisión, y requieren interacción y supervisión del especialista para señalar la estructura a segmentar, establecer parámetros adecuados, etc. Una posible razón es que procede con técnicas de segmentación de imágenes 2D extrapoladas a 3D, con resultados poco significativos para el posterior procesamiento del volumen.

Las segmentación genuinamente 3D a partir de un volumen, es decir, que trabaje con todas las tajadas simultáneamente, es una tarea difícil por varios razones: el tamaño de los datos, la com-
WICC 2008 325

plejidad y variabilidad de órganos anatómicos, y los problemas relacionados con la adquisición de las imágenes (muestreo, ruido, bajo contraste) que pueden resultar en estructuras anatómicas con bordes indistinguibles y desconectados. En general, los algoritmos de segmentación son específicos para problemas particulares. Hay muchas alternativas propuestas, pero no existe una que pueda cubrir todas las necesidades.

Algunos algoritmos de segmentación tratan de buscar propiedades estructurales de la región a segmentar, como por ejemplo detección de superficies que intersectan el volumen, para lo cual se requieren técnicas de detección de bordes (intersección de dos regiones con diferente intensidad). Si bien estas técnicas funcionan bien para datos con buen contraste entre regiones diferentes, es muy difícil correlacionar todas las aristas detectadas con la región de interés.

Otros métodos de segmentación representan aristas y superficies internas al volumen como grafos. Trabajan con algoritmos de búsqueda de caminos, y requieren un paso extra para la voxelización de las superficies extraídas. Son adecuados cuando no están bien definidas las particiones entre regiones dentro del volumen de datos.

Las técnicas que utilizan operaciones morfológicas como erosión y dilatación sobre los datos, requieren un criterio externo para determinar los límites sobre la cantidad de aplicaciones de dichas operaciones. Además, las dilataciones seguidas de erosiones (*closings*) producen pérdida de alta frecuencia y el rellenado estructural de huecos que pueden corresponder a detalles genuinos, mientras que erosiones seguidas de dilataciones (*openings*) pueden eliminar detalles genuinos de alta frecuencia en la superficie de los objetos segmentados. Es decir, las técnicas derivadas de la morfología no siempre producen resultados precisos, y pueden ocasionar pérdida de información importante.

Los enfoques basados en las intensidades de los voxels, como las derivadas de la umbralización adaptativa, se aplican con éxito por ejemplo en la identificación de huesos, pero no para la mayoría de los tejidos que no son diferenciables sólo a partir de la tonalidad. Para casos puntuales como delineación de pequeñas y simples estructuras como tumores y lesiones se procede algoritmos de crecimiento de regiones. Este método requiere el sembrado de una semilla en forma manual y la posterior extracción de pixels de igual intensidad conectados a dicha semilla.

La segmentación basada en contornos activos, utiliza “snakes” definidas como curvas elásticas que evolucionan alrededor del objeto a segmentar y presenta inconvenientes en la segmentación de objetos con forma irregular. Otras alternativas están dadas por los métodos supervisados y no supervisados. Los primeros utilizan algoritmos de clasificación por reconocimiento de patrones, que requieren datos de entrenamiento que son segmentados manualmente, para luego ser utilizados en la segmentación automática de nuevos datos. Los segundos utilizan algoritmos de agrupamiento (clustering) para llevar a cabo esencialmente la misma función que los métodos clasificadores, pero en lugar de utilizar datos de entrenamiento, se entrenan a sí mismos usando los datos disponibles; por ejemplo el algoritmo de las K-medias. Otra alternativa está dada por el uso de redes neurales, que en el procesamiento de imágenes médicas son usadas como clasificadores o como métodos de agrupamiento.

1.3. Objetivos de este proyecto

Nuestro objetivo consiste en el estudio de la segmentación basada en propiedades fractales locales en imágenes médicas, como alternativa a los métodos propuestos actualmente en la literatura. Podemos citar aplicaciones de estimadores fractales como descriptores locales para segmentación en imágenes 2D con resultados muy satisfactorios. En este trabajo presentamos un método para obtener la dimensión fractal local en volúmenes, con el fin de realizar segmentación sobre imágenes tridimensionales.

Podemos mencionar tres aspectos importantes por los cuales se considera adecuado este tipo de descriptor en el proceso de segmentación. En primer lugar, por la robustez que lo caracteriza frente a los defectos y alteraciones presentes en la mayor parte de las tecnologías de adquisición de imágenes. En segundo lugar, porque la dimensión fractal local caracteriza en forma adecuada la heterogeneidad geométrica local en el volumen. Y en tercer y último lugar, porque su aplicación en

proceso de segmentación se realiza en forma totalmente automática, es decir, no requiere interacción con el usuario.

En este trabajo mostramos una introducción teórica a nuestro método, los detalles de implementación, algunos resultados preliminares, y las líneas de trabajo futuro.

2. Autocorrelación cúbica de la luminancia

La DF es un exponente que relaciona la autoinvariancia afín o autosimilitud estadística frente a cambios de escala. La metodología usual para obtener dicho exponente consiste en realizar el ajuste por regresión, (en un espacio logarítmico), de alguna magnitud relevante del conjunto, como función inversamente proporcional a la escala de medición de dicha magnitud. En el caso de imágenes digitales, la variación de luminancia es una magnitud de obtención inmediata, y por lo tanto es adecuado computar la DF local basada en las variaciones locales de luminancia.

Uno de los métodos más usuales para evaluar la DF local en funciones de una variable, es el exponente de autocorrelación de Hurst (H), que caracteriza a una función de acuerdo a cómo se puede estimar su variancia ΔV dentro de entornos r de tamaño decreciente, de manera de obtener un ajuste de la forma $\Delta V \sim (\Delta r)^H$. Es posible mostrar que la dimensión fractal de la función es $D = 2 - H$ con $H = \lim_{r \rightarrow 0} \frac{\log(\Delta V)}{\log(r)}$ y $0 \leq H \leq 1$.

Las técnicas para medir la DF local están basadas en la determinación del exponente de autocorrelación de la luminancia. En el caso de imágenes 2D el cómputo de la DF de autocorrelación evalúa la regresión de la variancia de luminancia ΔV en función del radio r del entorno considerado. Usualmente dicho entorno está incluido en una ventana centrada en pixel para el cual se computa la DF. El tamaño de la ventana es directamente proporcional a la precisión de la medición y al tiempo computacional, es decir que mayor tamaño de ventana implica mejor precisión y mayor tiempo de cómputo. Es posible mostrar que la dimensión fractal de la función es $D = 3 - H$ con $H = \lim_{r \rightarrow 0} \frac{\log(\Delta V)}{\log(r)}$ y $0 \leq H \leq 1$.

Dentro del entorno, es posible evaluar la variancia de la luminancia de diferentes maneras. La forma tradicional procede sobre discos de radio r decreciente centrados en el pixel, y obtiene ΔV como la diferencia entre la máxima y mínima luminancia entre los pixels del disco, es decir que un incremento Δr del radio, incrementa en $2\pi\Delta r$ la cantidad de pixels a evaluar y por lo tanto, evalúa la regresión en función del radio r . En Silveti y Delrieux (2007) se obtiene ΔV como la máxima variación de luminancia $\Delta V = |L_i - L_j|$ entre dos pixels i y j dentro del disco de radio r tales que i y j están a distancia r . Es decir, que por cada pixel del entorno, se requiere evaluar la diferencia de luminancia del pixel con todos los demás pixels del entorno y por lo tanto, evalúa la regresión en función del área circular de radio r . Por tal motivo, las pendientes de las regresiones obtenidas de estas dos formas corresponden al coeficiente de autocorrelación 'lineal' de Hurst H en el primer caso, y al coeficiente de autocorrelación cuadrático H_2 en el segundo caso.

Es posible aplicar estas mismas metodologías de trabajo a imágenes 3D. Es decir que se puede estimar el coeficiente de autocorrelación de Hurst en cada voxel v de la imagen tridimensional para luego computar la dimensión fractal del voxel como $D = 4 - H$. En Silveti y Delrieux (2007) se muestra que el coeficiente de autocorrelación cuadrático que evalúa la regresión de la variancia de luminancia en función del área de la ventana circular, aún con ventanas pequeñas, obtiene mediciones más exactas y precisas que los métodos tradicionales con ventanas de mayor tamaño. Por tal motivo, en este trabajo computamos directamente un coeficiente de autocorrelación cúbico H_3 entonces la DF del voxel queda dada por $D = 4 - H_3$.

Para obtener dicho coeficiente, se desplaza una ventana esférica de diámetro n , n impar, sobre cada voxel v de la imagen tridimensional para calcular la DF local del mismo. Se busca la máxima variación de luminancia $\Delta V = |L_i - L_j|$ entre dos voxels i y j dentro la ventana tales que i y j están a distancia r . Para obtener buenos resultados y mejores tiempos computacionales, es necesario obtener un ajuste

H	DF Generada	DF Observada
0.1	3.9	3.6938
0.2	3.8	3.6557
0.3	3.7	3.6142
0.4	3.6	3.5681
0.5	3.5	3.4681
0.6	3.4	3.4234
0.7	3.3	3.3681
0.8	3.2	3.1920
0.9	3.1	3.1780

Tabla 1: Dimensión fractal utilizada en el generador de la imagen tridimensional vs. dimensión fractal observada.

adecuado sobre ventanas pequeñas al hacer la regresión. Por tal motivo, utilizamos distancia norma uno para aumentar la cantidad de puntos usados en la regresión. De este modo, obtenemos la pendiente de la regresión en espacio logarítmico entre ΔV y r , para valores de r entre 1 y $2 \times \max(i + j + k)$ para i, j, k tales que $i^2 + j^2 + k^2 \leq (\lfloor n/2 \rfloor)^2$. Así, la correlación entre ΔV y el volumen esférico ve es

$$H_3 = \lim_{ve \rightarrow 0} \frac{\log(\Delta V)}{\log(ve)} = \lim_{r \rightarrow 0} \frac{\log(\Delta V)}{\log(4/3\pi r^3)} = \lim_{r \rightarrow 0} \frac{\log(\Delta V)}{\log(4/3\pi) + 3 \log(r)}.$$

Por lo tanto, en el espacio logarítmico, la regresión de puntos ΔV vs. ve tendrá una pendiente igual a $3H$, dado que el término constante en el denominador implica un desplazamiento de todos los puntos sin alterar la pendiente del ajuste.

3. Resultados

Para comprobar la validez del método, se generaron nueve imágenes tridimensionales sintéticas de $64 \times 64 \times 64$ con dimensión fractal conocida, mediante una generalización del algoritmo de desplazamiento aleatorio del punto medio en 3D. Dicho algoritmo recibe como parámetro el coeficiente de autocorrelación H , $0 \leq H \leq 1$, y genera un volumen con $DF = 4 - H$. Para cada una de estas imágenes, se aplicó nuestro algoritmo con ventana $7 \times 7 \times 7$, para estimar la dimensión fractal local de cada voxel de la imagen 3D, y se comparó el promedio de dichas evaluaciones con la DF con la cual fue generada la imagen. En la tabla Tabla 1 se consignan los resultados obtenidos.

Por otro lado, se verificó la validez de cada una de las imágenes 3D sintéticas generadas obteniendo las 64×3 imágenes 2D resultantes de fijar cada una de las 3 dimensiones de la imagen y variar las dos restantes. Se aplicó el cómputo de la DF en cada una de estas nuevas imágenes con el método de autocorrelación cuadrático presentado en Silveti y Delrieux (2007). Finalmente, se promediaron las DF de las 64 imágenes para cada una de las tres dimensiones obteniendo valores DF_x , DF_y y DF_z , con $DF_x \approx DF_y \approx DF_z$, es decir, que desde este punto de vista, se puede decir que el algoritmo de generación de imágenes es confiable. En la Fig. 1 se puede observar la imagen sintética 3D renderizada por medio de tajadas en ejes paralelos.

4. Conclusiones y Trabajos Futuros

Presentamos un método de autocorrelación cúbico para determinar el exponente de Hurst en volúmenes. Se mostró la validez del mismo aplicándolo a imágenes tridimensionales con DF conocida, obteniendo resultados altamente satisfactorios.

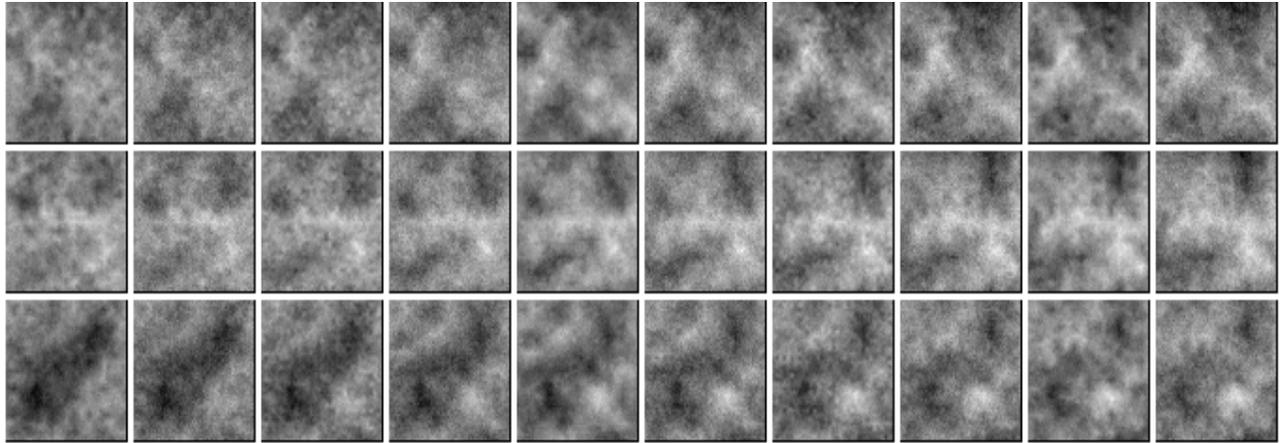


Figura 1: 30 tajadas del volumen para $H=0.5$. La primera fila corresponde a tajadas en X, la segunda a tajadas en Y y la tercera a tajadas en Z.

Como trabajos futuros importantes podemos mencionar por un lado, el mapeo la dimensión fractal local en falso color, por ejemplo con una escala variando entre $DF=3$ (verde) y $DF=4$ (rojo) para poder visualizarlo aplicando rendering directo de volúmenes, o mediante modelos de superficie de objetos obtenidos a partir de la segmentación. Por otro lado, el uso de esta herramienta de segmentación con imágenes médicas para evaluar el comportamiento de la misma y poder comparar los resultados con otras técnicas, especialmente para problemas particulares en los que los métodos conocidos habitualmente fallan.

5. Referencias

- C. Delrieux and R. Katz (2003).** Image Segmentation Through Automatic Fractal Dimension Classification. In Argentine Symposium on Computing Technology, Buenos Aires.
- A. Fournier, D. Fussell, and L. Carpenter (1982).** Computer Rendering of Stochastic Models. Communications of the ACM, 25(6):371-384.
- B. Mandelbrot (1983).** The Fractal Geometry of Nature. W. H. Freeman, New York.
- Yamashiro P (1997).** Fractal Analysis of MRI. Technical Report Medical Sciences Lab., University of Washington, Seattle.
- H.-O. Peitgen and D. Saupe (1986).** The Science of Fractal Images. Springer-Verlag, New York.
- J. C. Russ (1993).** Fractal Images. Plenum Press.
- J. C. Russ (1999).** The Image Processing Handbook. CRC Press, Boca Raton, FL, third edition.
- A. Silveti and C. Delrieux (2007)** . Dimensión Fractal de Autocorrelación Cuadrática en Imágenes Digitales. Congreso Argentino de Ciencias de la Computación.
- A. Silveti and C. Delrieux (2007b)** . Medición de la Dimensión Fractal en Superficies. Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación.
- Pierre Soille and Jean-F. Rivest (1996).** On the validity of fractal dimension measurements in image analysis. J. Visual Communication and Image Representation, 7(3):217-229.
- Xu, Chenyang, Pham, Dzung L, Prince, Jerry L. (2000).** Current Methods in Medical Image Segmentation. Annual Review of Biomedical Engineering, Annual Reviews, vol. 2, pp. 315-337, Annual Reviews, Palo Alto, CA.

Rendering Acelerado de Volúmenes en GPU mediante *Splatting*

Gustavo Ramoscelli y Claudio Delrieux

Departamento de Ing. Eléctrica y Computadoras - Universidad Nacional del Sur
Alem 1253 (8000) Bahía Blanca ramoscel@criba.edu.ar

1. Objetivos del Proyecto

Se llama *rendering* de volúmenes al proceso mediante el cual se crea una imagen 2D a partir de un conjunto de valores en un espacio 3D. El conjunto de datos del espacio 3D se lo llama generalmente *dataset* mientras que a cada partición elemental del espacio 3D donde se toma la muestra se la llama *voxel*. Existen varias estrategias para resolver el problema del rendering de volúmenes, entre las que podemos destacar las técnicas de extracción de superficies y el *rendering directo de volúmenes* [1]. La extracción de superficies no es exactamente una técnica 3D sino que más bien preprocesa el dataset con el objeto de encontrar superficies significativas para su visualización que puedan renderizarse utilizando las técnicas usuales de la computación gráfica 3D, mientras que el rendering directo busca una representación genuinamente tridimensional, por lo que debe entre otras cosas resolver el problema del modelo de iluminación en 3D. Es mucho más complejo computacionalmente, pero permite obtener resultados de mayor calidad.

El rendering de volúmenes se aplica a menudo para visualizar imágenes médicas. En este campo los expertos opinan que las imágenes obtenidas con alguna de las técnicas de rendering directo de volúmenes son las que presentan mayor calidad de información. Para el rendering directo de volúmenes generalmente se utiliza el método de *ray-casting*. Este método consiste en calcular la proyección trazando rayos hacia el espacio del volumen. Cada rayo atraviesa un pixel de la imagen y luego de recoger la información de color se pinta el pixel. Otros métodos consisten en proyectar sucesivamente la información del volumen en el plano de la imagen, por ejemplo por medio de la proyección de celdas (*cell by cell*), la superposición de capas semitransparentes de volumen (*slicing*) y la acumulación de la evaluación de la contribución ponderada de cada *voxel* en varios pixels (*splatting*). Se considera que el método más exacto en cuanto a la calidad de la imagen producida es el *ray casting*, pero también el más costoso computacionalmente.

Recientemente, bajo el influjo de la aparición del hardware gráfico acelerado (GPU), el rendering de volúmenes fue objeto de especial interés, donde el objetivo fue lograr sistemas (o adaptar los existentes) para tomar ventaja de la aceleración por hardware. El objetivo de este proyecto está encaminado en esa línea, especialmente en lograr un rendering de volúmenes en tiempo real, es decir, que permita el *interactive steering* o manipulación interactiva de los varios parámetros de renderizado (función transferencia, viewing, iluminación, etc.). En este trabajo mostramos el grado de avance de este proyecto, en el cual evaluamos el renderizado por *ray-casting* implementado en una biblioteca de dominio público, con una implementación desarrollada en nuestro laboratorio de renderizado por *cell splatting*. Se compara la calidad obtenida y el tiempo de renderizado de un mismo dataset, y se discuten algunos detalles de la implementación.

2. Ray Casting

El *ray casting* evalúa cada pixel de la imagen final, mediante la proyección de rayos que parten desde el punto del observador y atraviesan los pixeles del plano de la imagen [1]. Cada rayo se compone de los puntos $\mathbf{x}(\lambda)$ donde \mathbf{x} son puntos del espacio y λ es el parámetro utilizado para obtener estos

puntos. Si el rayo atraviesa el *dataset*, entonces se calcula la intensidad de la luz que el volumen aporta al pixel (fragmento) mediante la ecuación del rendering directo de volúmenes aplicado a objetos semitransparentes.

Para la evaluación del rayo, primero se traza un rayo desde el observador hacia el espacio ocupado por volumen de tal forma que atraviese un pixel de la imagen. Si este rayo intersecta uno o más *voxels* que pertenecen al *dataset*, se calcula el valor de varias muestras en distintos puntos del rayo y se guardan estos valores en una lista ordenada. Si el muestro del rayo es uniforme, estos valores serán interpolados. Si en cambio el muestro consiste en discretizar el rayo en 3D coincidiendo con los *voxels* del *dataset*, los valores serán los muestreados en cada *voxel*. En este caso los valores no necesitan interpolarse. Luego con la información de la lista se calcula también el valor de la atenuación en cada punto y finalmente se recorre en forma inversa el rayo (desde el volumen hacia el observador) para realizar el cálculo del color del pixel.

El método de ray casting es sin duda el favorito cuando se busca alta calidad de imagen. Sin embargo, utilizando métodos de cálculo convencionales (CPU) el tiempo requerido para generar la imagen es muy alto. Por esto, cuando se busca interacción con el usuario, se implementa alguna aproximación más rápida pero que generalmente crea imágenes de calidad inferior. Algunos autores han mostrado como acelerar el cálculo del *ray casting* mediante una implementación parcial del algoritmo compilada en procesadores gráficos (GPU) [2][4]. De esta forma parte del cálculo se realiza en CPU y parte en GPU.

3. Proyección de Celdas, Slicing y Splatting

Los algoritmos de proyección del volumen sobre la imagen más utilizados son: proyección de celdas, *slicing* y *splatting*. Estos métodos se los clasifica como *back-to-front* ya que el cálculo se efectúa se comienza por la parte más lejana del volumen hasta la parte más cercana (desde el punto de vista del observador). En la proyección de celdas, cada celda es conformada por ocho muestras de puntos conexos pertenecientes al *voxel* a representar. La celda es luego proyectada hacia la pantalla y el color de cada pixel se compone de la contribución calculada de esta celda más la contribución de las celdas proyectadas anteriormente.

La técnica de proyección de capas o *slicing* se basa en utilizar planos que cortan el volumen que se va a representar. Los planos se pintan entonces con una textura que representa los valores de muestra del volumen y luego se los proyecta en forma ordenada de atrás hacia adelante, sobre el plano de la imagen, calculando la acumulación y atenuación de energía mediante de unos sobre otros. En sistemas con aceleración gráfica, los valores de muestro del volumen se guardan en una textura 3D y a partir de esta textura se calcula en forma inmediata la textura 2D que pinta cada plano mediante algún método de interpolación. La acumulación de los planos se realiza mediante funciones de *blending*.

El método de *splatting* aparece cuando se considera que cada punto del muestro del volumen es una fuente de energía [6]. El algoritmo consiste entonces en ir acumulando de atrás hacia adelante las proyecciones de energía. Se considera además que la muestra atenúa la proyección de las fuentes de energía que están detrás. De esta forma se calcula el valor del color del fragmento como la contribución de energía de la nueva fuente componiéndola con la energía calculada hasta ese momento multiplicada por el factor de atenuación de la nueva fuente.

Para el cálculo de la contribución de una muestra se toma como patrón una imagen 2D formada por la emisión de energía que teóricamente produce una fuente puntual de intensidad unitaria y distribución de energía Gaussiana. Esta imagen se la conoce como *footprint* [7]. El cálculo de la contribución se obtiene al ponderar el valor de color de cada pixel del *footprint* con el valor de energía de la muestra. El resultado es una imagen 2D donde cada pixel corresponde a la emisión de energía de la muestra. Esta imagen se la conoce como *splat*. El *splat* se coloca entonces en el punto del espacio de la muestra. Si la proyección es paralela, se la orienta paralela a la imagen y se proyecta sobre la imagen. Si la proyección es perspectiva, el *splat* se orienta de frente a la cámara u observador y se proyecta sobre la imagen.

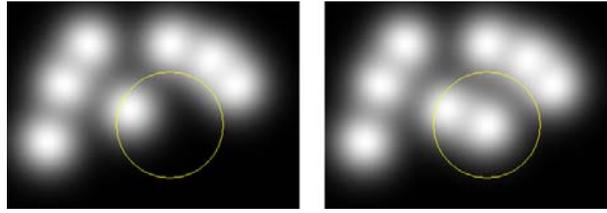


Figura 1: Ejemplo de acumular un nuevo *splat*.

4. Hardware Gráfico Actual

Las placas aceleradoras gráficas 3D para computadoras personales comenzaron a volverse más sofisticadas. En un principio, las placas gráficas comenzaron por incluir potencia de cálculo para realizar muchas de las aproximaciones existentes para la representación de una escena 3D. Luego, las placas gráficas posteriores almacenaban múltiples texturas en memoria de video las que se componían eligiendo alguna de las diversas funciones de blending disponibles para lograr efectos complejos en la escena mostrada. Las siguientes generaciones de placas gráficas permitieron ejecutar programas en los procesadores de vértices y fragmentos. A la unidad o chip que contiene ambos tipos de procesadores se la llama GPU.

El rendering directo de volúmenes también puede implementarse parcialmente en hardware. Para esto se efectúa el cálculo de la ecuación de iluminación en diversas etapas usando información almacenada en recursos disponibles como por ejemplo las texturas 3D. También se pueden implementar parcial o totalmente otras técnicas menos exactas que el rendering directo, pero que alcanzan aproximaciones aceptables y buena calidad en la imagen generada.

5. Implementación del Método de Splatting

Para implementar el programa de rendering de volúmenes mediante la técnica de *splatting* se recurrió al uso de técnicas ya documentadas en trabajos anteriores y se agregaron técnicas desarrolladas *ad hoc* para optimizar el tiempo de ejecución y el espacio de memoria requerido. El objetivo de esta aproximación al rendering de volúmenes es utilizar una figura llamada *splat* que representa la contribución de energía de una muestra del volumen a representar. Esta muestra nueva se proyecta en la imagen que se está generando y se acumula con las proyecciones anteriores. Al mismo tiempo se calcula también la atenuación causada a la energía calculada anteriormente por la presencia de esta nueva muestra. La ventaja de proyectar de atrás hacia adelante es el cálculo de la atenuación ya que al proyectar un nuevo *splat* ya se conoce la información del volumen que está detrás. Entonces, al ir pintando pixel a pixel el *splat* nuevo se toma la información de color del fragmento (que representa de la energía acumulada), se calcula su valor atenuado y se le agrega la energía nueva aportada. El resultado se guarda en el fragmento hasta que sea tocado por otro *splat*. De esta forma el *frame buffer* trabaja como memoria de la energía parcialmente acumulada. En las arquitecturas de GPU modernas, se puede utilizar el procesador de fragmentos mediante un programa *CG* para realizar este cálculo. En la Fig. 1 se muestra un ejemplo de rendering realizado hasta cierto punto del algoritmo de *splatting*.

La información del volumen muestreado se guarda en un VBO, junto con la información de índices. Luego de varios ensayos, se encontró que no hay diferencias en los tiempos de ejecución si se divide la información en múltiples VBO o si se utiliza un solo VBO. Por esta razón se optó por utilizar un solo VBO para almacenar toda la información del volumen.

El orden de las proyecciones de un muestreo regular para el caso general una ubicación arbitraria del observador se puede reducir a solo uno de ocho direcciones principales. Cada dirección indica el orden de la proyección de los *splats*. En la figura de abajo se muestra un cubo que representa el volumen muestreado y siete de estas direcciones representadas con las flechas en azul que salen del cubo. Estas direcciones corresponden a un orden distinto de los *voxels* del espacio según los ocho octantes que se

forman tomando como centro del espacio el centro del cubo y con planos paralelos a las caras del cubo. Luego según el octante en el que se encuentra el observador, se proyectarán los *splats* en la dirección que corresponda.

Para ahorrar espacio en memoria, solo se deben almacenar los índices ordenados de los ocho casos posibles. Luego, al momento de realizar el rendering se determina cuáles índices deben usarse para realizar la dirección de las proyecciones en forma correcta. En general se utilizan capas (*slices*) del volumen que se ordenan según un eje en coordenadas de muestreo. Estas capas contienen se dividen a su vez en rectángulos que sirven para generar cada *splat*.

Finalmente para la correcta representación de cada rectángulo, deben rotarse manteniendo el centro hasta que el normal de cada uno apunte al observador. Este proceso se denomina alineación y generalmente alcanza con alinear los *splats* en forma paralela al plano de la imagen [5]. Para este cálculo se utiliza el procesador de vértices. Al momento de procesar un vértice, un programa CG toma el vértice y lo modifica en el espacio para generar un rectángulo resultante que tenga la dirección normal deseada.

6. Comparación de los Métodos

Para hacer una comparación del método de *splatting* con el rendering directo de volúmenes mediante *ray-casting* se implementó por un lado en forma independiente un programa de *splatting*. Por otro lado se utilizó el programa Volview¹ que utiliza las librerías vtk² que implementan el rendering de volúmenes mediante *ray-casting*[3].

El programa Volview logra una sensación de tiempo real mediante mostrar la imagen en distintas etapas de refinamiento mientras el usuario ajusta distintos parámetros del rendering (como por ejemplo las funciones de transferencia y la posición del observador). De esta forma, al ajustar cualquier parámetro, el programa nos mostrará una imagen inicial con poco detalle. Si el parámetro no se vuelve a variar, pocos segundos más tarde se mostrará la imagen final el máximo nivel de detalle.

Para la implementación del método de *splatting* se implementó un programa en lenguaje *objet Pascal* utilizando el entorno de desarrollo *Delphi*. Para la aceleración por GPU se optó por utilizar CG frente a otras opciones como HLSL.

El *dataset* utilizado es el ejemplo de VolView de una imagen CT. Para utilizar este *dataset* en el programa de *splatting* se lo exportó a formato binario utilizado un archivo por *slice*. El tamaño del *dataset* es de 128x128x92 muestras.

Los resultados obtenidos muestran que las conclusiones de distintos autores son exactas, al notar la diferencia de velocidad de rendering a costa de perder un poco de detalle en la imagen. Respecto de las imágenes mostradas en la figura 2 de abajo, debemos notar que Volview y el programa de *splatting* implementado ofrecen distintos tipos de ajuste. Por esta razón se procuró ajustar las funciones de transferencia de ambos programas para obtener imágenes similares, las cuales siempre tendrán alguna diferencia de tonalidad.

En cuanto a los tiempos de ejecución, el algoritmo de *splatting* alcanzó una velocidad de alrededor de 2 a 2,5 frames por segundo con una imagen de 512x512 pixels. En el caso de Volview la velocidad de imagen final es de 0,4 frames por segundo. Si bien se notan diferencias en el brillo, el contraste y el color, el nivel de detalle es bastante similar. Para realizar estos ensayos se utilizó una tarjeta GeForce 6800 montada en un slot PCI Express.

7. Conclusiones y Trabajos Futuros

Podemos destacar que la velocidad del algoritmo de *splatting* fué muy superior al del rendering directo de vtk en un factor entre 5 y 6. Sin embargo, como vtk utiliza una técnica de refinamiento de imagen y muestra parcialmente el resultado, al usuario le parece que esta trabajando en tiempo

¹El programa Volview es propiedad de Kitware Inc.

²Las librerías VTK son propiedad de Kitware Inc.

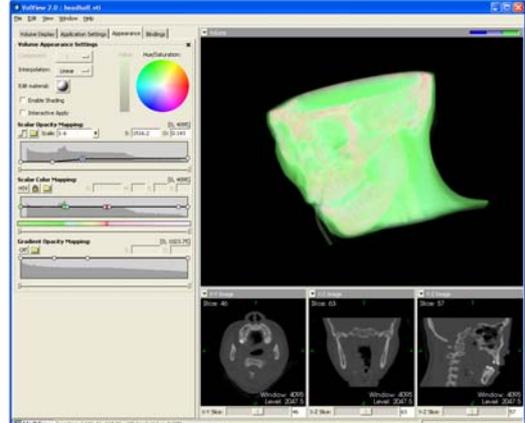
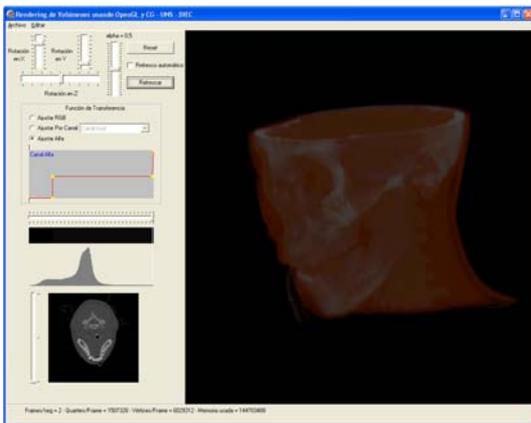
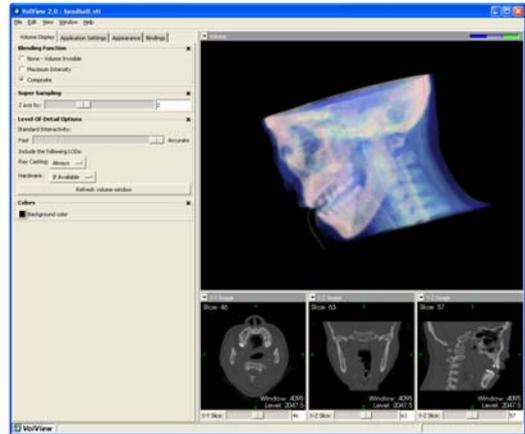
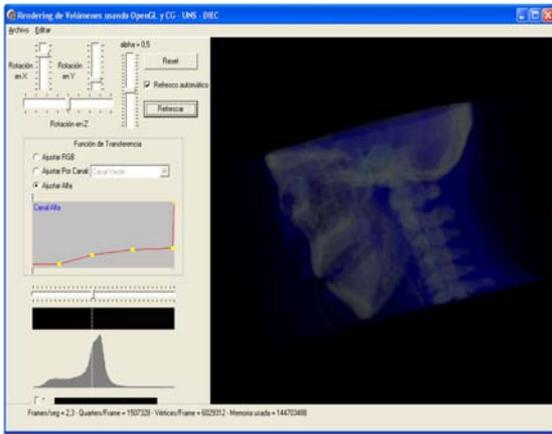


Figura 2: Imágenes generadas utilizando *splatting* a la izquierda y *ray-casting* a la derecha.

real cuando realiza los distintos ajustes. Por esta razón en una futura implementación se agregará la técnica de refinamiento de imagen en el programa de *splatting*.

Otros trabajos que planeamos realizar son la implementación de aceleración de GPU en los métodos de *slicing* y *rendering* directo. De esta forma, se podrán obtener resultados más precisos al comparar los distintos métodos. Finalmente se explorará una mejora en la interface para definir las funciones de transferencia de color y de opacidad.

Referencias

- [1] Mark Watt Alan Watt. *Advanced Animation and Rendering Techniques: Theory and Practice*. ACM Press, New York, 1992.
- [2] Ertl T. Engel K., Kraus M. High-quality pre-integrated volume rendering using hardware-accelerated pixel shading. In Inc. Addison-Wesley Publishing Company, editor, *Eurographics / SIGGRAPH Workshop on Graphics Hardware '01*, pages 9–16, 2001.
- [3] Kitware Inc. *The Visualization Toolkit Documentation*. Kitware Inc., Enero 2008. <http://www.vtk.org/doc/release/5.0/html/>.
- [4] R. Westermann J. Kruger. Acceleration techniques for gpu-based volume rendering. In *VIS '03: Proceedings of the 14th IEEE Visualization 2003 (VIS'03)*, page 38, Washington, DC, USA, 2003.
- [5] K. Mueller N. Neophytou. Gpu accelerated image aligned splatting. In I. Fujishito (Editors) E. Groller, editor, *Volume Graphics*, The Eurographics Associations 2005, 2005.
- [6] Lee Westover. Interactive volume rendering. In *VVS '89: Proceedings of the 1989 Chapel Hill workshop on Volume visualization*, pages 9–16, New York, NY, USA, 1989. ACM.
- [7] Lee Westover. Footprint evaluation for volume rendering. In *SIGGRAPH '90: Proceedings of the 17th annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, pages 367–376, New York, NY, USA, 1990. ACM.

AJAX: un análisis tecnológico y posibilidades metodológicas

Autor

Patricia Bazán

pbaz@ada.info.unlp.edu.ar

LINTI

Laboratorio de Investigación en Nuevas Tecnologías Informáticas

Facultad de Informática – UNLP

Universidad Nacional de La Plata

Director: Lic. Francisco Javier Díaz

Calle 50 y 115 – 1er Piso – la Plata (1900) – Buenos Aires – Argentina

fax: 0221-423-0124 – tel: 0221-422-3528

1. Introducción

Este trabajo presenta un análisis desde el punto de vista tecnológico de AJAX y su la posibilidad de alcanzar la inserción de dicha tecnología en un marco conceptual y metodológico para el desarrollo de software.

El objetivo del trabajo es detallar conceptos y tecnologías subyacentes, encontrar sus fundamentos y plantear un uso adecuado de los mismos en la construcción de software robusto, tecnológicamente moderno y metodológicamente correcto.

2. Conceptos y definiciones

AJAX es una etiqueta que refiere un repertorio de técnicas basadas en los navegadores para implementar aplicaciones Web en las cuales los elementos y contenido de las páginas son recuperados de manera asincrónica en *background*, y por la cual el despliegue de la página se actualiza de manera incremental sin necesidad de desplegar la página completa.

Lo nuevo en la evolución actual en cuanto a implementaciones de navegadores y capacidad de procesamiento del hardware es que permite que gran cantidad de código JavaScript se ejecute correcta y consistentemente con robustez y rendimiento aceptables.

Es el asíncrono de JavaScript + XML para un modelo de desarrollo basado en estándares para RIA (Rich Internet Applications). AJAX difiere en tres aspectos de las formas clásicas de aplicaciones Web basadas en páginas. Estos son:

1. una máquina del lado del cliente actúa como intermediario entre la UI y el servidor
2. la máquina del lado del cliente maneja la actividad del usuario en lugar de enviar el requerimiento al servidor.
3. los datos XML son transferidos entre la máquina del lado del cliente y el servidor, permitiendo el refresco de páginas parciales en lugar de páginas completas.

AJAX no es un lenguaje de programación. Es una técnica para crear mejores y más rápidas aplicaciones Web usando sus mismas tecnologías (HTML, CSS, JavaScript y XML). Dado que usa funcionalidad nativa de los navegadores no requiere plug-in. Usa el objeto de los navegadores XMLHttpRequest, que permite hacer requerimientos al servidor sin refresco completo de la página.

3. Aspecto tecnológico

Dado que AJAX es un conjunto de tecnologías es posible desarrollar aplicaciones AJAX desde cero sin usar ninguna herramienta de desarrollo. Sin embargo, existen bloques constructores AJAX que aceleran el proceso de desarrollo para mediana a gran escala.

Estos bloques constructores se clasifican en cuatro categorías:

- ❖ **Snippets:** pequeños fragmentos de código. Son incorporados sin grandes cambios a la arquitectura de la aplicación.
- ❖ **Widgets:** componentes de UI autocontenidas. Incorpora nuevos elementos de interface (no sólo extiende las existentes). Ej.: un calendario, un menú jerárquico, un menú acordeón.
- ❖ **Frameworks:** un entorno de ejecución del lado del cliente con utilidad de funciones y *widgets*. En este caso, el desarrollador debe atravesar el código existente y re-escribirlo en el nuevo *front-end*.
- ❖ **Frameworks avanzados:** un *framework* con herramientas de desarrollo y componentes del lado del servidor que también tiene componentes del lado del cliente. Proveen soporte para SOA, repositorio de datos y de metadatos, soporte para desarrollo en equipo y gestión de aplicación.

	Construir /Comprar	Riesgo técnico	Riesgo de negocio	Beneficio de usuario	Beneficio de negocio
Snippets	Construir	Bajo	Bajo	Inmediato	Bajo
Widgets	Construir	Bajo	Bajo	Inmediato	Bajo
Framework del lado del cliente	Comprar	Medio	Medio	Mediano plazo	Medio
Framework del lado del cliente y del servidor	Comprar	Alto	Medio	Largo plazo	Alto

Tabla 1 – Características en cada bloque constructor AJAX

4. Posibilidades metodológicas

Dados los beneficios enunciados, ¿cuáles serían los motivos para no adoptar ampliamente AJAX?

- **Proyectos, widgets y tollkits AJAX sin soporte:** existen varios proyectos *open source* de AJAX pero son soluciones fragmentadas sin soporte de una compañía.
- **Carencia de buenas prácticas establecidas:** sin ellas, la técnica de prueba y error provoca demoras y pérdida de tiempo.
- **Pobre integración al ciclo de vida del software:** no hay herramientas para acelerar el testeo y el *debugging* y para integrar AJAX a los procesos de desarrollo existente, por lo tanto, prolifera el código “spaguetti”
- **Carencia de soporte externo y entrenamiento:** producto se ser una tecnología no soportada comercialmente.
- **Riesgo de violación de propiedad intelectual:** los proyectos AJAX incluyen código fuente disponible en Internet.

Web 2.0 es un término popular que describe una nueva generación de aplicaciones Web altamente interactivas. Esta interacción debe ser resuelta por un nuevo paradigma de construcción interfase de usuario conocida como RIA (Rich Internet Applications).

Web 2.0 tiene el desafío de no ser solamente una tecnología sino también un conjunto de atributos con dimensión social que definen nuevos modelos de negocio, nuevos patrones de diseño mas orientados al usuario y un paradigma de construcción de software mas descentralizado.

La tecnología RIA es el pegamento que enlaza la riqueza de las aplicaciones Web con la riqueza de las aplicaciones de escritorio. Su potencia radica en trasladar el procesamiento de la interfase de usuario del servidor al cliente, manteniendo el acceso a los datos en la aplicación servidora. Varias tecnologías RIA se utilizan hoy siendo AJAX la más ampliamente usada.

	Tecnologías RIA			
	AJAX <i>Open Source</i>	AJAX Comercial	Java del lado del cliente	Flash
Soporte Web estándar	Excelente	Excelente	Regular	Mediocre
Soporte del vendedor	Pobre	Excelente	Mediocre	Excelente
Tamaño de download	Excelente	Excelente	Pobre	Regular
Instalación cero sin plug-in	SI	SI	NO	NO
Performance	Regular a mala	Excelente	Regular	Excelente
Facilidad de desarrollo	Regular a mala	Excelente	Regular	Excelente
Madurez	Mediocre	Buena	Excelente	buena

Tabla 2 – Comparación de características entre las distintas tecnologías RIA

AJAX es un subconjunto de la amplia categoría de tecnología RIA. Ambas tienen cuestiones en común: cubren el amplio espectro que va de aplicaciones *thin-Web* con HTML puro hasta las aplicaciones cliente/servidor tradicional y tratan de evitar los defectos de ambas.

RIA y AJAX emulan el cliente/servidor tradicional pero con un mejor “*deployment*”, amplia gama de plataformas de ejecución (a través de maquinas virtuales y ambientes de ejecución multiplataforma) y mejor calidad en cuanto a seguridad.

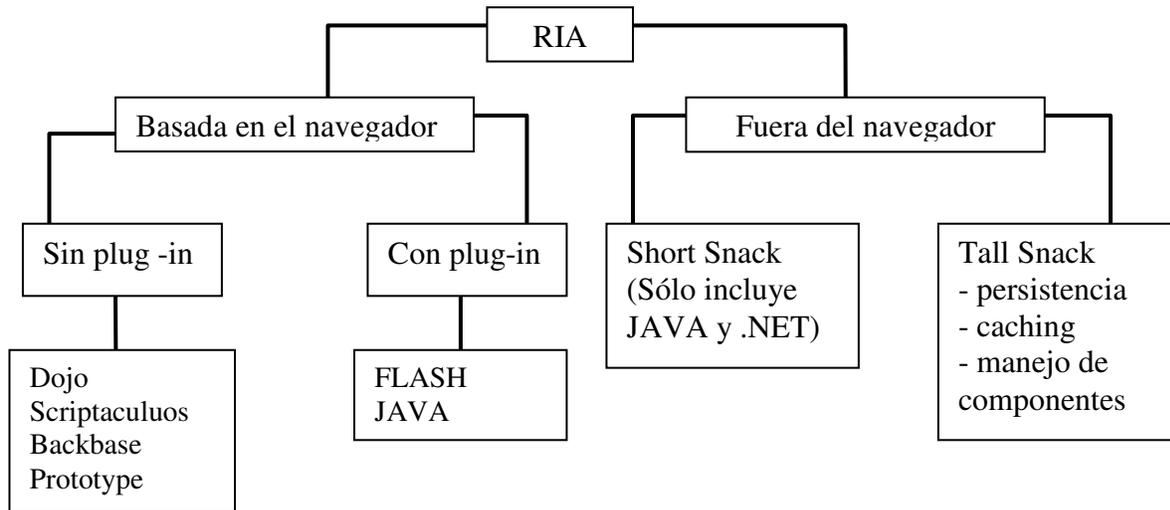


Figura 1 – Visión jerárquica de AJAX y RIA

La tecnología AJAX amplia y madura apunta a un gran conjunto de desarrolladores, más allá de los expertos en tecnologías del lado del cliente como CSS, DOM y JavaScript.

5. Inserción en las empresas

Existe un gran grupo de desarrolladores que construyen aplicaciones AJAX-enablement con plataformas del lado del servidor como JSEE o ASP.NET o frameworks específicos como Struts, Spring o JSF.

Por lo tanto, la taxonomía en tiempo de diseño se transforma en algo tan importante como la definición de los entornos de ejecución.

Lo que en verdad es importante en ese contexto es si la plataforma RIA soporta un lenguaje familiar del lado del servidor, se conecta con sistemas SOA y si se integra bien con herramientas de desarrollo del lado del servidor como Eclipse o Visual Studio.

Esto representa una divergencia entre lo que se denomina “mercado global” o cara externa de los desarrollos Web como Yahoo o Google, del “mercado particular” o cara interna de los desarrollos de negocio de tipo corporativo. Los primeros son claramente centrados en Web y frecuentemente se autoabastecen (no requiere soporte técnico externo ni proveedores de sofá) y están abocados a la introducción de nuevas tecnologías. Los segundos tienen otra realidad, deben sostener en producción las denominadas aplicaciones “*legacy*” y poseen un gran bagaje de tareas relacionadas para dichas aplicaciones, por ende, suelen estar cautivos de los productos por sobre la tecnología cruda.

Desde la perspectiva del desarrollador la tecnología AJAX puede dividirse en tres:

- Centrada en el cliente: herramientas y framework centradas en Web que requieren que el desarrollador escriba código JavaScript.
- Centrado en el servidor: herramientas front-end que extienden los frameworks para programar del lado del servidor.
- Ni del lado del cliente ni del lado del servidor. Los desarrolladores diseñan la UI y el comportamiento usando una descripción no procedural basada en XML.

Los beneficios del XML declarativo es que hace más fácil manejar la UI para un portfolio de aplicaciones que comparten el mismo diseño.

La desventaja es que no existen estándares, son propietarios de cada framework.

6. Limitaciones de AJAX

Una metáfora que caracteriza la diferencia entre la tecnología RIA basada en AJAX de otras tecnologías más exhaustivas o robustas, es la metáfora “del cielo y la tierra”.

Microsoft introdujo esta metáfora para instruir a sus desarrolladores acerca de la diferencia entre AJAX y lo que ellos denominan “*smart client*”, que sustenta el subsistema grafico de Windows Vista.

Se puede decir que AJAX ha “emergido de la tierra” permitiendo nuevos estilos de interacción a través de refresco parcial y requerimientos asincrónicos. El “cielo” se ajusta a aplicaciones que requieren una interacción mas estrecha con el usuario mas allá de los confines del navegador. La diferencia sustancial esta dada por la necesidad de ejecutar operaciones en modo desconectado.

Los detractores de AJAX identifican a esta última como la característica “asesina” de la tecnología RIA, pero pierden de vista, que aún resuelto este aspecto por parte de AJAX, existen otras limitaciones como la integración limitada al cliente solamente, la seguridad (los nuevos patrones de comunicación pueden introducir nuevos riesgos de seguridad) y la mantenibilidad del código que para muchos puede resultar poco familiar o raro.

7. Riesgos y seguridades al adoptar AJAX

La incorporación de una nueva tecnología siempre trae aparejado riesgos y seguridades. Lo importante es tener presente cada una para minimizar las primeras y potenciar las segundas. En el caso de AJAX en particular, y habida cuenta que se ha definido como un conjunto de tecnologías que pueden

converger en un verdadero cambio de punto de vista en el desarrollo de software, es que se hace aun más necesario evaluar estos dos aspectos.

Entre las seguridades con las que se cuentan están;

- Es fácil comenzar en AJAX con *snippets* (denominado Nivel 1 de AJAX) y *widgets* (denominado nivel 2 de AJAX).
- Adopción de un *framework* robusto más que desarrollar uno propio (nivel 3 y 4 de AJAX).
- Fomentar el procesamiento del lado del servidor.
- Incorporación de diseño centrado en la usabilidad a los procesos de negocio, independientemente de AJAX.

Dentro de los riesgos que se corren utilizando AJAX están:

- Es fácil comenzar en AJAX con *snippets* y *widgets* y detenerse allí.
- Adopción de un *framework* robusto más que desarrollar uno propio (nivel 3 y 4 de AJAX) y que el proveedor desaparezca del mercado.
- Enfocarse solo en la tecnología más que en el problema y sus objetivos.
- Tener la visión que solo es un proyecto del lado del cliente.
- Ignorar las implicancias de seguridad que se presentan en esta interacción de grano fino entre cliente y servidor.

8. Conclusiones

AJAX como tecnología tiene varias ventajas, como el estar basada en estándares, no usar plug-ins, ajustarse al flujo de código habitual, no requerir más conocimientos que JavaScript y trabajar en todos los lenguajes de programación y todas las plataformas.

Desde lo metodológico, hay variantes para adoptar esta tecnología que van desde la simple inclusión de *snippets* hasta construir desarrollos de software completos con entornos de desarrollo basados en tecnología RIA.

Esta gama de variantes deberá ser evaluada por los responsables tecnológicos de los proyectos informáticos a la hora de decidir desarrollar aplicaciones cuyo modelo de interacción, modelo de negocios, seguridad, mantenibilidad y demás requisitos exigidos por el mercado para los desarrollos modernos, se encuentren a la altura de las circunstancias.

9. Referencias

1. Phifer G. 2007. “*AJAX Limits, RIA Technology Risks and User Experience Possibilities*” Gartner Application Integration & Web Services Summit. - Backbone Client Edition 4.0.2. Beginner Tutorial.
2. Backbone Client Edition 4.0.2. Beginner Tutorial.
3. Backbone Client Edition 4.0.2. Technical Overview
4. Bazan 2008. “*Conceptos y generalidades sobre AJAX y tecnología RIA*”. Informe técnico interno elaborado en el LINTI. Facultad de Informática. UNLP.

Desarrollo de un ciclo de mejora

Construcción de un método de diagnóstico

Alicia Mon, Marcelo Estayno, Andrea Arancio
{aliciamon, mestayno, andrea.arancio}@fibertel.com.ar
G.I.S. – UNLaM¹

Resumen. *Las pequeñas y medias empresas de desarrollo de software necesitan desarrollar una cultura de la calidad y demostrarla por medio de un proceso de certificación para posicionarse competitivamente en el mercado nacional e internacional. No obstante la madurez del proceso en estas organizaciones todavía se encuentra en un estado crítico.*

Los modelos que se utilizan habitualmente como por ejemplo, CMMI y/o las Normas de Calidad ISO resultan complejos en su implementación, difíciles de cumplir y de alto costo para las pequeñas y medianas empresas (PyMEs) de la industria del software Latinoamericana.

En esta línea de trabajo se está llevando a cabo una investigación acompañada de un posterior desarrollo, para la construcción de un modelo de proceso que tenga como características un alto grado de adaptabilidad a este tipo de empresas locales.

Para ello se están construyendo un conjunto de herramientas que permitan comprobar si la propuesta antes mencionada es realmente eficaz y como resultado de este análisis elaborar un modelo que se adapte de forma más adecuada a las necesidades de estas empresas.

En este caso se trabaja sobre la implementación del Método “IDCompetiSoft” para el diagnóstico inicial y para la Revisión del Proceso detectando en cada empresa un conjunto de elementos que permitan interpretar el Modelo, comenzando con la estructura de Roles definidos, los Productos de trabajo que utilizan en el momento del diagnóstico y las herramientas que dispone como soporte a la gestión y el desarrollo.

El presente trabajo está enmarcado dentro del proyecto 506AC0287-COMPETISOFT (Mejora de Procesos para Fomentar la Competitividad de la Pequeña y Mediana Industria de Software de Ibero América) del programa CYTED (Ciencia y Tecnología para el Desarrollo) [1]

Palabras Clave: *Proceso Software. Madurez del proceso. PyMEs. Modelos de Calidad.*

¹ Grupo de Ingeniería de Software. Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas. Escuela de Posgrado. Universidad Nacional de La Matanza.

1. Introducción

La calidad del software es particularmente importante para equipos que desarrollan sistemas grandes y complejos. Para esto existen diferentes Modelos de Proceso Software y Normas de Calidad con los que las empresas de desarrollo pueden medir o certificar sus procesos de desarrollo (ISO/IEC 15504-2, ISO 90003, CMMI) [2], [3], [4] pero los mismos son tan complejos en su implementación para las Pequeñas y Medianas empresas de la industria del software, que las mismas se encuentran con serias dificultades a la hora de adecuar sus actividades para conducir a sus organizaciones en un proceso de certificación. Para este tipo de empresas debe adoptarse algún tipo de práctica que permita trabajar con normas de calidad adaptadas a su entorno [5].

El Modelo de Procesos CompetiSoft [6] que se desarrolla en forma colaborativa por grupos de investigación iberoamericanos pretende apoyar a las pequeñas y medias empresas (PyMEs) en la estandarización de sus prácticas, en la evaluación de su efectividad y en la integración de la mejora continua. Las prácticas están sintetizadas en un conjunto de procesos que abarcan las responsabilidades asociadas con la organización: Alta Dirección, Gestión y Operación.

2. Instrumento de diagnóstico

La implementación de un ciclo de mejora, se puede realizar a partir de la aplicación del Método que hemos dado en llamar “IDCompetiSoft”, con la utilización de un cuestionario [7] [8] como instrumento de recolección de información, orientado a los Procesos de Operación del Modelo CompetiSoft, que incluye los Procesos de Administración de Proyectos Específicos y el Proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Software.

El objetivo de la aplicación del cuestionario es realizar una evaluación sobre el cumplimiento de las prácticas definidas por el Modelo para este Proceso, establecer el nivel en que se encuentra una empresa cuando comienza a implementarlo y establecer los procesos de mejora necesarios [9].

La implementación del Método IDCompetiSoft para el diagnóstico inicial y para la Revisión del Proceso de Mejora (Pasos 2 y 5 de PMCompetiSoft [6]) debe buscar en cada empresa un conjunto de elementos que permitan interpretar el Modelo, comenzando con la estructura de Roles definidos, los Productos de trabajo que utilizan en el momento del diagnóstico y las herramientas que dispone como soporte a la gestión y el desarrollo.

El cuestionario abarca, para cada práctica, las instancias básicas que deben ser cubiertas. Cada práctica definida en el Modelo se integra con un conjunto de preguntas que procura identificar cuanto y como se realiza dicha práctica, lo que implica relevar información sobre la ejecución y la evidencia objetiva.

Asimismo, cada pregunta corresponde a un nivel de madurez, que se representa en forma coloreada. El color de cada pregunta está asociado con el Nivel de capacidad del Modelo.

El cuestionario fue desarrollado con la estructura de que para cada pregunta hay un tipo de respuesta y un encadenamiento a seguir. Cada pregunta puede tener diferentes tipos de respuestas: Si/No, Roles (de acuerdo a los Roles definidos en el Modelo), opciones múltiples o texto libre, para aquellas respuestas que no son conducidas y pueden contemplar diversas opciones. El encadenamiento propuesto entre las preguntas se establece en función de las respuestas obtenidas.

OPE1

Las preguntas del cuestionario para el Proceso OPE1 han sido desarrolladas en base a las actividades planteadas por este proceso específico, que se divide en 4 fases: 1.- Planificación, 2.- Realización, 3.-Evaluación y Control y 4.-Cierre, conformando un total de 323 preguntas divididas en las 4 Fases descriptas.

La distribución de las preguntas por cada una de las Fases para el Proceso OPE1, se presenta en la siguiente Tabla 1.

Fases	Modelo Cantidad de Actividades	Cuestionario Cantidad de preguntas
Planificación	18	150
Realización	11	97
Evaluación y Control	3	44
Cierre	4	32

Tabla 1. Cantidad de preguntas por Fase OPE1

El color de cada pregunta asociado con el Nivel de capacidad del Modelo, para el Proceso OPE1 se distribuye de la siguiente manera, tal como se presenta en la Tabla 2.

Nivel	Capacidad de proceso	Cantidad de preguntas
1	Realizado	62
2	Gestionado	103
3	Establecido	144
4	Predecible	9
5	Optimizado	

Tabla 2. Cantidad de preguntas por nivel de madurez OPE1

OPE2

Las preguntas del cuestionario para el Proceso OPE2 han sido desarrolladas en base a las actividades planteadas por este proceso específico, que se divide en 8 fases: 1.-Inicio, 2.-Requisitos, 3.-Análisis, 4.-Diseño, 5.-Construcción, 6.-Integración, 7.-Pruebas y 8.-Cierre, conformando un total de 732 preguntas divididas en las 4 Fases descriptas.

La distribución de las preguntas por cada una de las Fases para el Proceso OPE1, se presenta en la siguiente Tabla 3.

Fases	Modelo Cantidad de Actividades	Cuestionario Cantidad de preguntas
Inicio	2	14

Requisitos	17	143
Análisis	11	108
Diseño	13	114
Construcción	6	58
Integración	4	55
Pruebas	20	164
Cierre	9	68

Tabla 3. Cantidad de preguntas por Fase OPE2

El color de cada pregunta asociado con el Nivel de capacidad del Modelo, para el Proceso OPE2 se distribuye de la siguiente manera, tal como se presenta en la Tabla 4.

Nivel	Capacidad de proceso	Cantidad de preguntas
1	Realizado	184
2	Gestionado	239
3	Establecido	301
4	Predecible	
5	Optimizado	

Tabla 4. Cantidad de preguntas por nivel de madurez OPE2

El cuestionario debe ser aplicado en una empresa para realizar la primera aproximación sobre la realización del conjunto de Actividades que define el Modelo para el Proceso (o Perfil 1). Para la aplicación del mismo, se debe seleccionar un Proyecto de desarrollo de un producto software que la empresa seleccione.

3. Método de diagnóstico

La aplicación del Método IDCompetiSoft es iterativo incremental dado que comienza por la realización del análisis cuantitativo, luego el análisis cualitativo y en base al resultado del mismo propone Recomendaciones, aplica un ciclo de mejora y vuelve a iniciar el ciclo con el siguiente incremento de análisis. El método finaliza cuando se llega a cumplir el nivel de madurez deseado por la empresa que encara este proceso de mejora.

El Método en su primera etapa de Diagnóstico, permite establecer la visión general de la organización en busca de evidencia objetiva, para luego comenzar a diagnosticar el nivel de madurez de una organización aplicando el cuestionario del Proceso OPE2, que involucra las actividades del Proceso de Desarrollo y Mantenimiento. Una vez finalizada esta primera etapa de

Diagnóstico, debe continuar con el Diagnóstico en el mismo nivel de madurez, para el Proceso OPE1, que involucra las actividades del Proceso de Administración de Proyectos Específicos.

Concluidas las etapas de Diagnóstico, se debe comenzar con el análisis de los resultados obtenidos. Primero se debe realizar el análisis cuantitativo y en base al resultado obtenido se debe continuar con el análisis cualitativo o volver a comenzar con el diagnóstico para el siguiente nivel de madurez.

Paso 1 Visión General: Establecer Roles, Productos de Trabajo y Herramientas que utiliza la organización en el momento del Diagnóstico.

Paso 2 Diagnóstico OPE2: Responder el cuestionario del Proceso OPE2 para el primer nivel de madurez del Método CompetiSoft, Realizado.

Paso 3 Diagnóstico OPE1: Responder el cuestionario del Proceso OPE1 para el primer nivel de madurez del Método CompetiSoft, Realizado.

Paso 4 Análisis Cuantitativo: Realizar el Análisis Cuantitativo de ambos cuestionarios, si el resultado esta entre el 86% y el 100% de respuestas positivas, se debe volver al Paso 2 para comenzar con el siguiente nivel de madurez.

Paso 5 Análisis Cualitativo: Realizar el Análisis Cualitativo de ambos cuestionarios, definiendo cuales son los Roles, Productos de Trabajo y vinculación entre Procesos que deben ser mejorados.

Paso 6 Recomendaciones: En base al Análisis deben establecerse las Recomendaciones y los objetivos propuestos para un ciclo de mejora.

4. Aplicación del método

El cuestionario resulta el instrumento del método para realizar el análisis inicial en la Administración de Proyectos Específicos y en las actividades de Desarrollo y Mantenimiento de una empresa de software.

La aplicación del método de diagnóstico debe realizarse desde dos aspectos. Un aspecto es cuantitativo que debe permitir detectar cual es el porcentaje de realización de las actividades en cada uno de los niveles de capacidad y para cada una de las fases.

El análisis cuantitativo por nivel de capacidad mide la cantidad de respuestas positivas a las preguntas formuladas en el cuestionario, es decir que, no valora únicamente la realización de cada actividad del Proceso, sino que además, evalúa la evidencia objetiva a través de documentación y su sistematización, y de la asignación de responsabilidades por medio de la designación de Roles para cada actividad.

5. Conclusiones y Trabajos Futuros

El Método de Diagnóstico desarrollado, a partir del Modelo de Procesos CompetiSoft es un instrumento válido para realizar el diagnóstico inicial y la Revisión de los Procesos de gestión y desarrollo, aplicados por las empresas de la industria del software.

Los cuestionarios que soportan el método, han sido presentados en diferentes foros y congresos nacionales e internacionales, así como también los diferentes casos de validación realizados.

Como trabajo futuro del proyecto de investigación, se plantea validar el método de diagnóstico presentado en el presente artículo, a través de su aplicación en empresas de desarrollo de software.

6. Bibliografía

1. CYTED. Programa Ibero-Americano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. <http://www.cytex.org>

2. ISO/IEC. ISO/IEC TR 15504. Information Technology – Software process assessment. International Organization for Standardization, International Electrotechnical Commission, 1998. <http://www.sel.iit.nrc.ca/spice>
3. ISO/IEC 9000-3:1997. Quality management and quality assurance standards. Part 3: Guidelines for the application of ISO 9001: 1994 to the development, supply, installation and maintenance of computer software. International Organisation for Standardization, ISO, 1997.
4. Capability Maturity Model® Integration (CMMISM), Version 1.1. CMMISM for Systems Engineering, Software Engineering, Integrated Product and Process Development, and Supplier Sourcing. (CMMI-SE/SW/IPPD/SS, V1.1). Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. 2002.
5. Pino, F.; García, F; Piattini, M.: Adaptación de las normas ISO/IEC 12207:2002 e ISO/IEC 15504: 2003 para la evaluación de la madurez de procesos de software en países en desarrollo.
6. CompetiSoft. Mejora de Procesos para Fomentar la Competitividad de la Pequeña y Mediana Industria del Software de Iberoamérica. Versión 0.2. Diciembre 2006. Proyecto COMPETISOFT 506PI287. CYTED.
7. Estayno, M.; Mon, A; De Maria, E; Arancio, A, et al. Cuestionario para la evaluación de PyMEs desarrolladoras de Software. Administración de Proyectos Específicos. Informe Técnico. GIS Departamento de Ingeniería. UNLaM.
8. “Modelos de Madurez en la Industria del Software: Evaluación de un Modelo para Pequeñas y Medianas Empresas” 8th Argentinean Symposium on Software Engineering (ASSE 2007): ISSN 1850-2776, Pag. 195-206 ; Mar del Plata | Argentina; August 2007
9. “Madurez del Proceso Software en Pequeñas y Medianas Empresas de desarrollo de Software” IX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación; mayo de 2007 Trelew, Arg. ISBN 978-950-763-073-0 Pag. 420-424.

Propuestas de Refactorización POA

Sandra Casas¹, Angélica Zuñiga¹, Claudia Marcos² y Eugenia Marquez¹

¹Universidad Nacional de la Patagonia Austral.
Lisandro de la Torre 1070. CP 9400. Río Gallegos, Santa Cruz, Argentina
Tel/Fax: +54-2966-442313/17.
E-mail: {lis, azuniga}@uarg.unpa.edu.ar

²ISISTAN Research Institute. Facultad de Ciencias Exactas. UNICEN
Paraje Arroyo Seco. CP 7000. Tandil. Buenos Aires. Argentina
Tel/Fax: + 54-2293-440362/3.
E-mail: cmarcos@exa.unicen.edu.ar

Resumen

La refactorización aspectual propone extraer del código funcional el código diseminado y duplicado para transformarlo en código orientado a aspectos. De esta forma el código refactorizado resulta más reutilizable, mantenible y evolucionable. El catálogo de refactorización de Monteiro y Fernández ha sido propuesto para refactorizar código OO-Java a código OA-AspectJ. Este catálogo de manera sencilla identifica situaciones potenciales de mejorar y un método (refactorización) asociado para hacerlo. El presente artículo presenta las dos líneas de trabajo (proyecto 29/A200) que al respecto se están desarrollando en forma conjunta entre investigadoras de la UNPA y el ISISTAN.

1. Introducción

La Programación Orientada a Aspectos (POA) [1] es un nuevo paradigma para el desarrollo de software que apunta a incrementar la compresibilidad, adaptabilidad y reusabilidad mediante la introducción de una nueva unidad modular, llamada “aspecto”, para la especificación de “crosscutting concerns”. De esta forma, el código relacionado a requisitos no funcionales transversales se especifica en forma separada y aislada, evitando que se mezcle y duplique por las restantes unidades modulares funcionales. Los lenguajes POA extienden lenguajes convencionales e incorporan nuevos mecanismos y abstracciones para dar soporte al enfoque. Así un aspecto se compone de construcciones sintácticas y semánticas específicas como los puntos de cortes, puntos de unión, avisos, introducciones, etc. Un proceso denominado “weaver” compone los aspectos con las unidades funcionales, en tiempo de compilación o ejecución. Una referencia clásica suele ser el lenguaje POA AspectJ [2]. Esta herramienta extiende Java, y actualmente se considera la herramienta más popular y difundida en la comunidad POA.

La refactorización [3][4][5] es una técnica de Ingeniería de Software para reestructurar el código fuente, alterando su estructura interna sin cambiar su comportamiento externo. La refactorización permite mejorar el diseño del código, para hacerlo más reusable y flexible para subsecuentes modificaciones semánticas. Inicialmente la refactorización fue una técnica propuesta para el paradigma OO, sobre los lenguajes Smalltalk y Java. Sus precursores impulsaron un proceso disciplinado mediante un catálogo de métodos habituales de refactorización [3]. Un método de refactorización consiste en una descripción de cómo aplicar el método e indicaciones sobre cuándo debería (o no debería) aplicarse. Un ejemplo típico de refactorización es el renombramiento de una variable. Un ejemplo complejo de refactorización es la aplicación de un patrón de diseño. Más tarde aparecieron catálogos de refactorización para otros lenguajes como C [6], Prolog [7], Haskell [8], PHP [9], Lisp [10], Perl [11], etc. En este sentido el proceso de refactorización trasciende y resulta conveniente independientemente del lenguaje de programación y paradigma subyacente. Por ello la refactorización se considera un concepto tan importante que ha sido identificado como una de las innovaciones más importantes en el campo del software.

Muy recientemente las ideas de POA y refactorización han confluído en lo que se conoce como *refactorización aspectual* (“aspect refactoring”). En principio la refactorización aspectual pretende extraer del código convencional (por ejemplo código OO) el código diseminado y duplicado que

corresponde a los crosscutting concerns y transformarlo en aspectos. En este sentido, los objetivos de la refactorización se mantienen, ya que se busca mejorar la estructura y diseño del código alterando su estructura interna sin modificar su comportamiento. Pero existe una diferencia de mapeo considerable, ya que el código origen pertenece a un paradigma y lenguaje diferente al código destino. Por ejemplo, en la refactorización aspectual, el código OO-Java se refactoriza a código OA-AspectJ

Este trabajo presenta las líneas de investigación y trabajo abordadas en el proyecto de investigación referente a POA que desarrollan en forma conjunta investigadoras de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UARG) y la Universidad Nacional del Centro (ISISTAN).

2. Catálogos de Refactorización

Inicialmente Beck y Fowler generaron un catálogo de 72 refactorizaciones basándose en la identificación de 22 “code smells”. Un code smell es un síntoma que sugiere que algo en el código no está bien. Por ejemplo, un método largo es un clásico code smell, ya que es más difícil de entender, mantener y modificar, las refactorizaciones propuestas para solucionar este problema son: (110) Extract Method, (120) Replace Temp with Query, (295) Introduce Parameter Object, (135) Replace method to method object y (238) Decompose Conditional.

De manera similar, Monteiro y Fernández [12][13] proponen un catálogo de refactorización aspectual basados en la identificación de code smells. En este sentido los autores primero realizan una revisión de los smells orientados a objetos para corroborar si son aplicables para refactorizar aspectos. Concluyen que el smell Divergent Change ocasiona código mezclado y los smells Shotgun Surgery y Solution Sprawl generan código duplicado. La refactorización que recomiendan para estos casos es Extract Feature into Aspect [13].

También se analizan smells que son propios del paradigma orientado a aspectos. El primero de estos casos es Double Personality el cual aborda el problema de aquellas clases que cumplen múltiples roles. Los autores proponen distintas refactorizaciones que deben ser adoptadas según el caso particular de cada implementación, algunos de ellos son: Replace Implements with Declare Parents, Split Abstract Class into Aspect and Interface y Extract Feature into Aspect todos ellos presentados en [12] y [13].

El segundo smell específico para aspectos es Abstract Classes, el cual propone transformar clases abstractas en interfaces valiéndose de mecanismos que presenta AspectJ como las composiciones. Para realizar esta tarea se propone utilizar los refactorings Split Abstract Class into Aspect and Interface y Change Abstract Class to Interface (ambos de [12]).

Finalmente, el tercer y último smell es Aspect Laziness, el cual se refiere a aquellos aspectos que desligan parte de sus responsabilidades a las clases utilizando mecanismos como inter-type declarations. Ante esto se propone utilizar dos de las refactorizaciones propuestas en [12] Replace Inter-type Field with Aspect Map y Replace Inter-type Method with Aspect Method.

En resumen en [12] y [13] se define un conjunto de 28 refactorizaciones y code smells. Estos son detallados de una forma muy similar a la utilizada por Fowler en [3]. Para cada uno de los refactorizaciones los autores especifican los siguientes puntos utilizando para ello Java como lenguaje orientado a objetos y AspectJ para aspectos: Nombre de la refactorización, Situaciones típicas, Acciones recomendadas, Motivación, Mecanismos de reestructuración, Ejemplos de código.

3. Objetivos de Investigación

En principio el estudio toma como punto de partida el catálogo de Monteiro y Fernandez [13], con dos propósitos: (i) diseñar e implementar una herramienta que automatice el proceso de refactorización y (ii) adaptar el catálogo a otros contextos lingüísticos diferentes a Java y AspectJ. A continuación se definen con mayor precisión estas líneas de trabajo.

3.1 Automatización de refactoring basado en mecanismos inferenciales de reglas

Un sistema basado en reglas es un sistema que usa reglas para derivar conclusiones de un conjunto de premisas. Una regla es un tipo de instrucción u orden que se aplican en cierta situación. Una regla es una sentencia del estilo “si-entonces” de los lenguajes de programación tradicionales. La parte “si” indica el predicado, o premisas; y la parte “entonces” especifica las acciones, o conclusiones. El dominio de una regla es el juego de toda la información almacenada en la memoria de trabajo, estructurada en forma de hechos. En un programa basado en reglas, se escriben sólo las reglas individuales. La máquina inferencial determina qué reglas se aplican (disparan) en cualquier momento dado y las ejecutan de modo apropiado. Los sistemas basados en reglas resultan ser soluciones declarativas naturales para problemas que involucran diagnóstico, predicción, clasificación, reconocimiento de patrones, configuración, etc., para los cuales las soluciones algorítmicas son menos claras y plausibles.

Entonces usando como estrategia de implementación para la automatización del catálogo de refactorización de Monteiro y Fernández un sistema basado en reglas, el proceso de refactorización se analizaría y descompondría en reglas de la siguiente manera:

*Si (en alguna/s clase/s existe el smell X)
Entonces (aplicar la refactorización Y)*

Donde *X* e *Y* están definidas en el catálogo.

Este tipo de esquema declarativo permite centrarse en el problema y en la solución de una manera más fácil y manejable. Los pasos que preliminarmente se definen para el diseño e implementación de la herramienta son:

-*Definición de la Base de Hechos.* En esta etapa se diseñan y representan las estructuras de datos que procesará la máquina de inferencia a través de las reglas. Tres tipos de hechos se identifican a priori: (i) hechos iniciales: surgen del mapeo del código fuente OO mediante pre-procesamiento; (ii) smells candidatos: estos hechos representan los posibles síntomas identificados en el código fuente OO; (iii) refactorizaciones: estos hechos representan la aplicación de las refactorizaciones.

-*Diseño de Base de Reglas.* En este paso se diseñan e implementan el conjunto de reglas del sistema. Las reglas se clasifican en 2 grupos principales: reglas que identifican “smell candidatos” y las reglas que aplican las refactorizaciones.

- *Salida XML:* el conjunto de refactorizaciones aplicadas deben ser representadas en un formato que permita posteriores procesamientos. Para tal propósito se escoge la representación en formato XML.

- *Transformación:* la salida del sistema de reglas representada en XML se utiliza para generar en forma automática o semiautomática el código fuente refactorizado.

3.2 Refactorización aspectual de código PHP

PHP es un lenguaje de script utilizado para el desarrollo de aplicaciones Web de pequeña y mediana complejidad. En lo últimos años PHP ha alcanzando importantes niveles de uso (más de 1 millón de Webs lo utilizan). Las primeras 2 versiones de PHP, PHP 3 y PHP 4, lograron constituir una plataforma potente y estable para la programación de páginas dinámicas en la parte servidor, que es interpretado los clientes navegadores. Estas versiones han servido para instalar a PHP en la comunidad Web, de manera contundente. La versión PHP 5 da soporte más adecuado y completo a la programación orientada a objetos (POO).

phpAspect [14] es una extensión de PHP 5 que da soporte de implementación a la POA. El compilador *phpaspect* teje los aspectos transversales de la aplicación en el código fuente de PHP. El proceso de tejido es estático y se basa en análisis de Lex & Yacc – XML y XSLT. El código fuente PHP puede ser ejecutado con cualquier intérprete de PHP 5.

En la Figura 1, se presenta gráficamente el proceso de tejido de phpAspect. La lógica de negocios y la funcionalidad transversal se codifican por separado en clases y aspectos. Estas unidades son analizadas y transformadas en árboles sintácticos en XML. Por último una serie de procesamientos XSLT realiza la composición (tejido) de los aspectos y clases y genera la aplicación final.

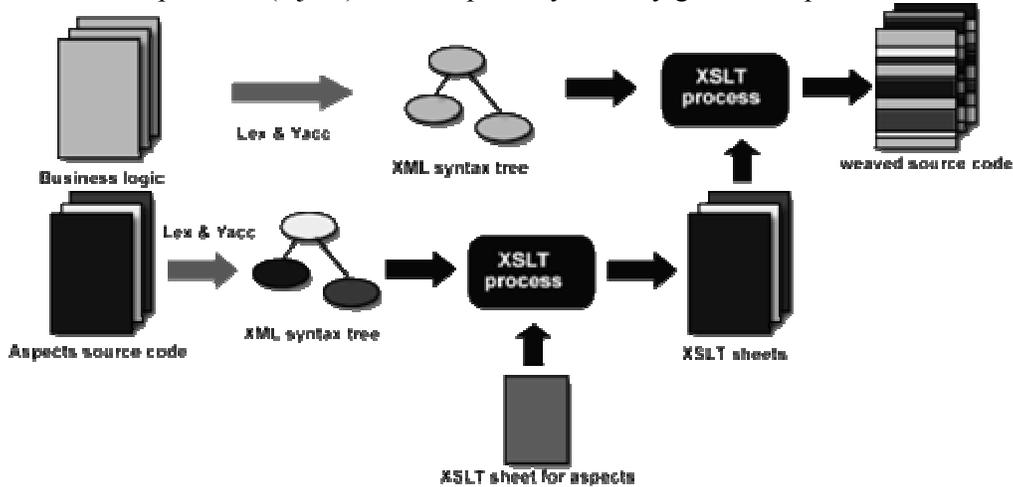


Figura 1. Proceso de Tejido de phpAspect

phpAspect proporciona una semántica y sintaxis muy similar a AspectJ. Soporta todos los join-points (llamadas o ejecución de métodos y constructores, acceso o modificación de campos, excepciones, etc.), cortes (call, execution, set, get, etc.) y avisos (before, after, around) tradicionales. A modo de ejemplo, en la Figura 2 se presenta el aspecto *TraceOrder*. Este aspecto define los pointcuts *logAddItem* y *logTotalAmount*. El primero establece una acción que se ejecutará inmediatamente después que se ejecute el método *addItem* de la clase *Order*; y el segundo establece una acción que se ejecutará después que se invoque al mismo método.

```
<?php
aspect TraceOrder{
    pointcut logAddItem:exec(public Order::addItem(2));
    pointcut logTotalAmount:call(Order->addItem(2));
    after($quantity, $reference): logAddItem{
        printf("%d %s added to the cart\n", $quantity, $reference);
    }
    after(): logTotalAmount{
        printf("Total amount of the cart : %.2f euros\n",
            $thisJoinPoint->getObject()->getAmount());
    }
}
?>
```

Figura 2. Aspecto TraceOrder en phpAspect

En función del masivo uso de PHP se considera importante definir mecanismos de refactorización aspectual para convertir el código PHP correspondiente a requerimientos transversales en código phpAspect. El propósito de este trabajo se centra en la definición de un catálogo de refactorización de aspectos de código PHP 5 a phpAspect. Se toma como punto de referencia el catálogo de Monteiro. Los pasos que inicialmente se trazan son:

1. Definir diferencias entre Java y PHP: analizar y comparar sintáctica y semánticamente los lenguajes bases.
2. Definir diferencias entre AspectJ y phpAspect: analizar y comparar sintáctica y semánticamente los lenguajes POA.

3. *Identificar code smells comunes entre Java y PHP*: utilizando el catálogo de Monteiro y teniendo en cuenta las diferencias y similitudes halladas en los pasos previos se perfila un paralelismo entre los code smells.
4. *Redefinir las refactorización de aspectos PHP - phpAspect*: de manera similar que en el paso anterior se traza un paralelismo entre refactorizaciones.
5. *Identificar code smells propios de PHP*: se analizan las características particulares de PHP que sugieran la presencia de code smells.
6. *Definir refactorizaciones específicas para PHP y phpAspect*: se diseñan las refactorizaciones necesarias para extraer los aspectos sugeridos de los code smells propios de PHP.

4. Conclusiones.

En este artículo se han presentado en forma concreta dos líneas de trabajo e investigación referentes a refactorización aspectual. Ambos trabajos toman como punto de partida el catálogo de refactorización de aspectos de Monteiro y Fernández. El primero de estos trabajos se refiere concretamente al diseño e implementación de un sistema basado en reglas e inferencia que automatice el proceso de refactorización. El segundo trabajo, de índole más teórico, se basa en la redefinición del catálogo para PHP 5 y phpAspect.

El presente trabajo fue parcialmente financiado por la Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Santa Cruz, Argentina y el proyecto PICT 32079 (ANPCYT).

Referencias

- [1] Kiczales G., Lamping J., Mendhekar A., Maeda C., Lopes C., Loingtier J., Irwin J. “Aspect-Oriented Programming”. In Proceedings of ECOOP. 1997.
- [2] Kiczales G., Hilsdale E., Hugunin J., Kersten M., Palm J., Griswold W. “An Overview of AspectJ”. ECOOP 2001.
- [3] Fowler M. “Refactoring: Improving the Design of Existing Code”. Addison Wesley. 1999.
- [4] Beck K. “Extreme Programming Explained: Embrace Change”. Addison-Wesley 2000.
- [5] Opdyke W. “Refactoring Object-Oriented Framework” Ph.D Thesis. University of Illionois at Urbana-Champaign 1993.
- [6] Garrido A. “Software Refactoring Applied to C Programming Language”. Tesis de Master. Univ. of Illinois at Urbana-Champaign. 2000.
- [7] Schrijvers T. y Serebrenik A. “Improving Prolog programs: refactoring for Prolog”. 20th International Conference, ICLP 2004, Proc. vol 3132, LNCS, pp. 58-72, 2004
- [8] Ul Huinqing Li. “Refactoring Haskell Programs” – PhD thesis The University of Kent - 2006
- [9] Refactoring-PHP-Code <http://devzone.zend.com/article/2514->
- [10] Leitdo A.M. “A formal pattern language for refactoring of Lisp programs” Software Maintenance and Reengineering, 2002. Proc. Sixth European Conference 2002 pp186 – 192
- [11] Nagler R. “Extreme Programming in Perl”. 2005, <http://www.extremepperl.org/bk/home>
- [12] Monteiro M.P. “Catalogue of refactorings for AspectJ”. Technical Report UM-DI-GECS-200401, Universidade do Minho, 2004.
- [13] Monteiro M. P. y Fernandes J. “Towards a catalog of aspect oriented refactorings”. In Proc. of the 4th International Conference on Aspect-Oriented Software Development (AOSD), pp 111–122. ACM Press, March 2005.
- [14] Homepage of phpAspect: <http://phpaspect.org/wiki/doku.php>

Integrando Enfoques de Medición y Evaluación con Minería de Datos y Procesamiento de Flujos

Mario Diván^{1,2}, Luis Olsina²

¹ Facultad de Ciencias Económicas y Jurídicas,

^{1,2} GIDIS_Web, Facultad de Ingeniería

Universidad Nacional de La Pampa

[\[mjdivan,olsinal@ing.unlpam.edu.ar\]](mailto:mjdivan,olsinal@ing.unlpam.edu.ar) / mjdivan@eco.unlpam.edu.ar

Resumen. *Este línea de trabajo aborda la problemática de los modelos de clasificación aplicados a flujos continuos de datos, variantes en el tiempo y semi-estructurados (según se define en [1]), usando el marco conceptual de medición y evaluación C-INCAMI (Context - Information Need, Concept model, Attribute, Metric and Indicator [2,3]). Esta investigación integra ambos enfoques, con el fin de generar y soportar un modelo de decisión adaptable al vuelo, que a su vez contribuya al proceso de toma de decisiones en diferentes contextos.*

Palabras clave: *modelos de clasificación, flujos de datos, métricas, indicadores, C-INCAMI.*

1. Introducción

En la actualidad, un nuevo tipo de aplicaciones intensivas en el procesamiento de datos requiere un tratamiento diferenciado del enfoque tradicional de análisis de datos basado en persistencia [4]. Este nuevo tipo de aplicaciones necesita un procesamiento “al vuelo” (on-line) capaz de poder tomar decisiones o ajustar modelos de soporte a la toma de decisiones al momento en que el dato arriba y es procesado, sin disponer de tiempo y/o recursos para un procesamiento secundario en un entorno de persistencia [5].

Bajo el supuesto de que los datos XML arriban a través de varios flujos de datos [6] estructurados a partir del marco formal de medición y evaluación C-INCAMI, se expondrá el foco central del trabajo en base a la generación y ajuste de modelos de clasificación basados en conocimientos preexistentes (datos y metadatos [7]). El objeto de este último punto es brindar un soporte más robusto y consistente al proceso de toma de decisiones sobre los contextos [8] a los que se está tratando de medir y/o evaluar mediante C-INCAMI.

El presente artículo se organiza en tres secciones. La sección 2 aborda los cambios de contextos que afectan al modo y esquema de procesamiento de datos y como éstos repercuten en el proceso de toma de decisiones. La sección tres presenta un modelo de procesamiento de flujos continuos y dentro de sus sub-secciones, se expondrán las funcionalidades asociadas a cada elemento del modelo. Finalmente, en la sección cuatro se esbozan algunas conclusiones y trabajos a futuro.

2. Motivación

La idea de procesar los datos “al vuelo” implica una clara diferenciación con respecto a los sistemas de gestión de bases de datos (SGBD) [9] según el enfoque tradicional. A los efectos de diferenciar el contexto de datos tradicional y el denominado “data streams” (flujos de datos), se debe tener en cuenta, por ejemplo, el problema de la *detección de fraudes* en las empresas de telefonía [10].

Dichas empresas desearían seguramente poder detectar los potenciales fraudes al momento en que se están por producir, o bien localizarlos mientras ocurren, para de este modo poder minimizar las posibles pérdidas asociadas. Esto último motiva a la incorporación de técnicas provenientes del campo de la minería de datos sobre el área de flujos de datos –mining data streams- a los efectos de medir y evaluar el comportamiento típico sobre los flujos de datos asociados a las comunicaciones y poder construir modelos de decisión ajustables “al vuelo” capaces de interpretar y detectar desvíos en las métricas e indicadores definidos. Precisamente, la motivación en usar el marco de medición y evaluación C-INCAMI, es que permite especificar los datos y metadatos de las métricas e indicadores en cuestión, además de las propiedades de contexto.

Por otro lado, si se toma un contexto basado en modelos tradicionales de persistencia de datos, aún haciendo empleo de técnicas de minería de datos, se estarían analizando datos históricos y en caso de que se pudiese localizar un fraude, esto sólo representaría un hecho pasado y en donde el costo asociado al mismo se habrá tornado en una pérdida.

Por lo tanto, la idea de adaptar técnicas de clasificación [11] a flujos de datos semi estructurados enmarcados dentro de C-INCAMI, se asocia a generar y ajustar los modelos de modo que eviten o minimicen dichas pérdidas, sin necesidad de analizar datos históricos sino por el contrario, analizar datos en el mismo momento en que se generan o arriban, pudiendo adaptar los modelos y tomar decisiones más robustas en base al contexto vinculado con los datos.

3. Componentes del Modelo de Procesamiento

Conceptualmente, la idea en términos de procesamiento (ver Fig. 1) es la siguiente. A partir del ingreso de los datos a una función $F^t(d_{si})$ –que tendrá por objeto la suavización de los mismos- se aplicará un modelo actual de clasificación $G(d_{si}^t)$ en base al marco de métricas e indicadores definidos junto con el conocimiento previo almacenado, produciendo una decisión en tiempo t , a la cual se denomina D^t . Luego, el modelo actual de clasificación se *ajusta y/o sustituye* en base a los nuevos datos y situación contextual para producir la decisión en tiempo $t+1$ con el nuevo modelo, permitiendo la comparación de decisiones entre D^t y D^{t+1} . Ambas decisiones permitirán proactivamente disparar alarmas, notificaciones, ajustes y/o lo que el usuario de C-INCAMI haya definido en términos de indicadores, a los efectos de detectar las desviaciones on-line.

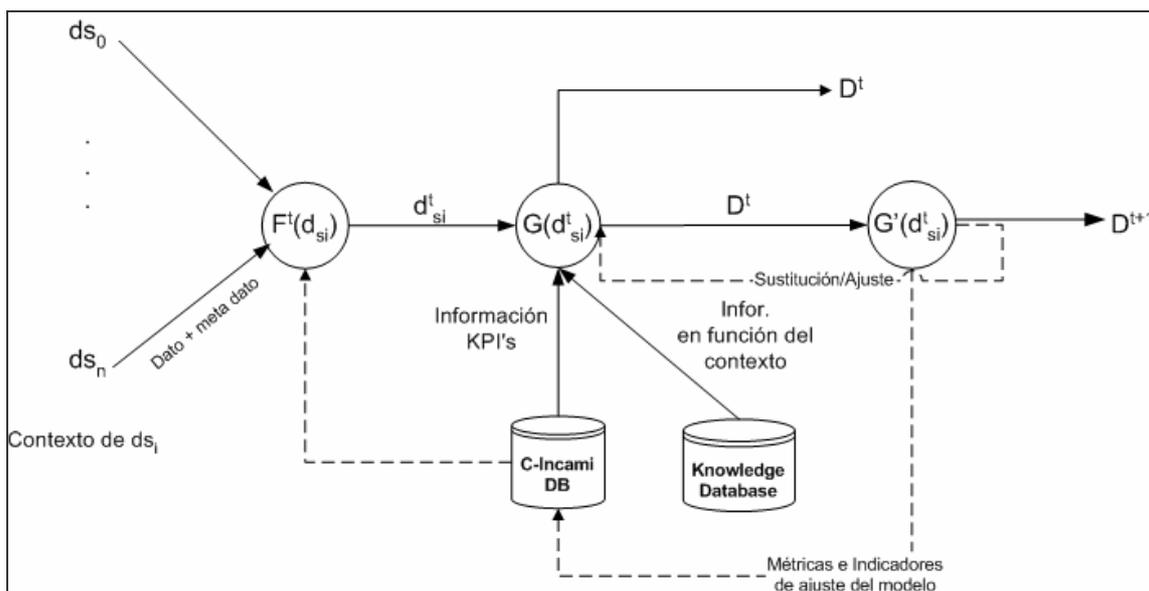


Figura 1. Esquema del modelo integrado de procesamiento

Donde:

d_{si}	Flujo de datos (data set) 'i'
$F^t(d_{si})$	Función de transformación o suavizado del d_{si}
d_{si}^t	Flujo de datos 'i' suavizado
$G(d_{si}^t)$	Aplicación del modelo de clasificación actual (por ej. árbol)
D^t	Decisión en tiempo 't' obtenida mediante el modelo actual
D^{t+1}	Decisión en tiempo 't+1' obtenida mediante el modelo ajustado
$G'(d_{si}^t)$	Sustitución/Ajuste del modelo actual a partir de la generación del nuevo modelo.
KPI	Key Process Indicador (Indicador de proceso clave)
Knowledge DB	Base de datos de conocimiento

3.1 Fuentes de Datos

Se entiende por *fuentes de datos* –data sources- a cualquier origen plausible de generar nuevos datos de un modo continuo e ilimitado. Se entiende por *nuevos datos* a aquellos que no existen previamente en la memoria de procesamiento en el momento exacto en que arriban al procesador; pero en caso de que existiesen, su arribo aporta algún elemento adicional que permite incorporar un nuevo punto de vista al análisis automático de datos. Las fuentes de datos para el contexto de procesamiento en continuo se asumen como *ilimitadas*, que a su vez pueden aprovisionar los datos de a *ráfagas*. Esta última característica implica que la fuente de datos puede exponer comportamiento anómalo, o tal vez por tareas programadas de mantenimiento, que represente momentáneamente la falta de datos en las etapas posteriores de aprovisionamiento.

Los datos se procesan según el concepto de *ventanas* –windows- [12] surgido a partir de la idea de data streams. El procesamiento por ventanas puede ser en dos modos: el primero implica una *ventana en función temporal* que procesará tantos registros como arriben en un período “p”; mientras que el segundo implica una *ventana en función de hitos*; esto es, aquella que procesará tantos datos como existieran dentro de las ventanas definidas por dichos hitos. De este supuesto se desprende como corolario que *los flujos de datos son parcelizables*.

Por otra parte, los datos no arriban conceptualmente en forma unitaria y vendrán acompañados, adicionalmente, de metadatos que permitirán discernir entre su semántica [2]. Al igual que ocurre en el modelo relacional de datos, es posible que no se disponga de valor para un atributo determinado en una medición dada. Además de la ausencia de valor para un atributo en la medición, debe considerarse que es factible que las líneas de comunicación de datos se dañen y se interrumpa el flujo de datos y metadatos total o parcialmente al procesador. La información asociada a los metadatos se estructurará en base a C-INCAMI sobre un esquema XML que permita automatizar su identificación y procesamiento automático.

Por último, y no por ello menos importante, se debe tener en cuenta dentro del flujo de datos asociado a la medición de un atributo, que existen mediciones en las que pueden obtenerse varios valores con sus respectivas probabilidades asociadas, para un momento y contexto dados.

3.2 Función de Suavizado

La función $F^t(d_{si})$ tiene asociada dos responsabilidades. En primer lugar, debe dar coherencia al orden de procesamiento y, en segundo lugar, debe suavizar [13, 14] cada uno de los flujos de datos acorde al procesamiento por ventanas indicado anteriormente.

La coherencia en el orden de procesamiento estará en función de los metadatos que arriben en forma conjunta con los datos, mientras que la suavización de los datos tiene por objeto identificar y resolver inconvenientes propios del dato original tal como el ruido, outliers, y ausencia de datos.

3.3 Función de Decisión

La función de decisión “t”, tomará el orden de procesamiento y los datos suavizados para aplicar el modelo de clasificación actual [15] y así obtener la decisión en el tiempo “t”. Esta etapa comunica los datos en su estado original, el orden de procesamiento y la decisión en tiempo “t” a la etapa

asociada a la generación del nuevo modelo de clasificación. La etapa de generación del nuevo modelo de clasificación permitirá retroalimentar el comportamiento de la función de decisión “t”, brindándole información sobre el nuevo modelo de clasificación generado junto con la decisión “t+1”.

3.4 Función de Sustitución/Ajuste del Modelo de Clasificación

La función recibirá la decisión en tiempo “t”, el orden de procesamiento y los datos en su estatus original [16] para la aplicación de diferentes técnicas, a los efectos de ajustar y/o sustituir el modelo de clasificación actual.

El contexto de los datos como su naturaleza, influyen empíricamente en el modelo de clasificación a adoptar y/o ajustar. Cuando se habla de su influencia empírica, se hace referencia a la utilización de la base de datos de conocimiento con los modelos históricos asociados a cada uno de sus contextos, como así también a los datos de las mediciones, dentro de C-INCAMI DB para incorporarse dentro del proceso de ajuste/sustitución.

Existen numerosas técnicas para obtener nuevos modelos de clasificación que van desde los tradicionales árboles hasta complejas redes neuronales [17]. Cabe resaltar que no es simple indicar qué técnica es mejor que otra, debido a que las mismas son sensiblemente dependientes del contexto de aplicación, así como de la naturaleza de los datos. Esto último representa un desafío no menor a los efectos de automatizar el proceso de generación del modelo de clasificación y de la decisión de *cuál de los modelos obtenidos aplicar* a los efectos de sustituir/ajustar el modelo de la etapa “t” [18]. Para esta investigación, se ha decidido acotar la función de clasificación sólo a técnicas y métodos asociados a árboles a los efectos de no extender el límite de estudio.

Una vez obtenido el nuevo modelo de clasificación, éste se comunica al proceso de la función de decisión en tiempo “t” junto con la decisión en tiempo “t+1”, para actualizar el modelo y así ser empleado en el procesamiento de las ulteriores ventanas. Se entiende que la decisión en tiempo “t+1” se obtiene mediante la aplicación del nuevo modelo de clasificación. Finalmente, se compara la semántica de las decisiones producidas en tiempo “t” y “t+1” y aquella que mejor se adecue globalmente a las condiciones actuales del contexto, será la adoptada.

Esto último presenta interrogantes no tan simples de responder, por ejemplo: ¿Cómo saber cuál decisión es la que mejor se adecua al contexto actual? ¿Qué parámetros regirán el comportamiento del contexto? ¿Todos los parámetros tendrán el mismo peso o existirá algún mecanismo de retroalimentación de los pesos de decisión? Posibles soluciones a estos desafíos serán ampliados en trabajos futuros.

4. Conclusiones y Trabajo Futuro

El presente trabajo ha presentado la propuesta sobre el modelo de procesamiento que permite enfocar el abastecimiento de datos y metadatos como un continuo procesamiento a través de esquemas de parcelización, los cuales permiten construir y/o adecuar modelos de clasificación online para dar soporte al proceso de toma de decisiones en cada contexto. El modelo se sustenta en la especificación de datos y metadatos del marco de medición y evaluación C-INCAMI, como así también en técnicas de clasificación y procesamiento de flujos de datos. Actualmente, los esfuerzos están vinculados a la tarea de definición y consenso de la estructura XML que se adecue al marco, y que permita la serialización/deserialización de datos/metadatos para el procesamiento. Como producto final de la primera etapa, se contará con un prototipo de software que permita generar datos de pruebas basados en metadatos C-INCAMI.

Como trabajo a futuro, se abordarán algoritmos y técnicas de minería de datos con el objeto de la suavización de la serie de datos y la determinación del orden de procesamiento online; como así también la generación y ajuste de modelos de clasificación basado en árboles, la comparación de dichos modelos y el análisis de viabilidad de aplicar uno u otro en base a la situación contextual.

Referencias

1. Chaudhry N., Shaw K., and Abdelguerfi M. (2005). *Stream Data Management*. Springer. pp. 1-11.
2. Olsina L, Papa F., Molina H. (2007) How to Measure and Evaluate Web Applications in a Consistent Way. Chapter 13 in Springer Book, Human-Computer Interaction Series, titled *Web Engineering: Modelling and Implementing Web Applications*; Rossi, Pastor, Schwabe, & Olsina (Eds.), pp. 385–420.
3. Olsina L, and Molina H. (2007). Towards the Support of Contextual Information to a Measurement and Evaluation Framework. In proc. of 6th Int'l Conference on the Quality Information and Communications Technology (QUATIC07). IEEE CS Press, Lisbon, Portugal. pp. 154–163.
4. Babcock B., Babu S., Datar M., Motwani R., and Widom J. (2002) Models and Issues in Data Stream Systems. In proc. of 21st ACM Symposium of Principles of Database Systems (PODS 2002). Madison, USA.
5. Fan W., Huang Y., Wang H. and Yu P. (2004). Active Mining of Data Streams. In proc. of Int'l Conference on Data Mining (SIAM2004). Florida, USA.
6. Bose S. and Fegaras L. (2004). Data Stream Management for Historical XML Data . In proc. of Int'l Conference on Management of Data (ACM SIGMOD2004). Paris, France.
7. Medhat Gaber M., Zaslavsky A. and Krishnaswamy S. (2005). Mining Data Streams: A Review. ACM SIGMOD Record, Vol. 34: 2, pp. 18-26, ISSN 0163-5808.
8. Singh S., Vajirkar P. and Lee Y. (2003). Context-Based Data Mining Using Ontologies. Chapter 17th in Springer Book, LNCS titled *Conceptual Modeling – ER 2003*; Song, Liddle, Ling & Scheuermann (Eds.), pp. 405-418.
9. Golab L & Oszu T. (2003). Issues in Data Stream Management. ACM SIGMOD Record, Vol. 34: 2, pp.5-14, ISSN 0163-5808.
10. Abidogun O. (2005). Data Mining, Fraud Detection and Mobile Telecommunications: Call Pattern Analysis with Unsupervised Neural Networks. Master thesis. University of the Western Cape.
11. The Y., Zaitun A., and Lee S. (2001). Data Mining Using Classification Techniques in Query Processing Strategies. ACS/IEEE Int'l Conference on Computer Systems and Applications (AICCSA'01).
12. Tao Y., and Papadias D. (2006). Maintaining Sliding Window Skylines on Data Streams, *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, Vol. 18: 3, pp. 377-391.
13. Pérez López C. (2005). *Métodos Estadísticos Avanzados con SPSS*. Thomson.
14. Johnson D. (2000). *Métodos Multivariados Aplicados al Análisis de Datos*. Thomson.
15. Aggarwal C., Han J., Wang J. and Yu, P. S. (2004). On Demand Classification of Data Streams, Proc. of Int'l Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD'04), Seattle, WA.
16. Ben-David S., Gehrke J., and Kifer D. (2004). Detecting Change in Data Streams. Proc. of VLDB04.
17. Dong G., Han J., Lakshmanan L.V.S., Pei J., Wang H. and Yu P.S. (2003). Online mining of changes from data streams: Research problems and preliminary results. In Proc. of the Workshop on Management and Processing of Data Streams. In cooperation with the Int'l Conference on Management of Data (ACM-SIGMOD'03), San Diego, CA.
18. Gama J., Medas P., and Rodríguez P. (2005). Learning Decision Trees from Dynamic Data Streams, ACM Symposium on Applied Computing - SAC05.

Identificación, Evaluación y Uso de Composiciones Software

Grupo de Investigación en Ingeniería de Software del Comahue (GIISCO)

<http://giisco.uncoma.edu.ar>

Departamento de Ciencias de la Computación

Universidad Nacional del Comahue

Resumen

El Desarrollo de Software Basado en Componentes (DSBC) apela al uso de piezas pre-fabricadas, tal vez desarrolladas en momentos diferentes, por distintas personas y posiblemente con distintos objetivos de uso. La meta final, una vez más, es la reducción del tiempo de desarrollo, de los costos y del esfuerzo a la vez que se mejora la calidad del producto final debido a la reutilización de composiciones de componentes software ya desarrollados, probados y validados. Sin embargo, el proceso de DSBC se encuentra influenciado por la documentación de las componentes existentes, así como de otros factores que limitan su selección.

Tomando como base conocimientos adquiridos en proyectos anteriores, el presente proyecto aborda distintas temáticas en la identificación, evaluación y uso de composiciones software, centrandó el estudio en (1) mejoras a procesos específicos – ej. especificación de requisitos; (2) definición y validación de técnicas para evaluación de composiciones en dominios específicos (Sistemas de Información Geográficos, Requisitos en Desarrollos Globales); (3) evaluación de atributos de calidad específicos (integrabilidad y accesibilidad); (4) incorporación de orientación a aspectos, ingeniería cognitiva y semántica al proceso de identificación y evaluación; y (5) generalización de prácticas a través de mejora de procesos de reuso.

Los resultados obtenidos a partir de las líneas citadas serán integrados en herramientas de software que faciliten las actividades de verificación de propiedades y búsqueda.

Los objetivos del proyecto se desprenden de varias actividades de cooperación en curso y que continúan en el marco de un proyecto CyTED. Los resultados serán aplicados en el contexto de este proyecto así como de cooperaciones en curso, Agencia Italiana para la Protección y Servicios Técnicos del Medio Ambiente (APAT) y la Universidad de Bari, Italia.

1. Motivación

Uno de los elementos presentes en cualquier técnica de modelado conceptual basado en componentes es la calidad de la especificación – a veces relacionada directamente con la calidad del proceso aplicado para obtener la especificación [1]. Una característica importante de los componentes es su especificidad. ¿Cuánto de específico es un componente relacionado con una tarea particular? Está claro que cuanto más cercano sea el componente a la tarea, requerirá menos modificaciones - y será menor el costo de su implementación. Por otra parte, la cantidad de componentes se incrementa al hacerse éstos más específicos. Para abordar ese problema, generalmente se ofrece una familia de soluciones que capturan las variaciones de un diseño básico pero que trabajan en el contexto de un marco mayor y dependiente de un dominio. Por ejemplo, cuando las funciones un sistema de información geográfico se implementan en componentes de software, aparecen como un conjunto de servicios a disposición de los

desarrolladores. Esos servicios son parte de una arquitectura de software por niveles donde cada componente es implementado por una colección de objetos o módulos con una interacción bien definida. Además, es de extrema importancia que esos servicios sean suministrados a través de un estándar a fin de asegurar la interoperabilidad y facilidad de uso. Técnicas modernas de construcción sugieren reducir riesgos y maximizar calidad vía incorporación componentes OTS (off-the-shelf) pre-existentes; por lo tanto, el antiguo problema de programar nuevo software ha sido reemplazado por el de identificar y adaptar componentes

Por lo general, la calidad deseada en las composiciones de componentes no se expresa directamente sino a través de expresiones vagas, por ejemplo “rendimiento aceptable”, “tamaño pequeño”, o “alta confiabilidad”. A pesar de ello, algunas investigaciones comienzan a definir taxonomías y ontologías que ayudan en la identificación, evaluación y uso de componentes y composiciones. Sin embargo, todavía es evidente la necesidad de un entendimiento común en lo que deba considerarse información estándar que facilite la búsqueda de composiciones software [13].

La documentación es también una clave para el éxito de un DSBC. Documentación de alta calidad asegura que los estándares de diseño e implementación se reflejan en el contenido de la aplicación construida con componentes. Por ejemplo, un lenguaje conceptual puede permitir la inclusión explícita de enlaces entre las propiedades de un componente y sus interacciones. En general, no se necesita conocer todos los detalles de un componente a la hora de realizar una composición, pero debería poder seleccionarse componentes que revelen poseer, al menos, la funcionalidad requerida para resolver un problema específico.

El DSBC también introduce algunos desafíos adicionales a la tarea de desarrollo software: la organización debe enfrentarse a un proceso de madurez de sus prácticas de reuso. Ese proceso debe ser guiado para alcanzar institucionalización y generalización en sus prácticas, lo que implica introducir cambios en la cultura organizacional así como en las actividades de desarrollo de software.

El proceso complejo de creación de software basado en componentes abarca entonces cuestiones tan diversas como el tipo de documentación elegida, el proceso de obtención y modelado, la validez de los modelos creados, etc. Estos son parte de los nuevos retos con los que se enfrenta actualmente la identificación, evaluación y uso de composiciones software.

2. Objetivos

El objetivo actual de nuestra investigación se resume en *mejorar los procesos de identificación, evaluación y uso de composiciones de software (incluyendo componentes y servicios), mediante la incorporación de información semántica y/o cognitiva; y proveer de una herramienta de soporte que implemente las mejoras.*

De este objetivo general, se desprenden otros más específicos para la definición y aplicación de modelos, técnicas y herramientas.

3. Contribuciones a la fecha

En investigaciones anteriores, hemos profundizados los temas de evaluación de componentes software a través del uso de métricas, testing y formalización de coordinación [9-19][23-24].

También se comenzó a explorar el modelado semántico y cognitivo como medio para mejorar propiedades específicas (ej. integrabilidad) [2-8][22][25-26][28] y la orientación a aspectos para mejorar accesibilidad [22][28]. La mejora de procesos en forma integral fue abordada desde la propuesta integradora del proyecto CyTED CompetiSoft (Mejora de procesos para fomentar la competitividad de la pequeña y mediana industria del software en Iberoamérica. Proyecto CyTED 3789¹). Se validaron métodos específicos mediante experimentos, casos de estudio y experiencias piloto [21].

El fraccionamiento de tareas permitió abordar el problema desde distintas perspectivas e interactuar intercambiando y ampliando conocimientos. Así, además del estudio en el ámbito propio de los sistemas basados en componentes como producto software, se incluyó el ámbito del desarrollo de dichos sistemas como proceso software.

4. Impacto y Transferencia

El mayor impacto del proyecto se centra en la formación de recursos humanos, consolidación de grupos de investigación e interacción entre grupos interdisciplinarios.

El contexto de desarrollo de este proyecto continuará en el año 2008 bajo el proyecto CyTED CompetiSoft que ha permitido el trabajo en conjunto con docentes de la Universidad de Castilla-La Mancha, España. En particular, el proyecto ha facilitado la realización de pasantías de investigación por parte de nuestros investigadores. El trabajo de cooperación conjunta continuará con la supervisión de dos doctorandos (cuyos trabajos iniciaron en años anteriores).

Desde el punto de vista de la aplicabilidad del producto, notemos que el desarrollo de sistemas de información sigue siendo hoy un proceso costoso principalmente por la cantidad de software que nunca llega a utilizarse, que no se define correctamente, que no se actualiza, etc. El desarrollo basado en componentes es un avance, pero el costo asociado a ubicar componentes reutilizables y adaptarlos sigue siendo alto. Si asociamos a ello el uso de nuevas tecnologías (multimedia, ambientes móviles, etc.) la incidencia es notablemente mayor. Por otra parte, la proliferación de portales de libre acceso a componentes en la Web (ej. www.componentsource.org), permiten que las tareas de evaluación y selección se realicen en cualquier punto del planeta usando parámetros de calidad similares. Esto permite que los métodos y técnicas creados durante este proyecto faciliten la mejora de las prácticas de selección de componentes en general y particularmente impulsen el desarrollo de software basado en componentes en Ibero-América.

Por otro lado, la aplicación de resultados al dominio de los sistemas de información geográficos permitirá profundizar y formalizar la cooperación iniciada con la Universidad de Bari, Italia, a través de la extensión de un sistema de integración de datos federados [5], desarrollado por la Agencia Italiana para la Protección y Servicios Técnicos del Medio Ambiente (APAT).

¹<http://alarcos.inf-cr.uclm.es/Competisoft/index.aspx>

5. Investigadores

GIISCo reúne aproximadamente a 12 (doce) investigadores, entre los que se cuentan docentes y alumnos de UNComa y asesores externos. La mayoría de los docentes, investigadores de GIISCo-UNComa, han terminado o se encuentran próximos a terminar carreras de postgrado (4 postgrados terminados, 3 doctorados a finalizar en 2008, 1 doctorado y 2 maestrías a finalizar en 2008/2009). Se espera contar con un total de 7 (siete) investigadores postgraduados para fines de 2009.

Contacto: Dra. Alejandra Cechich (acechich@uncoma.edu.ar; acechich@gmail.com)

6. Referencias

- [1] Wallnau K., S. Hissam, and R. Seacord. *Building Systems from Commercial Components*. Addison-Wesley, 2002.

7. Algunas Contribuciones

- [2] Aranda G., A. Vizcaíno, A. Cechich, M. Piattini. A Cognitive Perspective for Choosing Groupware Tools and Elicitation Techniques in Virtual Teams. ICCSA 2005, International Conference on Computational Science and its Applications, Singapore, Mayo 9-12, 2005. LNCS of Springer Verlag 3480 (1064-1074).
- [3] Aranda G., A. Vizcaíno, A. Cechich, and M. Piattini. A Cognitive-Based Approach to Improve Distributed Requirement Elicitation Processes. The 4th IEEE International Conference on Cognitive Informatics, Irvine, USA, Agosto 8-10, 2005.
- [4] Aranda G., Vizcaíno A., Cechich A., Piattini M., and Castro-Sánchez. J. Cognitive-Based Rules as a Means to Select Suitable Groupware Tools. The 5th IEEE International Conference on Cognitive Informatics, ICCI. 17-19 Julio 2006, Beijing, China. IEEE Computer Science Press.
- [5] Aranda G., A. Vizcaíno, A. Cechich, M. Piattini. How to Choose Groupware Tools Considering Stakeholder's Preferences during Requirements Elicitation? 13th International Workshop on Groupware, Bariloche, Argentina, 16-20 Sept 2007, LNCS Springer.
- [6] Buccella A., Cechich A. and Brisaboa N., A Federated Layer to Integrate Heterogeneous Knowledge. First International Workshop on Views on Designing Complex Architectures, Bertinoro, Italy, 11-12 Sept. 2004. Electronic Notes in Theoretical Computer Science, Elsevier Science B.V.
- [7] Buccella, A., Cechich, A., 2007. Towards integration of geographic information systems. Electronic Notes in Theoretical Computer Science 168, pp. 45–59
- [8] Buccella, A., Cechich, A., Brisaboa, N.R., 2005. A three-level approach to ontology merging. In: MICAI'05: Fourth Mexican International Conference on Artificial Intelligence. LNCS 3789, Monterrey, México, Springer-Verlag. November, pp. 80–89.
- [9] Buccella A., Gendarmi D., Lanubile F., Semeraro G, Cechich A., and Colagrossi A. A Layered Ontology-Based Architecture for Integrating Geographic Information. Studies in Computational Intelligence. Series Ed.: Kacprzyk, J. ISSN: 1860-949X. Springer. To appear 2008.
- [10] Cechich A. and Piattini M. A Six Sigma-Based Process to COTS Component Filtering. Journal of Research and Practice in Software Technology. Vol 39 (4), pp. 259-285, 2007.
- [11] Cechich A. and Piattini M. Early Detection of COTS Component Functional Suitability. Journal of Information and Software Technology. Elsevier Science. Vol 49, pp. 108-121, 2007.
- [12] Cechich A. and M. Piattini, Early Detection of COTS Functional Suitability for an E-Payment Case Study. En: Enterprise Information Systems VII. Ching-Sheng Chen, J. Filipe, I. Seruca, and J. Cordeiro (Eds.), Springer, ISBN-10 1-4020-5323-1, (141-148), 2006.

- [13] Cechich A., A. Réquilé, J. Aguirre, and J. Luzuriaga. Trends on COTS Component Identification. 5th International Conference on COTS-Based Software Systems, ICCBSS 2006, 13-17 Febrero 2006, Orlando, USA. IEEE Computer Science Press.
- [14] Cechich A., Piattini M., and Vallecillo A. (Eds.) "Component-Based Software Quality: Methods and Techniques", Springer-Verlag. Series: LNCS (Lecture Notes in Computer Science). Volume: 2693, 2003, ISBN 3-540-40503-8.
- [15] Cechich A. and M. Piattini. Filtering COTS Components through an Improvement-based Process. 4th International Conference on COTS-Based Software Systems, ICCBSS 2005, 7-11 Febrero 2005, Bilbao, España. LNCS of Springer-Verlag 3412 (112-121).
- [16] Cechich A. and M. Polo. COTS Component Testing through Aspect-based Metadata. Capítulo en: Testing Commercial-off-the-shelf Components and Systems. Sami Beydeda and Volker Gruhn (Eds.). Springer, Alemania, 2005. ISBN 3-540-21871-8 (71-88).
- [17] Flores A., A. Cechich, R. Ruiz. Automatic Verification of OOD Pattern Applications. Capítulo en: Object-Oriented Design Knowledge: Principles, Heuristics, and Best Practices. J. Garzás and M. Piattini (Eds.), Idea Group, 2006.
- [18] Flores A., Augusto J., Polo M., and Varea M., "Towards Context-Aware Testing for Semantics Interoperability on PvC Environments". Int'l Conference on Systems, Man & Cybernetics, IEEE, special session on Correctness and Reliability In Pervasive/Ubiquitous Computing. The Hague, Netherlands. Octubre, 2004.
- [19] Flores A., and M. Polo, ISCC'05, Dynamic Component Assessment on PvC Enviroments. 10th IEEE International Symposium on Computers and Communication. IEEE Computer Society Press. ISBN 0-7695-2373-0. Cartagena, Murcia, España. Junio, 2005 (955--960).
- [20] Flores A., and M. Polo, An Approach for Application Suitability on Pervasive Environments. IWUC'06, International Workshop on Ubiquitous Computing, durante ICEIS'06. INSTICC Press. Paphos , Chipre. Mayo 23, 2006.
- [21] Luzuriaga J., R. Martínez, A. Cechich.. Improving Resource Management: Lessons from a Case Study from a Middle-Range Governmental Organization. Capítulo en Software Process Improvement for Small and Medium Enterprises: Techniques and Case Studies. Hanna Oktaba and M. Piattini (Eds), IGI Global Publishing, USA, 2008.
- [22] Martín A., Cechich A., and Rossi G. Comparing Approaches to Web Accessibility Assessment, Capítulo en Handbook on Research on Web Information Systems Quality. M. Moraga, C. Calero, and M. Piattini (Eds), IGI Global Publishing, USA, 2007.
- [23] Martínez Carod N. and A. Cechich.. A Cognitive Psychology Approach for Balancing Elicitation Goals. The 6th IEEE International Conference on Cognitive Informatics, ICCI. 16-18 Julio 2007. IEEE Computer Science Press.
- [24] Polo M., and A. Flores, Towards Run-time Component Integration on Ubiquitous Systems. MSVVEIS'05, 3rd International Workshop on Modelling, Simulation, Verification and Validation of Enterprise Information Systems, held at ICEIS'05. INSTICC Press. ISBN 972-8865-22-8. Miami, Florida, EEUU. Mayo, 2005 (09--18).
- [25] Réquilé-Romanczuk A., A.Cechich, A.Dourgnon-Hanoune, J-C.Mielnik. Towards a Knowledge-Based Framework for COTS Component Identification. Second ICSE International Workshop on Models and Processes for the Evaluation of OTS Components (MPEC '05), ACM Press, 2005.
- [26] Roger S., A. Buccella, A. Cechich, and M. Palomar. ASeMatch: A Semantic Matching Method. Ninth International Conference on Text, Speech and Dialogue, TSD. 11-15 Septiembre 2006, Brno, República Checa. LNAI (Springer LNCS).
- [27] Vizcaíno A., M. Piattini, M. Martinez, G. Aranda. Evaluating Collaborative Applications from a Knowledge Management Approach. WETICE 2005, 14th IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructures for Collaborative Enterprises, en workshop ECE, Evaluation of Collaborative Information Systems and Support for Virtual Enterprises. 13-15 de Junio de 2005, Linköping University, Suecia.
- [28] Martín, A., A. Cechich, S. Gordillo, G. Rossi. A Three-Layered Approach to Model Web Accessibility for Blind Users. In Proceedings of 5th Latin American Web Congress, LA-WEB'07, Santiago, Chile, 31 Oct - 2 Nov 2007, IEEE Computer Science Press, pp. 76-83.

Administrador Libre de Bases de Objetos

Autores

Alejandro Ferrer (*ale_ferrer@yahoo.com*)

Elizabeth Jiménez Rey (*ejimenezrey@yahoo.com.ar*)

María Delia Grossi (*mdg7501@yahoo.com.ar*)

Arturo Carlos Servetto (*aserve@gmail.com*)

Gregorio Perichinsky (*gperi@movi.com.ar*)

Laboratorio de Bases de Datos y Sistemas Operativos

Tel. (011) 4343-0891 Int. 142

Departamento de Computación, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires

Introducción

Este trabajo se refiere a un proyecto de investigación y desarrollo tecnológico cuyo objetivo final es la liberación de un administrador de bases de objetos, bajo los principios del Software Libre:

- Libertad de ejecutar programas, para cualquier propósito
- Libertad de estudiar cómo funcionan los programas y adaptarlos a necesidades particulares
- Libertad de redistribuir copias
- Libertad de mejorar los programas y publicar las mejoras de manera que toda la comunidad se beneficie

El proyecto se lleva a cabo con la participación de alumnos de grado de la carrera de Ingeniería en Informática de la FIUBA, que cursan la materia Taller de Programación II o que desarrollan su Trabajo Profesional para graduarse.

Antecedentes

Las bases de objetos soportan en forma óptima la persistencia de objetos complejos e integran la tecnología de bases de datos con el paradigma de objetos. Tanto las bases de objetos como los entornos de programación orientados a objetos utilizan un mismo modelo eliminando los desajustes de impedancia entre modelos conceptuales y lenguajes de programación; por eso mismo y debido a la posibilidad de versionar clases y objetos, las bases de objetos y los sistemas basados en ellas son naturalmente flexibles y se pueden extender con facilidad, al tiempo que las bases de objetos casi no requieren administración.

Las características fundamentales que debe observar un sistema de bases de datos para calificar como orientado a objetos se delinean en "*The Object-Oriented Database System Manifesto*", de Malcolm Atkinson (University of Glasgow), François Bancilhon (Altaïr), David DeWitt (University of Wisconsin), Klaus Dittrich (University of Zurich), David Maier (Oregon Graduate Center) y Stanley Zdonik (Brown University):

- Reglas de Oro (características que deben soportar obligatoriamente)
 - Objetos Complejos
 - Identidad de Objetos
 - Encapsulación
 - Tipos y Clases
 - Jerarquías de Tipos o Clases
 - Sobreescritura, Sobrecarga y Enlace Dinámico

- Completitud Computacional del Lenguaje de Manipulación de Datos
- Extensibilidad del Conjunto de Tipos de Datos
- Persistencia
- Manejo de Almacenamiento Secundario
- Concurrencia
- Recuperación ante Fallas de Hardware o Software
- Posibilidad de Realización de Consultas Ad Hoc
- Características Opcionales
 - Herencia Múltiple
 - Chequeo e Inferencia de Tipos
 - Distribución
 - Transacciones de Diseño (transacciones de larga duración, con transacciones parciales)
 - Manejo de Versiones de Objetos

Objetivos

Desarrollar un manejador de bases de objetos siguiendo estándares del OMG (Object Management Group).

Versionar componentes con soluciones alternativas para problemas tecnológicos subyacentes y realizar evaluaciones comparativas con experimentos de simulación.

Metodología

Prototipación Incremental Iterativa con procesos ágiles de desarrollo.

Herramientas de Desarrollo

Lenguajes C++ (módulos del servidor y bibliotecas de clientes) y Java (bibliotecas de clientes) en entorno Eclipse.

Estructura del Manejador

- Gestor de Solicitudes (ORB - Object Request Broker): controla todos los objetos del sistema (manejador) y los tipos de servicios que pueden proporcionar; permite que objetos de aplicación (solicitantes) generen y reciban solicitudes y respuestas de un proveedor (manejador).
- Gestor de Metadatos: gestiona el acceso a los catálogos de las bases de objetos (definiciones de clases y relaciones) y se encarga de mantenerlos.
- Gestor de Seguridad: se encarga de controlar las autorizaciones de usuario para realizar operaciones; después de comprobar que el usuario tiene autoridad para llevar a cabo una operación (solicitud), la redirige al módulo de Operaciones.
- Gestor de Operaciones: verifica que la operación satisfaga las restricciones de integridad necesarias (según el catálogo), determina la estrategia para ejecutarla (en caso de consultas declarativas) en término de servicios del módulo de almacenamiento y redirige cada solicitud de servicio al gestor de transacciones.
- Gestor de Transacciones: realiza el procesamiento requerido para las operaciones y garantiza que las operaciones concurrentes se realicen sin entrar en conflicto unas con otras.

Controla el orden relativo en que se ejecutan operaciones de distintas transacciones y redirige solicitudes al gestor de buffers.

- Gestor de Buffers: es responsable de la transferencia de objetos entre la memoria principal y el almacenamiento secundario en el servidor, y del control de acceso a los objetos. Interactúa con el módulo de almacenamiento.
- Almacenamiento: recupera y mantiene objetos en el almacenamiento persistente.

Avance

Se han construido los primeros prototipos de cada componente, que están en etapa de pruebas individuales. A continuación se describe las características de cada componente:

- Gestor de Solicitudes (ORB - Object Request Broker): Implementa un patrón de concurrencia Monitor para el registro de los módulos activos y un Productor Consumidor para el despacho de mensajes. Los servicios están soportados por dos colas de mensajes para cada módulo (una para recibir –CR- y otra para enviar –CE-), una tabla de módulos activos (para verificar la existencia del destinatario y sus colas asignadas) y un administrador de hilos de procesamiento.

Para enviar un mensaje el módulo origen crea un objeto Mensaje que debe contener la constante que lo identifica, un número para el Hilo de Procesamiento (HP) del módulo que está operando este envío, la constante identificadora del módulo destino y, en caso de ser dirigido a un hilo de procesamiento en particular del módulo destino, un identificador de HP; este objeto es depositado en su cola de envíos. Si la comunicación es de tipo sincrónica, el Gestor de Solicitudes (GS) bloqueará al HP hasta que el mensaje de respuesta se encuentre en la CE del módulo.

- Gestor de Metadatos: Recibe solicitudes de definición, modificación y eliminación de clases, relaciones y jerarquías, y de recuperación de definiciones. Las modificaciones de una definición se realizan a través de versiones, y el estado de una definición incluye las colecciones de cambios para pasar de cada versión a la siguiente. Los objetos definición se usan como argumentos de mensajes (solicitudes de servicio de otros componentes), por lo que, dado que el ORB sólo transmite estados de objetos, la instanciación de una definición – el constructor de definiciones- se incluye en una biblioteca compartida por todos los componentes que requieran interactuar con definiciones).
- Gestor de Seguridad: Realiza las validaciones de permisos de las operaciones que cada usuario quiera realizar en el sistema, ya sea de Ingreso, Consulta o Modificación.
- Gestor de Operaciones: Recibe solicitudes de operaciones de navegación (acceso a objetos por identificador) y de consulta (en OQL –Object Query Language), en forma transaccional (como parte de una transacción) o no transaccional. Para realizar operaciones de consulta debe pedir al gestor de metadatos las definiciones de las clases y relaciones involucradas para determinar la estrategia de resolución en término de servicios del gestor de almacenamiento. Puede requerir recuperación de objetos, que direcciona al gestor de transacciones, o recuperación de listas de identificadores de objetos (para resolver consultas), que direcciona al gestor de almacenamiento.
- Gestor de Transacciones: Implementa un patrón de concurrencia Lector-Escritor para el acceso a un archivo de registro de operaciones según un protocolo WAL (Write-Ahead Loggin) y un patrón Singleton para la asignación de Identificadores de Transacciones.
Espera se le envíe un pedido de inicio de transacción desde el Gestor de Operaciones, registra el pedido y el identificador asignado, se lo entrega a dicho módulo y, luego, toda operación realizada por un módulo que recibe en el mensaje el identificador informa lo que

hará al Gestor de Transacciones (GT) para que registre los estados previos a la modificación para permitir la reconstrucción del estado original.

En caso de una falla del equipo, de la operación o del sistema la transacción que se realizaba no fue terminada, por lo tanto no registró su finalización, y serán ejecutadas todas las operaciones de ella registradas en proceso inverso, para reconstruir el estado anterior.

- Gestor de Buffers: Implementa un patrón de concurrencia Lector-Escritor en los objetos almacenados, un patrón Singleton para la asignación de identificadores de iteradores y un Recolector de basura para liberar memoria.

Almacena los objetos en listas, que corresponden a cada Iterador, que se indexan bajo dos tablas de Hash, una para los objetos de consultas OQL y otra para los objetos de Definiciones. La primera tiene por entradas los identificadores de iteradores que son entregados como respuesta a cada consulta; la segunda los identificadores de clase de los objetos definición almacenados.

Los objetos de datos se almacenan solo una vez, si son requeridos por más de una consulta se los relaciona con más de un Iterador.

Los objetos de definiciones son almacenados en estructuras que los relacionan con los Identificadores de archivos abiertos correspondientes, necesarios para el manejo de estos datos.

El Recolector de basura funciona bajo dos condiciones, tiempo de permanencia excedido y necesidad de memoria para otro proceso. La eliminación se realiza bajo un criterio de tiempos, se quita el más viejo, midiendo esto por las marcas de tiempo que tiene cada objeto. Esta marca se actualiza con cada operación que se realiza sobre él o sobre el Iterador al que pertenece.

- Almacenamiento: Se desarrollaron dos prototipos diferentes con la misma interfaz. Uno de ellos organiza los objetos en árboles B+, ordenados por identificador, e implementa los índices usando identificadores para referenciar a objetos (índices secundarios) también organizados en árboles B+. El otro organiza los objetos en bloques de archivos multiindexados, e implementa todos los índices en árboles B+ referenciando a los objetos a través de números de bloque de alojamiento (índices primarios).

Para implementar el acceso secuencial, todo requerimiento de servicio de acceso a un objeto o a un índice en este modo debe efectuarse con la definición de la clase de objetos involucrados, como toda otra solicitud, y con un objeto testigo que contiene información sobre el último bloque o nodo del objeto accedido previamente y la identificación de ese objeto.

Todos los objetos se almacenan con el número de versión de la definición de su clase en la que fueron almacenados; para devolver un objeto, el gestor de almacenamiento debe hacerlo según la última versión de su clase, y lo hace a través de servicios que presta el objeto definición provisto por el gestor de metadatos (como el gestor de solicitudes sólo transfiere estados de objetos, la instanciación de definiciones se hace en cada componente que requiera interactuar mediante una biblioteca compartida por los componentes).

Para aprovechar el buffering del sistema operativo del servidor y proveer el acceso secuencial mediante el sistema de objetos testigo, el gestor de buffers mantiene los estados de definiciones en buffers ad hoc, junto con los descriptores de archivos correspondientes a los archivos de almacenamiento y de índices. Si el gestor de almacenamiento recibe una solicitud con descriptores nulos es porque los archivos correspondientes a la clase definida no están abiertos; entonces abre los archivos y devuelve los descriptores que quedarán temporalmente en un buffer. El gestor de buffers elimina los buffers por “time out”, y al hacerlo el destructor correspondiente cierra los archivos garantizando la coherencia.

Cada uno de los prototipos fue desarrollado por un grupo de alumnos de la materia Taller de Programación II.

Más allá de las pruebas que cada grupo realice a cada componente con herramientas de software de desarrollo propio de inspección y monitoreo, otro grupo se encarga del diseño de datos de prueba y del desarrollo de software para pruebas de caja negra para cada componente.

Perspectivas

En el año en curso se desarrollarán bibliotecas para aplicaciones cliente del manejador para los lenguajes de programación C++ y Java. Estas bibliotecas implican fundamentalmente la sobrecarga de constructores y destructores de objetos y de iteradores para clases persistentes.

Reunión Espacio-Temporal en escenarios donde sólo un conjuntos de entrada está indexado

Anibal Jorge Diaz

Departamento de Informática

Facultad Tecnológica Nacional Regional Concepción Del Uruguay

Universidad Tecnológica Nacional, Entre Rios Argentina

anibaljdiaz@yahoo.es

Edilma Olinda Gagliardi

Departamento de Informática

Facultad de Ciencias Físico, Matemáticas y Naturales

Universidad Nacional de San Luis, Argentina

oli@unsl.edu.ar

Gilberto A. Gutiérrez Retamal

Facultad de Ciencias Empresariales

Departamento de Auditoría e Informática

Universidad del Bío-Bío, Chillán, Chile

ggutierr@ubiobio.cl

Resumen.

Los sistemas de bases de datos que administran objetos espaciales y temporales, llamadas bases de datos espacio-temporales (BDET), han recibido creciente interés en los últimos años. Uno de los tipos de consulta espacio-temporal que se caracteriza por analizar la historia espacial de los objetos es la *reunión espacio-temporal (RET)*, en la cual se requiere combinar dos conjuntos de objetos espacio-temporales de acuerdo con algún predicado que involucre tanto atributos espaciales como temporales. Entre las distintas combinaciones que se pueden presentar para reunir dos conjuntos, consideramos en este trabajo el caso donde sólo uno de los conjuntos de entrada se encuentra indexado, con el fin de estudiar las estrategias que nos permitan con el menor costo pasar de este escenario inicial a uno donde contemos con dos conjuntos indexados, y realizar la reunión espacio-temporal de estos conjuntos.

Palabras claves: Bases de datos espacio-temporales (BDET); Reunión espacio-temporal (RET); 3DR-tree, 3DRp-tree (3DR-tree podado).

1. Introducción.

Las BDET requieren administrar datos de objetos cuya posición y/o forma cambian en distintos instantes. Dentro de este dominio, son muchas las aplicaciones que se benefician del

procesamiento eficiente de consultas espacio-temporales, tales como sistemas de comunicación móvil, sistemas de control de tráfico, sistemas de información geográfica asociadas con fenómenos donde la identidad de las componentes geográficas puede cambiar en el tiempo, y aplicaciones multimedia. Un aspecto importante al momento de procesar los datos de entrada es si los mismos están o no indexados. Uno de estos escenarios es aquel donde del par de conjuntos de entrada, uno de ellos se encuentra indexado y el otro conjunto no.

La organización del presente artículo es la siguiente: en la Sección 2, nos referimos a contextos de movimiento de objetos; en la Sección 3, describimos los distintos estados de indexación que pueden presentar los conjuntos de entrada junto con los métodos de indexación desarrollados sobre los cuales implementamos los algoritmos de consulta; en la Sección 4, presentamos los distintos algoritmos de reunión espacio-temporal; y por último en la Sección 5, mostramos el trabajo actual y futuro.

2. Contextos según el movimiento de los objetos

Movilidad es una palabra clave que se tiene en cuenta debido a todas las aplicaciones y servicios que ocurren en la realidad. Estas aplicaciones necesitan de una disponibilidad de información que sólo puede ser provista por una BDET, capaz de almacenar y recuperar los datos de manera eficiente. Para ello se requieren de métodos de indexación que consideren tanto el almacenamiento eficiente, sobre todo de los atributos dinámicos del objeto móvil, más una actualización constante de esos atributos, y de una respuesta adecuada frente a los diversos tipos de consultas.

Para categorizar varios enfoques de indexación se presentan tres contextos diferentes: *movimiento sin restricciones*, *movimiento restringido* y *movimiento restringido a redes*.

El movimiento sin restricciones es aquel en donde los objetos se mueven libremente dentro de la región en la que se encuentran. Ejemplo de este contexto es, entre otros, el monitoreo de animales que luego de permanecer en cautiverio son reubicados en sus hábitats naturales. Existen diferentes métodos de indexación que se diferencian de acuerdo a la información que indexan: métodos que indexan el pasado; métodos que indexan el presente y métodos que indexan el presente y el futuro.

El movimiento restringido es aquel en el que el contexto se presenta limitado para los objetos que se muevan. Esta limitación tiene que ver con obstáculos que obligan al objeto a tomar caminos alternativos ya que éstos no pueden ser sorteados. Un ejemplo de este contexto es el de un robot autónomo, al cual se le indica qué hacer, pero no cómo hacerlo; es decir, planifica sus movimientos en base al conocimiento que tiene de un determinado ambiente y sus obstáculos.

En algunas otras aplicaciones de la realidad, los movimientos quedan restringidos a una red, porque no interesa el espacio subyacente a ella para moverse, es decir, al ver una carretera y un automóvil moviéndose en ella, no interesa el espacio o el tamaño de la banquina adyacente a la misma, como así tampoco la posición del objeto en términos de coordenadas x e y , sino que interesa la posición relativa respecto de la red, es decir, en el kilómetro 24 de la ruta 3, por ejemplo [10]. A menudo, una red dirige el tráfico de los objetos que se mueven en ella. Es decir, al tener una red predefinida, los objetos que se mueven en ella tienden a moverse siguiendo los diferentes caminos que la misma presenta. La red puede ser tanto artificial, creada basándose en un criterio para el movimiento de los objetos, como real, basada en un mundo real.

3. Métodos de indexación

Las consultas de reunión espacio-temporal requieren que se combinen dos conjuntos de objetos espacio-temporales de acuerdo con algún predicado que involucre tanto atributos espaciales como temporales. Entre las distintas combinaciones que se pueden presentar para reunir dos conjuntos, se presentan los escenarios donde ambos conjuntos pueden estar indexados, o donde sólo uno puede estar indexado, o escenarios donde ninguno de los conjuntos de entrada están indexados. Consideraremos en este trabajo el caso donde sólo uno de los conjuntos de entrada, de objetos espacio-temporales con movimiento sin restricción, se encuentra indexado.

Los métodos de acceso tradicionales no soportan datos espacio-temporales; en consecuencia, se han desarrollado diferentes propuestas para mantener simultáneamente información sobre tiempo y espacio, las cuales indexan objetos que se mueven en un espacio bidimensional. La mayoría de estos métodos extienden los métodos de acceso espacial para incluir componentes temporales. Estos métodos se pueden clasificar basándose en el tipo de dato, acerca de objetos en movimiento, con el que tratan. Algunos métodos se enfocan en la recuperación de datos históricos y otros en la recuperación de posiciones futuras de objetos en movimiento basadas en la posición actual y en patrones de movimiento [1,8]. En este trabajo nos enfocamos en la historia de los objetos con movimiento sin restricciones y analizamos el comportamiento de las estructuras MVR-tree, 3DR-tree y 3DRp-tree que aplicamos en nuestra investigación.

El índice espacio-temporal 3DR-tree [12], es un método de acceso espacio-temporal que considera el tiempo como una dimensión adicional a las coordenadas espaciales. De esta manera cuando un objeto, en un espacio bidimensional cambia su posición o forma geométrica, se inserta un rectángulo mínimo envolvente (MBR), formado por dos puntos en tres dimensiones. Este MBR es una aproximación geométrica de un objeto real el cual es capaz de contener los atributos espaciales del objeto.

La estructura 3DR-tree es eficiente en el uso del almacenamiento y en el procesamiento de consultas tipo time-interval. Sin embargo, una de sus principales desventajas es su ineficiencia para consultas de tipo time-slice debido a la gran altura que pueden alcanzar los MBR de objetos con poca movilidad [11]. Esta deficiencia se reduce considerablemente gracias a la técnica de particionado que se aplica a esta estructura obteniéndose estructuras 3DR-tree de menor altura [7], llamadas 3DRp-Tree (3DR-Tree podado) [3].

El índice espacio-temporal surge al partir la estructura 3DR-tree de indexación de un conjunto de datos, la cual tiene por objeto reducir la altura del árbol. Esta idea fue propuesta por [7] llamada APR-tree y obtenida en función de la carga de trabajo. En esta estructura el intervalo temporal que administra cada 3DR-tree particionado depende de la carga de trabajo de la estructura 3DR-tree. Esta estructura no comparte nodos, pero el particionado del árbol principal 3DR-tree genera duplicados en los 3DRp-tree, lo cual debe tenerse en cuenta en el algoritmo de búsqueda a través de la estructura.

La estructura Multiversión R-tree [11] es una estructura formada por múltiples árboles R-tree, la cual se aplica para responder consultas tipo timeslice e intervalos cortos. Optamos por usar esta estructura porque permite trabajar con datos históricos y porque su rendimiento se mantiene al aumentar el número de objetos indexados [5].

4. Algoritmos de reunión espacio-temporal

Administrar datos espaciales que cambian su posición en el tiempo requiere de un procesamiento de datos espacio-temporales efectivo y eficiente y ha dado lugar a un amplio campo de investigación en el tema. En este sentido, nuestra línea de trabajo pretende contribuir a la comprensión de la reunión espacio-temporal introduciendo y evaluar estrategias para el procesamiento de consultas de este tipo. Debido a la componente de tiempo, las BDET necesitan administrar grandes volúmenes de datos acumulados a través de un gran período de tiempo. Una consulta sobre estos datos puede ser resuelta por medio de una búsqueda exhaustiva, es decir, accediendo a todos los objetos de la base y retornando aquellos que pertenecen a la respuesta. Esta aproximación es ineficiente debido al tamaño de estas bases de datos. Una solución más apropiada consiste en construir índices sobre los datos de manera tal que las consultas puedan responderse accediendo solamente a una pequeña parte de la base de datos.

La recuperación de datos y la forma en que ésta se realiza en las bases de datos espacio-temporales es nuestra principal área de interés. Un objeto espacio-temporal es una abstracción de una entidad que tiene un identificador, o clave primaria, una localización, una forma espacial y una propiedad temporal junto con alguna otra característica que lo describe. En consecuencia, es posible una indexación de este tipo de objetos.

Una de las primeras estimaciones de la consulta de reunión espacio-temporal se aplicó usando el método de acceso espacio-temporal 3DR-tree, y su implementación es prácticamente la misma que la propuesta en [2].

Otra de las estimaciones para la reunión espacio-temporal es la propuesta en [3] donde se divide la estructura 3DR-tree de los conjuntos de entrada, en varios árboles 3DR-tree podados, con el objeto de reducir su altura y por lo tanto reducir el costo de búsqueda.

El otro enfoque que encaramos es a través de las estructuras multiversión *MVR-tree* la cual es una suma de R-tree en el que cada árbol mantiene las posiciones de los objetos que evolucionaron en un intervalo de tiempo pasado. De tal manera que, si dada una consulta de reunión espacio temporal con una condición espacial y temporal prefijada, con uno de los conjuntos de datos indexados por estructuras *MVR-tree*, podemos aplicar estrategias de indexación del conjunto de entrada no codificado y luego en la reunión propiamente dicha aplicar técnicas de recorrido de árbol que nos permitan obtener una respuesta tan o más eficiente que las conocidas para responder esta consulta. La propuesta es aplicar la estrategia de filtrar los intervalos de tiempo de las estructura que se intersectan con la condición temporal dada en sendos arreglos; posteriormente, continuar con una política de recorrida de árbol en profundidad, procesando en cada nivel todos los objetos que pertenecen al intervalo temporal y que se intersectan espacialmente a efectos de filtrar los mismos.

Los únicos algoritmos comparables de reunión espacio-temporal los encontramos en los trabajos de [2,4] y por lo tanto no existen otros para determinar mejores diseños para resolver la RET en diversas aplicaciones.

5. Trabajo Futuro.

Como trabajo futuro se planifica trabajar explorando esta consulta aplicando el método de acceso espacio-temporal *MV3R-tree* para casos en que uno de los conjuntos este indexado y el otro no. También, investigar los casos que se presentan en escenarios donde los conjuntos de entrada no vienen indexados. Estos trabajos tienen como objetivo desarrollar

algoritmos que respondan eficientemente la consulta de reunión espacio-temporal y realizar experimentos que nos permitan comparar su efectividad con los métodos existentes.

6. Bibliografía consultada.

- [1] Agarwal, P., Arge, L. & Erickson, J. (Indexing moving points. Symposium on Principles of Database Systems (pp. 175-186) ACM Press. (2000).
- [2] Brinkhoff, T., Kriegel, H. And B. Seeger. "Efficient Processing of Spatial Join Using R-Trees". Proc. ACM SIGMOD, 1993.
- [3] Diaz, A., Gutierrez, G., Gagliardi, O. "Algoritmo de reunión espacio-temporal usando estructura 3DR-Tree podada". CACIC2007. Octubre 2007-Corrientes, Argentina.
- [4] Gutierrez, Gilberto. Tesis Doctoral : "Métodos de Acceso y Procesamiento de Consultas Espacio-Temporales". Universidad de Chile. Santiago. Abril de 2007.
- [5] Hadjieleftheriou, M., Kollios, G., Tsotras, V., Gunopoulos, D. "Indexing Spatio-Temporal archives". The VLDB Journal, Vol. 15, Issue 2, June 2006.
- [6] Hadjieleftheriou, M., Kollios, G., Tsotras, V., Gunopoulos, D. "Efficient Indexing of Spatio-Temporal objects". In Extending Database Technology (pp. 251-268). 2002
- [7] Hyung-ju Cho, Jun-Ki Min, Chin-Wan Chung. "An Adaptive Indexing Technique Using Spatio-Temporal Query Workloads". Korean Advanced Institute of Science. Information and Software Technology. Vol 46, pp. 229-241. March 2004.
- [8] Kollios, G., Gunopoulos, D, Tsotras, V. "On Indexing Mobile Objects". ACM Symposium on Principles of Database Systems (pp. 261-272). ACM Press 1999.
- [9] Mokbel, M., Ghanem, T., Aref, W. "Spatio-temporal Acces Methods". IEEE Data Engineering Bulleti (pp. 40-49) 2003.
- [10] Psofer, D. "Indexing the Trajectories of Moving Objects". Bulletin of the IEEE Computer Society Technical Commitee on Data Engineering. (2002)
- [11] Tao, Yufei and Papadias, Dimitris. "The MV3R-Tree: A Spatio-Temporal Access Method for Timestamp and Interval Queries". Proceedings of the 27th VLDB Conference, Roma, Italy, 2001
- [12] Varzirgiannis, M., Theodoridis, Y., Sellis, T. "Spatio-Temporal Composition and Indexing for Large Multimedia Applications". ACM Multimedia Systems. (1998).

Clasificación de Componentes OTS (Off-The-Shelf) para Sistemas de Información Geográficos

Proyecto de Investigación Área Ingeniería de Software
Unidad Académica Caleta Olivia
Universidad Nacional de la Patagonia Austral
Acceso Norte Ruta 3 – Caleta Olivia – Santa Cruz

Grupo de Investigación en Ingeniería de Software del Comahue (GIISCO)
<http://giisco.uncoma.edu.ar>
Departamento de Ciencias de la Computación
Universidad Nacional del Comahue

1. Motivación

El Desarrollo de Software Basado en Componentes (DSBC) [14, 15] procura la reducción del tiempo de desarrollo, de los costos y del esfuerzo, y también la mejora de la calidad del producto final debido a la reutilización de composiciones de componentes software ya desarrollados, probados y validados. Técnicas modernas de construcción sugieren reducir riesgos y maximizar calidad vía incorporación componentes OTS (off-the-shelf) pre-existentes; por lo tanto, el antiguo problema de programar nuevo software ha sido reemplazado por el de identificar y adaptar componentes. Igualmente, surge otro problema, ya que generalmente los desarrolladores gastan mucho tiempo y esfuerzo para encontrar los OTS que satisfacen la funcionalidad que pretenden implementar. Es sabido que resulta difícil identificar ciertos componentes en uno o varios repositorios.

Con respecto a sistemas de información con un dominio específico, como son los Sistemas de Información Geográficos (SIG), surgen las mismas inquietudes. Los componentes deben poseer la suficiente especificidad, en cuanto a la descripción de la tarea que realizan, de manera de provocar la menor cantidad de modificaciones y acortar así el tiempo de desarrollo. Las características particulares de los SIG provocan que las composiciones de componentes no puedan construirse sólo como simples piezas de un producto, sino como un conjunto de elementos pre-ensamblados en un marco de aplicación específico. Una documentación de alta calidad facilita que los estándares de diseño e implementación se reflejen en el contenido de la aplicación construida con componentes. Estándares aplicables a un dominio deberían facilitar el proceso de clasificación y modelado de la información (Ej. familia de estándares ISO 19100 [5, 6, 7, 8] para el caso de SIG).

2. Descripción del Problema

Según la definición de Szyperski [14], un componente es una unidad binaria de composición de aplicaciones software, que posee un conjunto de interfaces y un conjunto de requisitos. El mismo puede ser desarrollado, adquirido e incorporado al sistema y a su vez compuesto con otros componentes de forma independiente, en tiempo y espacio.

Las propuestas de procesos de DSBC se componen por diferentes etapas. Según [12] se clasifican en, *identificación, evaluación, selección, integración y actualización de componentes*. La Figura 1 presenta la propuesta del proceso de selección de COTS (Commercial Off-The-Shelf) presentado en [11]. Como podemos observar, el éxito del DSBC debe considerar dos aspectos: el punto de vista del desarrollador del componente (vendedor) y el punto de vista del desarrollador de la aplicación (comprador). Los desarrolladores de componentes desarrollan el artefacto final, y luego de testear su funcionalidad, lo almacenan en un repositorio para ser usado luego. Junto con el componente, se debe almacenar cierta información que luego será necesaria para encontrar, comprender y decidir sobre la utilización del mismo. Este “*Proceso de publicación*” está formado por tres pasos: (1) la

clasificación del componente, (2) la documentación del componente y (3) el almacenamiento de toda la información en el repositorio.

Por su parte, los desarrolladores de aplicaciones basados en COTS, en base a los requerimientos del sistema, analizan los componentes disponibles, en el “Proceso de selección”, formado por otros 3 pasos: (1) la búsqueda de la funcionalidad y otros atributos de calidad deseada, (2) el entendimiento técnico de los componentes candidatos encontrados y (3) la toma de decisiones sobre su utilización.

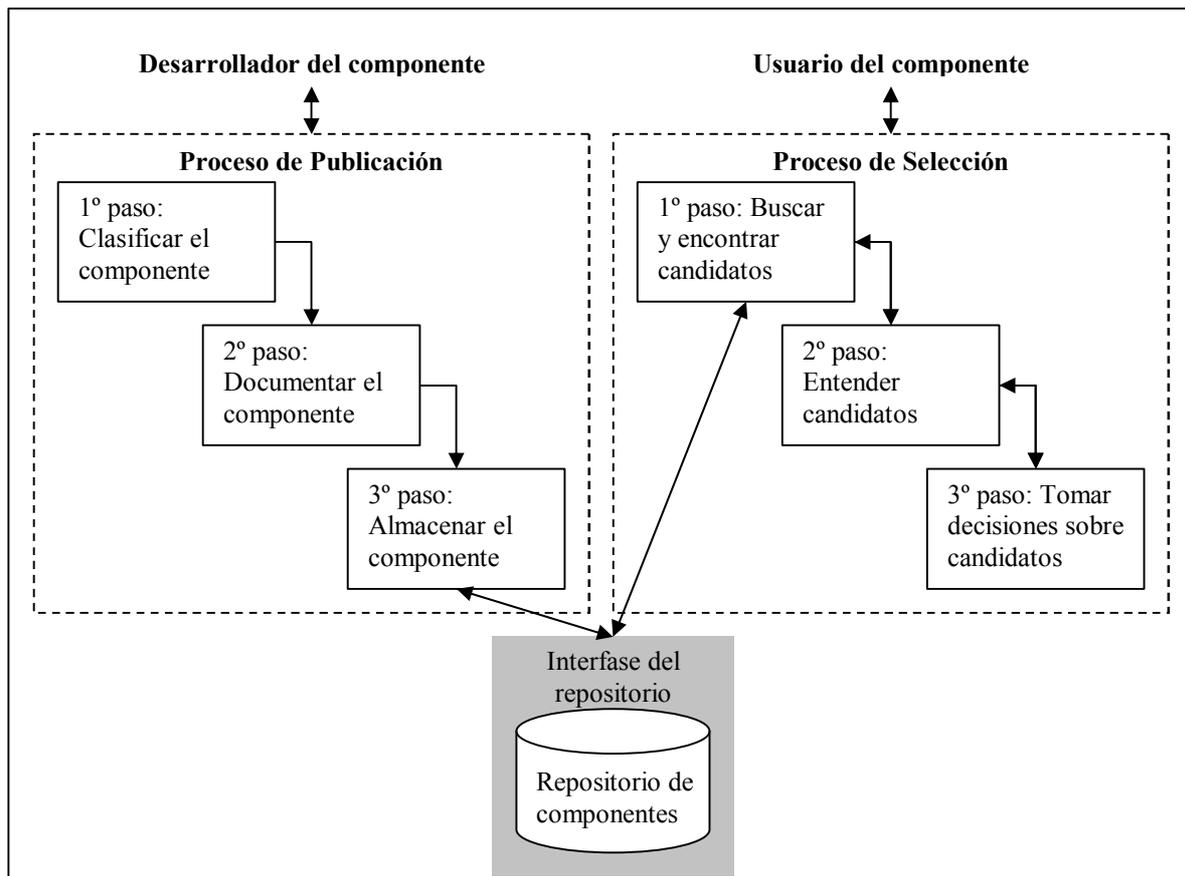


Figura 1. Proceso de selección de componentes

Como ya vimos, uno de los aspectos clave en el DSBC es la disponibilidad de especificaciones de componentes adecuadas y completas para llevar a cabo de forma efectiva los procesos de selección de componentes. Para mejorar la calidad de los componentes liberados, el desarrollador y el usuario deben cooperar en los procesos de documentación de los mismos.

En [1] se analizaron los problemas principales que surgen del proceso de selección de COTS. Entre ellos podemos enunciar:

- *Falta de un proceso definido:* el proceso de selección de COTS se implementa de manera “ad-hoc”, dificultando la planificación, desaprovechando métodos y herramientas de evaluación.
- *Criterios de evaluación:* los evaluadores incluyen atributos no apropiados, conduciendo a incompatibilidades.
- *Naturaleza “black box” de los componentes:* la falta de acceso al interior de los COTS hace difícil la evaluación. Muchas veces el soporte de documentación es incompleto o erróneo.
- *Rápidos cambios del mercado:* por ejemplo, una nueva liberación de un COTS puede tener características que no están disponibles en el componente que se está evaluando actualmente.

En cuanto a la documentación, los componentes OTS no están documentados en una forma estándar, y por lo tanto los desarrolladores tienen problemas para encontrar y evaluar la calidad de los componentes. Estos usuarios necesitan información más precisa sobre los componentes que tienen que satisfacer requerimientos técnicos (funcionales y no funcionales) y requerimientos no-técnicos. Kallio & Niemelä en [10] proponen una plantilla para documentar un componente de software, en la que participan distintos roles del desarrollo: arquitecto (describe requerimientos funcionales y de calidad), diseñador (describe detalles técnicos), reusador (agrega comentarios de errores y cambios realizados) y mantenedor (actualiza componentes y su historia con información de calidad). Dong et al. [3] sostiene que la información que acompaña a los componentes es escasa, y proponen otra plantilla de especificación de componentes COTS. En [9] Iribarne et al. proponen un modelo de documentación de componentes soportado por el lenguaje XML.

2.1 Clasificación facetada de componentes

En general, los catálogos de componentes basados en la web (eCots, SourceForge, ComponentSource, Flashline, ESRI) contienen información relativamente uniforme, utilizando enfoques de clasificación y/o caracterización de componentes, basados en taxonomías u ontologías. Sin embargo, como se señala en [2], no existe un entendimiento común sobre la información que se hace disponible sobre los componentes; por un lado, los modelos de descripción de estos catálogos no están estandarizados, y por otro existen propuestas muy diferentes en cuanto a su nivel de caracterización, punto de vista o intención y significado.

Los esquemas de clasificación pueden ser *enumerativos* o *facetados*. El método de clasificación enumerativa postula un universo de discurso dividido sucesivamente en clases que incluyen todas las clases compuestas posibles. La clasificación facetada consiste en descomponer el campo científico o disciplina en sus facetas correspondientes a puntos de vista, perspectivas o dimensiones de un dominio conocido.

Prieto-Díaz & Freeman [13] proponen un esquema de clasificación facetada orientado al reuso de software y organizado en seis facetas. Cada faceta tiene un conjunto de valores fijos (vocabulario controlado) y un conjunto extensible de términos de usuario. Un enfoque de clasificación para componentes del dominio de Automatización Industrial basado en un esquema facetado se presenta en [11]. Esta propuesta pretende por un lado, atender la necesidad de los desarrolladores de componentes para documentar sus productos apropiadamente y almacenarlos en un repositorio electrónico; y por otro, dar soporte a los usuarios de componentes para encontrar los componentes almacenados previamente (y para entender correctamente su uso). Las facetas adoptadas para esta taxonomía de componentes se basan en conocimiento adquirido sobre componentes y sobre el dominio de automatización industrial. Tres aspectos principales son cubiertos por el conjunto de facetas elegidas: la funcionalidad implementada por los componentes (QUE hacen), la forma en que realizan esto junto con detalles de implementación (COMO lo hacen), y la descripción del dominio donde los componentes pueden ser usados (DONDE lo hacen). La información ofrecida sobre los componentes se completa con información no técnica (identificación del componente, información de la compañía, precio, versión, desarrollador, etc.).

2.2 Clasificación de Componentes SIG

Componentsource¹ es un sitio web para la adquisición de componentes, en donde los componentes SIG se presentan en la categoría de “*Mapping & GIS Components*”, con la siguiente información:

- Una lista de características en lenguaje natural, en manera informal (overview).
- Precio y licencia, detalles legales, usos y responsabilidades.
- Evaluaciones y downloads (si existen versiones de evaluación).

1 <http://www.componentsource.com>

- Información de compatibilidad con respecto a sistema operativo, arquitectura del producto, tipo de componente (COM, javabeans, ActiveX, etc), herramientas de creación (Visual Basic, C++, Java), etc.
- Detalle de información sobre el vendedor.
- Revisiones de clientes (si hay disponibles)
- Foros de soporte (si hay disponibles)

El proyecto FreeGIS² promueve el uso y difusión de software libre para SIG. En el sitio web que mantiene, organiza la información en categorías algunas veces diferentes a las de Componentsource. En el ámbito de la información geográfica, existen organizaciones como Open Geospatial Consortium (OGC)³ y International Organization for Standardization (ISO) dedicadas a la creación de especificaciones de estándares que permitan a los desarrolladores crear implementaciones que puedan interoperar sin problemas. Por ejemplo, en el estándar ISO 19119 (Services) [4] se presenta una taxonomía de servicios geográficos categorizados.

La diversidad de categorizaciones es por lo tanto común al problema de identificación de componentes OTS.

3. Investigación Propuesta

Dado que las aplicaciones para SIG son utilizadas en dominios muy diferentes, cada aplicación posee un punto de vista distinto sobre la información geográfica, cada desarrollador ha definido modelos conceptuales, modelos de datos geográficos, formatos de almacenamiento, operaciones de análisis o procedimientos de representación especialmente adaptados a los requerimientos de la aplicación. Como consecuencia, se ha generado un gran problema de interoperabilidad entre las herramientas.

Por lo tanto, en el presente trabajo nos concentramos en el proceso de Publicación (Oferta) y Selección (Demanda), proponiendo un enfoque basado en el desarrollo de catálogos de componentes SIG organizados en un esquema de clasificación facetado que permita mejorar el proceso de selección de componentes OTS para estos sistemas.

Para la realización de nuestra propuesta se requiere el análisis de varios aspectos que se relacionan con la selección de los componentes. Debemos analizar aspectos generales como la documentación de los diferentes componentes tanto para SIG como para sistemas convencionales y los diferentes esquemas de facetado analizados en algunas de las propuestas citadas en este trabajo. Luego, dentro de los aspectos específicos, debemos basarnos en algunos de los procesos de selección de componentes para analizar posibles extensiones cuando estamos trabajando con SIG. Las particularidades de los SIG (respecto a los servicios que proveen), extraídas desde las normas ISO 19100 y desde la OGC nos ayudarán a definir un lenguaje estandarizado de descripciones de servicios geográficos. Así, se verán beneficiados tanto los proveedores como los consumidores de componentes SIG.

Los resultados obtenidos a partir de las líneas citadas serán integrados en herramientas de software que faciliten las actividades de verificación de propiedades y búsqueda de componentes.

4. Investigadores

Proyecto conjunto UNPA-UACO/UNComa

Integrantes Proyecto de Investigación Área Ingeniería de Software UNPA-UACO:

Gabriela Gaetan (ggaetan@uaco.unpa.edu.ar); Viviana Saldaño (vivianas@uaco.unpa.edu.ar);

Miriam Diaz (mdiaz@unpa.edu.ar); Bruno Gelman (bgelman@uaco.unpa.edu.ar); Claudio Mayorga

(cmayorga@uaco.unpa.edu.ar); Gabriel Pejcich (gpejcich@uaco.unpa.edu.ar)

² <http://freegis.org/>

³ <http://www.opengeospatial.org/>

Investigadores del grupo GIISCo (Universidad Nacional del Comahue): 2 (dos)
Contacto UNComa: Dra. Alejandra Cechich (acechich@uncoma.edu.ar)
Contacto UNPA-UACO: Gabriela Gaetan (ggaetan@uaco.unpa.edu.ar) Tel/Fax: 0297
4854888 (int. 122)

5. Referencias

1. C. Alves and J. Castro. CRE: A systematic method for cots component selection. Brazilian Symposium on Software Engineering, Rio De Janeiro, Brazil, October 2001.
2. Cechich, A. Réquilé, J. Aguirre, and J. Luzuriaga. Trends on COTS Component Identification. 5th International Conference on COTS-Based Software Systems, ICCBSS 2006, 13-17 Febrero 2006, Orlando, USA. IEEE Computer Science Press.
3. Dong, P. S. C., Alencar, D. D., Cowan. "A Component Specification Template for COTS-based Software Development." First Workshop on Ensuring Successful COTS Development. May 1999.
4. Geographic Information – Services. Draft International standard 19119, ISO/IEC, 2002.
5. Geographic information. Geographic Information Metadata. Draft International standard 19115, ISO/IEC, 2003.
6. Geographic information. Geographic Information Methodology for Feature Cataloguing. Draft International standard 19110, ISO/IEC, 2005.
7. Geographic information. Rules for Application Schema. Draft International Standard 19109, ISO/IEC, 2005.
8. Geographic information. Spatial Schema. International standard 19107, ISO/IEC, 2003.
9. Iribarne, J. M. Troya, and A. Vallecillo. Trading for COTS Components in Open Environments. In 27th Euromicro Conference, Warsaw, Poland, Sept. 2001. IEEE Computer Society Press.
10. Kallio and E. Niemelä. Documented Quality of COTS and OCM Components. In Proceedings of the 4th ICSE Workshop on Component-Based Software Engineering, 2001, available at <http://www.sei.cmu.edu/pacc/CBSE4-Proceedings.htm>
11. Lucena Jr. Flexible Web-based Management of Components for Industrial Automation. Stuttgart Univ., Diss., 2002.
12. Oberndorf. Facilitating Component-Based Software Engineering: COTS and Open System. In Proceedings of the
13. Prieto-Díaz, P.; Freeman. Classifying software for reusability. IEEE Software, 4(1):6-16, January 1987.
14. Szyperski. Component Software – Beyond Object-Oriented Programming. Addison-Wesley, 1998.
15. Wallnau, S. Hissam, and R. Seacord. Building Systems from Commercial Components. Addison-Wesley, 2002.

Integración de Modelos de Entornos Topográficos Aplicada al Desarrollo de Simuladores de Vuelo

Alexandra Diehl¹, Horacio Abbate¹, y Claudio Delrieux²

¹*CITEFA (Centro de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa) - San Juan Bautista de La Salle 4397. Villa Martelli – Tel/Fax: (011)4709-8100/(011)4709-8228 – aldiehl@fi.uba.ar, habbate@citefa.gov.ar Financiado por el subsidio PAE2004–22614 ANPCyT (Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica).*

²*Departamento de Ing. Eléctrica y Computadoras – Universidad Nacional del Sur – Alem 1253, Bahía Blanca, Argentina –Tel/Fax: (0291)-4595153/(0291)-4595154 cad@uns.edu.ar – Parcialmente financiado por SECyT-UNS.*

1. Introducción

Este proyecto tiene como objetivo la integración de bases de datos y modelos de entornos topográficos dentro de la tecnología actual de simuladores de vuelo. De esa manera, es posible construir simuladores de entrenamiento con la capacidad de emular misiones en espacios geográficos reales, fusionar la información topográfica con otras bases de datos geográficas, etc. Pese a los beneficios evidentes de esta integración, son muy pocos los desarrollos actualmente publicados en esta dirección. La representación de un entorno topográfico, realizada de manera de poder ser incorporada dentro del desarrollo de simuladores de vuelo, implica el manejo de información topográfica en grandes volúmenes, porque se requiere poder modelar y representar extensas áreas geográficas que permitan la simulación de actividades aéreas durante horas. Este trabajo reseña las actividades que se está realizando en el marco del proyecto “Simulador de Vuelo” (PAE2004-22614 ANPCyT) con el objetivo de realizar tal integración.

Como primer objetivo, se planteó la necesidad de construir un modelo de dominio para representar entornos topográficos con independencia de su extensión, que sea apropiado para el modelado a escala global de toda la superficie terrestre y con la capacidad de establecer un sistema de referencia propio del entorno topográfico, y que permita el modelado de regiones de existencia real o regiones artificiales y sea optimizado para ser accedido en tiempo real.

Asimismo, se consideró como requerimiento esencial que las soluciones desarrolladas sean coherentes con los marcos regulatorios y estándares internacionales que rigen la industria y el uso de simuladores de vuelo, así como las metodologías de diseño, desarrollo y validación de software. Dentro del contexto del proyecto, se consideró importante lograr un diseño que permita su aplicación, no solo a simuladores de vuelo, sino a una amplia gama de simulaciones: terrestres, marítimas, fluviales, urbanas, etc.

2. Desarrollo del Proyecto

El proyecto está dividido en tres etapas. La primera etapa abarca el estudio de los modelos de entorno topográfico existentes, análisis de sus ventajas y limitaciones. La segunda etapa incluye la construcción de un modelo topográfico propio. Y por último la tercera etapa que considera ensayos sobre el modelo propuesto, la integración con los demás componentes del simulador, y los ensayos globales sobre todo el sistema. En este trabajo cubrimos solamente la descripción del trabajo actualmente realizado en

torno a la primera etapa del proyecto, discutiendo en los trabajos futuros los pasos a dar para la segunda y tercera etapa del mismo.

Durante la primera etapa se realizó un análisis de los modelos de entorno topográfico de los simuladores de vuelo: “FlightGear 1.0”[3][4] , “X-Plane 7.3”[6], y “Microsoft Flight Simulator 2004”[5]; y el estándar “OpenFlight”[1][2] para armado de escenas para simuladores de vuelo. Los modelos analizados tienen en común la división de la tierra en una grilla uniforme, y la representación de entidades orientadas a modelar:

- Información del terreno,
- objetos que pueden adoptar una ubicación dentro del entorno topográfico, por ejemplo edificios, balizas, radio-faros, etc.,
- entidades orientadas a modelar objetos que por su naturaleza no pueden asociarse con una única posición, pero sí son objetos que se ubican en el entorno topográfico, como ser carreteras, límites, costas, etc.

En las Figs. 1, y 2 se pueden observar los distintos modelos de dominio simplificados para cada uno de ellos.

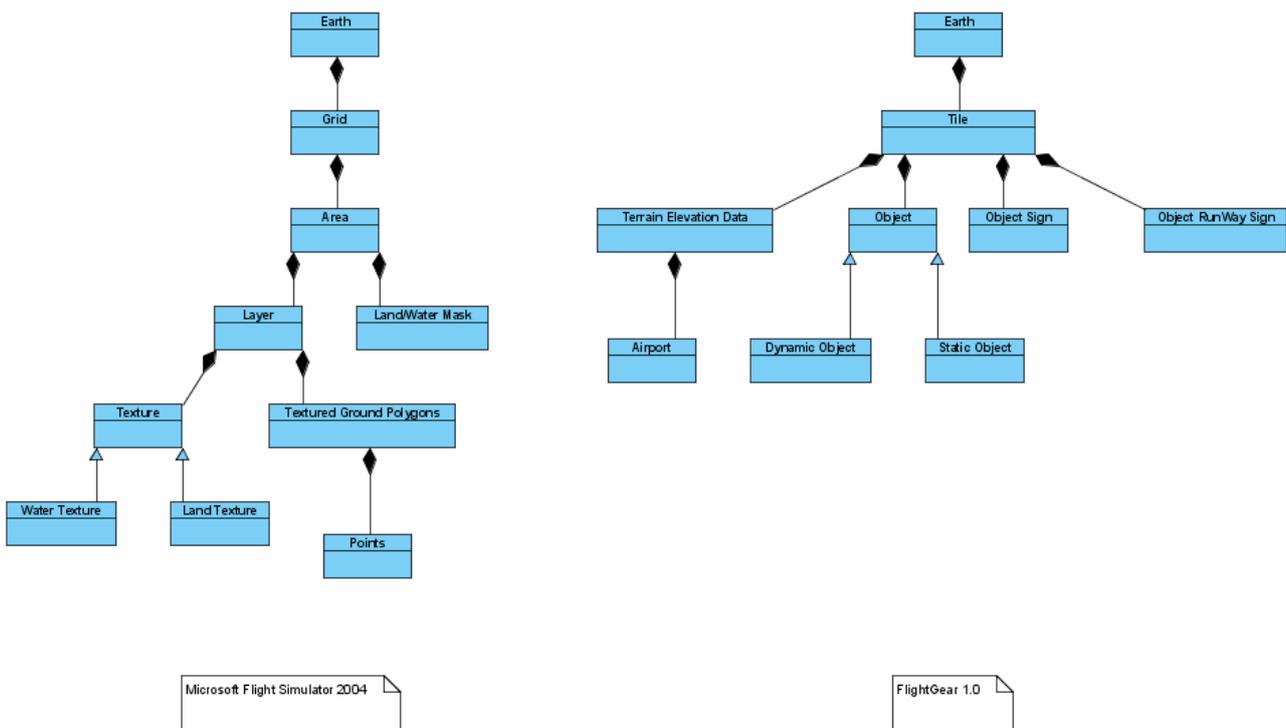


Fig. 1 Modelo topográfico simplificado de MSFS 2004, y FlightGear 1.0.

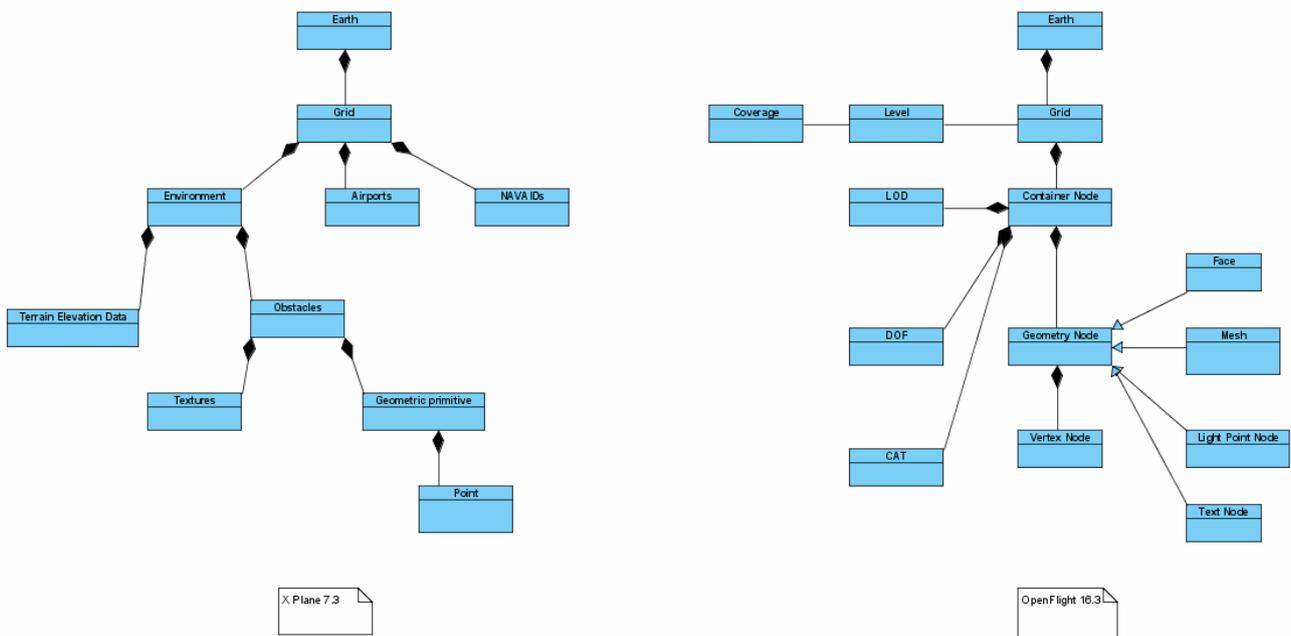


Fig. 2 Modelo topográfico simplificado de X Plane 7.3, y OpenFlight Specification 16.3.

Las soluciones estudiadas se diferencian en el enfoque utilizado para modelar las entidades que conforman el modelo de entorno topográfico. En el caso de Microsoft Flight Simulator, FlighGear y X-Plane definen y clasifican a las entidades con una semántica propia que permite diferenciarlos dentro del modelo. En el caso de OpenFlight el enfoque para modelar la información es genérico y permite representar a las entidades como una jerarquía de nodos y relaciones entre nodos.

En la Fig. 3 se puede observar un detalle del modelo de entorno topográfico de OpenFlight. Este último es el enfoque que adoptamos para nuestro modelo.

3. Implementación

Para implementar el modelo de dominio se realizó un análisis de las tecnologías existentes para la representación de datos geográficos, y también de los estándares existentes OpenGIS para almacenamiento y transporte de la información. Para la representación de datos geográficos se analizaron dos alternativas: la construcción de una librería propia para la manipulación y consulta de los datos geográficos, con un sistema de archivos espaciales indexados e interfaces propietarias; o bien, la utilización de un DBMS(Database Management System) con soporte para información geográfica.

Los DBMS relacionales con soporte para datos geoespaciales, GIS(Geospatial Information System), intentan proveer un modelo que soporte datos no geoespaciales como datos geoespaciales, ampliando las posibilidades de explotación de la información. En el caso de información no geoespacial, con SQL estándar; y en el caso de información geoespacial con nuevas funcionales para los datos espaciales.

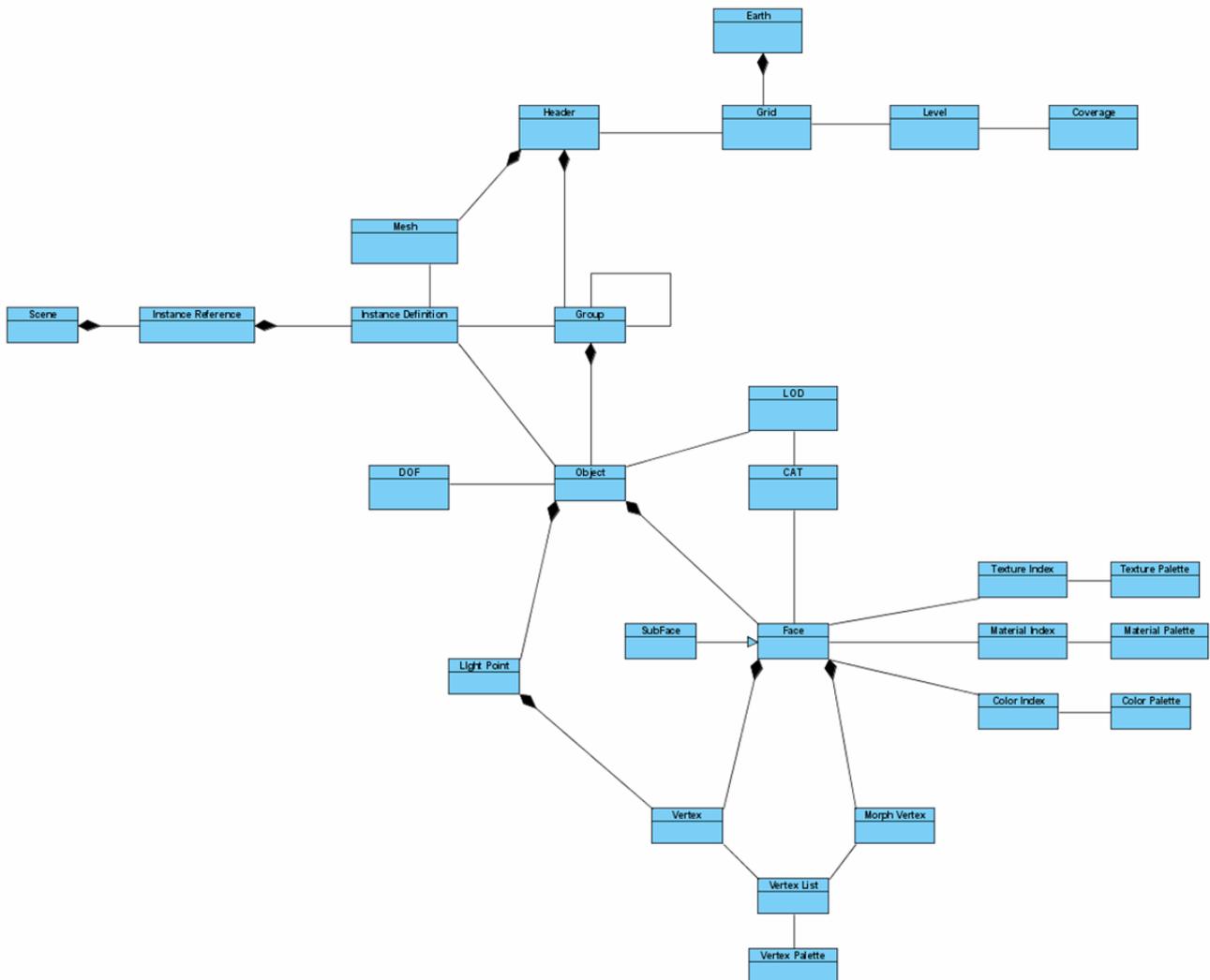


Figura 3 – Detalle del modelo de entorno topográfico de OpenFlight

A continuación figura un resumen de las extensiones que tiene que tener un DBMS relacional para que permita objetos geoespaciales y sus operaciones. Estas son las áreas importantes que deben cubrir:

- **Tipo de Datos:** se necesitan de tipos de datos específicos para información geoespacial.
- **Operaciones:** se necesitan operadores adicionales que manipulen objetos multidimensionales, y otro tipo de funciones específicas para tipos de datos geoespaciales.
- **Entrada/Salida de Datos GIS:** para la interoperabilidad de los sistemas, la OGC (Open Geospatial Consortium) ha especificado como debe ser representado el contenido de los objetos geoespaciales en forma binaria y de texto. Los DBMS deben cumplir con estas especificaciones.
- **Indexado espacial:** para poder realizar las consultas sobre datos geoespaciales, en forma eficiente.
- **Metadata:** metadata específica para contextualizar la información GIS.
- **Sistema de coordenadas de Referencia (CRS):** los datos geográficos deben tener una referencia al sistema de coordenadas que se está utilizando para representar la información. El DBMS debe permitir establecer el sistema de coordenadas utilizado para representar la información.

Se optó por la utilización de un DBMS con soporte GIS para la construcción del prototipo. Dentro de los DBMS existentes en el área que soportan información geográfica, se analizaron las siguientes alternativas:

- PostGIS: Extensión GIS para PostGresSQL.
- Extensión GIS para MySQL(opensource): MySQL 4.1
- Extensión GIS para ORACLE(comercial).

Se resolvió la utilización de PostGIS[9] por ser un software libre y abierto, y estar alineado con los estándares “OpenGIS Simple Feature Specification”. PostGIS permite almacenar objetos geográficos de acuerdo a los estándares de OpenGIS[7] y validar que estén correctamente definidos.

Por último se estudió el lenguaje de marcado GML[8] para el transporte de la información geográfica almacenada en el modelo. Se analizaron los diferentes esquemas de aplicación de GML para mantener alineado el modelo a los estándares de OpenGIS y se resolvió la utilización de GML profiles para generar las interfaces del modelo. Tanto la generación de herramientas de diseño, como las herramientas para la construcción del modelo serán opensource y portables, se implementarán tanto para la plataforma VisualC++/Windows como para gcc/Linux.

4. Resultados Obtenidos y Trabajo en Curso

Se construyó un modelo propio inspirado en el modelo que propone la especificación OpenFlight, con contribuciones de los otros modelos de entorno topográfico analizados. Se analizaron los estándares y tecnologías existentes para manipulación de los datos geográficos, y se resolvió la utilización de un DBMS objeto relacional alineado con los estándares OpenGIS. Para la segunda etapa se prevé la realización de tareas de construcción y validación de prototipos, y determinación del conjunto de datos involucrados en el modelo de entorno topográfico, y la construcción del modelo de dominio definitivo. Será necesario desarrollar herramientas de diseño y utilitarios para Edición y Testeo de los modelos de dominio arriba detallados, y su correspondiente representación visual. Estas herramientas deberían poder ser usadas por personas sin formación informática como: dibujantes, pilotos, cartógrafos, etc. Para la tercera etapa (etapa final) las tareas estarán orientadas a ensayos, evaluación de rendimiento, e integración del modelo de entorno topográfico con los demás componentes desarrollados.

Bibliografía

- [1] MultiGen-Paradigm, Inc. “OpenFlight Scene Description Database Specification” versión 16.3. Document revision A. November 2007.
- [2] MultiGen-Paradigm, Inc. Creator Terrain Studio™. “Terrain generation innovation from MultiGen-Paradigm, Inc.” version 1.2.
- [3] Curtis L. Olson. “Flight Gear Scenery Generation Tools”.
<http://www.flightgear.org/Docs/Scenery/SceneryGeneration/SceneryGeneration.html>
- [4] FlightGear Flight Simulator. “Flight Gear 1.0 manual” version 1.0.
- [5] Microsoft Flight Simulator 2004 Terrain SDK . “Using Textured Ground Polygons and Land/Water Mask Polygons”.
- [6] Laminar Research. “X-Plane 8 Scenery Information Library 2007”.
- [7] George Percivall, Open Geospatial Consortium Inc. “OGC Reference Model” version 0.1.3.
- [8] Open Geospatial Consortium Inc. OpenGIS® Geography Markup Language (GML) Encoding Standard. Version 3.2.1.
- [9] PostgreSQL version 8.2 Documentation. PostGIS Manual. version 1.1.6.

SISTEMAS DE INFORMACIÓN BASADOS EN ONTOLOGÍAS. UN ÁREA EMERGENTE

Margarita M. ÁLVAREZ, Graciela E. BARCHINI, Mercedes DÍAZ, Luis G. CHANFERONI
Universidad Nacional de Santiago del Estero
e-mail: {grael, alvarez}@unse.edu.ar; {diazmerce, luichanfe}@gmail.com
Tel: 0385-4509500 internos 1817 / 1838

RESUMEN

Las ontologías pueden proveer los mecanismos para organizar y almacenar los componentes genéricos de los Sistemas de información (SI), que incluyen bases de datos, interfaces de usuario, y programas de aplicación. Así, las ontologías constituyen un nuevo enfoque en la investigación y desarrollo de la disciplina de los SI. De esta manera emerge un concepto, los SI basados en ontologías, concepto que, aunque en una fase preliminar de desarrollo, abre nuevas maneras de pensar sobre las ontologías y los SI en conjunción unas con otros, y cubre las dimensiones conceptuales y técnicas de los SI. En este trabajo se presenta un resumen de los avances del subproyecto denominado "Ontologías en los Sistemas de Información / Conocimiento".

Palabras claves

Ontologías, Sistemas de información basados en ontología, base de datos, interfaz de usuario, programas de aplicación.

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de información (SI) son esencialmente artefactos de conocimiento que capturan y representan el conocimiento sobre ciertos dominios. Los profesionales e investigadores de los SI han tratado tradicionalmente con los problemas de identificar, capturar y representar el conocimiento del dominio dentro de los SI.

Los paradigmas que han sustentado el desarrollo de los SI se han basado en diferentes núcleos de interés tales como generación y mantenimiento automático de registros, flujos de trabajo y reingeniería y gestión de datos/información [16]. Hoy, estos paradigmas no son suficientes para abordar los fenómenos y las situaciones problemáticas que surgen frente a los avances de las tecnologías de la información y la comunicación.

Las ontologías pueden proveer los mecanismos para organizar y almacenar los componentes genéricos de los SI que incluyen esquemas de las bases de datos (BD), objetos de interfaz de usuario, y programas de la aplicación. Es decir, las ontologías constituyen un nuevo enfoque en la investigación y desarrollo de la disciplina de los SI [15, 11, 18].

Esto ha llevado a la noción de SI basados en ontología (SIBO), un concepto que, aunque en una fase preliminar de desarrollo, cubre las dimensiones conceptuales y técnicas de los SI. Las ontologías y los SIBO están desarrollándose y aplicándose en una variedad de áreas de aplicación emergentes tales como modelado de empresas, diagnósticos, toma de decisión, planeamiento y adaptación, modelado de procesos y sistemas [14].

En este trabajo se presenta un resumen de los avances del subproyecto denominado "**Ontologías en los Sistemas de Información / Conocimiento**"¹, que representan una continuidad de los resultados presentados en [5].

¹ Éste pertenece al proyecto "Herramientas Conceptuales, Metodológicas y Técnicas de la Informática Teórica y Aplicada". Código 23/C062, proyecto avalado y subvencionado por el Consejo de Investigaciones de Ciencia y Técnica (CICyT) de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE).

2. SISTEMAS DE INFORMACIÓN BASADOS EN ONTOLOGÍAS

Un SI puede definirse técnicamente como un conjunto de componentes interrelacionados que permiten capturar, procesar, almacenar y distribuir información para apoyar la toma de decisiones y el control en una organización [12].

Sin importar las organizaciones a las que sirven o la forma en que se diseñan y desarrollan, la mayoría de los SI están constituidos, principalmente, por tres componentes estructurales: interfaces, programas de aplicación y base de datos.

La ontología, en el sentido filosófico, trata de la naturaleza y la organización de la realidad. Desde el punto de vista tecnológico, según el ámbito, existen diferentes acepciones de ontología. En la disciplina de los SI, una ontología se la considera como: “un artefacto del software (o lenguaje formal) diseñado para un conjunto específico de usos y ambientes computacionales”. [11]

Un SI está basado en ontologías cuando éstas cumplen un rol central manejando aspectos de desarrollo en sus componentes principales (bases de datos, interfaz de usuario y programas) del SI.

Se puede afirmar que un SI tiene su propia ontología implícita, ya que se atribuye significado a los símbolos usados según una visión particular del mundo. Sin embargo, de manera explícita, una ontología puede tener distintos usos en un SI.

Cuando se analiza el impacto que una ontología pueden tener en un SI, se diferencian dos dimensiones: una dimensión temporal, según si una ontología se usa en el momento de desarrollo o en el momento de ejecución (es decir, para un SI o dentro de un SI), y una dimensión estructural, concerniente a la manera particular en que una ontología puede afectar los componentes principales del SI. [11]

3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

Se han dado los conceptos de un SIBO [2], según el rol que las ontologías tienen en los SI, desde el punto de vista estructural. Se pueden distinguir dos tipos de SIBO:

- Un SIBO está formado por los siguientes componentes estructurales: interfaces, programas de aplicación y base de datos, manejados por ontologías explícitas.
- Un SIBO está formado por los siguientes componentes estructurales: interfaces, programas de aplicación, base de datos y ontologías.

Estas conceptualizaciones: ontología como componente estructural o la ontología como soporte a los componentes estructurales de un SI conducen a variados escenarios de las ontologías en los SI [3,4].

3.1. Componentes manejados por ontologías

En el marco del subproyecto “Ontologías en los Sistemas de Información / Conocimiento”, se ha dado especial énfasis a la primera conceptualización.

- En el diseño de las **interfaces** se pueden utilizar ontologías y, de esta manera, incluir conocimiento semántico. En el caso de las interfaces de usuarios, éstos son libres de adoptar sus propios términos en el lenguaje natural, que se traducen al vocabulario del SI. Además, se permite que el usuario use la ontología como parte normal de su interacción con el SI para hacer preguntas o para navegar.

Los métodos para desarrollar Interfaces de Usuario (IU) sobre un diseño universal consideran la importancia de tener una manera estructurada de capturar, almacenar, y manipular elementos del contexto de uso, tales como tareas, dominio, y usuario. Existen diversas herramientas capaces de generar interfaces de usuario [17].

Sin embargo, los métodos en general no consideran el diseño de múltiples interfaces en donde las tareas, el dominio, y los parámetros del usuario varían, posiblemente en forma simultánea.

En la actualidad se está trabajando en un “Prototipo de generador de interfaces de usuario Web basado en modelos ontológicos”. Se utiliza, entre otros, el “Método basado en Ontologías para el diseño universal de interfaces” [8]. Este método está basado en tres capas:

- (i) una capa conceptual en donde el experto de dominio define los conceptos, las relaciones y atributos de la ontología del dominio de discurso;
- (ii) una capa lógica donde el diseñador especifica múltiples modelos basados en la ontología definida previamente;
- (iii) una capa física en donde el desarrollador deriva múltiples interfaces de usuario de los modelos previamente especificados con sus alternativas.

Las instancias de los modelos definidos en cada una de las capas, junto con los valores de sus parámetros, son almacenados en el nivel lógico en archivos de especificación. Cada archivo de especificación consiste básicamente de una descomposición jerárquica de los modelos de IU a modelos, parámetros, valores, etc. mantenidos en un archivo ASCII.

El objetivo de este trabajo es crear un prototipo de generador de interfaz Web que comprenda el formato de los modelos y que pueda importar el archivo de especificación mencionado.

Del método especificado, se capturan los conceptos del contexto de uso del usuario definidos por la ontología; luego, se genera una interfaz entre el modelo generado por la ontología y la herramienta seleccionada para la generación de IU Web.

Se espera que el prototipo fomente la creación, el uso y el reuso, y la compartición de modelos definidos para diferentes diseños de IU, lo cual es particularmente útil cuando se trabaja en un mismo dominio en donde información similar puede ser encontrada. También motiva a los usuarios a trabajar en un nivel de abstracción más alto que meramente el nivel de código y explorar múltiples alternativas de IU para el mismo caso de diseño de IU.

- Los **programas de aplicación**, normalmente, contienen mucho conocimiento del dominio que, por varias razones, no se guarda explícitamente en una base de datos. Cuando se desarrolla de un nuevo SI, los programas se diseñan y desarrollan usando ontologías, obteniendo, de esta manera, un SIBO.

En el marco de este subproyecto, se construyó una “Ontología de soporte al Diagnóstico de Trastornos de Ansiedad (ODTA)”. La base de conocimiento está integrada por evidencias validadas por expertos del medio. En rasgos generales, la función de ODTA es brindar a los médicos los diagnósticos más probables en base a síntomas, antecedentes, etc. que presenta el paciente que padece trastornos de ansiedad. Para la construcción de ODTA se utilizó Protégé Beta 3.2 y la herramienta OWL para la construcción de reglas [10].

Con este trabajo, se espera contribuir a lograr un entendimiento compartido al unificar diferentes puntos de vista en el diagnóstico de los Trastornos de Ansiedad entre los distintos profesionales, permitir el reuso del conocimiento obtenido y proporcionar las bases para la construcción de futuros sistemas de información / conocimiento.

- Un **modelo de datos** describe la estructura lógica de los datos y su aplicación. En el uso de ontologías para el modelado de datos, es necesario diferenciar dos situaciones según el momento en que se encuentra el SI: en tiempo de desarrollo o en tiempo de mantenimiento.

Si las BD están en funcionamiento y existen otros SI o BD en el mismo contexto que necesitan interoperar; generalmente, surgen problemas de operabilidad debido a la heterogeneidad de esquemas e incompatibilidades semánticas. La heterogeneidad semántica aparece cuando los

SI no tienen la misma interpretación de la información que pretenden intercambiar, o sea, el significado de un ítem es diferente para los distintos SI o BD.

En [6] se aborda el uso de las “Ontologías en la resolución de los conflictos de heterogeneidad semántica” que se producen al integrar SI. Se realiza una propuesta metodológica compuesta de siete pasos que incluyen la construcción de una ontología local por cada una de las bases de datos a integrar para finalizar con el diseño de una ontología global que permite el acceso transparente y unificado a la información contenida en las diferentes fuentes de información. El proceso finaliza con la validación de la ontología obtenida. Por cada paso se identifican las entradas, los procesos y las salidas esperadas.

3.2. La ontología como componente de un SI

En este caso, la ontología es otro componente del SI y coopera con los otros componentes para conseguir los propósitos del sistema. La ontología puede haber sido reusada, o bien construida según un propósito predeterminado y siguiendo la metodología correspondiente [1]. Las ventajas de contar con una ontología dentro del SI, se observan durante la ejecución. Por ejemplo, una ontología al cooperar con la base de datos permite realizar consultas (queries) intencionales o modificaciones a las existentes.

Actualmente, se está trabajando en establecer las “Dimensiones e indicadores de la calidad de una ontología”. Basadas en [9, 13, 7] y como resultado de nuestra investigación, se proponen 5 (cinco) dimensiones que permiten evaluar la calidad de una ontología. Estas dimensiones son:

- **Descriptiva:** Grado en que la ontología brinda información sobre sus características distintivas.
- **Estructural.** Las ontologías requieren de un lenguaje lógico y formal para ser expresadas. En un lenguaje de ontologías se pretenderá un alto grado de expresividad y uso Mide la calidad en cuanto a la sintaxis y semántica formal de la ontología.
- **Funcional:** Capacidad de la ontología para proporcionar funciones que satisfagan las necesidades especificadas e implícitas
- **Operacional:** Capacidad de la ontología para usarse, comunicarse, interactuar e integrarse entre agentes software y/o personas

4. CONCLUSIONES

En este trabajo presentamos los avances del subproyecto que actualmente estamos desarrollando.

El uso de ontologías en los SI se está incrementado y se puede afirmar que estamos asistiendo al surgimiento de un nuevo paradigma en el que las ontologías juegan un rol preponderante en el análisis conceptual y en el desarrollo de los SI.

Es así como, es factible que el conocimiento contenido en ontologías puede proveer los mecanismos necesarios para organizar, almacenar y acceder a la información de ítems que incluyen BD, interfaz de usuario, y programas de aplicación. El uso de ontologías en el desarrollo de los SI permite establecer correspondencia y relaciones entre los diferentes dominios de entidades de información.

En síntesis, se confirma que las ontologías están llegando a ser una herramienta emergente y prometedora en la investigación y desarrollo de la disciplina de los SI.

REFERENCIAS

- [1] Álvarez M. y Trejo, M. “Las ontologías como herramientas en el diseño y mantenimiento de los SI”. 2º Jornadas abiertas de Informática. Rosario. JAI v.2.0. SADIO, 2006.
- [2] Álvarez, M.M., Palliotto D. y Barchini, G.E. “¿Qué son los Sistemas de Información basados en Ontologías?”. 4to Encuentro Informático Riojano La Rioja. Octubre, 2006.
- [3] Barchini, G. Álvarez, M., Herrera, S. y Trejo, M. “El Rol de las Ontologías en los SI”. Revista Ingeniería Informática. ISSN: 0717 – 4195. Disponible en <http://www.inf.udec.cl/revista/ediciones/edicion14/barchini.pdf>. Fecha de acceso: Febrero de 2008.
- [4] Barchini, G.E. Álvarez, M.M., Palliotto D. y Herrera, S. “Hacia un Paradigma Ontológico de los Sistemas de Información”. Primeras Jornadas de Ciencia y Tecnología. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Jujuy. 2005.
- [5] Barchini, G., Álvarez, M., Palliotto D., Herrera, S. y Budan, P. “Ontologías en los Sistemas de Información/Conocimiento”. WICC 2007 IX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Facultad de Ingeniería Trelew – Chubut – Argentina.
- [6] Chéquer, G. y Menini, M. “Ontologías como alternativas de solución a los conflictos de heterogeneidad semántica en las Bases de Datos”. Segundo Simposio Internacional de Investigación. UCSE. San Salvador de Jujuy, 2007.
- [7] Colomb, R. y Weber, R. “Completeness And Quality Of An Ontology For An Information System”. Disponible en: <http://www.itee.uq.edu.au/~colomb/Papers/Ontology.html>. Fecha de acceso: Marzo de 2007.
- [8] Furtado E., Furtado V., Silva, W., Rodrigues, D., Taddeo, L., Limbourg Q., y Vanderdonck J., “An Ontology-Based Method for Universal Design of User Interfaces”. Proceedings of Workshop on Multiple User Interfaces over the Internet: Engineering and applications Trends. France. 2001. Disponible en <http://www.cs.concordia.ca/%7Efaculty/seffah/ihm2001/program.html>. Fecha de acceso: Febrero de 2008.
- [9] Gangemi, A., Catenacci, C., Ciaramita, M., Lehmann, J. “A Theoretical Framework For Ontology Evaluation And Validation”. Disponible en: http://www.loa-cnr.it/Papers/swap_final_v2.pdf. Fecha de acceso: Febrero de 2008.
- [10] Ger C., Barchini, G., y Alvarez, M. “Ontología de soporte al diagnóstico de trastornos de ansiedad”. 6 JAIIO. 36º Jornadas Argentinas de Informática. SIS 2007. Mar del Plata, Argentina.
- [11] Guarino, N. “Formal Ontology and Information Systems”. Proceedings of FOIS '98. Disponible en <http://citeseer.ist.psu.edu/guarino98formal.html>. Fecha de acceso: 29 de Abril de 2005
- [12] Laudon, K. y Laudon, J. “Administración de los Sistemas de Información - Organización y Tecnología”. 3ª Edición. Prentice-Hall. México, 1996.
- [13] Mizoguchi R., Vanwelkenhuysen J. y Ikeda, M. “Task ontology for reusable problem solving knowledge, Towards Very Large Knowledge Bases: Knowledge Building & Knowledge Sharing”. IOS Press, pp. 46-59.
- [14] Obitko, M. “Ontologies. Description and Applications”. Disponible en: <http://cyber.felk.cvut.cz/gerstner/reports/GL126.pdf>. Fecha de acceso: 15 de Mayo de 2005.
- [15] Pisanelli, D.; Gangemi, A. y Steve, G. “Ontologies and Information Systems: the Marriage of the Century?”. Disponible en www.loa-cnr.it/Papers/lyee.pdf. Fecha de acceso: 5 de Junio de 2005.
- [16] Pohl, J. “Information-Centric Decision-Support Systems: A Blueprint for Interoperability”. Disponible en: www.cadrc.calpoly.edu/pdf/blueprint_interoperability.pdf. Fecha de acceso: 18 de marzo de 2005.
- [17] Puerta, A., y Szekely, P. “Model-Based Interface Development”. CHI94, Boston, 1994.
- [18] Viinikkala, M. “Ontology in Information Systems”. Disponible en: <http://www.cs.tut.fi/~kk/webstuff/Ontology.pdf>. Fecha de acceso: 10 de Junio de 2005

UNA VISIÓN COGNITIVA DE MODELOS DE REQUISITOS DE SOFTWARE

Gladys Kaplan⁽²⁾ *Jorge H. Doorn*⁽¹⁾⁽²⁾ *Graciela Hadad*⁽²⁾

(1) INTIA, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina

(2) Universidad Nacional de La Matanza, Argentina

Tel/Fax: 54-2293-439681

e-mail: {gladyskaplan, gracielahadad}@gmail.com, jdoorn@exa.unicen.edu.ar

RESUMEN

La Ingeniería de Requisitos provee métodos, técnicas y herramientas para ayudar a los ingenieros a elicitar y especificar requisitos. Uno de los primeros modelos que se construye en muchos procesos de requisitos es un glosario. Por otra parte el uso de glosarios se ha constituido en los últimos años, en una práctica común en otras actividades del desarrollo de software. En este proyecto se aspira a aplicar visiones de la Gestión del Conocimiento en general y de las Ontologías en particular a un modelo específico de glosario: el Léxico Extendido del Lenguaje con el fin mejorar, en algún sentido su construcción, pero fundamentalmente su tratamiento como reservorio de información.

INTRODUCCIÓN

Ha sido reiteradamente comprobado que en todo proceso de definición y / o elicitación de los requisitos de un sistema de software, debe conocerse el contexto en el que dicho sistema deberá funcionar [Anton96].

Casi naturalmente la actividad de elicitar conocimiento acerca de este contexto y su modelado posterior utilizando alguna técnica de representación se realiza como primera etapa del ciclo de trabajo [Sommerville02] [Coulin05][Hull05][Young04].

Para predecir como será el proceso del negocio o contexto organizacional en el que se desempeñará el sistema de software, es muy conveniente conocer con anterioridad el proceso del negocio existente en el momento de comenzar a estudiar su posible implantación [Parviainen05]. En otras palabras la Ingeniería de Requisitos debe lidiar tanto con el proceso del negocio actual como con los planes, proyectos y expectativas que se tienen respecto de cómo será el proceso del negocio una vez que el sistema de software proyectado se ponga en servicio.

Los modelos que se construyan para representar el proceso del negocio previo al sistema tienen la característica de ser modelos descriptivos, mientras que los que se relacionan con el contexto del sistema de software serán esencialmente prescriptivos [Seidewitz03] [Pressman06] [Hull05].

Independientemente de la técnica de modelado que se utilice el ingeniero de requisitos se encuentra con actividades, situaciones, actores, recursos, que forman parte del proceso de negocio que esta siendo estudiado.

Los dos aspectos que más obscurecen la comprensión del proceso del negocio son, por un lado la compleja maraña de relaciones existentes entre estas actividades, situaciones, actores y recursos y por el otro el importante grado de variabilidad de las mismas [Dietz06].

La primera impresión que le surge a un observador poco entrenado es la existencia de gran diversidad y complejidad de relaciones acompañada en mayor o menor grado por una pobre o carente estructura y una falta de lógica en las mismas [Dietz06].

Una pobre comprensión de las razones subyacentes en el proceso del negocio enturbia aún más la percepción y razones de las evoluciones que en el mismo se producen.

Desde el punto de vista de los requisitos de un sistema de software y recordando que la construcción del mismo no es instantánea, resulta evidente que los dos aspectos mencionados son notoriamente perturbadores, el primero porque se puede comenzar un desarrollo sobre una base poco sólida y el segundo porque la realidad sorprenderá al grupo de desarrollo de software con modificaciones inesperadas en el proceso del negocio o peor aún poniendo en evidencia que los cambios previstos en el proceso del negocio no tendrán lugar y sí ocurrirán otros no previstos.

La Ingeniería de Requisitos a lo largo de toda su historia ha desarrollado gran cantidad de estrategias con mayor o menor éxito para atemperar este tipo de inconvenientes.

Desde un punto de vista algo diferente, en los estudios de Gestión del Conocimiento en organizaciones en general y de las ontologías en particular se han desarrollado una cantidad importante de estrategias para extraer y modelar conocimiento esencial de diferentes dominios.

En el ámbito de la Gestión del Conocimiento no es relevante el grado de formalismo logrado en la ontología que se desarrolle [Calero06] y su capacidad de producir inferencias o habilidad “informa” [Dietz06] sino la capacidad de transmitir conocimiento a otros seres humanos.

En algún sentido los enfoques basados en la Gestión de Conocimiento y en las ontologías han desarrollado visiones más profundas o esenciales del dominio bajo estudio, sin embargo, en el dominio particular de la definición y gerenciamiento de los requisitos de un sistema de software no se ha avanzado mucho más que en algunos principios generales y algunos metamodelos de algún proceso de requisitos. Por otro lado resulta evidente que la riqueza, el detalle y la calidad de muchos procesos de requisitos propuestos y / o en práctica industrial actual, superan notoriamente los procesos conocidos de desarrollo de ontologías.

En el presente artículo se propone aplicar las estrategias básicas de las ontologías utilizadas en la Gestión del Conocimiento para evaluar, leer en forma más profunda y enriquecer un proceso de requisitos particular suficientemente afianzado como para dar soporte a un estudio de esta naturaleza.

La sección 2 está dedicada a describir brevemente el proceso de requisitos en el que se enmarca este artículo, la sección 3 describe el Léxico Extendido del Lenguaje (LEL) y la sección 4 presenta una breve descripción de las Ontologías y como se encuadra el LEL en las mismas.

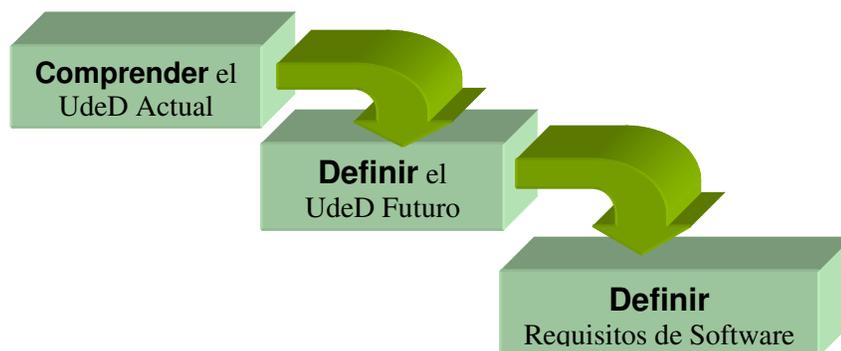


Figura 1- Estrategia para capturar requisitos de software

PROCESO DE REQUISITOS

La estrategia en la que se enmarca el presente artículo [Leite05], propone modelar las situaciones del proceso del negocio actual y de aquellas previstas cuando el nuevo software se ponga en servicio, en

lenguaje natural, produciendo los requisitos del sistema de software, también en lenguaje natural. Esta estrategia comienza (ver Figura 1) con la comprensión del UdeD ¹ (UdeD) actual, pasando luego a definir el UdeD futuro para finalmente definir los requisitos del software.

La etapa **Comprensión del UdeD Actual**, se sustenta en la construcción y uso de dos modelos basados en Lenguaje Natural: el Léxico Extendido del Lenguaje (LEL) [Leite90], un glosario levemente formalizado del vocabulario del dominio de la aplicación, y Escenarios Actuales (EA), los que contienen descripciones de situaciones en el UdeD. El principal propósito del léxico es la captura del vocabulario del dominio de la aplicación, mientras que la comprensión de la funcionalidad y características del UdeD se obtienen por medio de los escenarios [Leite00]. Cada escenario se describe usando los términos definidos en el LEL.

Es justamente en esta primera etapa, en la que la confluencia de las estrategias de la Gestión del Conocimiento y la gran base de experiencias de la Ingeniería de Requisitos pueden amalgamarse produciendo un proceso de requisitos con más énfasis en los aspectos esenciales del proceso del negocio.

Adicionalmente, toda información relevante pero no representable en estos modelos se registra en una ficha de información extemporánea [Kaplan06], para ser utilizada en etapas posteriores del proceso.

La etapa **Comprensión del UdeD Futuro**, se lleva a cabo construyendo Escenarios Futuros (EF) [Doorn02] los que tienen la misma representación que los Escenarios Actuales pero prescriben situaciones futuras o planificadas acerca de cómo será el proceso del negocio cuando se ponga en servicio el sistema de software que se está empezando a desarrollar.

Finalmente, durante la etapa de Definición de los Requisitos de Software se extraen las características que deberá satisfacer el sistema de software a partir del estudio de los roles que para él se previeron en los Escenarios Futuros.

LEXICO EXTENDIDO DEL LENGUAJE

Durante la construcción del LEL [Hadad06] se registran símbolos (palabras o frases) peculiares o relevantes del dominio de la aplicación. Según [Jackson95] “El dominio de la aplicación no se limita solo a las partes del mundo que están directamente conectados con la maquina. Es decir, el dominio de la aplicación es todo lo concerniente al sistema de información que se está analizando y donde coexisten los requisitos del software. Todo lo que es importante para los requisitos aparece de alguna manera en el dominio de la aplicación.”

Es importante resaltar que durante esta etapa el ingeniero de requisitos debe centrarse en **conocer el vocabulario de la aplicación** dejando para una etapa posterior la comprensión resto del problema.

Cada símbolo se identifica con un nombre (o más de uno en caso de sinónimos) y su descripción consta de dos partes. Una llamada Noción que describe la denotación del símbolo y la otra Impacto que describe la connotación del mismo (ver Figura 2). Los símbolos se clasifican en cuatro tipos de acuerdo a su uso general en el UdeD. Estos tipos son: Sujeto, Objeto, Verbo y Estado.

Al describir los símbolos, dos principios deben ser respetados: el principio de circularidad que postula la maximización del uso de símbolos en la descripción de otros símbolos y el principio de

¹ Contexto general en el cual el software deberá ser desarrollado y deberá operar. Incluye todas las fuentes de información y todas las personas relacionadas con el mismo.

vocabulario mínimo que postula la minimización del uso de términos que externos al léxico. Estos términos externos deben pertenecer a un pequeño subconjunto de un diccionario en lenguaje natural. Estas reglas enfatizan la descripción del vocabulario como un hipertexto auto contenido y altamente conectado.

El LEL es un documento intencionadamente creado de tal manera que la descripción de cada símbolo sea altamente dependiente del contexto, esto se debe a que se busca enfatizar el uso de los símbolos en desmedro de vocabulario externo (principio de circularidad). Luego, como toda estructura endógena es altamente sensible a la salud de su propia estructura. La falta de claridad o la falta de información acerca de un símbolo tienen un impacto mucho más alto que una documentación no endógena.

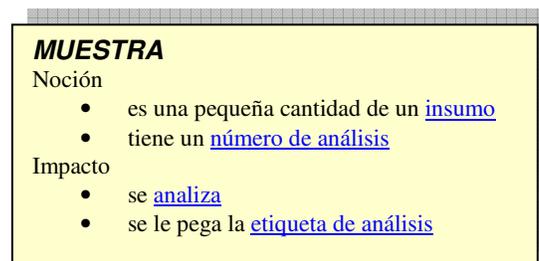


Figura 2 - Ejemplo de un símbolo del LEL tipo Objeto

LA VISIÓN DE LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

Basándose en la riqueza de la estructura interna Ruíz e Hilera [Ruíz 06] clasifica las ontologías en las siguientes categorías:

Vocabularios controlados: Formados por una lista de términos.

Glosarios: Listas de términos con sus definiciones en lenguaje natural.

Tesauros: agregando a los anteriores sinónimos.

Jerarquías informales: Jerarquías que no siguen una taxonomía estricta.

Jerarquías formales: Jerarquías con uso estricto de la relación es-un.

Marcos: Jerarquías que incluyen la herencia de propiedades.

Ontologías con restricciones de valor: Los tipos de datos de las propiedades pueden tener restricciones.

Ontologías con restricciones lógicas: Permitiendo la existencia de reglas lógicas entre los términos.

Una simplificación de esta clasificación refiere a las ontologías como livianas o pesadas, siendo las primeras las más livianas y las últimas las más pesadas.

Observando la estructura de LEL se tiene que obviamente la misma es más rica que la de los Vocabularios Controlados, que la de los Glosarios y los Tesauros. Al arribar la comparación con las ontologías en las que los términos están organizados en jerarquías se observa que el LEL contiene jerarquías y que las mismas son estrictas aunque adolece de dos debilidades que ameritan ser analizadas. Estas debilidades son: i) no todos los símbolos del LEL pertenecen a una jerarquía y ii) la representación de la jerarquía es menos clara que la utilizada en la mayoría de las ontologías existentes.

En este punto empiezan a abundar las preguntas y a faltar las respuestas. Es entonces justamente aquí donde se plantean las principales hipótesis de trabajo que guían el presente proyecto.

Por un lado no se sabe hasta que punto la existencia de taxonomías incompletas es una debilidad ya que del estudio de algunos casos prácticos parece surgir que existe información y aparentemente valiosa en las omisiones de componentes de una jerarquía. Retornando a la semántica del LEL y de las

ontologías se tiene que el primero aspira a describir el lenguaje utilizado en un cierto contexto, mientras que una ontología pretende describir todo el lenguaje relacionado con un cierto contexto sin considerar el grado de uso y de internalización de los términos en los actores del UdeD. Desde este punto de vista parecen ser muy relevantes las omisiones en las jerarquías del LEL.

Por otro lado, la representación de las jerarquías como parte de las nociones de los símbolos, es un asunto fundamentalmente sintáctico y posiblemente se pueda usar las mismas sin mayores inconvenientes, una vez que los usuarios tengan en cuenta esta característica. Esto deberá ser verificado con casos de estudio y ejercitación de su uso.

De todo lo anterior se puede deducir que el LEL se debiera ubicar en la clasificación de Ruíz e Hilera en algún lugar cercano a las Jerarquías formales. Sin embargo esta visión es claramente incompleta ya que hasta el momento se ha ignorado la importancia de los vínculos entre los símbolos del LEL, los cuales relacionan de una manera muy rica miembros de una jerarquía con miembros de otra con contenido semántico muy variado.

Aquí se hace evidente que la clasificación de Ruíz e Hilera crea una suerte de “continuum” como ellos mismos definen entre las ontologías livianas y las ontologías pesadas, por la incorporación de herencia, restricciones de valores y relaciones lógicas a las jerarquías formales. La riqueza semántica del LEL se aparta también de las jerarquías formales pero en un plano notoriamente diferenciado.

Este hecho resalta la última pregunta que surge de observar el LEL desde la visión de la Gestión del Conocimiento, que consiste básicamente intentar conocer cuan valiosa es para la Ingeniería de Requisitos esta red de referencias internas del LEL.

Muchos y muy variados experimentos se pueden hacer en relación con este último punto. El primero de ellos, que se encuentra en su fase inicial, consiste en tomar un ejemplo de un caso real de un LEL correctamente construido y utilizar el mismo para construir una jerarquía formal. A partir de esta actividad se planifica registrar tres conjuntos de información:

Información no disponible en el LEL necesaria para construir la jerarquía formal.

Información presente en el LEL no registrable en la jerarquía formal

Información trasladable de un modelo al otro.

Cada uno de estos conjuntos será analizado desde el punto de vista de los requisitos del sistema de software previamente obtenidos para ese caso. Se asume que los resultados de este tipo de experimentos lograrán estimar la importancia relativa de las debilidades y fortalezas del LEL como herramienta utilizada en la ingeniería de requisitos.

CONCLUSIONES

Se han integrado parcialmente los marcos teóricos de las ontologías livianas e intermedias con los correspondientes a las primeras etapas de la Ingeniería de Requisitos.

Se han detectado las principales diferencias de ambos marcos referenciales y se han precisado las fuentes de riesgos y de oportunidades que surgen de dicha integración.

Se ha diseñado un primer experimento de comparación de los efectos prácticos de las diferencias de ambas estrategias.

Se planifica llevar a cabo el experimento concebido, reformulando y profundizando el proyecto de investigación de acuerdo a los resultados que se obtengan.

REFERENCIAS

- [Anton96] Anton Annie, “Goal Based Requirements Analysis,” in Proc. Second Int. Conference on Requirements Engineering., ICRE '96, pp. 136–144, 1996.
- [Calero06] Calero, C., Ruiz, F., Piattini, M., Preface, in “Ontologies for Software Engineering and Software Technology”, Calero, C., Ruiz, F., Piattini, M., Preface, Springer, New York, 2006, ISBN 978-3-540-34517-6.
- [Coulin05] Coulin, C., Zowghi, D., “Requirements Elicitation for Complex Systems: Theory and Practice”, in Requirements Engineering for Sociotechnical Systems, J.L. Maté & A. Silva (eds), Chapter III, pp37-52, 2005, ISBN 1-59140-506-8.
- [Dietz06] Dietz, J.L.G., “Enterprise Ontology. Theory and Methodology”, Springer, New York, ISBN 978-3-540-26169-5, 2006.
- [Doorn02] Doorn J.H., Hadad G.D.S., Kaplan G.N., “Comprendiendo el Universo de Discurso Futuro con Escenarios”, Workshop Requirements Engineering 02, pp 117- 131, 2002
- [Garda05] Garda, J.A., Casal, J.A., Garcia Vasquez, R., Rodriguez Yáñez, S., “Conceptual Modeling in Requirements: weaknesses and Alternatives”, in Requirements Engineering for Sociotechnical Systems, J.L. Maté & A. Silva, Chapter III, pp53-67, 2005 , ISBN 1-59140-506-8.
- [Hadad06] Hadad, G.D.S., Doorn J.H., Kaplan G.N., “Creating Software System Context Glossaries”, in Encyclopedia of Information Science and Technology, Second edition, Mehdi Khosrow-Pour (ed.), Idea Publishing, fecha estimada de publicación marzo 2009.
- [Hull05] Hull, E., Jackson, K., Dick, J., “Requirements Engineering”, Second Edition, Springer, 2005, ISBN 1-85233-879-2.
- [Jackson95] Jackson, M., “Software Requirements & Specifications. A lexicon of practice, principles and prejudices”, Addison Wesley, ACM Press, 1995.
- [Kaplan06] Kaplan G.N., Doorn J.H., Hadad, G.D.S., “Handling Extemporaneous Information in Requirements Engineering”, in Encyclopedia of Information Science and Technology, Second edition, Mehdi Khosrow-Pour (ed.), Idea Publishing, fecha estimada de publicación marzo 2009.
- [Leite90] Leite, J.C.S.P., Franco, A.P.M., “O Uso de Hipertexto na Elicitação de Linguagens da Aplicação”, Anais de IV Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, SBC, pp. 134-149, 1990.
- [Leite00] Leite, J.C.S.P., Hadad, G.D.S., Doorn, J.H., Kaplan, G.N.: “A Scenario Construction Process”, Requirements Engineering Journal, Vol.5, N° 1, pp. 38-61, 2000.
- [Leite05] Leite J.C.S.P., Doorn J.H., Kaplan G.N. , Hadad G.D.S., Ridaio M.N., “Defining System Context Using Scenarios”, in Perspectives on Software Requirements, Kluwer Academic Publishers, pp.169-199, 2005.
- [Pressman06] Presuman, Roger, “Ingeniería de Software”, Sexta edición, McGraw-Hill, México, 2006 ISBN 970-10-5473-3.
- [Parviainen05] Parviainen, P., Tihinen, M., van Solingen, R., “Requirements Engineering: dealing with the Complexity of Sociotechnical Systems Development”, in Requirements Engineering for Sociotechnical Systems, J.L. Maté & A. Silva (eds.) , Chapter I, pp1-20, 2005, ISBN 1-59140-506-8.
- [Ruiz06] Ruíz, F, Hilera, J. R., “Using Ontologies in Software Engineering and Technology”, in Ontology for Software Engineering and Software Technology, Calero, C., Ruíz, F., Piattini, M. (eds), Chapter II, Springer, pp 49-95, 2006, ISBN 3-540-34517-5.
- [Seidewitz03] Seidewitz, E., “What models mean”. IEEE Software, 20:26-32, September 2003.
- [Sommerville02] Sommerville, Ian, “Ingeniería de Software”, Sexta edición, Pearson Educación, México, 2002, ISBN 970-26-0206-8.
- [Young04] Young Ralph, “The Requirements Engineering Handbook”, Artech House, 2004, ISBN 1-58053-266-7.

MODELO DE USUARIOS BASADO EN ESTEREOTIPOS PARA INTERFACES ADAPTATIVAS

SALAZAR Nevelin I., GALVÁN Carlos H., DURÁN Elena B., HARARI Ivana

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías (FCEyT)
Universidad Nacional de Santiago del Estero
Avenida Belgrano (s) 1912 – TE 0385-4509560. Fax 0385-4509560.

E-mail: salazar.irene@gmail.com - charlysgo@hotmail.com - eduran@unse.edu.ar -
iharari@info.unlp.edu.ar

Resumen

En este trabajo se presenta una de las líneas de investigación del subproyecto Sistemas Adaptativos Inteligentes, que forma parte del proyecto *Herramientas Conceptuales, Metodológicas y Técnicas de la Informática Teórica y Aplicada* (CICYT – UNSE; Código C062). Esta línea de investigación se centra específicamente en el campo de las Interfaces Adaptativas. Particularmente se estudia la situación de sistemas de gestión en el ámbito de la Administración Pública Provincial, en relación a la necesidad de adaptar sus interfaces a las características personales de los usuarios. En el presente artículo se presenta una propuesta de abordaje a la problemática planteada utilizando interfaces adaptativas sobre la base de un modelo de usuario basado en estereotipos.

Palabras Claves: Sistemas Adaptativos, Modelo de Usuario, Interfaces Adaptativas, Modelo basado en estereotipos

1. Introducción

En los últimos años se viene dando un cambio acelerado respecto a la necesidad de interacción cotidiana entre los sistemas informáticos y los usuarios. A esto se suma la existencia de una gran diversidad de usuarios, lo que genera una necesidad cada vez mayor de sistemas que se adapten a las características y preferencias de los mismos.

En el campo de los sistemas adaptativos, las tareas de adaptación se definen en base a la construcción de un modelo en el que se guardan las características de los usuarios que interactúan con él. Este es el llamado modelo de usuario y es el resultado del proceso de modelado del usuario [GAU02]. Una alternativa para la construcción de este modelo es la aplicación de modelos estándar o basados en estereotipos [RIC89, KAY94], que representan a grupos de usuarios con características comunes. Este tipo de modelo puede ser usado entre otras cosas para adaptar las interfaces de una aplicación informática.

La necesidad de interfaces adaptativas deriva en primera instancia de la heterogeneidad de la población de usuarios [DEA05]. Esta heterogeneidad de usuarios influye en el diseño de cualquier sistema interactivo. Por lo tanto diseñar interfaces centrándose en el usuario enfatiza conceptos tales como utilidad y usabilidad, presentando entre sus beneficios la disminución de costo y tiempo durante el desarrollo, una mejora en la funcionalidad del sistema y, lo más importante, incrementa la aceptación del sistema por parte del usuario.

En la propuesta que se describe en este artículo, se busca mejorar la usabilidad de una aplicación informática de gestión en el ámbito de la Administración Pública Provincial, diseñando

interfaces adaptativas que incrementen la productividad, minimicen los tiempos de aprendizaje y reduzcan los niveles de error. Para ello se propone el diseño de un modelo de usuario basado en estereotipos que registre las preferencias en cuanto a la visualización de la interfaz, la presencia de ayudas, y los conocimientos previos que posee el usuario en relación al uso de la computadora en general y a la aplicación informática en particular.

2. Planteamiento del Problema

Esta propuesta surge como consecuencia de un estudio previo realizado en una organización perteneciente a la Administración Pública Provincial, en la que se identificaron situaciones conflictivas respecto a la interacción de los usuarios con las aplicaciones informáticas en uso (demoras en aprender a usar una aplicación, disgusto con el diseño de algunas interfaces, bajo nivel de usabilidad, solicitudes continuas de mejora de las interfaces a las áreas de desarrollo de sistemas, entre otras).

El problema radica entonces en que, en la mayoría de los casos, los usuarios son incapaces de explotar las posibilidades que un sistema informático les ofrece, no por falencias en el mismo, sino porque las interfaces que permiten usarlo no transmiten correctamente las posibilidades y funcionalidades, o porque no todos los usuarios logran el mismo nivel de comprensión del sistema a partir de usar la misma interfaz. Esto, sumado a la gran diversidad de usuarios que pueden llegar a utilizar una aplicación informática, hace que la interfaz de usuario sea un componente crítico de los sistemas [GRA04], y torna indispensable que estos posean interfaces que se adapten a las necesidades y preferencias de los usuarios de manera natural y progresiva [DEA05].

Ante esto surge la iniciativa de mejorar la usabilidad de las aplicaciones informáticas, incorporando interfaces que se adapten a las características, preferencias y conocimientos del usuario, tanto del dominio de la aplicación como informáticos.

3. Metodología de Trabajo

El trabajo se encuentra en su fase inicial, por lo que a continuación se describe la metodología para llevar a cabo la propuesta. En una primera etapa se circunscribirá el estudio a una aplicación informática de gestión particular, dentro de un organismo de la Administración Pública Provincial. Se llevará a cabo una recolección y análisis de los datos de interacción de los usuarios con la aplicación, y sobre la base de estos datos se construirá un modelo de usuario basado en estereotipos. La ventaja de utilizar este tipo de modelos radica en la posibilidad que tiene el sistema de iniciar una adaptación a partir de unas pocas interacciones del usuario o de un conjunto de conocimiento básico sobre el mismo, en base a lo cual a cada usuario se le asigna automáticamente una categoría de estereotipo. Luego estos estereotipos son refinados, actualizados y mantenidos dinámicamente en cada sesión [FER98]. En este trabajo se propone utilizar el Modelo Sintáctico-Semántico del conocimiento del usuario (*SSOA*) [SHN98]. Este modelo provee un marco de definición de estereotipos sobre las diferentes formas y grados de conocimiento que un usuario puede emplear al interactuar con un sistema. Define dos tipos de conocimientos el sintáctico (entendimiento de detalles dependientes al uso de los dispositivos) y el semántico (se refiere a la información conceptual concerniente a la aplicación y al uso general de los sistemas interactivos). De acuerdo al grado de conocimiento *semántico* y *sintáctico* que el usuario posea, se puede realizar una clasificación general de los mismos en tres categorías [HAR07], cuyas características se especifican en la Tabla 1. Los conceptos de conocimiento sintáctico y semántico tienen una correspondencia directa con las capas que presenta el software. El corazón funcional procesa información semántica mientras que el procesamiento de información sintáctica pertenece a las capas propias de la interfaz del usuario.

Tipo de usuario	Características
Usuario Novato	<ul style="list-style-type: none"> ❖ No tienen ningún conocimiento sintáctico ❖ Cuentan con un conocimiento semántico pobre sobre el uso de sistemas interactivos. ❖ Medianamente tienen un entendimiento de la aplicación.
Usuario Intermedio	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Tienen buen conocimiento semántico tanto del uso de sistemas de software como del dominio de tareas ❖ Presentan inconvenientes a nivel de cómo se llevan a cabo las tareas en el sistema, con problemas en recordar detalles de conocimiento sintáctico.
Usuario Experto	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Están muy familiarizados con todos los aspectos sintácticos y semánticos del sistema.

Tabla 1: Clasificación SSOA de usuarios

Luego se realizará un estudio de técnicas de Inteligencia Artificial susceptibles de ser aplicadas para que, en función del modelo de usuario basado en estereotipos, se adapte la interfaz al tipo de usuario que opera el sistema. En la Figura 1 se presenta un esbozo de la solución propuesta.

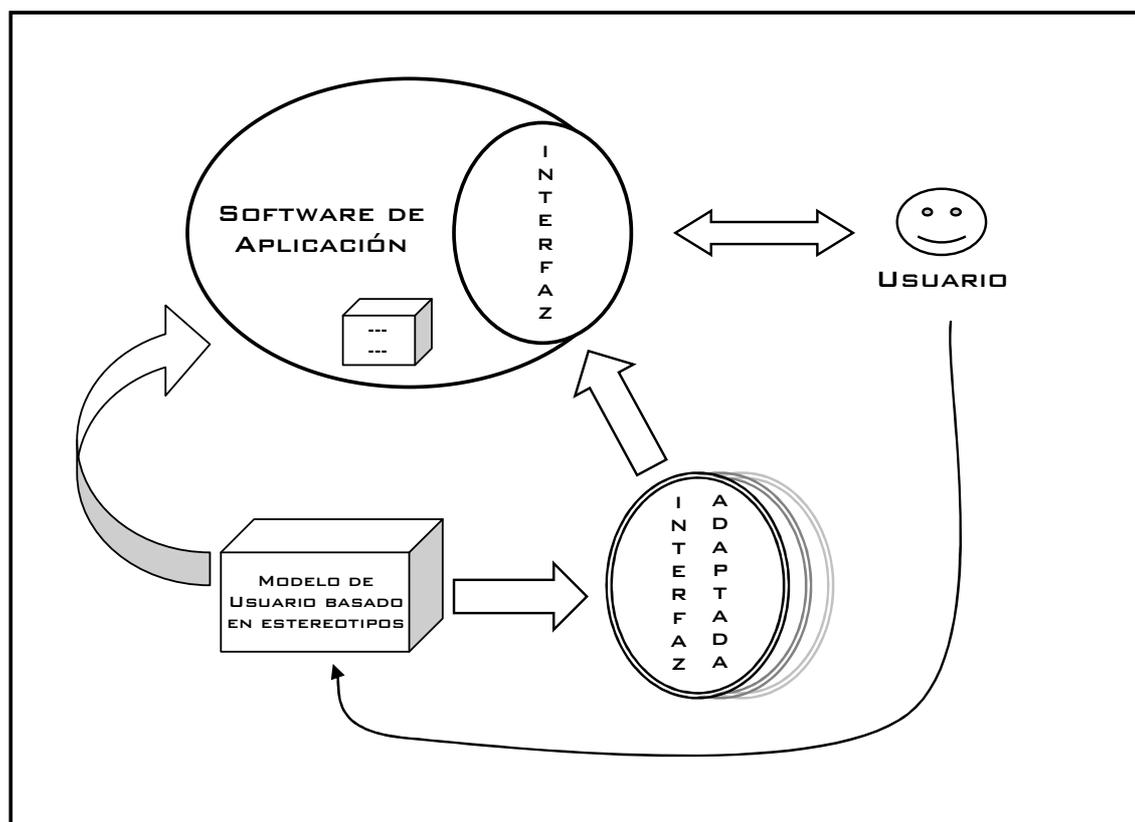


Figura 1. Modelo conceptual de la propuesta

En una última etapa, para comprobar la efectividad del modelo y de la adaptación realizada, se llevará a cabo la evaluación del sistema. Para ello se medirá el grado de satisfacción de los usuarios con la aplicación adaptada, utilizando encuestas basadas en el cuestionario QUIS (Questionnaire of User Interface Satisfaction) [SHN06]. Esta es una herramienta de evaluación de usabilidad centrada en el usuario para sistemas de computación interactiva que evalúa aspectos tales como: reacción global al sistema, factores de pantalla, terminología y sistema de retroalimentación, factores de aprendizaje, capacidades del sistema.

El propósito del cuestionario QUIS es servir como guía en el diseño o rediseño de sistemas, ofrecer una herramienta para evaluar áreas potenciales de mejoramiento de sistemas, proveer a los investigadores de un instrumento válido para conducir evaluaciones comparativas y servir como instrumento de prueba en laboratorios de usabilidad [OBE05].

4. Resultados Esperados

Con la propuesta se espera obtener, como producto final, un modelo de usuario basado en estereotipos para aplicaciones informáticas de gestión, e incorporar este modelo en un modulo de una aplicación informática particular, tomada como caso de estudio, de manera de generar interfaces adaptadas a las características, conocimientos y preferencias de sus usuarios. Los beneficios para los usuarios que se esperan conseguir con la versión adaptada del sistema son: incrementar su grado de satisfacción, mejorar la impresión global que tienen del sistema, facilitar el uso del sistema, agilizar sus tareas, disminuir el tiempo de aprendizaje en el uso del sistema.

5. Referencias

[DEA05] **Deagostini Adriana, Cormenzana Fernando.** *“Interfaces de Usuario Inteligentes: Sistemas Adaptativos”*. Centro Regional de Nuevas Tecnologías de Información – CRNTI. Universidad de la Republica. Uruguay. 2005

[FER98] **Fernandez-Manjon Baltasar, Fernandez-Valmayor Alfredo y Fernández-Chamiza Carmen.** *“Pragmatic User Model Implementation in an Intelligent Help System”*, en *British Journal of Educational Technology*, Volume 29, Number 2, April 1998, pp. 113-123(11).Blackwell Publishing.

[GAU02] **Gaudioso Vázquez Elena.** *“Contribuciones al Modelado del Usuario en Entornos Adaptativos de Aprendizaje y Colaboración a través de Internet mediante técnicas de Aprendizaje Automático”*. Departamento de Inteligencia Artificial, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Educación a Distancia. 2002

[GRA04] **Granollers i Saltiveri Toni.** *“MPIu+a. una metodología que integra la ingeniería del software, la interacción persona-ordenador y la accesibilidad en el contexto de equipos de desarrollo multidisciplinares”* Departament de Llenguatges i Sistemes Informatics. Universitat de Lleida. Julio de 2004

[HAR07] **Harari Ivana, Diaz Javier, Amadeo Paola.** *“Guía de Recomendaciones para Diseño de Software Centrado en el Usuario”*. Cátedra Diseño Centrado en el Usuario. Universidad Nacional de la Plata. 2007.

[KAY94] **Kay Judy.** *“Lies, Damned and Stereotypes: Pragmatic approximation of users”*, in *Proceedings of 4th International Conference on User Modeling*, The MITRE Corporation, Hyannis, MA. 1994.

[OBE05] **Obeso María Elena Alva.** *“Metodología de Medición y Evaluación de la Usabilidad en Sitios Web Educativos”*. Departamento de Informática. Universidad de Oviedo. España. 2005

[RIC89] **Rich E.** *“Stereotypes and User Modelling”*, in *Kobsa A. And Wahlster W. (eds.) User Models in Dialog System*, Springer, Berlin. 1989.

[SHN98] **Shneiderman Ben.** *“Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction”*. 3^{ra} Edición. Addison-Wesley, Reading, MA. 1998.

[SHN06] **Shneiderman Ben, Plaisant, Catherine.** *“Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction”*. 4^{ta} Edición. Addison-Wesley. 2006.

Medición y Evaluación de Calidad Sensible al Contexto en Proyectos de Software y Web

Hernan Molina, Fernanda Papa, Pablo Becker, Luis Olsina

Grupo GIDIS Web – Facultad de Ingeniería – UNLPam
Calle 9 y 10, (6360) General Pico, La Pampa, Argentina
Tel: +54 (0)2302-430497 / Fax: +54 (0)2302-422780 Int. 6102
[hmolina,pmfer,beckerp,olsinal]@ing.unlpam.edu.ar

Resumen: *Frecuentemente, las organizaciones no consideran la información del contexto que influye en los procesos de medición y evaluación de calidad de sus productos de software y web, esencial en la interpretación de los resultados. Esto puede afectar la validez de las conclusiones obtenidas. En esta investigación, proponemos la representación estructurada de información de contexto y su integración al marco de medición y evaluación INCAMI con el objetivo de mejorar la evaluación de productos de software y web y, consecuentemente, el análisis y la recomendación de soluciones que de ella surja.*

Palabras clave: *Medición, Evaluación, Calidad, Contexto, INCAMI*

1 Introducción

La *calidad* es un aspecto clave en el éxito de organizaciones que desarrollan productos de software y web. Más aún lo es la calidad percibida por los usuarios finales –es decir, la *calidad en uso*, definida como la *capacidad de una aplicación web para permitir a usuarios específicos cumplir las tareas especificadas con efectividad, productividad, seguridad y satisfacción en contextos de uso específicos* [8]. La *calidad en uso* es afectada tanto por características internas como externas, tales como *usabilidad, funcionalidad, confiabilidad, contenido y eficiencia*. Sin embargo, la calidad en uso también es afectada por su contexto de uso, es decir (i) la infraestructura (los recursos tecnológicos, el ambiente físico de trabajo, etc), y (ii) aspectos relacionados al usuario (las tareas que realiza, nivel de entrenamiento, aspectos culturales, etc) [3]. Por ello, se debe tener cuidado cuando se generalizan los resultados de una evaluación de calidad en uso a otros contextos, con diferentes tipos de usuarios, tareas y/o infraestructura [2].

Consideremos un escenario en el cual se desea evaluar la *Calidad en Uso* de una aplicación web de *e-Learning*. Las características a observar serán *Efectividad, Productividad y Satisfacción* [8]. Para llevar a cabo la medición se requiere implementar un test con usuarios reales, el cual debe ser diseñado apropiadamente, definiendo el perfil de los usuarios, las tareas que realizarán y el entorno de trabajo donde se llevarán a cabo dichas tareas (incluyendo la configuración de la PC y la red local). El test se llevará a cabo en más de una oportunidad para fortalecer las conclusiones que se obtengan. Variaciones en el contexto de uso (por ejemplo el ancho de banda de la red) podrían afectar el resultado de las evaluaciones (por ejemplo, afectando la *Productividad* de los usuarios).

Así como la calidad en uso de una aplicación de software o web se ve afectada por el contexto de uso de la misma, otras perspectivas de la calidad podrían verse afectadas por diferentes aspectos de contexto, de relevancia para cada situación particular. Por ejemplo, en el desarrollo de una aplicación de software, el ciclo de vida, la metodología de elicitación de requerimientos aplicada y la plataforma de soporte tecnológico podrían afectar la *Confiabilidad* [8] de la misma.

Consecuentemente, en el diseño y documentación de procesos de medición y evaluación bien definidos se deberían registrar de forma consistente y precisa [3]:

1. Los datos y metadatos resultantes del diseño y ejecución del proceso de medición y evaluación, es decir, las características, atributos, métricas e indicadores de calidad;
2. Descripciones de los componentes del contexto relevante para dicha situación.

De esta forma, sería posible efectuar análisis y comparaciones más robustas de los resultados provenientes de los diferentes proyectos de software y web de la organización.

En una línea de investigación previa se ha provisto soporte a la especificación de datos y metadatos de medición y evaluación mediante el marco conceptual denominado *INCAMI* [12] –a partir de sus conceptos claves: *Necesidad de Información*, *Modelo de Concepto*, *Atributo*, *Métrica* e *Indicador* (ver Fig. 1) –incluyendo un prototipo que asiste en dichas tareas y un sistema de revisión para administrar tal información [1]. Este marco permite especificar de forma consistente los datos a los que hace referencia el primero de los puntos mencionados anteriormente. Adicionalmente, se realizó un caso de estudio de evaluación de calidad en uso sobre una aplicación web de *e-Learning*, aunque sin especificar consistentemente la información relativa al contexto [3].

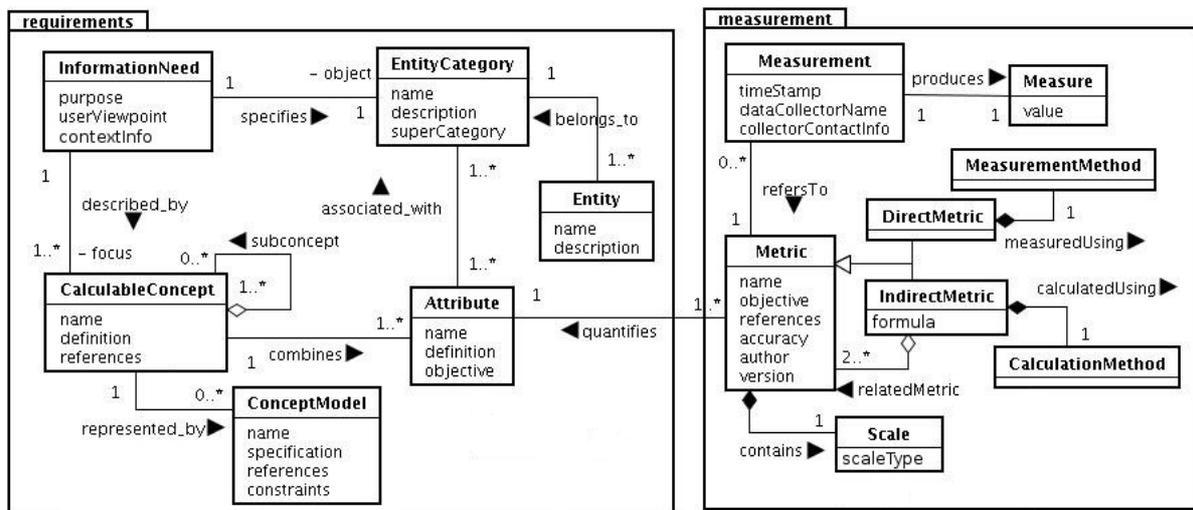


Figura 1: Conceptos y relaciones principales que intervienen en los componentes de requerimientos y medición del marco *INCAMI*.

El objetivo de la línea actual de investigación es proveer un marco que permita especificar, además de la información definida en el marco *INCAMI*, los datos y metadatos asociados a la información de contexto relativa a los artefactos sujetos a medición y evaluación de calidad. Las principales contribuciones de esta investigación son: (i) la aplicación de información de contexto en procesos de medición y evaluación, (ii) su correspondiente especificación de forma estructurada en un marco conceptual para tal propósito, y (iii) el uso de dicha información para mejorar el análisis y recomendación a partir de resultados de evaluaciones de calidad en proyectos de software y web.

El resto del artículo se organiza de la siguiente forma: En la Sección 2 se presentan los elementos clave de esta investigación; en la Sección 3 se mencionan trabajos relacionados a nuestra propuesta; finalmente, en la Sección 4 se presentan las conclusiones y trabajos futuros.

2 Medición y Evaluación de Calidad Sensible al Contexto

Para hacer posible la especificación y uso de información de contexto, tal como se propone en la Sección 1, la misma debe ser definida y modelada apropiadamente [4]. Además, se deben definir los mecanismos para especificar y utilizar dicha información en la mejora de las actividades de medición y evaluación dentro del marco *INCAMI*.

Con el objetivo de modelar *información de contexto* se analizaron diferentes definiciones [10] y se identificaron sus características principales:

1. es relativa a un *objeto* o *entidad* específica, *relevante* respecto de la *tarea* para la cual se considera;
2. corresponde a *propiedades internas o externas de la entidad y sus relaciones*, bajo una situación específica;

3. es *relevante* respecto de:
 - (a) la *tarea* específica relacionada a esa entidad;
 - (b) el *propósito* específico relacionado a dicha entidad;
 - (c) los *factores o propiedades* relevantes de la entidad (aquellos involucrados en la tarea para la cual la entidad es considerada);
 - (d) la *situación de la entidad* respecto de la tarea, y su interacción con otros elementos del contexto;
4. corresponde a un conjunto de *aspectos estructurados*, y las relaciones entre ellos, con un *léxico* asociado que hace explícita su interpretación.

En *INCAMI*, las entidades relevantes para las cuales se especificará el contexto son las entidades sujetas a actividades de medición y evaluación para una necesidad de información específica (clases *Entity* y *EntityCategory* en la Fig. 1); por ejemplo, cualquier producto, recurso, proceso o servicio concreto. La información de contexto relevante será aquella que afecte la necesidad de información enunciada para dicha entidad (clase *InformationNeed* en la Fig. 1), relacionada a i) el *proyecto* al cual está relacionada la entidad, ii) el o los *procesos* aplicados a la entidad, iii) la *organización* que lleve a cabo el proyecto, y iv) posiblemente, el *ambiente externo* a la organización. Como ejemplo, tomando el escenario ilustrado en la Sección 1, "*ancho de banda*" es parte del contexto relevante, relacionado a los *recursos* disponibles para el *proyecto* en el cual la entidad –la aplicación *e-Learning*– está incluida, ya que afecta la calidad en uso de la misma.

2.1 Un Modelo de Contexto para el Marco *INCAMI*

Para diseñar el modelo que permitiera representar información de contexto para el propósito enunciado se analizaron diferentes enfoques de representación de contexto [15], teniendo en cuenta los siguientes requerimientos:

1. La información de contexto debe poder ser validada tanto a nivel de estructura como de instancias;
2. La información debe ser precisa y no ambigua para ser reusada consistentemente;
3. El modelo de contexto debe poder ser aplicado al ambiente *INCAMI* existente;
4. El modelo debe ser lo suficientemente simple para ser especificado y procesado, manteniendo el balance entre costo y desempeño;
5. El modelo debe ser específico del dominio ya que debería ser aplicado en actividades de medición y evaluación de proyectos de software y web;
6. El modelo debe ser lo suficientemente flexible para permitir su adaptación a diferentes necesidades organizacionales.

El modelo construido es una combinación de los enfoques analizados, utilizando las ventajas de unos para cubrir las desventajas de otros. El modelo especifica cómo se representa la información de contexto propiamente dicha, y cómo se integra a los componentes del modelo *INCAMI*.

El contexto es representado como una agregación de *propiedades de contexto* (ver Fig. 2). Una propiedad de contexto es una especialización de la clase *Attribute* (recordar la Fig. 1) por lo que su semántica puede ser claramente definida, así como los posibles valores que puede asumir, por medio de una métrica (que especifica su escala y su unidad, entre otros), evitando ambigüedades en su interpretación y comparación. De la misma forma, es posible cuantificar una propiedad de contexto, al igual que un atributo en *INCAMI* durante la etapa de medición (para más detalle consultar [12]). Adicionalmente, cada propiedad tiene un *tipo de propiedad* asociado cuya semántica también puede ser definida. Los tipos pueden mapearse a cualquier dominio específico (en este caso a conceptos clave del dominio de ingeniería de software y web). Siguiendo el enfoque de *Kaltz et al* [9], estos tipos pueden organizarse en una taxonomía utilizando la relación *subTypeOf*, permitiendo a una organización adaptar el modelo a sus necesidades, utilizando su propia ontología de procesos de software para describir el contexto relevante a sus actividades de

medición y evaluación.

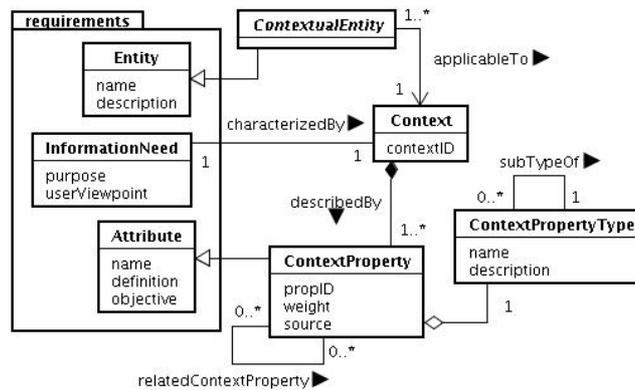


Figura 2: El modelo diseñado para representar e incluir información de contexto en el marco *INCAMI*

Respecto de la integración de información de contexto al marco *INCAMI*, se decidió mantener dos espacios de información diferentes: i) el espacio de elementos de dominio (los componentes del marco *INCAMI*), y ii) el espacio de elementos de contexto. La contextualización de los elementos de dominio se logra estableciendo relaciones con elementos del espacio de contexto. Para describir el contexto actual de una entidad en un proyecto de medición y evaluación, una instancia de la clase *Context* es asociada a la necesidad de información del proyecto (ver Fig. 2). Adicionalmente, algunos elementos del marco *INCAMI*, denominados *entidades contextuales*, mantienen una relación con una instancia del contexto al cual son aplicables. Por ejemplo, una métrica, por su definición, podría ser aplicable sólo en ciertos contextos.

En resumen, el marco construido, denominado *C-INCAMI* –por *Contextual INCAMI*–, junto con los mecanismos de soporte tecnológico [1,13], permiten satisfacer los requerimientos enunciados anteriormente.

3 Trabajos Relacionados

En esta investigación hemos incorporado información de contexto a un marco de un dominio específico, como lo es *INCAMI*. Vale mencionar que el enfoque utilizado está relacionado al enfoque llamado *context-aware*, de vital importancia en el campo de la computación ubicua [5,11, 14]. Sin embargo, cabe hacer una distinción de dicho enfoque al aplicado aquí, ya que, en el primero, el término *aware* toma relevancia en el sentido que la información del contexto es continuamente sensada por la aplicación a medida que cambia. Esta característica propone desafíos adicionales a los cubiertos por nuestra propuesta.

Por otro lado, tomando en cuenta diferentes aplicaciones *context-aware* [4,6,9,11] y la definición del termino *aware*¹, "*tener conocimiento o percepción de una situación o hecho*", creemos que el enfoque *context-aware* puede ser aplicado con éxito a cualquier campo en el cual sea necesario y útil mantener información relevante del contexto. Como ejemplo, en [7] dicho enfoque es aplicado a la gestión de conocimiento en ambientes de negocios para facilitar y mejorar el uso de información organizacional.

De todas maneras, ambos enfoques presentan el mismo desafío al tratar de representar información de contexto en una forma procesable por las máquinas e integrarla a sistemas existentes, donde aspectos tales como simplicidad, flexibilidad y expresividad son clave.

4 Conclusiones y Trabajos Futuros

En este trabajo se ha presentado una propuesta para incluir en el marco *INCAMI* la información del

¹ From Ask Oxford available at http://www.askoxford.com/concise_oed/aware?view=uk

contexto relevante para mejorar el soporte a las actividades involucradas en el diseño de actividades de medición y evaluación de las entidades en un proyecto de software y web, así como en la interpretación de los resultados del análisis correspondiente. Esto es posible, ya que no sólo se guardan los datos y metadatos de la medición y evaluación, sino también de la información del contexto asociado.

El enfoque planteado para la representación del conocimiento de contexto, ofrece un mecanismo simple, flexible, consistente (semánticamente validable), orientado a la organización y a los objetivos. Se espera, de esta forma, mejorar la calidad de las entidades claves de la organización (procesos, productos y servicios), al incluir, en el proceso de toma de decisiones para la mejora, información relevante que influya en la interpretación de resultados de la evaluación de las mismas.

Los trabajos futuros se enfocarán en el diseño de una arquitectura que dé soporte tecnológico a la propuesta presentada, integrándolo al prototipo existente, como se mencionó en la Sección 1. Otra línea de investigación en avance es la utilización de la información histórica de los resultados de medición y evaluación de los proyectos de una organización, incluyendo la información relativa al contexto, para efectuar recomendaciones de diseño en base a la experiencia pasada. Además, se integrarán los aspectos de contexto presentados aquí a una memoria organizacional como base para el soporte de toma de decisiones en proyectos de medición y evaluación.

Referencias

1. Baffini, M., Rivera, B., Olsina, L.: Sistema Colaborativo de Revisión de Métricas. 3th Engineering Workshop of Software Engineering and Data Bases, XII CACIC, San Luis, Arg., 2006.
2. Bevan N. Quality in use: meeting user needs for quality. *Journal of Systems and Software*, 49(1), pp. 89-96, 1999.
3. Covella G. Olsina L; Assessing Quality in Use in a Consistent Way, In proc. of ACM, Int'l Congress on Web Engineering, (ICWE05), SF, USA, pp.1-8, 2006, ISBN 1-59593-352-2.
4. Dey A.K.: Understanding and Using Context. *Personal and Ubiquitous Computing Journal (Online)*, Springer London, Vol. 5 (1), 2001, pp. 4-7. ISSN: 1617-4917. Disponible en: <http://www.springerlink.com/content/1d9grxkjvquhpwkw/>
5. Eleni Christopoulou, I. Z. & Kameas, A. An Ontology-based Conceptual Model for Composing Context-Aware Applications, First International Workshop on Advanced Context Modelling, Reasoning And Management UbiComp. Nottingham, England, September, 2004 Disponible en: <http://www.itee.uq.edu.au/~pace/cw2004/Paper26.pdf>
6. Gu T., Wang X. H., Pung H. K., Zhang D. Q.: An Ontology-based Context Model in Intelligent Environments: In Proceedings of Communication Networks and Distributed Systems Modeling and Simulation Conference (CNDS 2004), San Diego, California, USA, pp. 270-275. 2004.
7. Huang W., Tao T.: Adding Context-awareness to Knowledge Management in Modern Enterprises. 2nd IEEE Int'l Conference on Intelligent Systems, 2004, ISBN: 0-7803-8278-1.
8. ISO/IEC 9126-1. "Software Engineering – Product Quality - Part 1: Quality Model", 2001.
9. Kaltz J.W., Ziegler J., Lohmann S.: Context-aware Web Engineering: Modeling and Applications. In: RIA - Revue d'Intelligence Artificielle, Special Issue on Applying Context-Management, Vol. 19 (3): pp. 439-458, Lavoisier, Paris, France, 2005, ISSN 0992-499X.
10. Molina H; Olsina L.; Towards the Support of Contextual Information to a Measurement and Evaluation Framework, In proceed. of IEEE Computer Society, 6th Int'l Conference on the Quality of Information and Communication Technology (QUATIC'07) Lisbon, Portugal, pp. 154-163. 2007. ISBN: 0-7695-2948-8.
11. Freitas Bulcao Neto R. de, Graça Campos Pimentel M. da: Toward a Domain-Independent Semantic Model for Context-Aware Computing: In Proc. of the Third Latin American Web Congress (LA-Web05), IEEE Computer Society, pp. 61-70, ISBN:0-7695-2471-0, 2005.
12. Olsina L; Papa F.; Molina H.: How to Measure and Evaluate Web Applications in a Consistent Way, Chapter 13 in a Springer Book titled "Web Engineering: Modelling and Implementing Web Applications"; Human-Computer Interaction Series. pp. 385- 420. Rossi, Pastor, Schwabe, and Olsina Eds., 2007. ISBN 978-1-84628-922-4.
13. Rivera María B.; Molina, H; Olsina L. (2007) Sistema Colaborativo de Revisión para el soporte de información de contexto en el marco C-INCAMI, en Actas (CD-ROM) del XIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2007), Workshop WISBD, Corrientes, pp 518-529; ISBN 978-950-656-109-3
14. Strang T., Linnhoff-Popien C.: A Context Modeling Survey. In: Workshop on Advanced Context Modelling, Reasoning and Management, UbiComp 2004 - The Sixth International Conference on Ubiquitous Computing, Nottingham, UK, pp. 34-41, 2004, Available at <http://citeseer.ist.psu.edu/strang04context.html>
15. Strang T., Linnhoff-Popien C., Frank K.: CoOL: A Context Ontology Language to enable Contextual Interoperability. DAIS 2003, LNCS 2893, Springer Berlin / Heidelberg, pp. 236--247, 2003. ISSN: 0302-9743.

LINEAS DE INVESTIGACION DEL LABORATORIO DE INFORMATICA DE GESTION

López, G., Echeverría, A., Jeder, I.

Laboratorio de Informática de Gestión
Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires
Tel: 54-11-4343-0891, Extensión 141 - E-mail: glopez@fi.uba.ar
Web: <http://www.fi.uba.ar/laboratorios/lig>

1. Introducción

El Laboratorio Informática de Gestión (LIG) fue creado en marzo de 2005 para nuclear los proyectos de investigación de los docentes del área y apoyar al grupo de materias Taller de Desarrollo de Proyectos de la Carrera Ingeniería en Informática de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, a través de la propuesta y coordinación de trabajos finales de asignatura y de tesis de grado.

2. Líneas de Investigación

El LIG desarrolla seis líneas de investigación: [a] diseño de catálogos electrónicos, [b] aseguramiento de calidad en sistemas de gestión de negocios, [c] integración corporativa basada en SOA y sistemas inteligentes autónomos, [d] administración de requerimientos, [e] dispositivos móviles en aplicaciones empresariales y [e] modelado y desarrollo de videojuegos de estrategia.

2.1. Diseño de Catálogos Electrónicos.

En esta línea de trabajo se toma la definición de comercio electrónico (EC) como el sistema electrónico destinado al intercambio de mercadería / servicios / información. Hay una división en Internet que marca dos áreas bien definidas: el comercio electrónico orientado al consumidor, denominado CEC (Consumer oriented Electronic Commerce) y el comercio electrónico orientado a las transacciones entre negocios o empresas, llamado BEC (Business to business oriented Electronic Commerce). De ambas, se espera que BEC sea la que tenga mayor crecimiento. Los catálogos electrónicos son el punto de entrada para ambos y como tal puede aportar mucho a lo que una empresa registre como ingresos por EC. Los beneficios de los catálogos electrónicos para empresas mayoristas y comercios minoristas son: reducción de los costos de producción, expansión de los mercados, reducción de los costos de procesamiento, reducción de los costos de publicidad (campañas de información de potenciales clientes). En este proyecto, se propone una metodología de diseño de catálogos electrónicos que contempla en sus distintas etapas aspectos específicos de la administración del negocio relacionados con el catálogo y que, por su naturaleza, son solo tratados genéricamente en las metodologías convencionales [Lopez, 2005; Lopez y Jeder, 2006].

2.2. Aseguramiento de Calidad en Sistemas de Gestión de Negocios

La optimización y gestión de procesos y recursos empresariales junto con tecnologías BPM (Business Process Management) continúan experimentando un fuerte avance y desarrollo en todo el

mundo. Actualmente es interés de todos los sectores, grandes empresas, Pymes e incluso organismos y administración pública, por ser formas de gestión acompañadas de tecnologías que están demostrando aportar grandes beneficios. El propósito de esta línea de investigación es sistematizar los conceptos básicos y definiciones utilizadas en los métodos y técnicas más comunes para asegurar la calidad de los Sistemas de Gestión de Negocios. Se buscará catalogar y unificar métodos y técnicas asociados al aseguramiento de la calidad de los Sistemas de Gestión de Negocios.

2.3. Integración Corporativa basada en SOA y Sistemas Inteligentes Autónomos

Es un hecho que el software (o componentes de IT) de grandes empresas o corporaciones se encuentra formado por sistemas heterogéneos que nacen y evolucionan en forma aislada del resto. En la mayor parte de los casos, los mismos han sido desarrollados utilizando diversas tecnologías, y contienen sus propios componentes de lógica de negocio y entidades persistentes. En algunos casos, estos sistemas presentan algún tipo de integración. Entre este último grupo, es común observar integración de entidades a nivel base de datos (ej. mediante stored procedures expuestos como “servicios”), o en un menor grado, de lógica de negocio mediante la creación de paquetes de software (ej. componente JAR de Java) que deben ser distribuidos a las aplicaciones cliente para su posterior utilización. Con el cambio de las dinámicas de negocio y el surgimiento nuevas oportunidades de mercado, la infraestructura de IT en una corporación debe ser diseñada con la capacidad de responder rápidamente y proveer las aplicaciones necesarias para cubrir las nuevas necesidades de negocio antes que la oportunidad desaparezca. Para abordar esta cuestión este proyecto propone la integración de SOA al modelo de proceso y ciclo de vida del software, con base en un esquema de Sistemas Inteligentes Autónomos.

2.4. Administración de Requerimientos

Mucho se ha dicho de las ventajas que brinda detectar y corregir errores en etapas tempranas del proceso de desarrollo del software, pero poco se habla del origen de los mismos. Según estudios realizados por las fuerzas armadas estadounidenses el 41% de los errores provienen de los requerimientos, mientras que solo el 28% provienen de errores de lógica. La IEEE define requerimiento como “Una condición o capacidad que debe estar presente en el sistema o componentes del sistema para satisfacer un contrato, estándar, especificación u otro documento formal”. Del estudio anteriormente citado se desprende que es claro que deben enfocarse los esfuerzos en disminuir los errores provenientes de los requerimientos. Para esto se utilizan técnicas de administración de requerimientos. "La administración de requerimientos comprende las actividades relacionadas con la definición, clasificación, asignación, seguimiento y control de los requerimientos durante todo el ciclo de vida del desarrollo de software". Nuestro objetivo primordial es brindar un ambiente de herramientas que permitan administrar los requerimientos de una manera ágil, precisa y flexible, pudiendo implementar distintos estándares, ya sean de la industria o propios. Lo detallado precedentemente impacta directamente en el rendimiento del proceso de desarrollo de software, mejorándolo de manera considerable. Son objetivos de esta línea de investigación: [a] diseñar y construir un sistema de administración de requerimientos utilizando los conocimientos adquiridos durante la carrera y [b] desarrollar todas las etapas del proyecto desde la conceptualización hasta la puesta en marcha.

2.5. Dispositivos Móviles en Aplicaciones Empresariales

Los dispositivos móviles en la actualidad poseen un crecimiento exponencial dentro del mercado, siendo utilizados tanto para comunicaciones, Internet, chat, mensajería, generación de contenido multimedia, y se están comenzando a utilizar como soporte de aplicaciones empresariales. Por otra parte, existe una gran variedad de dispositivos móviles, protocolos de comunicación, sistemas operativos, frameworks de desarrollo, estándares y soluciones que nos proveen los diferentes proveedores y empresas de telecomunicaciones. La elección de la solución adecuada para el desarrollo de su aplicación móvil es vital en un ambiente tan heterogéneo y en constante evolución y cambio. El objetivo de esta línea de trabajo es el desarrollo de aplicaciones empresariales que puedan servirse de las ventajas que ofrecen los dispositivos móviles como forma de acceso a los servicios que se ofrecen.

2.6. Modelado y Desarrollo de Videojuegos de Estrategia

La industria de los videojuegos está generando más de U\$S 10.000 millones al año, solo en EE.UU. Se estima que en el año 2005, los videojuegos generaron ganancias mundiales por U\$S 25.300 millones y que para el 2010 la suma será de U\$S 51.300 millones. Dado el crecimiento de la industria del videojuego a nivel mundial y las importantes ventajas competitivas que posee actualmente la Argentina en dicha industria, es que se cree oportuno incursionar en dicho mercado. En este contexto es propósito de este proyecto desarrollar un videojuego alcanzando los niveles de calidad de los productos comerciales. El juego propone un conflicto bélico que se desarrolla sobre un planisferio dividido en 72 países. Para empezar, se reparten los 72 países entre los jugadores, quienes ocupan sus dominios con fichas (ejércitos). Cada jugador tiene un Objetivo Secreto a cumplir, que se le asigna por azar y que el resto de los jugadores desconoce. Para cumplir con su objetivo (ocupar cierta cantidad de países o destruir a otro bando), el jugador deberá ampliar sus territorios y reordenar sus fuerzas, lo que exigirá emprender ataques y bloqueos; defenderse de los ataques adversarios; reagrupar y desplazar ejército y concertar pactos. La conquista de nuevos países permitirá al jugador aumentar el número de ejércitos a su disposición y le otorgará más chances de triunfar en las batallas. La mecánica de las batallas se basa en el tiro de los dados, pero toma en cuenta la cantidad de ejércitos que atacan a un país y la cantidad de ejércitos que lo defienden. De modo que no es sólo el azar lo que decide las batallas, sino fundamentalmente la inteligencia táctica y estratégica del jugador para disponer sus fuerzas.

3. Formación de Recursos Humanos

A la fecha de esta comunicación se han radicado en el Laboratorio de Informática de Gestión: una tesis de magíster y ocho tesis de grado en ingeniería.

4. Referencias

López, G. (2005). *Diseño de Catálogos Electrónicos*. Tesis de Magíster en Administración de Negocios. 582 páginas. Universidad Tecnológica Nacional.

López, G., Jeder, I. (2006). *Mapa de Actividades para Desarrollo de Catálogos Electrónicos*. Reportes Técnicos de Ingeniería del Software, 8(1):1-9.

Elaboración de Especificación de Requerimientos de Seguridad en el desarrollo de Sistemas de Información basado en la Modelización de Conocimientos.

Bajarlia, María Victoria Soledad ⁽¹⁾ , Eterovic Jorge ⁽²⁾ , Ierache Jorge Salvador ⁽³⁾

Escuela de Posgrado Facultad Regional Buenos Aires - Universidad Tecnológica Nacional
Castro Barros 91 (C1178AAA) C.A.B.A. Argentina . Tel: (54 11) 4983-8882
victoriabajarlia@hotmail.com ⁽¹⁾, jeterovic@hotmail.com ⁽²⁾, jierache@yahoo.com.ar⁽³⁾

Resumen

El objetivo del presente trabajo es expresar los aspectos fundamentales elegidos para proponer un modelo de un Sistema Basado en Conocimiento (SBC) aplicado al análisis de seguridad de aplicaciones, a través de la incorporación de los requerimientos funcionales y no funcionales en el contexto de un Framework que asista en el desarrollo de una especificación de requerimientos de software, en el aspecto específico de la seguridad de aplicaciones.

1. Introducción

El aporte del presente trabajo es diseñar un sistema basado en conocimiento (SBC) aplicado al análisis de la seguridad de aplicaciones. La base de conocimiento será alimentada permanentemente por normas, estándares y mejores prácticas vigentes así como por aquellos informes de vulnerabilidades que tomen conocimiento público en la comunidad informática. El motor de inferencia, el cual trabajará sobre un universo abierto, tomará la información suministrada por la base de conocimiento para analizar la seguridad de una aplicación determinada. La solución del problema a través del método elegido comprenderá desde el análisis de seguridad de aplicaciones de gestión hasta el control de que las mismas cumplan con el marco regulatorio.

2. Líneas de investigación

El avance tecnológico y el desarrollo de aplicaciones informáticas para soportar las necesidades del negocio de una organización hace imperioso cruzar fronteras, por ejemplo acceder desde la Web hasta llegar a una base de datos que está gestionada por un software que corre sobre un equipo Mainframe. De este modo la explotación de la aplicación se realiza atravesando diversas capas e integrando diferentes plataformas existentes en la organización. Dado que las capas tienen distintas naturalezas de seguridad, es necesario implementar un mecanismo eficiente que permita que las aplicaciones sean realmente seguras cumpliendo con los estándares respectivos y permaneciendo altamente alineadas con la tecnología. [3] [4] [5] [6] [18] [19].

Para abordar esta problemática se propone un sistema basado en conocimientos (SBC) que asista a la elaboración de especificaciones de requerimientos de software (ERS) a fin de contribuir con el desarrollo de aplicaciones que contribuyan eficientemente a reducir las potenciales vulnerabilidades de las aplicaciones.

2.1 Áreas involucradas en el dominio del problema de estudio

Las áreas que participan en el contexto del tema de estudio propuesto involucran: (a) Seguridad de la Información (SI). Engloba la investigación del área de la seguridad de aplicaciones de gestión.

[22] [23] [24].(b) Ingeniería de Requerimientos (IR). Se basa inicialmente en el estándar IEEE-830 de Especificación de Requisitos de Software (ERS), sobre el cual se realizarán las aportaciones en función del modelo de conocimiento que se obtenga del trabajo con los expertos en el área de Seguridad de la Información, a partir de las consideraciones que surjan en relación a requerimientos funcionales y no funcionales. [10]. (c) Ingeniería de Conocimiento (INCO). Incorpora el marco metodológico y las técnicas aplicadas al desarrollo de un Sistema Basado en Conocimiento (SBC) en el contexto dado de la INCO. Quedará comprendido en la extracción de conocimientos y la educación de conocimientos con los expertos del área de seguridad. (d) Sistema basado en conocimiento (SBC), comprende la implementación de un Framework que asista a la elaboración de los aspectos de seguridad de la aplicación en el marco de una ERS, a través de la incorporación de los aspectos de la materia de estudio en el modelo de conocimiento del experto de campo. Por último, y como conclusión, abarcará la implementación de un prototipo de SBC para el análisis y evaluación de ERS en los aspectos de seguridad, desde el punto de vista de la IR.

Es importante señalar el mecanismo de interacción de las áreas involucradas, la integración de las mismas constituirá el SBC. En este orden se muestran en la figura 1 las interacciones entre las áreas: (a) **IR-SI**. Aporta la base metodológica para construir las Especificaciones de Requisitos de Software de Seguridad en el aspecto específico de Seguridad (ERSs) según el estándar IEEE-830. (b) **IR-INCO**. Aporta la metodología para el desarrollo del SBC en el contexto de la IR. (c) **SI-INCO**, aporta la conceptualización como producto de la extracción de conocimiento (marco regulatorio, mejores prácticas, etc.) y la educación de conocimiento (entrevistas con el experto y trabajo de campo), para la formalización e implementación del SBC. (d) como resultado de la interacción de las áreas involucradas se desarrollara un Framework de asistencia para la elaboración de FERSSs sobre la base del SBC.

A modo de síntesis en el marco de la fundamentación del tema seleccionado se representan conceptualmente las áreas involucradas en el trabajo y su interacción en la figura 1. En concordancia con lo descrito anteriormente y su aportación en relación a la investigación en materia del estado del arte en SI y en el marco metodológico la aplicación de INCO, presentando como producto el desarrollo un prototipo de SBC.

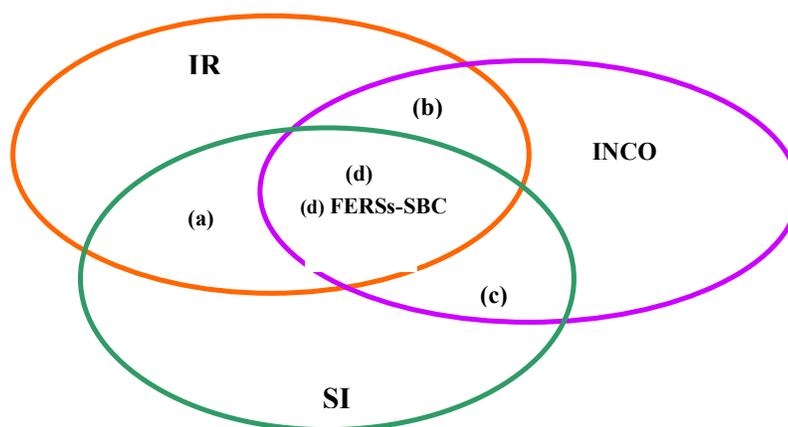


Figura 1 - Representación conceptual de las áreas involucradas.

2.2 Estado del arte de seguridad de la información

La situación actual demuestra que, si bien existe un importante nivel de madurez en materia de Seguridad de la Información respecto de la infraestructura tecnológica organizacional, no sucede lo mismo con las aplicaciones que son soportadas por dicha infraestructura. Esto conlleva a una falta de alineación entre los desarrolladores y los especialistas en el análisis de vulnerabilidades en aplicaciones. Finalmente esta falta de alineación puede poner en riesgo uno de los activos más importantes que tiene una organización: su información. [8] [11] [12] [13] [14] [15] [16] [17]

Como una evaluación preliminar del problema que origina este trabajo de investigación se hará una extracción y educación de expertos de conocimiento. Esto significa, en primer lugar, evaluar el tipo de seguridad que corresponde aplicar en cada una de las capas o layers que componen el desarrollo de un software. En segundo lugar se evaluará el trabajo de un experto en esta materia a fin de extraer el conocimiento necesario en relación a las posibles vulnerabilidades de software que pueden surgir con el crecimiento tecnológico.

2.3 Ingeniería de Conocimiento - Modelo del conocimiento de Seguridad de la Información

A fin de desarrollar un modelo del conocimiento de Seguridad de la Información resulta necesario adquirir y conceptualizar el conocimiento específico en este dominio formalizado a través de un SBC [7] [9]. El SBC que asistirá a la evaluación de ERS desde el punto de vista de los requisitos de Seguridad de la Información para aplicaciones a través de un Framework que contendrá los aspectos específicos para el desarrollo y evaluación de la ERSs.

3. Metodología de desarrollo

El desarrollo se articulará considerando las siguientes fases: Fase I (Identificación de la tarea) se consideran los objetivos del proyecto del Sistema Experto (SE). Involucra el proceso de **adquisición y extracción** de conocimiento. Aplicado al problema resolver, significará adquirir el conocimiento necesario en lo referente al marco regulatorio para Seguridad de la Información, así como hacer **educación** de expertos en esta materia. Fase II (Desarrollo del prototipo) se continuará con la adquisición de conocimientos, se evaluará la **viabilidad** del sistema y se llegará a la **conceptualización** y **formalización** de los conocimientos e **implementación** del prototipo que permitirá validar con el experto el modelo de SBC.

Como herramientas para desarrollo se utilizarán **Protégé** y **CLIPS**. La primera de ellas es una plataforma “open-source” que provee un conjunto de herramientas para construir modelos de dominio y aplicaciones basadas en conocimiento a través de ontologías. A su vez, Protégé implementa un amplio conjunto de estructuras de modelado del conocimiento así como acciones que soportan la creación, visualización y manipulación de ontologías en diversos formatos de representación. [1] [2] [21].

CLIPS se utilizará dado que se necesita una herramienta que permita, a través de su entorno de desarrollo, una forma rápida de realizar prototipos. De esta forma se pueden obtener aplicaciones que podrán ser reutilizadas en la manera que se incremente el conocimiento adquirido y así llegar a un desarrollo basado en prototipos incrementales.

4. Conclusiones y trabajo futuro

En virtud de que las amenazas y los ataques informáticos representan un problema constante y creciente se puede suponer que el SBC, a través del mantenimiento del conocimiento que lo mantendrá actualizado, podrá asistir a los especialistas en Seguridad de la Información, en el área de competencia, a la elaboración de ERS.

Se desarrollara un prototipo del SBC considerando las fases de adquisición de conocimientos, conceptualización, formalización, implantación y pruebas a fin de dar respuesta al problema planteado de manera eficiente. Se deberá asegurar que el desarrollo de aplicaciones permanezca alineado con la tecnología y cumpla con los estándares para seguridad de aplicaciones. La metodología para desarrollar el modelo incluye: la representación del conocimiento considerando el conocimiento fáctico, táctico, estratégico, su representación y síntesis a través del modelo estático y dinámico para brindar la síntesis final con el mapa de conocimiento que facilitará la formalización en **marcos** y reglas de producción para la construcción de:

- Una base de hechos a partir de normas, estándares, mejores prácticas e informes de vulnerabilidades.
- Una base de reglas con las acciones de seguridad a llevar a cabo a partir del análisis de vulnerabilidades
- La explotación de un motor de inferencia que active las reglas a partir de la información de la base de hechos.

Para la adquisición de conocimiento, además del marco teórico brindado por los estándares, mejores prácticas y otros aspectos relacionados con la Seguridad de la Información, se recurrirá al método de entrevistas con expertos en el dominio del problema. Este proceso, que se irá refinando a lo largo de toda la toma de datos, se formalizará a través de encuestas, observaciones del trabajo de campo y registración en contextos reales del problema. La parte experimental se basará en la elaboración de un prototipo, para probar el modelo propuesto.

Formación de recursos humanos

En el marco de formación de recursos humanos se encuentra en este momento en desarrollo una tesis de Magíster relacionada con la línea de investigación de este trabajo.

5. Referencias bibliográficas

- [1] Fernández Galán, S., González Boticario, J., Mira Mira, J., “Problemas resueltos de Inteligencia Artificial Aplicada. Búsqueda y representación” (Addison-Wesley, 1998).
- [2] Giarratano, J., Riley, G., “Sistemas Expertos Principios y Programación” (Thomson International, 2000).
- [3] Harrison, R., “ASP/MTS/ADSI Web Security” (Longman, 1999).
- [4] Jaworski, J., Perrone, P.J., “Seguridad en Java” (Prentice Hall, 2000).
- [5] Kaeo, M., “Diseño de Seguridad en Redes” (Pearson Educación, 2003).
- [6] Maiwald, E., “Fundamentos de la seguridad de redes. Conocimientos esenciales a tu alcance” (McGraw-Hill, 2005).

- [7] Maté Hernández, J.L., Pazos Sierra J., “Ingeniería del Conocimiento. Diseño y construcción de sistemas expertos” (Sepa S.A.,1988).
- [8] Piattini Velthuis, M., Del Peso Navarro, E., “Auditoría informática un enfoque práctico” (Alfaomega Grupo Editor Argentino S.A., 2001).
- [9] Rusell, S.J., Norvig, P., “Inteligencia Artificial” (Pearson Educación, 2004).
- [10] Sommerville , I., “Ingeniería de Software” (Addison Wesley, 2002).
- [11] ISO/IEC 27001, 2006. Gestión de la Seguridad de la Información.
- [12] Sarbanes-Oxley Act of 2002, SOX 404 IT. PUBLICLAW 107-204-july 30, 2002.
- [13] Stallings, W., “Fundamentos de la seguridad en redes. Aplicaciones y estándares” (Pearson Educación, 2004).
- [14] ArCERT (Coordinación de Emergencias en Redes Teleinformáticas de la Administración Pública), Subsecretaría de Gestión Pública) www.arcert.gov.ar. Consultado el 02/10/2006.
- [15] HISPASEC SISTEMAS. www.hispasec.com . Consultado el 20/08/2007.
- [16] IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), www.ieee.org. Consultado el 13/08/2006.
- [17] ISO (International Organization for Standardization), www.iso.org. Consultado el 20/10/2007.
- [18] ISECOM (Institute for security and open methodologies) www.isecom.org. Consultado el 01/09/2006.
- [19] NIST (National Institute of Standards and Technology, Technology Administration U.S. Department of Commerce), www.nist.gov . Consultado el 20/08/2007.
- [20] PKI (Public Key Infraestructure), Subsecretaría de Gestión Pública www.pki.gov.ar
- [21] Protège www.protege.stanford.edu . Consultado el 05/12/2006.
- [22] Seguridad en Windows www.microsoft.com/security . Consultado el 10/03/2007.
- [23] Seguridad en Java www.java.sun.com/products/jaas. Consultado el 10/03/2007.
- [24] Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología www.herrera.unt.edu.ar/ingsoftware/CSHome/CSDocu. Consultado el 10/11/2007.

Desarrollo de aplicaciones Web utilizando herramientas FLOSS¹
Una experiencia en el CENPAT²-CONICET
Gustavo SAMEC, Renato MAZZANTI
Centro Nacional Patagónico – Servicio Centralizado de Computación
Bvrd. Brown 3700, Puerto Madryn, Chubut, Argentina.
Tel/Fax 54-02965-450401
{gsamec, renato}@cenpat.edu.ar

RESUMEN

El proyecto tiene como objetivo evaluar distintas herramientas FLOSS, definir una arquitectura de software para el desarrollo de aplicaciones Web y realizar un desarrollo aplicando las herramientas y arquitectura seleccionada.

Actualmente existen varios proyectos de ley que fomentan la utilización de herramientas FLOSS en entes estatales. Por otro lado otras instituciones de investigación científica han priorizado el uso de este tipo de herramientas [1]. Siguiendo este lineamiento, nuestra intención es utilizar las mismas en el desarrollo de aplicaciones que el CENPAT necesita informatizar.

1. INTRODUCCION

A la hora de abordar este proyecto, nos propusimos dar solución a un problema concreto: informatizar el sistema de licencias del personal. El incremento del personal en los últimos años y la complejidad de las leyes laborales hacen muy difícil llevar un control efectivo en forma manual. Por otro lado, resulta muy laborioso generar informes en tiempo y forma acerca del estado de los empleados.

A los efectos de atender a las necesidades más urgentes de la organización, se decidió dividir el proyecto en dos etapas:

Etapa 1: Desarrollar un sistema Web accesible a través de la Intranet que permita: Automatizar el registro de información y su validación de acuerdo a las leyes vigentes³. Consultar datos personales y de personas a cargo. Generar informes. En todos los casos se habilitará el acceso al mismo de acuerdo al rol que ocupa el usuario en la organización.

Etapa 2: Extender la funcionalidad del sistema para: Habilitar el pedido de licencias a través del sistema y desarrollar su *workflow* de autorizaciones. Exportar datos a distintos formatos compatibles con paquetes Office. Agregar componentes de seguridad y permitir su acceso desde Internet.

Actualmente está completa la primera etapa del proyecto, encontrándose el sistema en producción. Este año está planificado avanzar en la segunda etapa del mismo.

¹ Free/Libre Open Source Software

² Centro Nacional Patagonico

³ Decreto N° 3413/79 y modificatorias del CONICET

2. PROYECTO

2.1 Características Generales

Dada las características del proyecto se desarrolló una aplicación Web usando tecnología J2EE 5 [4,9]. La misma se encuentra instalada en un servidor Linux. Como servidor de aplicaciones usamos Tomcat [19] y como servidor de base de datos MySql [18]. Los clientes acceden a la aplicación desde un browser (Firefox, IE) a través de la Intranet.

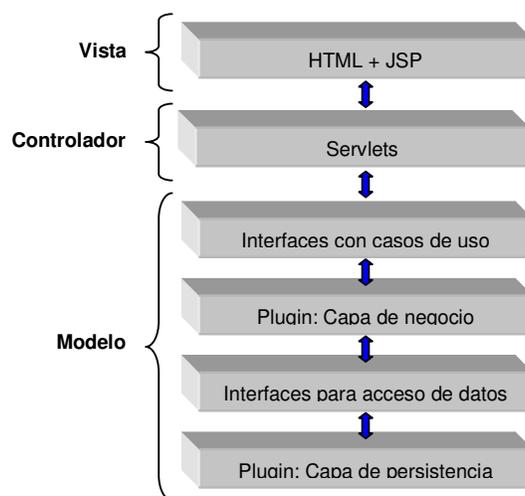
La aplicación fue diseñada siguiendo la arquitectura que fijan los patrones Modelo-Vista-Controlador (MVC) y Capas (Layers) [2,3]. El objetivo principal de esta arquitectura es separar las distintas capas de desarrollo facilitando el mantenimiento y la evolución de las aplicaciones.

Para la capa de presentación (la vista) se eligió el framework JavaServer Faces (JSF) [5,6] que permite la elaboración de pantallas, mapeo entre los formularios y sus clases en el servidor, validación, conversión, gestión de errores, internacionalización e incluir componentes más complejos.

La capa controlador esta implementada utilizando Faces Servlet que provee JSF, que mediante un archivo XML permite su configuración.

Para las capas de negocio y persistencia se optó por una solución basada en servicios. La persistencia de clases se sustenta en DAO⁴, que mantiene aislada la capa de persistencia de la capa de negocio. Ambas capas se implementaron usando POJO⁵, clases simples de Java sin dependencias de ningún framework. Para la capa de persistencia se utilizó Hibernate[7] como herramienta de mapeo objeto-relacional.

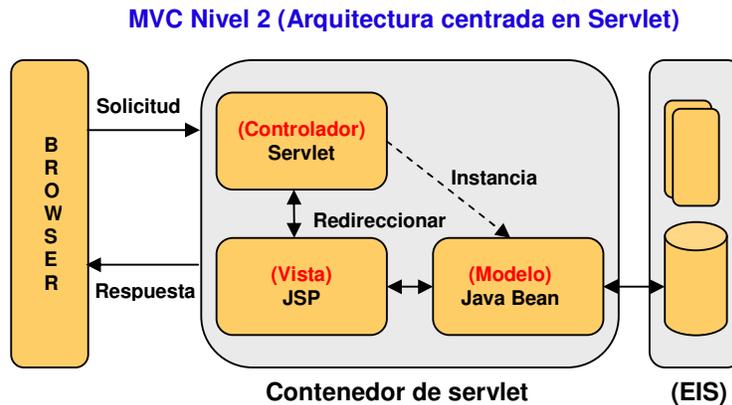
Capas de una aplicación Web Java EE: MVC + Capas



⁴ Data Access Object

⁵ Plain Old Java Object

Se utilizó MVC nivel 2, en esta versión la arquitectura esta centrada en servlets. Las solicitudes se pasan desde el browser del cliente al controlador (que es un servlet). El controlador decide a que vista (JSP⁶) se pasará la petición. La vista invoca a métodos en el modelo (Java Bean), que pueden acceder a la capa EIS⁷ y devuelve el objeto de respuesta al contenedor Web para que éste lo pase al browser del cliente.



2.2 Herramientas empleadas

J2EE 5: (Java 2 Enterprise Edition) plataforma de programación para desarrollar y ejecutar software de aplicaciones en Lenguaje de programación Java. Proporciona un potente conjunto de APIs que reduce el tiempo y la complejidad del desarrollo y mejora el rendimiento de las aplicaciones. [9].

JavaServer Faces: estándar presentado por Sun para el desarrollo de la capa de presentación Web. Forma parte de la especificación J2EE 5 [10].

MyFaces: proyecto de la fundación Apache que ofrece una implementación en código abierto de JavaServer Faces y un amplio conjunto de componentes adicionales. En nuestro caso utilizamos componentes de Tomahawk [11].

Hibernate: motor de persistencia de código abierto. Permite mapear un modelo de clases a un modelo relacional sin imponer ningún tipo de restricción en ambos diseños [12].

C3P0: permite establecer un pool de conexiones de código abierto. Fácil de emplear y configurar con Hibernate [13].

Log4J: permite gestionar todos los aspectos de los logs. Utilizado en el desarrollo para debug código y en producción para registrar accesos y modificaciones de datos para su posterior auditoria [14].

JUnit: Estándar en Java en código abierto para la creación de tests unitarios [15].

JasperReports: herramienta para la creación de informes [8, 16], utilizada junto con iReports, front-end gráfico que facilita la edición de los mismos [17].

⁶ Java Server Pages

⁷ Executive Information System

MySQL: sistema de gestión de base de datos relacional junto con herramientas GUI⁸ tales como MySQL Administrador y MySQL QueryBrowser para facilitar las tareas de administración de la misma. Se utilizó el driver MySQL Connector/J para la conexión de Java con MySQL [18].

Tomcat: servidor web con soporte de servlets y JSPs. Incluye el compilador Jasper, que compila JSPs convirtiéndolas en servlets [19].

Eclipse: plataforma de desarrollo de software. Este IDE permite adicionar módulos (plugin) que extiende su funcionalidad, integra y facilita el desarrollo de las aplicaciones [20].

2.3 Problemas durante el desarrollo

La utilización de Hibernate nos llevo a modificar el diseño de la base de datos a los efectos de controlar la concurrencia y mejorar su eficiencia.

El driver para conexiones que provee Hibernate funcionó adecuadamente en la fase de desarrollo pero trajo problemas de conexión cuando la aplicación se puso en producción. La utilización de C3P0 solucionó estos inconvenientes.

Para la utilización de componentes Tomahawk se necesita incluir un filtro, Extensions Filter, en el web.xml de la aplicación, el mismo trae conflicto en la visualización de los reportes PDF, generados por JasperReports, en el navegador. Para solucionar este problema fue necesario incluir un servlet que se ejecuta por fuera de las especificaciones de JavaServer Faces.

Se encontraron bugs en componentes Tomahawk, muchos de los cuales ya están solucionados en nuevas versiones, para ello no solo hubo que actualizar varias bibliotecas de las clases que utiliza sino también migrar a nuevas versiones varias de las herramientas que comparten estas bibliotecas.

2.4 Resultados del Proyecto

Se logro seleccionar un conjunto de herramientas que satisfacen los requerimientos necesarios para el desarrollo de sistemas de información Web de pequeña y mediana envergadura.

Se definió un modelo de arquitectura por capas que facilitan el mantenimiento y evolución de las aplicaciones.

Se construyó un conjunto de componentes aplicables a desarrollos de características similares.

Se implementó la primera etapa del proyecto con un grado razonable de productividad.

Se adquirió conocimientos y experiencia en el uso de este tipo de herramientas que estamos volcando en la tutoría de alumnos que están trabajando en su tesina de la Licenciatura en Informática en la UNPSJB⁹.

⁸ Graphical User Interface

⁹ Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco

3. CONCLUSIONES

En la actualidad encontramos una amplia variedad de herramientas FLOSS que cubren todas las fases de desarrollo de un sistema de información Web.

Muchas de ellas están desarrolladas por grupos muy activos que permanentemente mejoran y corrigen bugs en nuevas versiones.

La falta de soporte técnico se ve largamente compensada por una amplia comunidad de desarrolladores que participan en foros y proponen soluciones a inquietudes y problemas que se presentan.

La integración entre las mismas no siempre es la mejor, al igual que su facilidad de uso. Tareas que en otros productos comerciales se realizan con wizards o potentes editores visuales, en estas herramientas hay que hacerlo a mano o con editores rudimentarios. Si bien esto implica un esfuerzo adicional para el desarrollador, no afecta a la calidad final del producto obtenido y es muy probable que nuevas versiones de estas herramientas cubran estas falencias.

Los resultados hasta aquí obtenidos nos alientan a seguir utilizando estas herramientas e investigar otras (tales como Spring, Maven, etc.) para completar este proyecto y encarar futuros desarrollos de mayor envergadura.

Referencias:

- [1] Clara Cala Rivero, Ángel L. Rodríguez Alcalde, José Ángel Barroso - Reflexiones sobre el Framework de desarrollo del Consejo Superior de Investigaciones Científicas – CSIC España 2006
- [2] Juan Raposo Santiago - Introducción al Desarrollo de Aplicaciones Empresariales - Universidade Da Coruña, Departamento de Tecnoloxías da Información e as Comunicacóns (TIC) - 2007
- [3] Juan Medín Piñeiro, Antonio García Figueras – Comunicación 209 - Hacia una arquitectura con JavaServer Faces, Spring, Hibernate y otros frameworks - Jornadas sobre Tecnologías de la Información para la Modernización de las Administraciones Públicas (TECNIMAP) – Sevilla 2006
- [4] Eric Jendrock, Jennifer Ball, Debbie Carson, Ian Evans, Scott Fordin, Kim Haase - The Java™ EE 5 Tutorial – Addison Wesley (2006)
- [5] Kito D. Mann - JavaServer Faces in Action – Manning (2007)
- [6] David Geary, Cay Horstmann - Core Javasever Faces - Prentice Hall (2da Ed. 2007)
- [7] Christian Bauer, Gavin King - Java Persistence with Hibernate – Manning (2005)
- [8] David R. Heffelfinger - JasperReports for Java Developers – Packt (2006)

Referencias Web:

- [9] Java EE at a Glance. <http://java.sun.com/javae/>
- [10] JavaServer Faces Technology. <http://java.sun.com/javae/javaxserverfaces/>
- [11] The Apache MyFaces Project. <http://myfaces.apache.org/>
- [12] Relational Persistence for Java and .NET. <http://www.hibernate.org/>
- [13] c3p0:JDBC DataSources/Resource Pools. <http://sourceforge.net/projects/c3p0>
- [14] Logging Services. <http://logging.apache.org/log4j/>
- [15] JUnit. framework to write repeatable tests. <http://junit.sourceforge.net/>
- [16] Embeddable open source Java reporting library. http://www.jasperforge.org/jaspersoft/opensource/business_intelligence/jasperreports/
- [17] An open source graphical report designer for JasperReports. http://www.jasperforge.org/jaspersoft/opensource/business_intelligence/ireport/
- [18] MySQL. The world's most popular open source database. <http://www.mysql.com/>
- [19] Apache Tomcat. <http://tomcat.apache.org/>
- [20] Eclipse - an open development platform. <http://www.eclipse.org/>

Imputación de datos con operador OWA de la mayoría

Oscar A. Vallejos
Mgter. en Informática y Computación
Profesor Adjunto
ovallejos@exa.unne.edu.ar

María E. Valesani
Mgter. en Informática y Computación
Profesor Adjunto
evalesani@exa.unne.edu.ar

Oswaldo P. Quintana
Experto en Estadística y Computación
Docente
oquin@mecon.indec.gov.ar

Universidad Nacional del Nordeste
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura
Dpto. de Informática
9 de Julio 1449
(3400) Corrientes, Argentina
(03783)-15-679884; (03783)-15-405117

Resumen

El presente trabajo tiene por objeto profundizar en la temática de la imputación de datos faltantes en base de datos con operadores de la mayoría MA-OWA, como técnica de imputación.

Se parte de una base de datos completa simulando pérdida de datos en distintos porcentuales. Se aplicó el operador OWA de la mayoría para su evaluación.

El trabajo se estructura de la siguiente manera: 1) introducción a la teoría de imputación de datos, 2) diseño del método MA OWA; 3) descripción del experimento y análisis de los resultados; 4) conclusión; 5) por último se señala la referencia bibliográfica que a permitido el conocimiento del arte al respecto.

Palabras claves: ma owa, imputación, operador de mayoría

Abstract

The present work takes as an object to study in depth the subject-matter of the imputation of data missing database with operators of the majority MA-OWA, as skill of imputation.

It breaks of a finished database simulating loss of information in different percentage. There applied the operator OWA of the majority for his evaluation.

The work is structured of the following way: 1) introduction to the theory of imputation of information; 2) design of the method MA OWA; 3) description of the experiment and analysis of the results; 4) conclusions; 5) finally it indicates to itself the reference bibliography that to allowed the knowledge of the art.

Word key: ma owa, imputation, operators of majority

1. Introducción a la imputación de datos

Es muy frecuente encontrar por diferentes motivos, datos ausentes o *data missing* en bases de datos [3] [5].

La imputación de datos puede ser considerada como la etapa final de un proceso de depuración de datos, ya sea por datos faltantes o valores cuyas reglas de edición han sido fallidas y serán reemplazados por valores aceptables conocidos.

La razón principal para realizar imputaciones es obtener un conjunto de datos completos y consistente al cual se le pueda aplicar las técnicas de estadística clásicas o inclusive se puede aplicar algún tipo de minería de datos.

Para la implementación de imputación de datos se recibe de la etapa anterior un fichero con ciertos campos marcados como "faltantes" ó "borrados" o "fuzzy" en la fase de edición por no cumplir algunas reglas propuestas. La imputación nos permitirá obtener un fichero completo. [5]

Encontrar el mejor método de imputación, o el más eficiente, es una tarea importante ya que se puede cometer errores en las imputaciones de datos individuales, e inclusive, pueden aparecer aumentados al realizar estadísticas agregadas. Por lo tanto se puede entender que es razonable estudiar métodos de imputación que conserven características de la variable como pueden ser: preservación de la distribución real del contenido de la variable, su relación con el resto de variables en estudio, etc.

A medida que crece el campo de la investigación sobre la temática de imputación es que se hace muy necesaria una comparación entre los distintos métodos vigentes en la actualidad. Este trabajo incorpora la técnica de operadores de agregación de la mayoría [4] como método de imputación.

El presente trabajo quiere tratar de acercarse a una medida de similitud entre la tabla original y la tabla imputada de forma tal de determinar la eficiencia de los operadores MA-OWA [2] [4].

2. Operadores MA-OWA

Una de esas variantes son los operadores OWA de la mayoría. Que evidentemente entendemos que puede ser un buen método para la imputación de datos faltantes y como mencionábamos en el resumen del presente trabajo, trataremos de demostrar, esta afirmación.

Como se muestra, el operador MA-OWA se define como:

$$F_{MA}(a_1, a_2, \dots, a_n) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot b_i = \sum_{i=1}^n f_i(b_1, b_2, \dots, b_n) \cdot b_i$$

donde $w_i \in [0,1]$ con $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ y b_i es el i -ésimo elemento de a_1, \dots, a_n ordenado en orden ascendente según las cardinalidades.

Los pesos del operador MA-OWA se calculan como sigue.

Sea δ_i la cardinalidad del elemento i con $\delta_i > 0$, entonces: $w_i = f_i(b_1, \dots, b_n)$ [2]

Los operadores de mayoría realizan la agregación en función del elemento δ_i que mide, de forma general, la importancia del elemento i a través de su cardinalidad. En los

procesos de mayoría se considera la formación de grupos de discusión o de mayoría en función de sus similitudes o distancias entre las opiniones de los expertos, considerándose dentro del mismo grupo todos aquellos valores con un mínimo de separación. Como se observa, la forma de cálculo del valor δ_i es independiente de la definición de los operadores de mayoría. En este trabajo, la cardinalidad se calcula usando la siguiente función de distancia:

$$dist(a_i, a_j) = \begin{cases} 0 & \text{otro caso} \\ 1 & \text{if } |a_i - a_j| \leq x \end{cases}$$

Por lo que la cardinalidad del elemento a_i es

$$\delta_i = \sum_{j=1}^n dist(a_i, a_j)$$

Donde el valor x modeliza el tamaño de cada grupo. Socialmente este grado se corresponde con la flexibilidad de los decisores para agruparse y reforzar sus opiniones.

Normalización de mayoría

En los operadores de mayoría cuantificada la cardinalidad total de los elementos y de cada uno de los grupos de mayorías se ve modificada por el cuantificador, por ello, los nuevos pesos cuantificados deberán modificarse para ser normalizados ya que se debe seguir cumpliendo la propiedad

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Esta modificación se denomina normalización de mayoría y usa la suma de los valores del cuantificador como nueva cardinalidad, incrementando los pesos en la proporción expresada por dichos valores, de esta forma se obtiene una normalización cuantificada. La definición formal de la normalización de mayoría es la siguiente:

Sea (w_1, w_2, \dots, w_n) y (q_1, q_2, \dots, q_n) donde $0 \leq q_i \leq 1$ y, $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ además se establece,

$$\rho = \sum_{i=1}^n w_i \cdot q_i \leq 1$$

Si $\varepsilon = 1 - \rho$, entonces $\varepsilon / \sum_{i=1}^n q_i$ es la cantidad a ser añadida a cada elemento en la cantidad expresada por q_i . Luego la normalización de mayoría es:

$$\sum_{i=1}^n (w_i \cdot b_i + \frac{\varepsilon}{\sum_{i=1}^n q_i} \cdot q_i) = 1$$

Como se observa en su definición, esta nueva normalización de mayoría modifica cada peso incrementándolo en función del cuantificador usado en cada caso con respecto a los demás elementos cuantificados, añadiendo, en función de este valor, a cada peso la

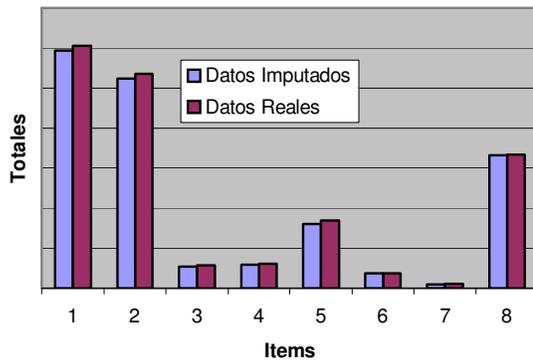
cantidad ϵ que corresponda. De esta forma se puede obtener una normalización que se integra en el proceso de agregación. La normalización clásica, por ejemplo, realiza el reajuste de los pesos considerando únicamente el tamaño del peso sin normalizar con respecto al tamaño total del conjunto que se desea normalizar, de esta forma se favorecen a aquellos elementos con mayor valor inicial en lugar de favorecer a aquellos que se han cuantificado más favorablemente (independientemente de su valor inicial).

3. Descripción del experimento

La base de datos tomada para el mencionado trabajo, tiene la característica general de poseer variables numéricas continuas y discretas. El tamaño de la muestra elegido para el experimento fue de 9 ítems o variables y 5.385 instancias. De los ítems, el 2, 3 y 9 corresponden a datos numéricos con decimales y son cifras mayores con respecto al resto. Los demás ítems corresponden a tipos de variables continuas.

Se practicó y registró la imputación a las bases de datos con distintos porcentajes de ausentismo. Se compararon y analizaron resultados, errores, distancias. [6]

Por la naturaleza de los datos, la imputación con este operador se comporto de forma mas que aceptable, tal como se muestra en la Figura 1, donde refleja el resultado de la imputación con el 5% de datos faltantes



habiendo una distancia mínima entre los datos imputados y los datos reales.

Al conocer la filosofía del método (que tiene en cuenta la opinión de la mayoría y minoría), y dado que los datos tienen un rango de variación muy grande para algunos ítems, el MA OWA se comporto estable y con un error relativo aceptable.

Figura 1: Comparación de totales de datos reales e imputados por ítems para el 5% de datos faltantes

Se experimento la imputación con distintos porcentajes de datos faltantes del 5 al 30% [6]. Analizamos los resultados con el 30% y como refleja la Figura 2 el método se comportó con un error por debajo del 10% en el 40% de los ítems; y con un error aproximado del 20% en los ítems restantes. Se observó que el MA OWA para un porcentaje de datos faltantes elevado (30%), los errores son aceptables en relación al porcentaje de datos ausentes. El desvío estándar se mantuvo estable.

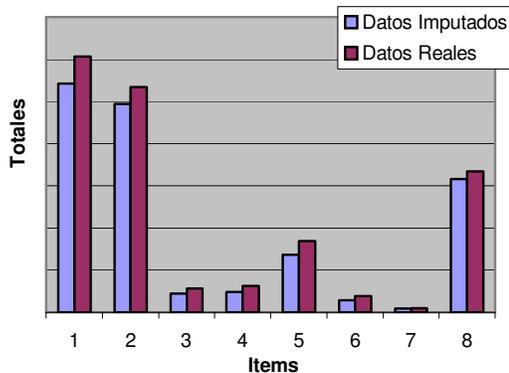


Figura 2: Comparación de totales de datos reales e imputados por ítems para el 30% de datos faltantes

En los casos de imputación numérica con decimales, el MA OWA alcanza su mejor performance.

5. Conclusiones

Como lo planteamos al principio, se hace difícil determinar cual es mejor método de imputación, o el más eficiente. Pero atendiendo a consideraciones que plantean diferentes autores sobre los métodos de imputación que conserven características de la variable como: preservación de la distribución real del contenido, su relación con el resto, tipo de variable que estemos tratando, comportamiento de los datos faltantes, etc., hemos concluido con un estudio exhaustivo sobre la imputación utilizando como método el operador MA-OWA.

Se ha incorporado, como un nuevo o posible método de imputación a este operador, dado que se ha comprobado que el método utilizado no ha generado errores adicionales, no se han alterados los números de atributos ni de instancias y la distribución de la frecuencia de las variables se mantuvo constante así como su desvío estándar.

El presente trabajo aporta un resultado exitoso de imputación con operador de la mayoría obteniendo un buen impacto en la calidad de los resultados. Habrá que continuar en esta línea de acción buscando la excelencia en métodos de imputación con otras técnicas como ser redes neuronales, algoritmos genéticos, u otras como es el estudio para ensayar la mejor representatividad de los operadores OWA y MA OWA, con la utilización de otros *ornes* para la obtención de los pesos.

5. Referencias

- [1] J.I. Pelaez, J.M. Doña. Majority additive-ordered weighting averaging: a new neat ordered weighting averaging operators based on the majority process. *International Journal of Intelligent Systems*. 18(4):469- 481 (2003).
- [2] J.I. Pelaez, J.M. Doña, D. La Red. Analysis of the majority process in group decision making process, in Proceedings 9th International Conference on Fuzzy Theory and Technology. North Carolina, USA. Pp.155- 159 (2003).
- [3] Yang C. Yuan. *Multiple Imputation for Missing Data: Concepts and New Development.*, SAS Institute Inc., Rockville, MD. P267-25
- [4] Peláez J.I. Doña J.M. Mesas A. D. L. La Red *Opinión de mayoría en toma de decisión en grupo mediante el operador QMA-OWA*. Dpto. Lenguajes y Ciencias de la Computación E.T.S.I. Informática. Campus de Teatinos. Universidad de Málaga. 29071. Spain
- [5] Little, R. & Rubin, D. B. (2002), *Statistical Analysis with Missing Data*, 2 edn, John Wiley & Sons.
- [6] Doña, J. M., Quintana, O. P., Valesani, M.E., Vallejos O.A. *Analysis of aggregation methods in incomplete database system* IPMU 2008

MEJORANDO EL NIVEL SEMÁNTICO DEL LÉXICO EXTENDIDO DEL LENGUAJE

Marcela Ridaó ⁽¹⁾ Jorge H. Doorn ⁽¹⁾⁽²⁾

(1) INTIA, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina

(2) Universidad Nacional de La Matanza, Argentina

Tel/Fax: 54-2293-439681

e-mail: {mridao, jdoorn}@exa.unicen.edu.ar

RESUMEN

La Ingeniería de Requisitos provee métodos, técnicas y herramientas para ayudar a los ingenieros a elicitar y especificar requisitos. El uso de glosarios se ha difundido en el ámbito de la Ingeniería de Requisitos en los últimos años, tanto en la práctica como en la investigación. Por otra parte, se trata de una práctica común en otras actividades del desarrollo de software. En este proyecto se pretende analizar un modelo específico de glosario: el Léxico Extendido del Lenguaje con el fin de detectar mayor información que la que puede obtenerse de su mera lectura. Se pretende encontrar agrupamientos de símbolos que representen áreas relevantes dentro de un Universo de Discurso.

INTRODUCCIÓN

Entender y elicitar las necesidades de los clientes-usuarios es una difícil tarea a la que deben enfrentarse habitualmente los desarrolladores de software. Cuanto más complejo es el contexto del problema, más difícil se hace la elicitación de los requisitos de software. A menudo, los ingenieros de requisitos deben convertirse casi en expertos en el dominio del problema durante la adquisición de conocimiento del contexto de la aplicación.

Uno de los objetivos de la Ingeniería de Requisitos (IR) es sistematizar el proceso de definición de requisitos [1] [2] [3] [4]. Para ello, se proponen cuatro actividades principales: elicitación, análisis, validación y comunicación de las necesidades, expectativas y restricciones de los clientes. Existe una actividad posterior a la definición de los requisitos del software, que se encarga de la administración de los cambios en los requisitos y la aparición de nuevos requisitos durante y después del proceso de desarrollo de software.

Debido a que, tanto los ingenieros de requisitos como los clientes-usuarios deben participar y colaborar para la definición de los requisitos de software, se hace necesario ganar un compromiso entre ambas partes. Para ello, muchos autores recomiendan el uso de modelos basados en lenguaje natural, que facilita la comunicación entre todos los involucrados en esta etapa del proceso de desarrollo de software.

Sin embargo, las representaciones basadas en lenguaje natural tienen un problema inevitable: la ambigüedad [5] [6]. Una especificación de requisitos ambigua puede llevar a dos o más implementados a interpretaciones diferentes y, en consecuencia, a códigos diferentes. Este problema se ve exacerbado si, por alguna razón, el o los autores de la especificación no están disponibles cuando los requisitos son interpretados durante la implementación. Esto es bastante común dado que los ingenieros de requisitos responsables de una especificación suelen dedicarse a proyectos diferentes y puede suceder que no estén disponibles para ser consultados por los implementadores [7].

La IEEE, en su norma Std 830-1998 señala que una especificación de requisitos será no ambigua si, y solo si, cada requisito tiene una única interpretación. Como mínimo, esto requiere que cada característica del producto de software sea descripta usando un único término. En los casos donde un término usado en un contexto particular podría tener múltiples significados, el término

debería ser incluido en un glosario donde su significado sea claramente especificado [8].

La construcción de un vocabulario que capture la jerga usada por los expertos del dominio ha sido propuesta por distintos autores [9] [10]. De hecho, varias experiencias han mostrado que un glosario del vocabulario de los clientes-usuarios es, en si mismo, una fuente de información para elicitar información del Universo de Discurso (UdeD) [11] [12] [13] [14] [15].

En este trabajo, se analizará el modelo particular de glosario utilizado: Léxico Extendido del Lenguaje (LEL). En la próxima sección, se presenta el modelo del LEL describiendo sus elementos y propiedades. Luego, se incluye una sección donde se presentan las hipótesis de este proyecto, así como las ideas iniciales para abordar el tema propuesto, arribándose a algunas conclusiones preliminares.

LEL: LÉXICO EXTENDIDO DEL LENGUAJE

El Léxico Extendido del Lenguaje es una representación de los símbolos del lenguaje del dominio del problema, que intenta capturar el vocabulario de una aplicación. Su objetivo principal es que el ingeniero de requisitos conozca el lenguaje que habla el usuario, entendiendo los términos que utiliza, sin preocuparse por entender el problema [16] [17].

El LEL involucra la denotación y la connotación de cada símbolo descubierto como una palabra o frase relevante al dominio de la aplicación. El propósito de la construcción del léxico no sólo es habilitar una buena comunicación y acuerdo entre los clientes/usuarios y el equipo de ingeniería sino también facilitar la construcción de escenarios y ayudar a su descripción, facilitando la validación.

Este léxico se construye utilizando lenguaje natural y está compuesto, en primera instancia, por símbolos que pueden ser objetos activos o Sujetos (realizan acciones), objetos pasivos u Objetos (las acciones se realizan sobre ellos), Verbos (acciones del sistema) y Estados significativos del sistema [18].

Cada símbolo en el léxico tiene uno o más nombres o frases que lo identifican y dos tipos de descripciones, la noción y el impacto. La noción describe la denotación de la palabra o frase. Indica quién, cuándo ocurre, qué procesos involucra, qué significado tiene el símbolo, etc. El impacto describe la connotación del símbolo, es decir, su repercusión en el sistema. Esta descripción puede contener acciones que se ejecutan sobre otros objetos o que se aplican al que se está describiendo, situaciones derivadas de la que se está definiendo, etc. Cada entrada puede contener una o más nociones y uno o más impactos.

En la descripción de los símbolos deben cumplirse simultáneamente dos reglas básicas:

Principio de circularidad: en la descripción de la noción o impacto de los símbolos se debe maximizar el uso de otros símbolos del léxico. De esta manera, el conjunto de símbolos determina una red, que permite representar al LEL mediante un hipertexto que puede ser navegado para conocer todo el vocabulario del problema.

Principio del vocabulario mínimo: se debe minimizar el uso de símbolos externos al lenguaje de la aplicación. De este modo, se acota el lenguaje al menor conjunto de símbolos posible. Si se utilizan símbolos externos, éstos deben pertenecer al vocabulario básico del lenguaje natural que se está utilizando.

A continuación se presenta el modelo utilizado para representar los símbolos del LEL:

<p>LEL: Representación de los símbolos en el lenguaje del dominio de la aplicación Sintaxis: $\{\text{Símbolo}\}_1^N$</p>
<p>Símbolo: Entrada del léxico que tiene un significado especial en el dominio de la aplicación Sintaxis: $\{\text{Nombre}\}_1^N + \{\text{Noción}\}_1^N + \{\text{Impacto}\}_1^N$</p>
<p>Nombre: Identificación del símbolo. Más de uno representa sinónimos Sintaxis: Palabra Frase</p>
<p>Noción: Denotación del símbolo. Debe ser expresado usando referencias a otros símbolos y usando un vocabulario mínimo Sintaxis: Sentencia</p>
<p>Impacto: Connotación del símbolo. Debe ser expresado usando referencias a otros símbolos y usando un vocabulario mínimo Sintaxis: Sentencia</p>

Figura 1 – Modelo del Léxico Extendido del Lenguaje

donde:

Sentencia está compuesto por Símbolos y No-Símbolos pertenecientes al vocabulario mínimo,
+ significa composición,
{x} significa cero o más ocurrencias de x,
() es usado para agrupamiento,
| significa or, y
[x] significa que x es opcional

RESULTADOS ESPERADOS

Durante la realización de casos prácticos en los que se ha construido un LEL parece ocurrir que hay símbolos más vinculados a los restantes, ya sea por contener muchas referencias a otros símbolos, o por ser referenciados muchas veces por los demás.

Intuitivamente, se puede suponer que si el Universo de Discurso contiene distintas áreas de interés, fragmentos de la organización o subprocesos diferenciados, entonces se debería esperar cierto grado de acoplamiento mayor entre términos que describen sujetos, objetos, verbos o estados de un fragmento determinado que entre los términos correspondientes a áreas diferentes.

La teoría de grafos ha sido profusamente utilizada para visualizar, modelar y detectar este tipo de fenómenos en redes de diferente naturaleza [19].

Por lo anterior, este proyecto tiene como hipótesis central la suposición que a partir del análisis del grafo construido a partir del LEL, tomando como nodos los símbolos, y como arcos las referencias entre ellos, se podrá detectar alguna de las propiedades antes mencionadas, tales como símbolos muy relevantes, áreas de interés, subconjuntos destacados entre otras posibles.

Se plantea construir los grafos asociados a varios LEL correspondientes a diferentes casos y

estudiar los mismos utilizando las diferentes herramientas provistas por la teoría de grafos.

Obviamente, en caso de detectarse singularidades o estructuras destacadas en el grafo, se retornará al UdeD correspondiente para calibrar el grado de predictibilidad que estas estructuras tienen sobre aspectos semánticos ocultos total o parcialmente en las fuentes de información.

Se aspira lograr una definición de **cluster** dentro del grafo que representa los símbolos del LEL y las relaciones entre ellos, que permita detectar grupos de símbolos que representen áreas destacadas dentro del UdeD. Por un lado, se analizarán clusters basados en las distancias entre los nodos, y por otro se considerará la conectividad entre ellos.

En este estado del proyecto, se entiende por **distancia** entre dos nodos A y B el número de arcos que se recorren para llegar del nodo A al nodo B. Por ejemplo, en la figura 2, se presentan 4 nodos representando símbolos correspondientes al caso de estudio “Plan de Ahorro y Préstamo para la adquisición de automóviles 0 km.” [20]. El nodo correspondiente al símbolo Adherente tiene una distancia 3 al nodo correspondiente al símbolo Adjudicatario.

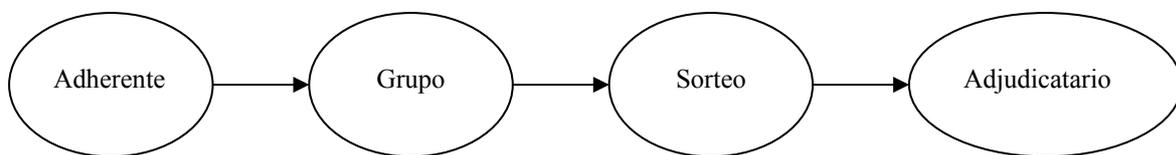


Figura 2 – Distancia entre nodos

Del mismo modo, se llamará **conectividad** al número de caminos independientes entre dos nodos.

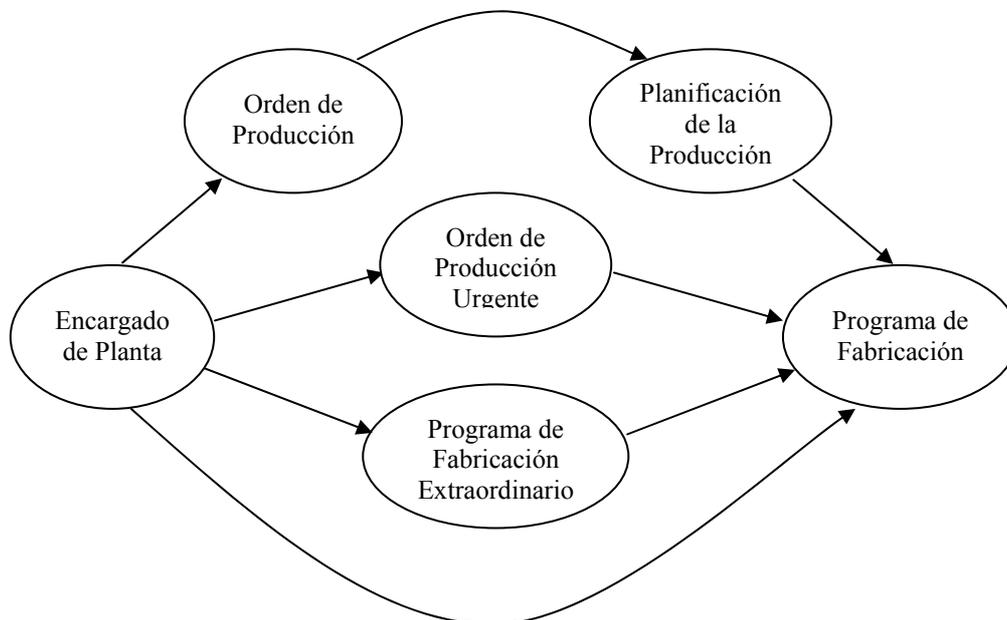


Figura 3 – Conectividad entre nodos

En la figura 3 se presenta un ejemplo donde los nodos representan símbolos correspondientes al caso de estudio “Producción de Cajas de Cartón Corrugado” [21]. En este ejemplo, la conectividad entre los nodos Encargado de Planta y Programa de Fabricación es 4, ya que existen cuatro caminos independientes desde un nodo al otro.

Se presume que, si se encuentran diferentes clusters que agrupen nodos ya sea por distancia, o por conectividad, cada uno de estos clusters podría estar señalando un área de interés dentro del

Universo de Discurso bajo estudio.

También se espera encontrar una semántica dentro del UdeD cuando dos clusters de conectividad diferente se agrupen de tal manera que el de mayor conectividad sea un subconjunto propio del de menor conectividad. Esto ya ha sido observado en casos reales.

CONCLUSIONES

Los estudios preliminares ya realizados resultan promisorios, ya que se han encontrado regularidades en las estructuras de conectividad de los símbolos de los léxicos extendidos del lenguaje.

Se planifica utilizar los algoritmos conocidos para el caso de distancias y desarrollar algoritmos específicos para el cálculo de conectividades y otras eventuales nociones de agrupamiento.

REFERENCIAS

- [1] Maculay, L. (1993). Requirements Capture as a Cooperative Activity. Proceedings of IEEE International Symposium on Requirement Engineering. IEEE Computer Society Press, San Diego, Ca. 174-181.
- [2] Reubenstein, H. B., Waters, R.C. (1991). The requirements apprentice: Automated assistance for requirements acquisition. IEEE Transaction on Software Engineering, 17 (3), 226-240.
- [3] Jacobson, Y., Christerson, M., Jonsson, P., Overgaard, G. (1992). Object-Oriented Software Engineering – A Use Case Driven Approach. Addison Wesley, Reading, MA, ACM Press, New York.
- [4] Bubenko, J.A., Wrangler, B. (1993). Objective driven capture of business rules and information systems requirements. Proceedings de IEEE Conference on Systems, Man and Cybernetics.
- [5] Jackson, M. (1995). Software Requirements & Specifications. A lexicon of practice, principles and prejudices. Addison Wesley, ACM Press.
- [6] Sommerville, I. (2001), Software Engineering. Reading, MA: Addison Wesley, 6th Edition.
- [7] Berry, D.M., Kamsties, E. (2004) Ambiguity in Requirements Specification. In Leite, J.S.C.P., Doorn, J.H (Eds.) Perspectives on Software Requirements. Kluwer Academic Press. 7-44.
- [8] IEEE Std 830-1998. IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specification. The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. ISBN 0-7381-0332-2.
- [9] Arango, G., Schafer, W., Prieto, R. (1993) Domain Analysis Methods – Software Reusability. Ellis Horwood Ltd.
- [10] Leite, J.C.S.P., Franco, A.P.M. (1990). O Uso de Hipertexto na Elicitação de Linguagens da Aplicação, Anais de IV Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, SBC, Brazil. 134-149.
- [11] Ben Achour, C., Rolland, C., Maiden, N.A.M., Souveyet, C. (1999). Guiding Use Case Authoring: Results of an Empirical Study. Proceedings International Symposium On Requirements Engineering. IEEE Computer Society Press, Limerick-Ireland. 36-43.
- [12] Rolland, C., Ben Achour, C. (1998). Guiding the construction of textual use case specifications. Data & Knowledge Engineering, 25, 125-160.
- [13] Oberg, R., Probasco, L, Ericsson, M. (1998). Applying Requirements Management with Use Cases. Rational Software Corporation.
- [14] Regnell, B. (1999). Requirements Engineering with Use Cases – a Basis for Software Development, Doctoral Thesis, Department of Communication Systems, Lund University.
- [15] Prakash, S., Aurum, A., Kox, K. (2004). Requirements Engineering Practice in Pharmaceutical and Healthcare Manufacturing. Proceedings of the 11th Asia-Pacific Software Engineering Conference. 402-409.
- [16] Leite, J.C.S.P., Franco, A.P.M. (1993) A Strategy for Conceptual Model Acquisition, IEEE International Symposium on Requirements Engineering, IEEE Computer Society Press. 243-246.
- [17] Leite, J.C.S.P., Rossi, G., Balaguer, F., Maiorana, V., Kaplan, G., Hadad, G., Oliveros, A. (1997). Enhancing a Requirements Baseline with Scenarios, Requirements Engineering Journal, 2(4), , pp. 184-198.
- [18] Leite, J.C.S.P., Doorn, J., Kaplan, K., Hadad, G., Ridao, M. (2004) Defining System Context Using Scenarios. In Leite, J.S.C.P., Doorn, J.H (Eds.) Perspectives on Software Requirements. Kluwer Academic Press. 169-199.
- [19] Basu, A., Blanning, R. W. (2007) Metagraphs and Their Applications. Springer Science+Business Media, LLC.
- [20] Mauco, V., Ridao M., del Fresno, M., Rivero, L., Doorn, J.H. (1997). Ingeniería de Requisitos, Proyecto: Sistema de Planes de Ahorro. Reporte técnico, ISISTAN, UNCPBA, Tandil, Argentina.
- [21] Doorn, J., Ridao, M., Leonardi, C. (2002). Ingeniería de Requisitos, Caso de estudio: Cajas. Trabajo de Cátedra, UNCPBA, Tandil, Argentina

Selección de aplicaciones invocadas por el motor Workflow basada en Servicios Web y reglas de Transformación de Grafos

Paola Martellotto¹ Marcela Daniele¹ Daniel Riesco²

¹ Universidad Nacional de Río Cuarto - Facultad de Ciencias Exactas, Fco-Qcas y Naturales -
Dpto. de Computación - Te/Fax: + 54 (0) 358 – 4676235 - {paola, marcela}@dc.exa.unrc.edu.ar

² Universidad Nacional de San Luis - Dpto de Informática - Te: + 54 (0) 2652 – 424027 driesco@unsl.edu.ar

Resumen

Los Sistemas de Administración de Workflow permiten automatizar la ejecución de los procesos de negocio sobre uno o más motores Workflow. Para lograr su comunicación con las aplicaciones externas, la WfMC definió la Interfaz de Aplicaciones Invocadas, la cual requiere que la información acerca de la aplicación y su invocación sea codificada en tiempo de desarrollo, y no sea posible en tiempo de ejecución acceder a otra aplicación diferente que ofrezca el mismo servicio.

En trabajos anteriores se propuso una alternativa para optimizar la comunicación del motor workflow con las aplicaciones externas, permitiendo invocar una aplicación a partir de los servicios web disponibles que satisfacen su requerimiento. Pero UDDI, protocolo utilizado para registrar y localizar los servicios web, presenta algunos inconvenientes al momento de seleccionar un servicio, ya que el registro del mismo no tiene en cuenta su semántica, dificultando así el descubrimiento de más de un servicio que satisface un mismo requerimiento.

Este trabajo propone utilizar reglas de transformación de grafos para especificar los servicios web y optimizar la selección de la aplicación más adecuada, según lo determine el motor Workflow cuando realiza la invocación. Las reglas de transformación de grafos permiten obtener una especificación semántica precisa de un servicio web, y establecer una correspondencia entre los requerimientos del usuario y los servicios web disponibles.

Palabras Clave: Workflow, Modelo de Referencia de Workflow, Interfaz de Aplicaciones Invocadas, Servicios Web, Reglas de Transformación de Grafos

1. Introducción

Los Sistemas de Administración de Workflow describen y automatizan los procesos de negocio de una organización. La WfMC (Workflow Management Coalition) define el Modelo de Referencia de Workflow [3] especificando cinco interfaces, que permiten a las aplicaciones del Workflow la comunicación a distintos niveles. En particular, la Interfaz de las Aplicaciones Invocadas [4] se define para la invocación de las aplicaciones externas, y requiere conocer la información acerca de la aplicación y su invocación en tiempo de desarrollo. Por esta razón, se hace imposible en tiempo de ejecución acceder a otra aplicación diferente que ofrezca el mismo servicio.

Los Servicios Web son aplicaciones auto-contenidas, auto-descritas que pueden ser publicadas, localizadas e invocadas a través de la Web, sin la necesidad de conocer la ubicación exacta de los mismos [1]. Con el propósito de mejorar la selección de aplicaciones en tiempo de ejecución, en [5] se plantea una especificación de la Interfaz de Aplicaciones de Clientes utilizando Servicios Web, con el objetivo de que el usuario del Workflow no necesite conocer la ubicación de la aplicación que desea invocar, y que cualquier aplicación pueda cambiar su ubicación en la red sin que esto implique ningún cambio en su invocación.

En la actualidad, se utiliza el protocolo UDDI (Universal Description, Discovery and Integration) [2] para registrar y localizar los servicios web. Este protocolo requiere la descripción de la aplicación o servicio concreto que se quiere invocar y si hay más de una aplicación que brinda el mismo servicio, es necesario definir en tiempo de desarrollo cual se invocará.

En este trabajo, el estudio está centrado en permitir que el motor Workflow pueda seleccionar la aplicación más adecuada a su requerimiento, de entre varias que ofrecen el mismo servicio. Se propone optimizar esta selección de servicios usando reglas de Transformación de Grafos [12].

Las reglas de transformación de grafos permiten proveer una especificación semántica precisa de un servicio web, y establecer una correspondencia entre los requerimientos del usuario y los servicios web disponibles, facilitando así su descubrimiento automático, en tiempo de ejecución.

2. Antecedentes

Existen diversos trabajos que presentan alternativas para implementar la comunicación del Workflow con las aplicaciones de clientes. En [5] los autores proponen aprovechar los beneficios de los Servicios Web, utilizándolos para especificar las funciones de la Interfaz de las Aplicaciones de Cliente, facilitando la comunicación del Workflow con las aplicaciones. Pero actualmente el descubrimiento y selección de los servicios web presenta algunos inconvenientes dados por el hecho de que el registro de los mismos no tiene en cuenta su semántica, lo cual dificulta encontrar todos los servicios que resuelven el mismo requerimiento, aunque su descripción no sea exactamente la misma. Se han propuesto distintas alternativas para solucionar estos inconvenientes. En [6] y [8] se presenta un enfoque formal para la selección automática de servicios web, basado en la correspondencia de los requerimientos del solicitante del servicio con la descripción de los servicios ofrecidos por el proveedor. Especifican las precondiciones y los efectos de las operaciones requeridas y las ofrecidas. Utilizan reglas de transformación de grafos con condiciones positivas de aplicación como una notación visual y formal para definir los contratos, y poder determinar la compatibilidad semántica y sintáctica entre los requerimientos del solicitante y las ofertas del proveedor y se concentra en chequear la compatibilidad del comportamiento. A partir de la relación semántica encontrada entre el solicitante y el proveedor, avanzan en probar la correctitud y completitud de esta relación. En [7], [9] y [11] se propone solucionar el problema de la selección dinámica y en tiempo de ejecución de los servicios web combinando ontologías y reglas de transformación de grafos. Las ontologías se usan para especificar la semántica del servicio web, representándolas de manera visual a través de diagramas de clases UML. Las reglas proveen una especificación semántica precisa, necesaria para automatizar el descubrimiento de los servicios de una manera visual e intuitiva. Presentan también una implementación usando estándares y herramientas disponibles en la actualidad.

En [10] los autores plantean incorporar la prueba automática para validar los servicios web antes de permitir su registro. Así, los clientes obligan a los servicios web ofrecidos a proveer una signatura compatible, un comportamiento adecuado, y una implementación de alta calidad.

3. Las Reglas de Transformación de Grafos

La transformación de grafos [12] es una técnica gráfica, formal, declarativa y de alto nivel muy usada para transformación de modelos, simulación de modelos, chequeos de consistencia entre modelos o vistas y optimización de diversos contextos.

La transformación de grafos es un mecanismo formal para la manipulación de grafos basado en reglas. En analogía a las gramáticas de Chomski sobre cadenas de caracteres, las reglas de grafos están formadas por una parte izquierda y una parte derecha que contienen grafos. Intuitivamente, para poder aplicar una regla a un grafo (llamado grafo anfitrión) se debe encontrar un morfismo de correspondencia entre la parte derecha de la regla y el grafo. Si dicho morfismo es encontrado, por un proceso de derivación, la regla se aplica sustituyendo la imagen de morfismo encontrado en el grafo, por la parte derecha de la regla. Dicho de otro modo, una regla de transformación de grafos, también llamada producción, (L, K, R) consiste en tres grafos L , K y R . Una producción (L, K, R) es aplicable a un grafo G si G contiene un subgrafo que es una imagen de L . Una producción (L, K, R) es aplicable a un grafo G si L es un subgrafo de G . El grafo L constituye la parte izquierda de la producción, y formula las condiciones bajo las cuales resulta aplicable la producción, o sea, es un subconjunto del conjunto de objetos (nodos y arcos) del universo. El grafo de contacto K , que generalmente es un subgrafo de L y de R , describe los subobjetos de la parte izquierda que se deben preservar en el proceso de aplicación de la producción. Por lo tanto, la diferencia entre L y K : $L-K$, contiene a todos aquellos subobjetos que se deben eliminar al aplicar la producción. Análogamente, la diferencia $R-K$ contiene a todos aquellos subobjetos que se deberán agregar al aplicar la producción. Este grafo intermedio K describe el contexto en el cual se integran los subobjetos agregados.

4. Especificación de la Interfaz de las Aplicaciones Invocadas con Servicios Web

La Interfaz de las Aplicaciones Invocadas definida por la WfMC, permite que el motor workflow pueda invocar aplicaciones externas, como por ejemplo servicios de e-mail, fax, administración de documentos, o aplicaciones de usuario. Dicha interfaz define un conjunto de APIs, que son usadas por el Sistema de Workflow para controlar los dispositivos de aplicaciones especializadas. Estas herramientas son las que finalmente se encargan de comenzar y terminar las aplicaciones, pasar la información relevante del workflow y de la aplicación “a” y “desde” la aplicación y controlar el estado a nivel de ejecución de la aplicación.

Como la Interfaz de las Aplicaciones Invocadas debe manejar requerimientos bi-direccionales, la interacción con los dispositivos de aplicaciones especializadas depende de la interfaz y arquitectura de la aplicación, lo cual restringe la selección dinámica de las aplicaciones. Para permitir el requerimiento y la actualización de datos de la aplicación y otras funcionalidades importantes en tiempo de ejecución, se propone especificar estas APIs con servicios web. En el cuadro 1 se especifican los elementos *types* e *Interface* del servicio web de la operación que permite invocar una aplicación externa.

```
<types>
  <xs:element name="InvokeApplication" type="tInvokeApplication"/>
  <xs:complexType name="tInvokeApplication">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="appRequeriments" type="xs: tAppRequeriments"/>
      <xs:complexType name="tAppRequeriments">... </xs:complexType>
      <xs:element name="procInstId" type="xs: string"/>
      <xs:element name="workItemId" type="xs: string"/>
      <xs:element name="parameters" type="xs: tParameters"/>
      <xs:complexType name="tParameters"> ... </xs:complexType>
      <xs:element name="appMode" type="xs: integer"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
  <xs:element name="ApplicationResult" type="tApplicationResult"/>
  <xs:complexType name="tApplicationResult">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="appName" type="xs: string"/>
      <xs:element name="appLocation" type="xs: string"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
  <xs:element name="WorkflowException" type="xs: tException"/>
  <xs:complexType name="tException">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="error" type="xs: tError"/>
      <xs:element name="message" type="xs: String"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:schema>
</types>

<interface name = "InvokeApplicationInterface" >
  <fault name = "InvokeApplicationFault_WorkflowClientException" element = "xs: WorkflowException"/>
  <operation name="opInvokeApplication" pattern=http://www.w3.org/2004/03/wsdl/in-out>
    <input messageLabel="In" element="xs: InvokeApplication" />
    <output messageLabel="Out" element="xs: ApplicationResult" />
    <outfault ref="tns: InvokeApplicationFault_WorkflowException" messageLabel="Out"/>
  </operation>
</interface> ...
```

Cuadro 1: Descripción del servicio web que especifica la operación para invocar una aplicación

De esta manera quedan especificados los elementos *types* e *interface* para la definición de la operación InvokeApplication, de la Interfaz de Aplicaciones Invocadas del Modelo de Referencia de Workflow utilizando SOAP y WSDL. Esto permite definir una nueva clase de aplicaciones que utilizan los servicios web distribuidos por la red, aprovechando las ventajas de la interoperabilidad.

5. Aplicación de las Reglas de Transformación de Grafos para la selección automática del Servicio Web *InvokeApplication*

Sobre la base de las propuestas de [6] y [7], se propone representar la interfaz del servicio web definido en el cuadro 1, con un diagrama de clases UML, y a través de la utilización de las reglas de transformación de grafos, se podrá comparar con los servicios web disponibles y accesibles desde el motor de workflow. La descripción del servicio web ofrecido y la formulación de un requerimiento se expresan como dos grafos con atributos (Figura 1). El grafo de la parte izquierda de la regla representa la precondición de un servicio, es decir, el estado del sistema antes de la ejecución del servicio web. El grafo de la parte derecha de la regla representa la poscondición, es decir, la situación después de satisfacerse la ejecución del servicio web.

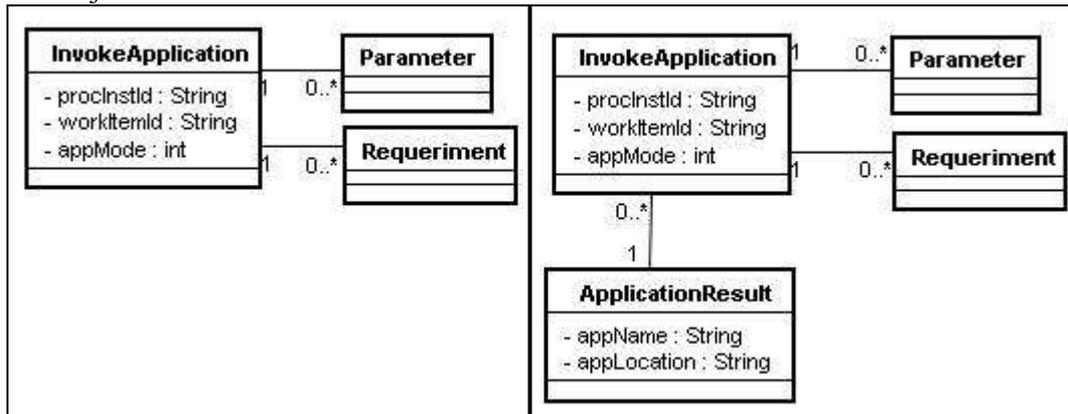


Figura 1: Grafos de la pre y poscondición del servicio solicitado

En los requerimientos modelados en la pre y la poscondición es posible almacenar la información relevante para el motor workflow sobre las características de la aplicación buscada por el usuario, por ejemplo, la categoría de la aplicación (cliente de correo, editor de texto, planilla de cálculo, etc.), el sistema operativo del usuario, su ubicación geográfica, etc.

Los parámetros almacenan información relevante para la aplicación, por ejemplo, el nombre de un archivo, el identificador de un registro, etc.

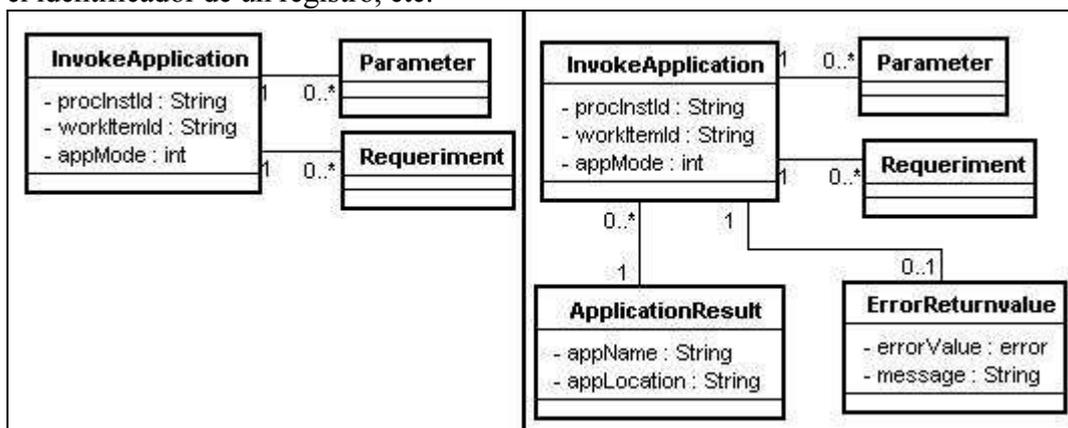


Figura 2: Grafos de la pre y poscondición del servicio del proveedor

Para decidir automáticamente si un servicio del motor workflow satisface la demanda del solicitante, es necesario comparar los grafos generados por el solicitante y el proveedor (Figura 2) (motor workflow). Se formalizará usando relaciones de subgrafos. Si la precondición del proveedor es un subgrafo de la precondición del solicitante, entonces el proveedor provee toda la información necesaria para ejecutar el servicio web. Si la poscondición del solicitante es un subgrafo de la poscondición del proveedor, entonces el servicio genera todos los efectos esperados por el solicitante, además de algunos efectos adicionales, como en este caso los errores posibles.

6. Conclusiones

Los Sistemas de Administración de Workflow se desarrollan en las empresas con el objetivo de automatizar los procesos de trabajo. La WfMC ha propuesto un Modelo de Referencia de Workflow para permitir la interoperabilidad entre estos sistemas. Dicho modelo presenta una Interfaz de Aplicaciones Invocadas para que el motor workflow pueda invocar aplicaciones externas, como por ejemplo servicios de e-mail, fax, administración de documentos, o aplicaciones de usuario.

En este trabajo se plantea la optimización de esta interfaz utilizando servicios web. A partir de dicha optimización se analizan los inconvenientes que existen actualmente al momento de elegir un servicio web, dados por las características de funcionamiento del protocolo UDDI (Universal Description, Discovery and Integration), y se estudian las diferentes líneas de investigación conducentes a solucionar estos inconvenientes. Los trabajos mencionados en la sección de antecedentes proponen un enfoque formal para la selección automática de servicios web, basado en la correspondencia de los requerimientos del solicitante del servicio con la descripción de los servicios ofrecidos por el proveedor, utilizando reglas de transformación de grafos.

Para permitir que el motor Workflow pueda invocar aplicaciones externas seleccionando la más adecuada en tiempo de ejecución, se plantea modelar con un Diagrama de Clases UML la interfaz del servicio web *InvokeApplication*, de manera tal de formalizarla como un grafo con atributos, y poder realizar una correspondencia con los servicios web disponibles en la red que cumplen con el morfismo establecido. La lista de servicios obtenidos debe ser analizada por el motor Workflow para seleccionar el más adecuado según los requerimientos del usuario. Con esta especificación de las interfaces de Aplicaciones de Cliente y Aplicaciones Invocadas con servicios web y la optimización de la búsqueda y selección de los servicios en la red, se logra que el Workflow se comporte internamente de forma distribuida. Así, el workflow no necesita conocer dónde están las aplicaciones para invocarlas. Simplemente, requiere servicios y hay aplicaciones que le proveen dichos servicios. Además, se facilita la incorporación de servicios nuevos, y la invocación no está limitada a una aplicación específica, definida en tiempo de desarrollo.

7. Referencias Bibliográficas

- [1] World Wide Web Consortium. Web Service Architecture. <http://www.w3.org/TR/ws-arch/>. Último acceso 03/2008.
- [2] OASIS. UDDI Version 3.0.2. http://uddi.org/pubs/uddi_v3.htm. Último acceso Marzo de 2008.
- [3] Workflow Management Coalition. The Workflow Reference Model. WfMC-TC00-1003. <http://www.wfmc.org/standards/referencemodel.htm>. Último acceso Marzo de 2008.
- [4] Workflow Management Coalition. Programming Interface 2&3 Specification. WfMC-TC-1009. V2.0. <http://www.wfmc.org/standards/publicdocuments.htm>. Último acceso Marzo de 2008.
- [5] Debnath N., Martellotto P., Daniele M., Riesco D., Montejano G., Using Web Services To Optimize Communication Among The Workflow Engine And Its Client Application Interface. Second International Conference on Information Systems, Technology and Management. ICISTM 2008. Institute of Management Technology. Ghaziabad. Dubai. Marzo 2008.
- [6] Heckel R., Cherchago A., Application of Graph Transformation for Automating Web Service Discovery, Proc. Dagstuhl Seminar 04101 Language Engineering for Model-Driven Software Development, Dagstuhl, Germany, 2004.
- [7] Hausmann J.H., Heckel R., Lohmann M., Towards Automatic Selection of Web Services Using Graph Transformation Rules. Berliner XML Tage. XML-Clearinghouse, 2003 – 286-291.
- [8] Cherchago A., Heckel R., Specification Matching of Web Services Using Conditional Graph Transformation Rules, In G. Engels, H. Ehrig, F. Parisi-Presicce, and G. Rozenberg (Editors): Proc. 2nd International Conference on Graph Transformation (ICGT 04), Roma, Italy, Volume 3256 of Lecture Notes in Computer Science. Springer-Verlag, 2004
- [9] Hausmann J.H., Heckel R., Lohmann M., Model-based Discovery of Web Services, Proceedings of the IEEE International Conference on Web Services, 2004.
- [10] Heckel R., Mariani L., Automatic Conformance Testing of Web Services. Fundamental approaches to software engineering. International conference No8, Edinburgh , ROYAUME-UNI (04/04/2005) 1973, vol. 3442, pp. 34-48, [Note(s) : XIII, 371 p.,] (24 ref.) ISBN 3-540-25420-X.
- [11] Hausmann J.H., Heckel R., Lohmann M., Model-based development of Web services descriptions enabling a precise matching concept. International Journal of Web Service Research. Volume. 2. Issue: 2. p. 67 – 84. 2005.
- [12] Baresi L., Heckel R., Tutorial Introduction to Graph Transformation: A Software Engineering Perspective. First International Conference on Graph Transformation. Spain. v. 2505, pp. 402-429. (ICGT 2002).

Uso de Ontologías para Memoria Organizacional

María de los A. Martín, Belén Rivera, Luis Olsina

GIDIS_Web, Departamento de Informática, UNLPam
Calle 9 y 110, (6360) General Pico, La Pampa, Argentina
E-mail martinma.olsinal@ing.unlpam.edu.ar

Resumen. Las experiencias previas y lecciones aprendidas de las personas son una clase de conocimiento valioso para una organización, a la hora de resolver situaciones similares (casos). Una forma de aprovechar mejor dicho conocimiento, es contar con una memoria organizacional que lo administre y almacene en forma eficaz y eficiente. En esta línea de investigación presentamos el diseño de un marco conceptual de memoria organizacional basada en casos usando ontologías y tecnologías de Web semántica. La estructuración del conocimiento en casos, facilita su captura, recuperación, transferencia y reuso.

Keywords. Memoria Organizacional. Ontología. CBR. Gestión del Conocimiento.

1 Introducción

Los sistemas de gestión del conocimiento (KMS) tienen como objetivo administrar y almacenar el conocimiento organizacional, de manera que después pueda ser utilizado para aprender, resolver problemas y como apoyo en la toma de decisiones [Con96, Dog93]. Además promueven el ahorro de tiempo y dinero, permitiendo conocer los errores y aciertos del pasado para mejorar el presente sin repetir esos errores y tomando ventaja de las lecciones aprendidas.

La mayoría de los KMS que existen en la actualidad capturan y almacenan el conocimiento en repositorios de documentos como manuales, memorándums, y en sistemas informáticos de archivos de texto, y su transferencia se hace por medio de reuniones de trabajo, cursos de capacitación y lecturas individuales de manuales y guías. Esta forma tradicional de almacenar y transferir este conocimiento, ocasiona grandes pérdidas de tiempo y alta inversión en recursos humanos, ya que no contemplan mecanismos potentes de procesamiento semántico y automático de dicho conocimiento.

Una forma de resolver este problema es almacenar el conocimiento en forma estructurada en lo que se denomina memoria organizacional. La memoria organizacional va a ser, por lo tanto, el almacenamiento de todo el conocimiento formal e informal [Con96] presente en la organización. En este trabajo se presenta el diseño de un marco conceptual de memoria organizacional basada en casos usando ontologías y tecnologías de Web semántica. La estructuración del conocimiento en casos, facilita su captura, recuperación, transferencia y reuso.

El resto del artículo se organiza de la siguiente manera. En la sección 2 se describen brevemente los principales conceptos de memoria organizacional y razonamiento basado en casos, útiles para una mejor comprensión de este trabajo. En la sección 3 se presenta un marco de memoria organizacional basada en ontologías donde se resume la ontología de memoria organizacional basada en casos (subsección 3.1). Finalmente se exponen las conclusiones y líneas de avance.

2. Memoria Organizacional y Razonamiento Basado en Casos

Una organización que aprende es una compañía que constantemente construye estrategias y estructuras tales que incrementen y maximicen el conocimiento organizacional [Dog93]. La memoria organizacional no es sólo un facilitador para la acumulación y mantenimiento de dicho conocimiento, sino también para compartirlo.

Para un mejor aprovechamiento, compartición y reuso del conocimiento organizacional, es importante contar con herramientas de apoyo que almacenen dicho conocimiento en forma

estructurada en lo que denominamos Memoria Organizacional Basada en Casos (MOBC). Si bien el conocimiento documentado es un capital valioso dentro de una organización, es de vital importancia tener en la memoria organizacional aquel conocimiento que permita contestar preguntas como: ¿Porqué se hizo esto de cierta manera?, ¿Este problema ha sido resuelto antes?, ¿Qué aprendimos la última vez que sucedió ese problema? Una de las maneras de lograrlo, es guardar estas experiencias por medio de casos.

Un caso es una pieza *contextualizada* de conocimiento que representa una experiencia. Contiene la lección pasada que es el contenido del caso y el contexto en el cual la lección puede ser utilizada [Kol93]. Típicamente un caso comprende:

- El *problema* que describe el estado del mundo cuando ocurrió el caso.
- La *solución* que describe cómo se resuelve el problema; y/o,
- El *resultado* que describe el resultado obtenido como consecuencia de la solución del problema.

El proceso de razonamiento basado en casos consiste en asignar valores a las variables de características del problema (caracterizar el problema), y encontrar los valores adecuados para las instancias de la solución, a través de criterios de evaluación de similitud de casos.

Tradicionalmente, hay varios tipos de métodos para representar casos, que van desde representaciones no estructuradas a totalmente formales y automáticamente procesables [Che03]. Estos últimos, están basados en representaciones totalmente estructuradas, y consisten en aplicar, por ejemplo, técnicas orientadas a objetos para representar casos. Este tipo de representación es la más adecuada para dominios complejos, en el cual los casos involucran variables estructuradas.

Debido a que el conocimiento organizacional puede ser un aspecto del sistema de información entero de un compañía, que puede tener subsistemas heterogéneos distribuidos en distintas dependencias geográficamente alejadas, es importante por un lado que la MOBC este integrada a los sistemas de información de la organización, y por otro, que el conocimiento pueda ser compartido y reusado en las distintas dependencias en forma consistente. Para facilitar la interoperabilidad, es necesario contar con una ontología que proporcione una definición formal y consensuada de los principales conceptos relacionados a memoria organizacional y casos.

3. Marco de Memoria Organizacional basada en Ontologías

Últimamente, el W3C (*World Wide Web Consortium*) ha impulsado el desarrollo de la Web semántica, con un conjunto de tecnologías que enriquecen la información disponible en la Web, proveyéndola de su semántica, y recomienda un nuevo paradigma para intercambiar conocimiento, basado en ontologías [Fen03].

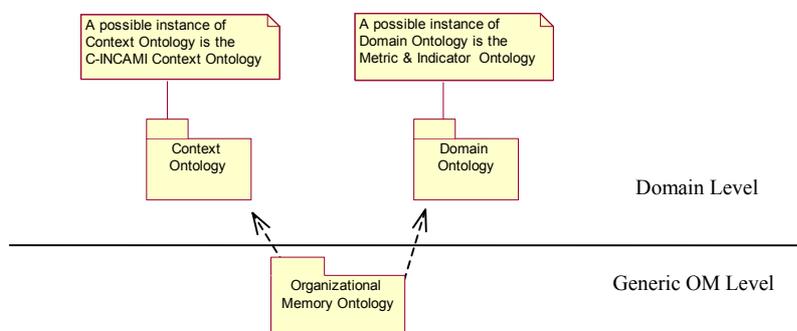


Fig. 1. Los dos niveles de ontologías del marco conceptual

En este trabajo presentamos un marco conceptual de memoria organizacional basado en ontologías que operan en dos niveles distintos de abstracción (ver Fig. 1): Por un lado, en el nivel de memoria organizacional genérico, se define la ontología de memoria organizacional en sí (esta ontología será resumida brevemente en la subsección siguiente); y por otro lado, para caracterizar los casos de acuerdo al dominio de conocimiento y teniendo en cuenta su contexto [Mol07], se necesita proveer al marco con ontologías de dominio y contexto respectivamente (ontologías de nivel de dominio).

3.1 Ontología de Memoria Organizacional Basada en Casos

En esta sección describimos los principales conceptos de la ontología de memoria organizacional basada en casos, que se ilustran en el diagrama UML de la Fig. 2. Según Gruber [Gru93], una ontología es la especificación formal de una conceptualización compartida y debe incluir un vocabulario de conceptos, relaciones y alguna especificación de su significado.

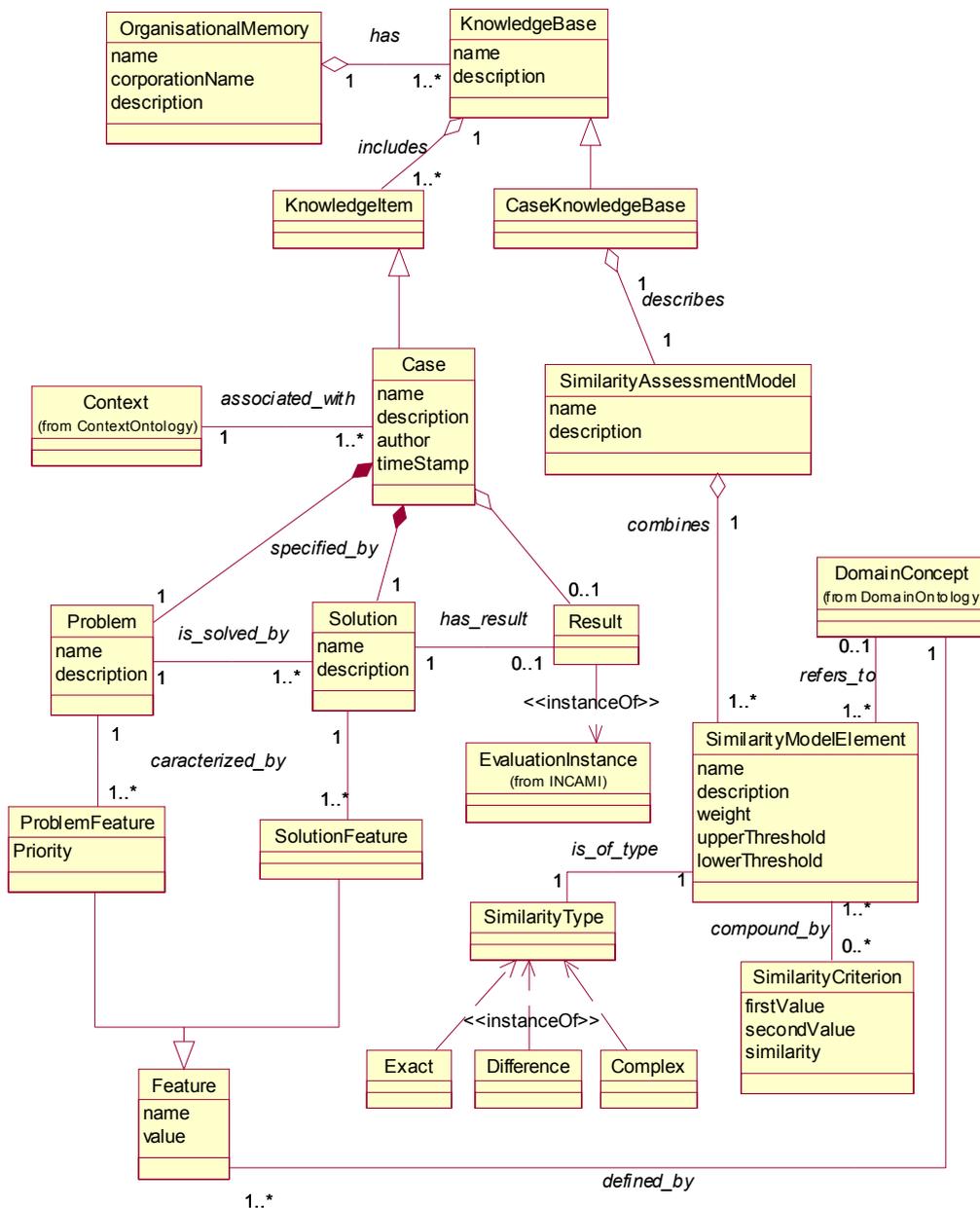


Fig. 2. Modelo conceptual de la ontología de memoria organizacional basada en casos

En este trabajo solamente mostramos los principales conceptos de la ontología, para ilustrar el marco.

Una *memoria organizacional* basada en casos, es un repositorio que almacena el conocimiento adquirido en experiencias pasadas como son lecciones aprendidas, buenas prácticas, heurísticas, etc., es decir, almacena *casos*. Para una mejor organización y búsqueda de dichas experiencias, la memoria organizacional se compone de varias *bases de conocimientos basada en casos* (*CaseKnowledgeBase*), que agrupa los casos por conocimientos de distintas áreas.

Un caso es una pieza *contextualizada* de conocimiento que representa una experiencia, por lo que es fundamental en toda memoria organizacional guardar la información del contexto donde ocurre cada caso. Por lo tanto, a cada caso se le asocian las propiedades de contexto (*context Properties*) correspondientes al dominio de aplicación, definidas en la ontología de contexto.

En una definición formal un caso es un par ordenado $\langle P, S \rangle$, donde: P es el espacio del *problema*; y S es el espacio de la *solución*.

Como un mismo problema, puede tener varias soluciones, no todas con el mismo resultado, para una mejor elección de una solución en la toma de decisiones, se podría guardar también *el resultado* obtenido en la aplicación de cada solución.

Los problemas y las soluciones se describen a través de variables de características del problema (*ProblemFeature*) y variables de características de la solución (*Solution Feature*) respectivamente. El proceso de razonamiento basado en casos consiste en asignar valores a las variables de características del problema, y encontrar los valores adecuados para las instancias de la solución, a través de criterios de evaluación de similitud de casos. Por lo tanto, para cada tipo de conocimiento se debe especificar un modelo de similitud (*SimilarityAssessmentModel*).

Para que una memoria organizacional pueda ser implementada en la Web semántica, y pueda ser procesada automáticamente, necesita tener asociada una ontología de dominio (como por ejemplo, la especificada en [Ols04]) que proporcione la terminología y tipos de datos necesarios para definir los casos en forma no ambigua, de manera de asegurar un intercambio de conocimiento eficaz. Esta ontología de dominio proporciona la terminología (*Domain Concept*) que provee los tipos de las variables que caracterizan al problema y a la solución.

4. Consideraciones Finales

Administrar el conocimiento organizacional representa una ventaja clave para la toma de decisiones en toda empresa de software. Para que dicha administración sea eficiente es importante contar con una memoria organizacional que de soporte a la captura, estructuración, reuso y diseminación del conocimiento creado por sus empleados.

En este trabajo definimos un marco conceptual de memoria organizacional basado en ontologías y bajo la estrategia de casos. La representación del conocimiento a través de casos, facilita el reuso del conocimiento adquirido en situaciones de problemas similares pasados para ser aplicado a un nuevo problema. Además facilita el procesamiento automático del conocimiento.

La utilidad de una memoria organizacional radica en que el conocimiento que almacena pueda ser fácilmente compartido entre sistemas heterogéneos y distribuidos dentro de la organización o entre organizaciones colaborativas. Para facilitar la flexibilidad e interoperabilidad, el marco conceptual propuesto está basado en tres ontologías, a saber: la *Ontología de Dominio*, que proporciona la definición formal de los conceptos subyacentes que componen las experiencias (casos) almacenadas en la memoria; la *Ontología de Contexto*, que proporciona la definición formal de los aspectos de información de contexto a tener en cuenta al momento de recuperar un caso similar; y la *Ontología de Memoria Organizacional Basada en Casos* en sí, que proporciona una base conceptual de memoria organizacional común, para compartir el conocimiento en forma interoperable.

En contraposición con el razonamiento exacto de la lógica formal, el CBR es un razonamiento inexacto que se basa en medir la similitud entre casos. Por tal razón es importante considerar la función de similitud que usa el motor de CBR. Actualmente se está avanzando en la implementación de herramientas que den soporte al marco conceptual propuesto y su aplicación a los procesos de medición, evaluación y recomendación de INCAMI Tool [Ols07].

Reconocimientos. Este trabajo y línea de investigación están soportados por los proyectos UNLPam 09/F037, y PICTO 11-30300, de la Agencia de CyT, Arg.

Referencias

- [Aam94] Aamodt, A. Plaza E. (1994). "Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches. AI Comm. IOS Press, Vol. 7:1, pp.39-59.
- [Ale07] Ale M., Gerarduzzi C., Chiotti O., Galli M.; (2007) "Onto-Dom: A Question-Answering Ontology-Based Strategy For Heterogeneous Knowledge Sources". In Proceedings de las VI Jornadas Iberoamericanas de Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento (JIISIC 2007). Page(s) 79-86.
- [Che03] Chen, H. & Wu, Z. (2003) "On Case-Based Knowledge Sharing in Semantic Web". In: 15th IEEE Int. Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI'03)
- [Con96] Conklin, J. (1996) "Designing Organizational Memory: Preserving Intellectual Assets in a Knowledge Economy". Gp.Decision Support Systems, <<http://www.gdss.com/DM.htm>>
- [Coy04] Coyle, L.; Doyle, D.; Cunningham, P. (2004). "Similarity for CBR". Technical Report TCD-CS-2004-25, Trinity College, Dublin.
- [Dog93] Dogson, M. (1993); "Organizational Learning: A Review of Some Literatures". Organization Studies, Vol. 14, No. 3, 375-394.
- [Fen03] Fensel, D. (2003); "Ontologies: a silver bullet for Knowledge Management and Electronic Commerce", 2nd edition; Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- [Gru93] Gruber T. R. (1993) "A translation approach to portable ontology specifications". Knowledge Acquisition, 5:199-220.
- [Kol93] Kolodner J. (1993); "Case-based Reasoning", Ed. Morgan Kaufmann
- [Lin02] Lindstaedt S., Strohmaier M., Rollett H., Hrastnik J., Bruhnsen K., Droschl G., Gerold M (2002); "KMap: Providing Orientation for Practitioners when Introducing Knowledge Management. In: 4th Int. Conf. on Practical Aspects of Knowledge Management.
- [Mar03] Martín M., Olsina L. (2003); "Towards an Ontology for Software Metrics and Indicators as the Foundation for a Cataloging Web System", *In proceed. of IEEE Computer Society (1st Latin American Web Congress) Chile*, pp103-113, ISBN 0-7695-2058-8.
- [Mar06] Martín María de los A.; Olsina L. (2006); "Memoria Organizacional Basada en Casos para dar Soporte al Proceso de Aseguramiento de Calidad, en Actas (CD-ROM) del XII CACIC 2006, Workshop WISBD, Potrero de los Funes, San Luis.
- [Mol07] Molina H.; Olsina L. (2007) "Soporte de Información Contextual en un Marco de Medición y Evaluación", A ser publicado en Actas del X Workshop Iberoamericano de Ingeniería de Requisitos y Ambientes de Software (IDEAS07), Isla de Margarita, Venezuela.
- [Nat02] Natali A., Falbo R. (2002) "Knowledge Management in Software Engineering Environments", Proc. of the 16th Brazilian Symposium on Software Engineering, Brazil,
- [Ols04] Olsina L., Martín M. (2004); "Ontology for Software Metrics and Indicators", *Journal of Web Engineering, Rinton Press, US, Vol 2 N° 4*, pp. 262-281, ISSN 1540-9589.
- [Ols05] Olsina L., Papa F., Molina H. (2005); "Organization-Oriented Measurement and Evaluation Framework for Software and Web Engineering Projects", In: *LNCS 3579, Int'l Congress on Web Engineering, (ICWE05), Sydney, Australia*, pp. 42-52.
- [Ols07] Olsina, L; Papa, F.; Molina, H. (2007) "How to Measure and Evaluate Web Applications in a Consistent Way", Ch. in Springer book titled *Web Engineering: Modelling and Implementing Web Applications*, Rossi, Pastor, Schwabe, and Olsina (Eds).
- [Web01] Weber R., Aha, D., Becerra-Fernandez I. (2001). " Intelligent Lessons Learned Systems". *International Journal of Expert Systems Research & Applications. Vol. 1.*

Ingeniería Inversa Aplicada a Software Numérico: Modelos Climáticos

Fernando G. Tinetti*, Pedro G. Cajaraville#, Juan C. Labraga##, Mónica A. López##, María G. Olguín#

#Departamento de Informática, Facultad de Ingeniería – (UNPSJB¹)

##Centro Nacional Patagónico (CENPAT-CONICET²)

III-LIDI, Facultad de Informática – (UNLP³)

fernando@info.unlp.edu.ar, gustavo.cajaraville@gmail.com, {labraga, monica}@cenpat.edu.ar, gabriela.olguin@gmail.com

RESUMEN

En este proyecto se aplicarán las estrategias y métodos de ingeniería inversa al software que implementa un modelo numérico del clima. El producto final es una documentación de la estructura general y la forma en que se comunican los modelos involucrados. Más específicamente, en principio este trabajo incluirá la documentación de las rutinas de mayor nivel de abstracción, hasta el segundo nivel del árbol de invocación. El modelo climático (numérico) es en realidad la composición o acoplamiento de dos modelos casi independientes: el modelo atmosférico y el modelo oceánico. Justamente se parte de lo que se denomina el *modelo acoplado*, que consta del programa principal *encargado* de invocar a rutinas de ambos modelos: atmosférico y oceánico (primer nivel de rutinas). En el segundo nivel de rutinas se encuentran las invocaciones directas desde las rutinas de estos dos últimos modelos. Además del propio programa en código fuente Fortran 77 lamentablemente se cuenta con muy poca documentación, la mayor parte de la cual corresponde más al área numérica de los procesos físicos del clima que de ingeniería de software *aplicada* o *usada* para el desarrollo de la aplicación. En este sentido, es bastante usual en el campo de los modelos numéricos el punto de partida: software heredado (*legacy code*) en la forma de un programa de varios miles de líneas que se considera la implementación directa de un modelo numérico. Esto por supuesto dificulta las tareas de mantenimiento, cambios de funcionalidades y aún la utilización misma de la aplicación, todas tareas que se intentan simplificar con la aplicación de ingeniería inversa para recuperar información de desarrollo/ingeniería de software.

Palabras Clave: ingeniería inversa, software heredado, modelado climático.

1. INTRODUCCIÓN

La comprensión del sistema climático es un problema de gran interés científico mundial. Si bien es cierto que se han realizado avances considerables en el tema, aún son muchos los factores que continúan limitando la capacidad de detectar, atribuir y comprender el cambio climático actual y proyectar los cambios climáticos que podrían ocurrir en el futuro [1]. En la actualidad, las herramientas más confiables para la investigación del clima, sus fluctuaciones y variaciones, son los Modelos de Circulación General de la Atmósfera (MCGA).

¹ Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco

² Centro Nacional Patagónico - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

³ Universidad Nacional de La Plata

* Investigador Asistente, Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires

Un MCGA es una representación numérica espacial y temporal aproximada de los principales procesos físicos que ocurren en la atmósfera y de las interacciones con los otros componentes del medio ambiente. Esencialmente, está constituido por un sistema de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales que expresan los principios de conservación de la cantidad de movimiento, la energía termodinámica y la masa del sistema. Estas ecuaciones expresan las leyes físicas que gobiernan la atmósfera. Actualmente, los MCGA están integrados con modelos numéricos de funcionamiento de los océanos, la criosfera, y representaciones simplificadas de la biosfera (MCGA *acoplados*), lo que permite simular las interacciones de la atmósfera con su entorno, en distintas escalas de tiempo.

Mediante el uso de computadoras con gran capacidad de procesamiento y la aplicación de diversos métodos de cálculo numérico, pueden obtenerse soluciones numéricas aproximadas del sistema de ecuaciones de un MCGA. De este modo, se obtiene la evolución temporal y espacial (en forma tridimensional) del sistema climático, en función de las condiciones iniciales y de contorno elegidas y de los valores de ciertos parámetros climáticos (ejemplo: concentración de CO₂ atmosférico). La solución numérica de un MCGA en condiciones preestablecidas se denomina *experimento climático*.

1.1 El Modelo CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation)

El modelo de circulación general de la atmósfera CSIRO versión MII, es uno de los MCGA utilizado por la comunidad científica internacional. Fue desarrollado en la División de Investigaciones Atmosféricas, CSIRO, Australia [2] y participó junto con otros modelos del *Program for Climate Model Diagnosis and Intercomparison* (PCMDI) [9] [3] [4] [5].

En el año 1999 fue cedido, luego de un período de capacitación, a un grupo de investigación de la Unidad de Investigación de Oceanografía Física y Meteorología (UIOM) del CENPAT (Centro Nacional Patagónico)-CONICET. Las aplicaciones del modelo CSIRO MII en la UIOM han permitido avances en el conocimiento de temas cruciales para el desarrollo económico y social de la Argentina: la predictibilidad de anomalías climáticas estacionales, el impacto del calentamiento global sobre el ciclo hidrológico en la, el calentamiento global y los cambios climáticos regionales y el impacto del cambio climático en los recursos hídricos de la cordillera de los Andes. El sistema informático de pronóstico de anomalías climáticas basado en el modelo CSIRO MII desarrollado por el equipo de la UIOM, publica mensualmente en forma experimental información objetiva sobre la magnitud y la probabilidad de condiciones atípicas del clima.

1.2 Ingeniería Inversa

La ingeniería inversa del software es el proceso consistente en analizar un programa, en un esfuerzo por crear una representación del mismo con un nivel de abstracción más elevado que el código fuente. Es un proceso de recuperación del diseño. Las herramientas a utilizar extraen información acerca de los datos, arquitectura y diseño de procedimientos de un programa ya existente. A diferencia de lo usual en otras disciplinas, donde este proceso se aplica a los productos de la competencia, en ingeniería de software con frecuencia se debe aplicar a los propios trabajos de la organización, realizados hace muchos años. En el caso de este proyecto, se aplica a un trabajo hecho por otra organización, pero que se intenta optimizar con varios objetivos: desde la optimización de rendimiento numérico hasta el cambio/mejora de funcionalidades.

En el proceso de recuperación del diseño, además de las observaciones del sistema se añade conocimiento del dominio de la aplicación, información externa y procesos deductivos. Esto

significa recoger más información de la que se puede obtener del código fuente. Se ponen en juego, además de la experiencia que se haya desarrollado con el sistema, los conocimientos generales sobre los dominios del problema y de la aplicación. Los objetivos de la ingeniería inversa, algunos de los cuales se intentan mantener en este proyecto son, de menor a mayor nivel de abstracción:

- Representaciones de diseño de procedimiento.
- Información de las estructuras de datos.
- Modelos de flujo de datos y de control.
- Modelos de entidades y de relaciones.

Según va aumentando la abstracción va aumentando la complejidad del trabajo, así como la necesidad de comprensión de la aplicación. La ingeniería inversa debe ser capaz de abstraer, a partir del código fuente, información significativa del procesamiento que se realiza, las estructuras de datos que se usan en el programa y el interfaz con el usuario que se utiliza.

2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Para la comprensión de la estructura del programa o programas de cómputo secuencial que implementan el modelo acoplado océano-atmósfera, se utilizará un método de refinamiento sucesivo [8]. En principio se identificarán bloques de rutinas y sus relaciones funcionales, para luego analizar más en detalle las rutinas más significativas, identificando entradas, salidas y procesos involucrados, y redocumentándolas. La idea subyacente, es aprovechar los objetivos de la ingeniería inversa para:

- *Comprender el procesamiento*: se utiliza un método de refinamiento de mayor a menor nivel de abstracción. Se establecen los siguientes pasos:
 1. Diagrama de bloques de los programas que componen el sistema y sus relaciones funcionales.
 2. Diagrama de módulos para cada uno de los programas. En este punto se estudia el interior de cada módulo. En general se definen las siguientes funcionalidades:
 - 2.1. Preprocesamiento (se preparan los datos para el punto siguiente).
 - 2.2. Procesamiento.
 - 2.3. Postprocesamiento (se preparan los datos para exportarlos desde este módulo).
- *Comprender los datos*: se divide, a su vez en dos partes:
 1. Análisis de los datos internos.
 2. Estudio de las estructuras globales de datos (archivos, bases de datos, etc.).
- *Representar interfaces de usuario*: en [8] se menciona el álgebra de procesos que permite representar el interfaz en base a agentes y acciones. Básicamente consiste en una notación taquigráfica que permite obtener una idea completa del interfaz. Estas tareas no se llevarán a cabo al menos a corto plazo en el desarrollo de este proyecto.

Más específicamente en el contexto de este proyecto, las tareas de investigación inmediatas se llevarán a cabo sobre el modelo CSIRO MII y están directamente relacionadas con el estudio del modelo numérico desde el punto de vista del procesamiento secuencial. Esto implica, entre otras tareas:

- La comprensión del modelo numérico de base para el modelo computacional acoplado océano-atmósfera. Se deben estudiar los procesos modelados numéricamente. [1] [11] y luego, de manera más específica, los modelos oceánico y atmosférico por separado. Una vez que se han analizado y/o estudiado estos modelos, se debe avanzar hacia el modelo acoplado océano-atmósfera.
- La comprensión de la estructura del programa o programas de cómputo secuencial que implementa/n el modelo acoplado océano-atmósfera CSIRO MII. Se deben estudiar las

transformaciones de los datos de entrada, los (sub)programas secuenciales asociados a cada uno de los modelos por separado (oceánico y atmosférico respectivamente) y del programa asociado al modelo acoplado. También será importante la aplicación de programas específicos de análisis ejecución y de rendimiento. Dos de los resultados más importantes de este estudio serían la identificación de los procesos físicos modelados en cada subrutina y la posibilidad de documentación adecuada de los programas secuenciales (que actualmente no cuentan con esta documentación).

3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

Ya se ha llevado a cabo un estudio de la evolución del modelo y se ha hecho un primer análisis sencillo del mismo. El código original del modelo CSIRO evolucionó hasta la versión MII, la cual fue desarrollada para supercomputadoras (CRAY, Silicon Graphics, etc.) con varios procesadores bajo sistema operativo UNIX. Para su utilización en la UIOM en el CENPAT fue necesario portar el modelo en computadores de rango intermedio (Sun Ultra10, Enterprise) con un solo procesador. En una etapa posterior se implementó también en la supercomputadora Cray Origin 2000, instalada en las dependencias de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (SeCyT) para uso científico [6].

En la actualidad, la ejecución del modelo CSIRO MII se implementa en computadoras personales (PCs) con procesadores Intel, bajo sistema operativo Linux. La versión disponible del código fuente del modelo CSIRO MII, es un claro ejemplo de lo que en la bibliografía se identifica como “código heredado” ó “*legacy code*” [8] [7]. Fue programado en lenguaje Fortran 77, compuesto de un programa principal y aproximadamente 250 subrutinas. No se dispone de documentación sobre el ciclo de vida del software inicial y la documentación incluida en el código es obsoleta, relata aportes y modificaciones, no especifica funcionalidades, ni refleja su estructura. La capacitación recibida oportunamente por especialistas de la UIOM del CENPAT fue orientada a su uso “tal como está”, no a su mantenimiento ni modificación.

Este proyecto puede ser considerado como uno de los avances del presentado en [10] y es resultado directo de que cualquier intento de comprensión del software del modelo CSIRO MII, ya sea para optimizar su rendimiento como para su paralelización, que implica una primera etapa de recuperación del diseño del programa [8]. Para ello se emplea la ingeniería inversa. El objetivo principal de este proyecto es recuperar el diseño del modelo climático acoplado océano-atmósfera (CSIRO MII) en un nivel alto de abstracción, es decir:

- Un diagrama de estructura de la comunicación entre los modelos numéricos involucrados: acoplado, atmosférico y oceánico.
- Para cada modelo (acoplado, atmosférico y oceánico):
 - Árbol de invocación.
 - Listado de las rutinas utilizadas.
 - Listado de bloques *common* de Fortran 77 de entrada.
 - Código re-documentado de las subrutinas.
- Implementación de reglas para automatizar el proceso de depuración del código fuente, que básicamente serían:
 - Quitar líneas de comentario referidas a evolución histórica pero que no aportan información sobre diseño ni funcionalidad.

- Quitar líneas de comentario que anulan código en desuso.

La consecución de estos objetivos permitirá, además, la consolidación del grupo de investigación como tal, avanzar en el conocimiento sobre modelos numéricos y cómputo paralelo, así como incorporar becarios/tesistas de maestría y/o doctorado, con la consecuente formación de recursos humanos.

4. BIBLIOGRAFÍA

[1] Intergovernmental Panel on Climate Change, Tercer Informe de Evaluación – Cambio Climático 2001 – Base Científica, disponible en <http://www.ipcc.ch/pub/un/ipccwg1s.pdf>

[2] Welcome to the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), <http://www.csiro.au/>

[3] G. J. Boer, K. Arpe, M. Blackburn, M. Déqué, W. L. Gates, T. L. Hart, H. le Treut, E. Roeckner, D. A. Sheinin, I. Simmonds, R. N. B. Smith, T. Tokioka, R. T. Wetherald, D. Williamson, “Some Results From an Intercomparison of the Climates Simulated by 14 Atmospheric General Circulation Models”, *J. Geophys. Res.*, 97(D12), 12,771–12,786.

[4] G. J. Boer et al, “Intercomparison of climates simulated by 14 atmospheric general Circulation model”, WMO/TD-No 425, CAS/JSC Working Group on Numerical Experimentation.

[5] Global and Planetary Change, An Overview of results from the Coupled Model Intercomparison Project (CMIP), Feb. 2001, UCRL-JC 140274.

[6] <http://www.supercomputo.secyt.gov.ar/>

[7] Piattini M., J. Villalba, F. Ruiz, R. Bastabchury, M. Polo, M. Martinez, C. Nistal, Mantenimiento del Software-Modelos, técnicas y métodos para la gestión del cambio, Alfaomega Ra-Ma.

[8] Pressman R., adaptado por Darle Ince, Ingeniería del Software Un enfoque práctico, (quinta edición), Mc Graw Hill, 2002.

[9] Program for Climate Model Diagnosis and Intercomparison <http://www-pcmdi.llnl.gov/>

[10] F. G. Tinetti, P. G. Cajaraville, J. C. Labraga, M. A. López, "Cómputo Paralelo Aplicado a Modelos Numéricos del Clima", IX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, Universidad Nacional de La Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB), Trelew, Chubut, Argentina, Mayo 3-4 de 2007.

[11] World Meteorological Organization, Numerical Method Used in Atmospheric Models, GARP Publication Series 17, 1979.

RECUPERACIÓN DE INFORMACIÓN EN BASES DE DATOS DE TEXTO

Claudia Deco, Cristina Bender, Federico Severino Guimpel

Departamento de Sistemas e Informática
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Universidad Nacional de Rosario
(2000) Rosario, Argentina
Tel (+ 54 341) 4802649 int. 141
{deco, bender, rumpel}@fceia.unr.edu.ar

Nora Reyes

Departamento de Informática,
Universidad Nacional de San Luis
(5700), San Luis, Argentina
Tel (+54 2652) 420822 int. 257
nreyes@unsl.edu.ar

Resumen

La Recuperación de Información de la Web es uno más de los problemas de buscar en un conjunto los elementos más cercanos a una consulta dada bajo un cierto criterio de similitud. Es de interés aprovechar las cualidades de los espacios métricos con el objeto de resolver una consulta de manera efectiva y eficiente.

El objetivo de este proyecto es mejorar la recuperación y extracción de información no estructurada, utilizando recursos lingüísticos para la preparación de una estrategia de búsqueda. Para esto, se consideran aportes desde la lingüística para el refinamiento semántico de los conceptos; y desde la matemática y las ciencias de la computación para la búsqueda por similitud. Además, se pretende lograr un marco unificador para describir y analizar soluciones para el problema de la búsqueda en bases de datos no estructuradas.

Introducción

Con la evolución de las tecnologías de la información y las comunicaciones, han surgido almacenamientos no estructurados de información, tales como texto libre, imágenes, audio y video. Esto requiere modelos más generales que las bases de datos tradicionales. Es decir, nuevos modelos tales como bases de datos métricas, y por lo tanto, se requiere contar con métodos y técnicas que permitan realizar búsquedas eficientes sobre estos tipos de datos.

La Web, por ejemplo, almacena este tipo de información no estructurada. Al convertirse la Web en el mayor repositorio de conocimiento y en un medio de publicación fácilmente accesible para todos, la Recuperación de Información ha dejado de ser un campo exclusivo de los especialistas en Ciencias de la Información y ha pasado a ser un campo relacionado con cualquier persona. Si bien los usuarios no tienen por qué conocer técnicas de recuperación de información, la propuesta de esta investigación es la de mejorar los resultados de su búsqueda por medio de un “especialista” que implementa estas técnicas.

Para esto, por un lado se propone un refinamiento semántico que prepara una estrategia de búsqueda adecuada como lo haría el especialista en ciencias de la información. Este refinamiento utiliza tanto modelos independientes del lenguaje como conocimiento lingüístico específico, para la preparación de una estrategia de búsqueda que represente la necesidad de información del usuario, y así lograr una mejora en la recuperación de información.

Por otro lado, dada una consulta, existirán millones de elementos en la base de datos, y no podemos compararlos uno a uno. Se necesitan métodos de acceso eficientes que permitan recuperar rápidamente los elementos que satisfacen los criterios de la consulta. Entonces, este problema se puede abstraer y presentarlo de la siguiente forma: dados un conjunto de objetos de naturaleza desconocida y una función de distancia definida entre ellos, y dado otro objeto llamado la consulta, encontrar todos los elementos del conjunto similares a la consulta. Por lo tanto, este problema se puede convertir en un problema de búsqueda en espacios métricos. Es decir, se puede realizar una búsqueda aproximada en texto, documentos similares a una consulta, imágenes similares a una imagen de muestra, etc.

Conceptos Básicos

Una base de datos de texto, es un sistema que provee acceso eficiente a amplias masas de datos textuales. Estas bases de datos están organizadas en documentos, cuyo contenido no está estructurado. Un requerimiento importante de estos sistemas es que desarrollen búsquedas rápidas ante la consulta de un usuario.

La Recuperación de Información (*Information Retrieval*) es la representación, almacenamiento, organización y acceso a ítems de información [Baeza et al., 1999]. Tanto la representación y organización de los ítems de información como la caracterización de la necesidad de información del usuario, no son problemas simples de resolver. El objetivo principal de la Recuperación de Información es satisfacer la necesidad de información planteada por un usuario en una consulta en lenguaje natural especificada a través de un conjunto de palabras claves. En general, este proceso hacia la recuperación de documentos textuales relevantes a la consulta presentada, no es un proceso simple debido a la complejidad semántica del vocabulario. Su meta principal es recuperar información que podría ser útil o importante al usuario, y no sólo datos que satisfagan una consulta dada.

Un sistema de recuperación de datos tradicional, tal como una base de datos relacional, trata con datos que tienen una estructura y una semántica bien definidas. Estos sistemas permiten recuperar todos los objetos que satisfacen las condiciones especificadas en una expresión regular o en una expresión del álgebra relacional. Entonces, un sistema de recuperación de datos sólo recupera los datos que coinciden exactamente con el patrón a recuperar. En cambio, un sistema de recuperación de información encuentra datos importantes que hagan la mejor coincidencia parcial con el patrón dado. Esto se debe a que la recuperación de información generalmente trata con texto en lenguaje natural, el cual no está siempre bien estructurado y podría ser semánticamente ambiguo. Por ejemplo, si se realiza una consulta por el término “cáncer”, además de obtener como resultado los documentos que contengan este término, se debería obtener también los documentos en que aparezca neoplasma, ”carcinoma”, “canceroso”, etc.

Una consulta en un sistema de recuperación de información es una solicitud de documentos pertenecientes a algún tema. Dada una colección de documentos y una consulta del usuario, el objetivo de una estrategia de búsqueda es obtener todos y sólo los documentos relevantes a la consulta. El problema central se reduce a establecer una correspondencia entre el lenguaje de la consulta y el lenguaje del documento.

La Recuperación de Información es una tarea compleja porque se enfrenta con varios problemas. Por un lado, los autores y los usuarios frecuentemente utilizan diferentes palabras o expresiones cuando se refieren a un mismo concepto. Si en un documento, en lugar del término “cáncer” apareciera la palabra “neoplasma”, este documento no se recuperaría. Este problema se puede resolver haciendo uso de sinónimos. Por otro lado, algunos términos pueden tener significados diferentes. Por ejemplo, la palabra “cáncer” puede referirse a una enfermedad en medicina, a un signo zodiacal en astrología o a una constelación de estrellas en astronomía. Esto se soluciona desambiguando el término o agregando otros términos específicos relacionados con la acepción de interés. En ambos problemas se pueden utilizar recursos lingüísticos, tales como diccionarios, diccionarios multilingües, tesauros y ontologías. Un recurso lingüístico puede incluir sinónimos, variantes de escritura, ampliación de siglas, variaciones de deletreo, términos equivalentes en otros idiomas, hiperónimos, hipónimos, y/o merónimos, entre otros.

Se han desarrollado técnicas para mejorar la Recuperación de Información. Una de ellas es el *stemming*, que consiste en obtener la raíz de las palabras, de forma que el proceso de búsqueda se realice sobre las raíces y no sobre las palabras originales.

Por otro lado, en el entorno de búsqueda tradicional, el usuario debe dividir su interés de búsqueda en distintos conceptos. No siempre un término representa en forma adecuada un concepto. Encontrar otros términos equivalentes o más adecuados para expresar un concepto es realizar una expansión de consulta [Efthimiadis, 1996]. Esta situación requiere un cambio en el pensamiento del proceso para elegir los términos de búsqueda. Podría ser necesario consultar recursos lingüísticos, tales como un tesoro o un diccionario, para incorporar nuevos términos. La expansión de consultas es el proceso de suplementar la consulta original con términos adicionales, y es un método para mejorar el desempeño de la recuperación. En [Deco et al., 2005] se propone la expansión semántica de la consulta utilizando recursos lingüísticos para mejorar la Recuperación de Información. En dicho trabajo, se experimenta con el recurso WordNet [Miller, 1995], y se muestra que tanto la cobertura como la precisión de los resultados mejora con este recurso. La mejora de la precisión de una búsqueda se logra al presentarle al usuario una estructura jerárquica de conceptos que le permita hacer un recorrido conceptual de su consulta. Es decir, moverse por jerarquías conceptuales, subiendo o bajando de nivel conceptual, y para seleccionar un término más preciso a su necesidad de información.

Objetivos

La web es un repositorio de tamaño continuamente creciente. Como se pretende discriminar las páginas por su contenido, se plantea representarlas con vectores de sus palabras representativas, lo que presupone el manejo de vectores con miles de componentes. Esto no permite asegurar que la dimensión intrínseca del espacio métrico será alta o no, pero sí que soluciones para espacios vectoriales no son aplicables. Considerando la incertidumbre sobre la dimensión intrínseca del espacio, los algoritmos de tipo Voronoi aparecen como más aptos. Además, el ambiente de la web es muy dinámico, continuamente se están agregando, modificando y borrando páginas.

El objetivo de este proyecto es mejorar la recuperación y extracción de información no estructurada, utilizando recursos lingüísticos para la preparación de una estrategia de búsqueda. Para esto, se consideran aportes desde la lingüística para el refinamiento semántico de los conceptos; y desde la matemática y las ciencias de la computación para la búsqueda por similitud. Además, se pretende lograr un marco unificador para describir y analizar soluciones para el problema de la búsqueda en bases de datos no estructuradas.

Los objetivos específicos de este proyecto son:

- Desarrollar nuevas metodologías para ampliar las capacidades de recuperación de información que utilicen recursos lingüísticos, tales como diccionarios, tesauros y ontologías.
- Proponer nuevos algoritmos que permitan buscar eficientemente en bases de datos no convencionales, como ser algoritmos para búsqueda en espacios métricos.
- Utilizar las propiedades de los índices sobre espacios métricos para mejorar la calidad de los resultados de una búsqueda de información.
- Diseñar nuevas estructuras de datos para espacios métricos que, aprovechando las características del tipo de recuperación que se necesita resolver, permitan responder eficientemente las consultas. Además se requiere que sean dinámicas; es decir capaces de actualizarse sin necesidad de reconstruir completamente la estructura.
- Una clase de algoritmos para búsqueda en espacios métricos son los basados en pivotes. Por lo tanto, nos proponemos en particular trabajar sobre ellos y proponer algún nuevo algoritmo basado en pivotes y criterios para la selección de pivotes.

Velocidad en la recuperación y calidad de los resultados son dos propiedades necesarias en cualquier sistema de Recuperación de Información. Los espacios métricos cuentan con índices que permiten la recuperación de objetos cercanos a uno dado de una forma rápida y adecuada, por lo que resultan estructuras prometedoras sobre las cuales se pueden construir motores de búsqueda.

El desempeño de un motor de búsqueda se puede evaluar a través de los indicadores *Precisión* y *Recall*. La Precisión es el número de documentos relevantes a la consulta dada dividido el total de documentos recuperados. El Recall es el cociente entre la cantidad de documentos recuperados y el total de documentos relevantes de la colección. Un motor alcanza un buen rendimiento cuando maximiza ambos valores; es decir, recupera la mayoría de los documentos relevantes disponibles en la colección con la menor cantidad de documentos irrelevantes.

En trabajos ya iniciados se analizaron algoritmos de indexado sobre espacios métricos lo que permitió vislumbrar la aptitud del M-tree [Ciaccia *et al.*, 1997] para el entorno Web. Se optó entonces por extender el M-tree ya que al realizar una búsqueda, elige los recorridos analizando la consulta ingresada con información que contiene su estructura. Además, logra velocidad porque en este proceso va descartando los subárboles que no tienen datos próximos a la consulta. Los resultados obtenidos son correctos porque en el proceso de poda los subárboles rechazados contienen siempre datos irrelevantes, por definición del M-tree. Para alcanzar ambos objetivos, velocidad y calidad de resultados, se elige una adecuada representación de las páginas Web y un conveniente criterio de similitud entre las mismas que posibiliten el empleo de un M-tree. La propuesta del índice XM-tree [Deco *et al.*, 2007] logra un alto rendimiento en cuanto a calidad de resultados en un proceso de Recuperación de Información en la Web, alcanzando buenos valores de Precisión y Recall. Además, la eficiencia de las búsquedas ofrece importantes mejoras sobre los índices para espacios vectoriales e índices invertidos.

Una extensión futura del XM-tree es el borrado real de datos, ya que actualmente las páginas fuera de línea siguen presentes en el índice y figuran como accesibles desde un caché, tal cual lo hace el M-tree; éste es un aspecto importante ya que entonces el XM-tree se volvería un índice realmente apto para el entorno Web, porque sería completamente dinámico.

BIBLIOGRAFIA

- [Baeza et al., 1999] Baeza-Yates, R., Ribeiro-Neto, B. (eds.), *Modern Information Retrieval*. 1999, New York. ACM Press.
- [Chávez et al., 2001] Chávez, E., Navarro, G., Baeza-Yates, R., Marroquín, J. Searching in metric spaces. *ACM Computing Surveys*, 33(3):273-321, September 2001.
- [Ciaccia et al., 1997] P. Ciaccia, M. Patella y P. Zezula. M-tree: An Efficient Access Method for Similarity Search in Metric Spaces. In *Proc. of the 23rd Conference on Very Large Databases (VLDB'97)*, 426–435, 1997. URL <http://www-db.deis.unibo.it/research/papers/VLDB97.pdf>
- [Deco et al., 2005] Deco, C. Bender, J. Saer, M. Chiari, Motz, R. Semantic Refinement for Web Information Retrieval. C. Proceedings of the 3rd Latin American Web Congress. La Web 2005. IEEE Press. Pp 106-110. Argentina.
- [Deco et al., 2007] C. Deco, G. Pierángeli, C. Bender, N. Reyes. XM-tree, un nuevo índice para Recuperación de Información en la Web. En Proceedings del IV Workshop de Ingeniería de Software y Bases de Datos en el marco del XIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, CACIC 2007. pp. 656-667, ISBN 978-950-656-109-3. Corrientes, Argentina, 2007.
- [Efthimiadis, 1996] Efthimiadis E.N. Query Expansion. In *Annual Review of Information Systems and Technology (ARIST)*, v31, pp 121-187, 1996.
- [Miller, 1990] Miller, G. WordNet: An on-line lexical database. *International Journal of Lexicography* 3(4). 1990.

Ontologies for the Semantic Web

María Clara Vallés and Pablo R. Fillottrani

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación
Universidad Nacional del Sur
Bahía Blanca, Argentina
mcvalles@gmail.com
prf@cs.uns.edu.ar

Abstract

The Semantic Web attempts to reach a state in the future where everything on the Web will no longer be only machine-readable, but also machine-understandable. An ontology is an explicit specification of a conceptualization. A conceptualization is an abstract, simplified view of the world that we wish to represent for some purpose. Every knowledge base, knowledge-based system, or knowledge-level agent is committed to some conceptualization, explicitly or implicitly. By defining shared and common domain theories, ontologies help both people and machines to communicate concisely, supporting the exchange of semantics and not only syntax. Hence, the construction of domain-specific ontologies is crucial for the success and the proliferation of the Semantic Web.

1 Introduction

Since its beginning, the World Wide Web has played an important role in our everyday life, transforming the world towards a knowledge society. As a result, the way computers are used has diversified, gaining popularity and users. At present, the view of computers as an efficient way to access information on practically any subject, has gained special attention. Most of today's Web content is presented in a way that makes it suitable only for human consumption. In other words, information is expected to be consumed by individuals, not software programs.

Apart from hypertext links, which allow the possibility of linking a document to any other document, keyword-based search engines have turned into an essential tool for information management on today's web. However, the use of these tools in this fashion has some disadvantages, given the fact that it is the person who must browse documents, extract the information

he or she is looking for, and discard the rest. The next step to take in order to solve this problem, would be the automatization of this process.

Unfortunately, there is a mayor inconvenience we must solve before we can achieve this task, which has to do with the fact that Web content must allow a computer program to sort out the meaning (semantics) of the information it browses. In other words, it is easy for a person to distinguish the information that is meaningful, because humans can “understand” the meaning of the Web content they read. However, in order for a software tool to interpret sentences and extract useful information for users, Web content should be represented in a form that is more machine-processable and which allows intelligent techniques to take advantage of these representations. We refer to this future Web plan, as the Semantic Web. Therefore, the Semantic Web attempts to reach a state in the future where everything on the Web will no longer be only machine-readable, but also machine-understandable.

It is important to understand that the Semantic Web is not a separate Web but an extension of the current one, in which information is given well-defined meaning, enabling computers and people to work in closer co-operation. The first steps towards incorporating the Semantic Web into the structure of the existing Web are already under way. In the near future, these developments will cause the dawning of significant new functionality as machines become much better able to process and “understand” the data that they merely display at present.

2 Knowledge Representation

For the semantic web to function, computers must have access to structured collections of information and sets of inference rules that they can use to conduct automated reasoning.

Semantic Web researches, accept that unanswerable questions represent a small price to pay to achieve versatility. The task of adding logic to the Web encompasses a series of complex decisions, given the fact that the logic must be strong enough to describe object properties, but not too powerful so as to avoid agents tricking themselves into considering paradoxes.

3 Technologies for developing the Semantic Web

Two important technologies for developing the Semantic Web are already in place: Extensible Markup Language (XML) and the Resource Description Framework (RDF).

3.1 Extensible Markup Language (XML)

One of the fundamental contributions towards the Semantic Web to date has been the development of XML.

XML provides an interoperable syntactical foundation upon which solutions to the larger issues of representing relationships and meaning can be built.

XML owes its name to the fact that it allows users to create their own tags that annotate Web pages or sections of text on a page. Scripts, or programs, can make use of these tags in sophisticated ways, but the script writer has to know what the page writer uses each tag for. Therefore, XML is purely syntactical, allowing users to add arbitrary structure to their documents but saying nothing about what the structures mean, i.e. its semantics. [2] There are many different XML schema languages, with different levels of expressivity. The most broadly supported schema language and the only one defined by the XML 1.0 specification itself is the document type definition (DTD). A DTD lists all the legal markup and specifies where and how it may be included in a document. DTDs are optional in XML.

3.2 Resource Description Framework (RDF)

The Resource Description Framework (RDF), developed under the auspices of the World Wide Web Consortium (W3C), is an infrastructure that enables the encoding, exchange, and reuse of structured metadata. This infrastructure enables metadata interoperability through the design of mechanisms that support common conventions of semantics, syntax, and structure. RDF does not stipulate semantics for each resource description community, but rather provides the ability for these communities to define metadata elements as needed. RDF uses XML as a common syntax for the exchange and processing of metadata. By exploiting the features of XML, RDF imposes structure that provides for the unambiguous expression of semantics and, as such, enables consistent encoding, exchange, and machine-processing of standardized metadata.

3.2.1 The RDF Data Model

RDF provides a model for describing resources. Resources have properties (attributes or characteristics). RDF defines a resource as any object that is uniquely identifiable by an Uniform Resource Identifier (URI). The properties associated with resources are identified by property-types, and property-types have corresponding values. Property-types express the relationships of values associated with resources. A collection of these properties that refers to the same resource is called a description. [4]

3.2.2 The RDF Schema

RDF Schemas (RDF-S) are used to declare vocabularies, the sets of semantics property-types defined by a particular community. RDF schemas define the valid properties in a given RDF description, as well as any characteristics or restrictions of the property-type values themselves. The XML namespace mechanism serves to identify RDF Schemas. [4]

4 Ontologies

An ontology is an explicit specification of a conceptualization. A conceptualization is an abstract, simplified view of the world that we wish to represent for some purpose. Every knowledge base, knowledge-based system, or knowledge-level agent is committed to some conceptualization, explicitly or implicitly.

In recent years the development of ontologies has become common on the World-Wide Web. Many disciplines now develop standardized ontologies that domain experts can use to share and annotate information in their fields, and which can be used for reasoning about the objects within a particular domain. An ontology defines a common vocabulary for researchers who need to share information in a domain. It includes machine-interpretable definitions of basic concepts in the domain and relations among them.[5]

Some of the reasons for developing ontologies are:

- To share common understanding of the structure of information among people or software agents
- To enable reuse of domain knowledge
- To make domain assumptions explicit
- To separate domain knowledge from the operational knowledge
- To analyze domain knowledge

Often an ontology of the domain is not a goal in itself. Developing an ontology is akin to defining a set of data and their structure for other programs to use. Problem-solving methods, domain-independent applications, and software agents use ontologies and knowledge bases built from ontologies as data. By defining shared and common domain theories, ontologies help both people and machines to communicate concisely, supporting the exchange of semantics and not only syntax. Hence, the construction of domain-specific ontologies is crucial for the success and the proliferation of the Semantic Web.[3]

4.1 Web Ontology Language - OWL

An ontology language is a formal language used to encode the ontology. There are a number of such languages for ontologies, one of them being OWL. OWL is intended to be used when the information contained in documents needs to be processed by applications, as opposed to situations where the content only needs to be presented to humans. OWL can be used to explicitly represent the meaning of terms in vocabularies and the relationships between those terms. OWL has more facilities for expressing meaning and semantics than XML, RDF, and RDF-S, and thus OWL goes beyond these languages in its ability to represent machine interpretable content on the Web. [6]

OWL has been designed to meet the need for a Web Ontology Language, and is part of the growing stack of W3C recommendations related to the Semantic Web:

- XML provides a surface syntax for structured documents, but imposes no semantic constraints on the meaning of these documents.
- XML Schema is a language for restricting the structure of XML documents and also extends XML with data types.
- RDF is a datamodel for objects (“resources”) and relations between them, provides a simple semantics for this datamodel, and these datamodels can be represented in an XML syntax.
- RDF Schema is a vocabulary for describing properties and classes of RDF resources, with a semantics for generalization-hierarchies of such properties and classes.
- OWL adds more vocabulary for describing properties and classes. OWL provides three increasingly expressive sublanguages designed for use by specific communities of implementers and users.
- OWL Lite supports those users primarily needing a classification hierarchy and simple constraints.
- OWL DL supports those users who want the maximum expressiveness while retaining computational completeness (all conclusions are guaranteed to be computable) and decidability (all computations will finish in finite time). OWL DL includes all OWL language constructs, but they can be used only under certain restrictions.
- OWL Full is meant for users who want maximum expressiveness and the syntactic freedom of RDF with no computational guarantees. It is unlikely that any reasoning software will be able to support complete reasoning for every feature of OWL Full.

Each of these sublanguages is an extension of its simpler predecessor, both in what can be legally expressed and in what can be validly concluded. Ontology developers adopting OWL should consider which sublanguage best suits their needs. OWL Full can be viewed as an extension of RDF, while OWL Lite and OWL DL can be viewed as extensions of a restricted view of RDF. Every OWL (Lite, DL, Full) document is an RDF document, and every RDF document is an OWL Full document, but only some RDF documents will be a legal OWL Lite or OWL DL document.

5 Agents

The real power of the Semantic Web will be realized when people create many programs that collect Web content from diverse sources, process the information and exchange the results with other programs. Ontologies can be imagined as operating one level above RDF. Agents operate one level above ontologies, they examine different ontologies to find new relations among terms and data in them. The effectiveness of such software agents will increase exponentially as more machine-readable Web content and automated services (including other agents) become available. The Semantic Web promotes this synergy: even agents that were not expressly designed to work together can transfer data among themselves when the data comes with semantics.[1]

An important facet of agents functioning will be the exchange of “proofs” written in the Semantic Web’s unifying language (the language that expresses logical inferences made using rules and information such as those specified by ontologies). Another vital feature will be digital signatures, which are encrypted blocks of data that computers and agents can use to verify that the attached information has been provided by a specific trusted source. Agents should be skeptical of assertions that they read on the Semantic Web until they have checked the sources of information.

In the Semantic Web, the consumer and producer agents can reach a shared understanding by exchanging ontologies, which provide the vocabulary needed for discussion. Agents can even “bootstrap” new reasoning capabilities when they discover new ontologies. Semantics also makes it easier to take advantage of a service that only partially matches a request.

A typical process will involve the creation of a “value chain” in which subassemblies of information are passed from one agent to another, each one “adding value” to construct the final product requested by the end user. To create complicated value chains automatically on demand, some agents will exploit artificial-intelligence technologies in addition to the Semantic Web. But the Semantic Web will provide the foundations and the framework to make such technologies more feasible.

In the next step, the Semantic Web will break out of the virtual realm

and extend into our physical world. URIs can point to anything, including physical entities, which means we can use the RDF language to describe devices such as cell phones and TVs. Such devices can advertise their functionality, what they can do and how they are controlled, much like software agents. Such a semantic approach opens up a world of exciting possibilities.

6 Conclusion

The potential implications of widespread adoption of semantic web technologies, promises a knowledge revolution. If properly designed, it would not only become a tool for conducting individual tasks, but it would also assist the evolution of human knowledge as a whole. Once the web has been sufficiently populated with rich metadata, searching on the web will become easier as search engines have more information available, and thus searching can be more focused. As more groups develop ontologies, Semantic Web tools allow them to link their schemes and translate their terms, gradually expanding the number of people and communities whose Web Software can understand one another automatically. The web of today, the vast unstructured mass of information, may be transformed into something more manageable - and thus something far more useful, allowing agents and users to work and learn together.

References

- [1] Tim Berners-Lee, James Hendler, and Ora Lassila. The semantic web. *Scientific American*, 2001.
- [2] Elliotte Rusty Harold and W. Scott Means. *XML in a Nutshell*. O'Reilly, June 2002.
- [3] Alexander Maedche and Steffen Staab. Ontology learning for the semantic web. *IEEE Intelligent Systems*, 16(2), March 2001.
- [4] Eric Miller. An introduction to the resource description framework. *D-Lib Magazine*, May 1998.
- [5] Natalya F. Noy and Deborah L. McGuinness. Ontology development 101: A guide to creating your first ontology, September 2005.
- [6] W3C Recommendation. Owl web ontology language, February 2004.

Mejora en la Administración de Procesos de Desarrollo de Software Tipo SPEM Automatizados Bajo Workflow

Fabio A. Zorzan¹ y Daniel Riesco²

Resumen—Esta línea de investigación pretende aportar a la mejora de los procesos de desarrollo de software, para esto se propone una alternativa para lograr la automatización total o parcial de la gestión de los procesos de desarrollo de software, en particular los especificados con el Software Process Engineering Metamodel versión 2 (SPEM v2). La propuesta pretende utilizar motores workflow estándares que son utilizados para automatizar procesos de negocio. Para lograr esta automatización se definirá una transformación, por medio del lenguaje Relations que forma parte de Query/Views/Transformations (QVT), del metamodelo SPEM v2 al metamodelo de Business Process Modeling Notation (BPMN) definido por la Object Management Group (OMG). La especificación BPMN resultante podrá ser transformada a un lenguaje estándar para la implementación de procesos workflow, como ser Business Process Execution Language (BPEL) o XML Process Definition Language (XPDL). Con esto se lograría fundamentalmente, la automatización total o parcial de la gestión de cualquier proceso de desarrollo de software especificados bajo SPEM v2 a través de su transformación a un proceso workflow estándar.

Palabras claves— Workflow, SPEM, BPMN, QVT, Relations.

1. INTRODUCCIÓN

Un proceso de negocio es un conjunto de tareas lógicamente relacionadas, ejecutadas para obtener un resultado de negocio.

Los procesos de negocio pueden ser controlados y administrados por un sistema basado en software. Los procesos de negocio automatizados de esta manera se denominan workflow. Esta automatización resulta en una importante potenciación de las virtudes de dicho proceso. Se obtienen mejoras en cuanto a rendimiento, eficiencia y productividad de la organización.

Dentro de la industria del desarrollo de software se encuentran los procesos de negocios tendientes a la construcción o generación de un producto (software) de calidad en un tiempo determinado [1]. El proceso de negocio mas importante dentro de la industria de desarrollo de software es conocido como “metodologías de desarrollo”, encargadas de guiar la producción. Esta línea de investigación pretende aporta a la optimización del proceso de producción de software mediante la automatización total o parcial de las metodologías de desarrollo. Para esto se trabajará sobre la hipótesis de que el proceso de desarrollo de software es un tipo proceso de negocio particular, y los procesos de negocio pueden ser automatizados en todo o en parte a través de un motor de workflow. El objetivo es transformar el proceso de desarrollo de software en un proceso de un workflow para poder lograr la automatización de

¹ Fabio. A. Zorzan pertenece al Departamento de Computación de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina; tel.: +54-358-4676529; e-mail: fzorzan@exa.unrc.edu.ar.

² Daniel. Riesco pertenece al Departamento de Informática de la Universidad Nacional de San Luis, San Luis, Argentina, tel.: 54+2652+424027 int 251, e-mail: driesco@unsl.edu.ar

su gestión en todo o en parte. El paradigma workflow ofrece interoperabilidad con otros sistemas, ejecución en ambientes distribuidos, facilidades para el monitoreo y manejo de recursos humanos [2].

Para lograr esta automatización se propone una traducción de un proceso de desarrollo de software especificado en SPEM v2 [3], en adelante SPEM, a una especificación de procesos Workflow basado en el estándar BPMN [4] aceptado por la OMG. Esta traducción se obtiene a través de una transformación definida mediante el lenguaje Relations que forma parte de QVT [5]. La transformación se define entre el Metamodelo SPEM y el metamodelo BPMN. Por ejemplo, esta transformación aplicada a la especificación en SPEM del SmallRUP [6] da como resultado un modelo basado en el metamodelo BPMN. Este modelo puede ser transformado a una especificación workflow en lenguaje BPEL [7] o XPDL [8] que puede ser tomada por cualquier motor workflow que interprete alguno de estos lenguajes, y de esta manera poder administrar automáticamente, por medio de un motor de workflow, proyectos de desarrollo de software que utilicen como metodología de desarrollo a SmallRup.

2. SPEM

Los procesos en el desarrollo de software pueden ser vistos como productos, ya que están constantemente cambiando y evolucionando. También deben ser administrados y configurados para adaptarlos a las organizaciones y a las nuevas necesidades del entorno, agregando de esta forma la necesidad de un estándar unificado en esta área, esto debido a que cada una de estas técnicas y procesos definió sus propios estándares y terminologías usando incluso diferentes significados para la misma palabra.

Para especificar las actividades propuestas por un proceso de desarrollo particular y de esta forma proveer una solución a la necesidad antes planteada, la OMG definió un metamodelo para la Ingeniería de Procesos de Software (SPEM), a la fecha está disponible un draft de la versión 2.0 que hace una precisa separación entre la definición de los procesos y la ejecución de los mismos, que en versiones anteriores no estaba claramente definida.

Para la definición de nuevos lenguajes, la OMG define una arquitectura basada en cuatro niveles de abstracción que van a permitir distinguir entre los distintos niveles conceptuales que intervienen en el modelado de un sistema. A esos niveles se les denomina M0, M1, M2 y M3.

SPEM está dentro del nivel M2 y describe un metamodelo genérico para la descripción de procesos software concretos que está basado en MOF [9] y extiende al metamodelo UML.

3. WORKFLOW

Un workflow se define como la automatización total o parcial de un proceso de negocio, durante la cual documentos, información o tareas son intercambiadas entre los participantes conforme a un conjunto de reglas procedimentales preestablecidas [10].

Un workflow comprende un número de pasos lógicos, conocidos como actividades. Una actividad puede involucrar la interacción manual o automática con el usuario.

Un motor workflow es un sistema de software que controla la ejecución de las actividades definidas en el workflow. La WfMC ha definido un Modelo de Referencia Workflow (Workflow Reference Model). Este modelo define 5 interfaces para la interoperabilidad de diferentes productos con un motor workflow.

En nuestra investigación interesa la interfaz 1 que especifica el formato de intercambio común para soportar la transferencia de definiciones de procesos entre productos diferentes. Los lenguajes de definición de procesos XPDL definido por la WfMC o BPEL adoptado por OASIS implementan la

interfase 1. OFBiz Workflow Engine [11] o Open Business Engine [12] son motores workflow que soportan XPD. WebSphere Process Server [13] y BPEL Process Manager [14] son motores workflow que implementan BPEL.

Es importante a la hora de modelar un proceso de negocio poder utilizar una herramienta independiente de la implementación, así, de esta manera, poder utilizar la especificación del proceso de negocio para diferentes plataformas. BPMN es una herramienta de estas características que está siendo muy utilizada por grandes empresas.

3.1. BPMN

La OMG junto con la Business Process Modeling Initiative (BPMI) han desarrollado una notación, denominada BPMN [5], para el modelado de procesos de negocio. BPMN define una notación para la definición de procesos de negocio, lo que es una plataforma independiente con respecto a definiciones específicas (por ejemplo XPD o BPEL) de procesos de negocio. Esta notación define una representación abstracta para la especificación de procesos de negocio que se ejecutan dentro de una empresa. Partiendo de un modelo BPMN se puede obtener, mediante una transformación, la definición de un proceso de negocio en un lenguaje específico. En [4] está definida la correspondencia de BPMN a BPEL. Los elementos de la notación están especificados en el metamodelo BPMN [15]. Este metamodelo está definido en el nivel M2 de la OMG y está basado en MOF.

4. QVT

El planteamiento QVT [5] se basa principalmente en: la definición de un lenguaje para las consultas (Queries) sobre los modelos MOF, la búsqueda de un estándar para generar vistas (Views) que revelen aspectos específicos de los sistemas modelados, y finalmente, la definición de un lenguaje para la descripción de transformaciones (Transformations) de modelos MOF.

En este trabajo se utiliza el componente de QVT que tiene como objetivo definir transformaciones. Estas transformaciones describen relaciones entre un metamodelo fuente F y un metamodelo objetivo O, ambos metamodelos deben estar especificados en MOF. Luego esta transformación definida se utiliza para obtener un modelo objetivo que es una instancia del metamodelo O a partir de un modelo fuente que es una instancia del metamodelo F. Una característica muy importante de estas transformaciones es que pueden ser bidireccionales (multidimensionales también).

4.1. RELATIONS

La especificación de QVT que se utiliza tiene una naturaleza híbrida declarativa/imperativa. El lenguaje relations es una especificación declarativa de relaciones entre metamodelos MOF. Este lenguaje permite realizar pattern matching de objetos complejos y definir templates de creación de objetos. El trace de los elementos de los modelos involucrados en las transformaciones son creados explícitamente.

5. ESQUEMA GENERAL DE LA TRANSFORMACION

El esquema general de la transformación de procesos de desarrollo de software basados en SPEM a workflows puede ser visto en tres niveles: Metamodelo, Definición/Modelo y Ejecución, como lo muestra la figura 1.

En el nivel metamodelo se encuentran los metamodelos objetivos de la transformación, el metamodelo SPEM y el metamodelo BPMN, entre los cuales se define la transformación mediante el lenguaje QVT. A su vez en este nivel se encuentran las definiciones de los mapping entre el

metamodelo BPMN y los diferentes lenguajes de implementación de workflow, en este caso los lenguajes XPDL y BPEL. Pasando al nivel de modelo/definición se encuentran los modelos específicos que definen un proceso de desarrollo de software concreto, como por ejemplo SmallRUP, y a partir de éste, por aplicación de la transformación definida en QVT a nivel metamodelo, se obtiene el modelo BPMN que define a SmallRUP como un proceso de negocio. También en este nivel se encuentran la aplicación de los mapping entre el metamodelo BPMN y los diferentes lenguajes de definición de procesos, que como resultado de la aplicación de estos mapping se obtiene la definición de SMALLRUP en un lenguaje(XPDL o BPEL). Esta definición se utiliza como entrada para la definición de procesos en un motor Workflow que implemente el lenguaje. Por ultimo, en el nivel de ejecución, se encuentran los proyectos de desarrollo de software que siguen como metodología de desarrollo de software a SmallRUP y que son administrados automática o semi-automáticamente a través de motores de workflow que siguen como especificación de procesos de negocio a la definida en el nivel anterior.

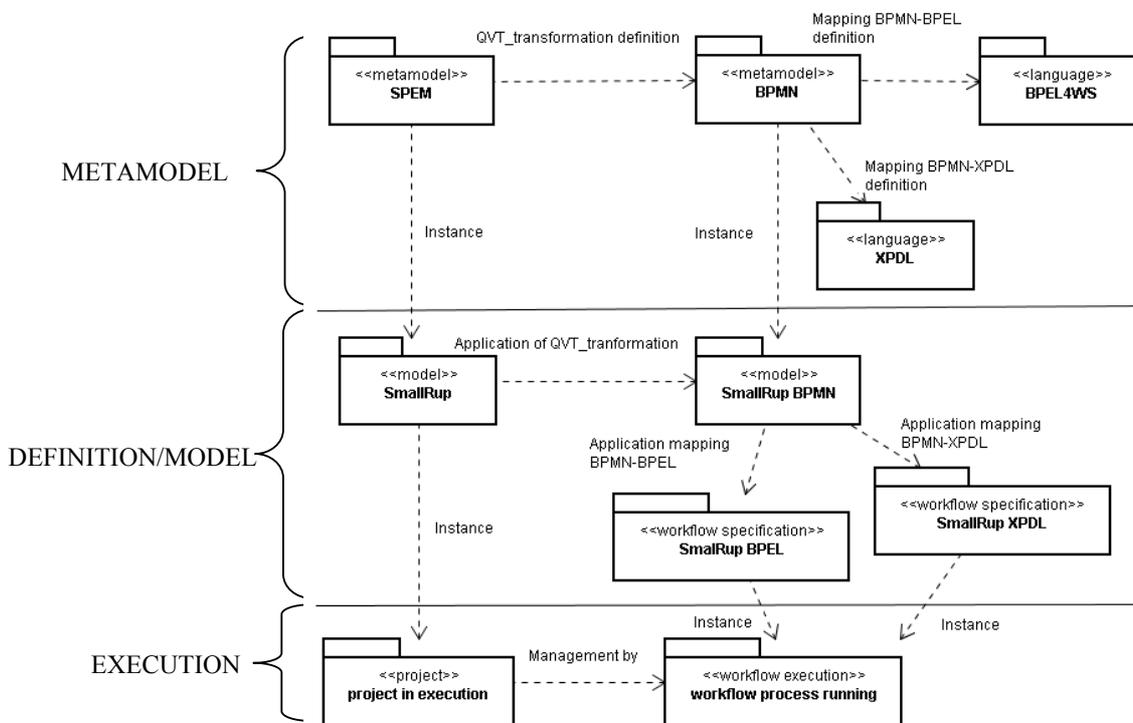


Figura 1: Vista general de la transformación.

6. CONCLUSIONES

Esta línea de investigación tiene como objetivo hacer una contribución a la mejora de los procesos de desarrollo de software viendo al proceso de desarrollo de software como un proceso de negocio particular, y con esto, pueden ser automatizados en todo o en parte a través de un motor de workflow.

Para lograr esta automatización de la gestión de los procesos de desarrollo de software, se pretende definir una transformación del proceso de desarrollo de software a un workflow para poder lograr su automatización en todo o en parte. Teniendo en cuenta esto, el proceso de desarrollo de software se transforma en una especificación de procesos workflow que sigue el estándar de la WfMC u Oasis, y de esta forma, se podrían utilizar motores de workflow estándar que asistan a la gestión automática o semi-automática de los procesos de desarrollo de software especificados con el estándar de la OMG

denominado SPEM. Definiendo una transformación genérica, especificada en QVT, de procesos de desarrollo basados en SPEM a un modelo de procesos Workflow, también se estaría logrando la automatización de esta transformación, ya que en la actualidad hay herramientas que permiten la ejecución de transformaciones especificadas en QVT Relations, como por ejemplo MOMENT [16].

El beneficio de esta transformación también se notaría teniendo en cuenta el dinamismo de los cambios en los procesos de desarrollo de software, con lo cual, cualquier cambio en la especificación del proceso de desarrollo de software puede ser propagado a la especificación workflow de dicho proceso y así adaptar rápidamente la especificación de entrada al workflow.

Esta transformación optimizaría la construcción del software debido a que se dispone de un sistema automatizado (motor workflow) que administrará los recursos y organizará a un equipo de ingenieros de software en el transcurso del desarrollo de un proyecto en particular. El proceso de desarrollo adopta todas las ventajas propias de un proceso de negocio.

REFERENCIAS

- [1] N. Debnath, D. Riesco, G. Montejano, et al, "Supporting the SPEM with a UML Extended Workflow Metamodel", ACS/IEEE International Conference on Computer Systems and Applications (AICCSA'06). Conference to be held in Dubai/Sharjah during March 8-11, 2006, www.ieee.org.
- [2] Daniel K.C. Chan, Karl R.P.H. Leung, "Software Development as a Workflow Process," apsec, p. 282-291, Fourth Asia-Pacific Software Engineering and International Computer Science Conference (APSEC'97 / ICSC'97), IEEE 1997.
- [3] Object Management Group, "Software & Systems Process Engineering Metamodel Specification, v2"; Proposed Available Specification ptc/2007-08-07 of the Object Management Group, Inc; <http://www.omg.org/docs/formal/07-11-01.pdf>, último acceso Marzo 2008.
- [4] Object Management Group "Business Process Modeling Notation (BPMN) Specification". Final Adopted Specification dtc/06-02-01, http://www.bpmn.org/Documents/OMG_Final_Adopted_BPMN_1-0_Spec_06-02-01.pdf, último acceso Octubre 2007.
- [5] Object Management Group, "Meta Object Facility (MOF) 2.0 Query/View/Transformation Specification" Final Adopted Specification ptc/05-11-01, <http://www.omg.org/docs/ptc/05-11-01.pdf>, último acceso Febrero 2008
- [6] Gary Pollice "Using the RUP for small projects: Expanding upon Extreme Programming", A Rational Software White Paper – 04/08/15, <ftp://ftp.software.ibm.com/software/rational/web/whitepapers/2003/tp183.pdf>, último acceso Diciembre 2007.
- [7] BEA, IBM, Microsoft, SAP and Siebel, "Business Process Execution Language for Web Services Version 1.1", S. Thatte, et al., May 2003, <ftp://www6.software.ibm.com/software/developer/library/ws-bpel.pdf>, último acceso, Febrero 2007.
- [8] Workflow Management Coalition, Workflow Standard – Workflow Process Definition Interface -XML Process Definition Language, Workflow Management Coalition, WfMC-TC-1025, 2002, http://www.wfmc.org/standards/docs/TC-025_10_xpdl_102502.pdf, último acceso Diciembre 2007.
- [9] Object Management Group "Meta Object Facility (MOF) Core Specification" OMG Available Specification. Version 2.0. formal/06-01-01, <http://www.omg.org/docs/formal/06-01-01.pdf>, último acceso Noviembre 2006.
- [10] Rob Allen, Open Image Systems Inc., United Kingdom Chair, WfMC External Relations Committee; "The Workflow Handbook 2001"; Workflow Management Coalition; October 2001.
- [11] OFBiz Workflow Engine, <http://incubator.apache.org/ofbiz/docs/workflow.html>, último acceso Febrero 2007.
- [12] Open Business Engine, <http://obe.sourceforge.net/>, último acceso Enero 2008.
- [13] IBM, "WebSphere Process Server", <http://www-306.ibm.com/software/integration/wps/>, último acceso Diciembre 2007
- [14] Oracle, "BPEL Process Manager" <http://www.oracle.com/technology/products/ias/bpel/index.html>, último acceso Febrero 2007.
- [15] Object Management Group, BPMN Documents "BPMNModel UML Documentation". Draft Specification, <http://www.bpmn.org/Documents/BPMNMetaModel.zip>, último acceso Octubre 2006.
- [16] Pascual Queralt, Luis Hoyos, Artur Boronat, José Á. Carsí e Isidro Ramos; "Un motor de transformación de modelos con soporte para el lenguaje qvt relations", Desarrollo de Software Dirigido por Modelos - DSDM'06 (Junto a JISBD'06). October 2006. Sitges, Spain. – 2006

DETERMINACION DE LA EFICACIA DE LA BRAQUITERAPIA EN TRATAMIENTO DE CÁNCER BASADA EN MINERIA DE DATOS

Reparaz, D., Merlino, H., Rancan, C., Rodríguez, D., Britos, P., García-Martínez, R.

¹Departamento de Ingeniería Industrial. Instituto Tecnológico de Buenos Aires

²Centro de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento. Instituto Tecnológico de Buenos Aires

³Laboratorio de Sistemas Inteligentes. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires

{hmerlino, crancan, drodrigu, pbritos, rgm}@itba.edu.ar

1. INTRODUCCION

En las últimas décadas, hemos sido testigos de vertiginosos cambios en las tecnologías existentes. En este marco de rápida evolución, no podemos dejar afuera los avances producidos en las ciencias de salud. Frente a dichos cambios, aparecen en la medicina nuevas alternativas para el tratamiento de enfermedades. Al encontrarnos frente a estas nuevas alternativas, comienza a tomar mayor importancia el concepto de calidad de vida, ligada a cada uno de los tratamientos. Para el tratamiento del cáncer de próstata, existen tratamientos alternativos. Entre ellos se encuentran, la prostatectomía radical (abierta o laparoscópica), radioterapia conformada externa, terapia hormonal y braquiterapia. Para distintos pacientes con estadios de enfermedad curables, la elección del tratamiento debe contrastarse contra los riesgos de la terapia, la edad del paciente, el comportamiento biológico del cáncer, la calidad de vida y otros factores. Esta situación, pone de manifiesto la necesidad de generar herramientas de toma de decisiones, para maximizar la eficacia a la hora de elegir el tratamiento adecuado para un paciente. En la actualidad, los especialistas cuentan con algunas herramientas que sirven de ayuda en el momento de tomar una decisión respecto al tratamiento adecuado para cada paciente. La herramienta por excelencia es la experiencia profesional, la cual confiere a los especialistas criterios consensuados a la hora de optar por un tratamiento u otro. Estos criterios se basan en una serie de indicadores, que varían en un rango de valores determinado, y que al interactuar generan un output, que es la decisión del profesional acerca del tratamiento “óptimo”. Con el afán de brindar un marco teórico a las decisiones, tanto para optimizarlas como para dotar de un valor cuantitativo a la experiencia, es que la ingeniería industrial hace su aporte. Existen dos métodos de ayuda en la toma de decisiones. El primero, y el más extensamente estudiado y aceptado, es el conocido como Nomogramas (Partin). Los nomogramas son herramientas predictivas basadas en análisis de regresión multivariable. Son representaciones gráficas de modelos estáticos, que utilizan escalas, para calcular el “peso” del valor de cada variable, y luego predecir un determinado punto final (end point). Los puntos finales que se estudian entre otros pueden ser: estadio de la enfermedad, probabilidad de reaparición de la enfermedad [Shariat *et al.*, 2005], predicción de retención urinaria aguda o intervención quirúrgica en pacientes con hiperplasia prostática benigna [Slawin *et al.*, 2006]. Las predicciones que se obtienen son resultado de los indicadores individuales de cada paciente. Los nomogramas están formados por una serie de ejes, cada uno de los cuales representa una variable. Las variables varían dentro de una escala, y a cada valor de la variable le corresponde una puntuación dependiendo del impacto que dicha variable tenga en la predicción. El eje final, concentra la puntuación final, que es transformada en la probabilidad de alcanzar el punto final. Este tipo de métodos, debe tener especial cuidado a la hora de definir como imputar el “peso” al valor de las variables, al descartar variables que puedan resultar importantes, al incorporar variables inadecuadas, entre otras. Los nomogramas son los métodos mas estudiados y por lo tanto existen varios estudios de validación de dichos

modelos. Entre otros podemos encontrar: Validación de nomograma para predecir resultados positivos de biopsia en cáncer de próstata [Yanke *et al.*, 2005].

El otro método es el de la minería de datos [García-Martínez *et al.*, 2003]. Éste último, es bastante novedoso para este tipo de aplicaciones, por lo cual existen desarrollos muy puntuales. Existe gran variedad de algoritmos (caracterización, inducción, etc), que tienen la capacidad de aprender de la experiencia. Están formados por nodos de ingreso, nodos ocultos y nodos de salida. Mediante este entrenamiento (Supervisado, No Supervisado) el modelo ajusta los pesos de las neuronas ocultas para optimizar la salida. La ventaja de minería frente a los nomogramas es que posee la capacidad de resolver relaciones no lineales complejas entre las variables, sin necesidad de hacer ninguna suposición previa respecto a dichas relaciones. La utilización de este método aún sigue siendo controversial, tanto por lo novedoso para estas aplicaciones y porque no resulta sencillo demostrar que sus resultados sean mejores a los arrojados por los nomogramas [Stephan *et al.*, 2005].

En este contexto, el objetivo de este trabajo es estudiar la aplicación de algoritmos de caracterización e inducción [Fiszelew y García-Martínez, 2002] de forma tal de poder predecir la eficacia de la braquiterapia en el tratamiento del cáncer de próstata.

2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

2.1. Caracterización de datos

La caracterización consiste en agrupar un conjunto de datos sin tener clases previamente definidas. Estos algoritmos operan basándose en la similitud de los valores de los atributos de los distintos datos. Este tipo de aprendizaje se realiza en forma no supervisada ya que no se saben de antemano las clases del set de datos de entrenamiento. La caracterización identifica regiones densamente pobladas, de acuerdo a alguna medida de distancia, en un gran conjunto de datos multidimensional [Chen & Han, 1996]. El análisis de clases se basa en maximizar la similitud de las instancias en cada cluster y minimizar la similitud entre clusters [Han & Lamber, 2001]. Se utiliza para reconocimiento de patrones, análisis de datos, procesamiento de imágenes entre otras. Como función de la *minería de datos*, el análisis de clases puede ser utilizado de forma independiente para obtener la distribución del set de datos, para caracterizar cada clase y dividir grupos para su análisis. Alternativamente, puede servir para el preprocesamiento de datos, antes de utilizar otros algoritmos.

2.2. Clasificación de Datos

Los algoritmos de clasificación, en delante de inducción, se utilizan para clasificar un conjunto de datos basado en los valores de sus variables. [Servente & García Martínez, 2002]. El objetivo de la inducción es analizar los datos de entrenamiento y a través de aprendizaje supervisado, desarrollar una descripción o un modelo para cada clase utilizando las características disponibles en los datos. Aún cuando existen varios enfoques para los algoritmos de inducción, se trabajará con aquellos que generan árboles de decisión conocida como la familia TDIT (*Top Down Induction Trees*). Entre otros importantes algoritmos de árboles de decisión, se destaca el ID3 [Quinlan, 1986] y su extensión C4.5 [Quinlan, 1993]. El J48 es una implementación mejorada del algoritmo C4.5, funcionando bien tanto con atributos nominales como numéricos.

2.3. Redes de Bayes

Una red bayesiana es un grafo acíclico dirigido en el que cada nodo representa una variable y cada arco una dependencia probabilística, en la cual se especifica la probabilidad condicional de cada variable dados sus padres, la variable a la que apunta el arco es dependiente (causa-efecto) de la que está en el origen de éste. La topología o estructura de la red nos da información sobre las

dependencias probabilísticas entre las variables pero también sobre las independencias condicionales de una variable (o conjunto de variables) dada otra u otras variables, independencias, simplifican la representación del conocimiento (menos parámetros) y el razonamiento (propagación de las probabilidades). Estas redes son utilizadas en diversas áreas aplicación como por ejemplo en medicina [Beinlinch et al., 1989; Hernández O.J. et al, 2004], ciencia [Breese & Blake, 1995; Hernández O.J. et al, 2004], y economía [Hernández O.J. et al, 2004]. Las mismas proveen una forma compacta de representar el conocimiento y métodos flexibles de razonamiento - basados en las teorías probabilísticas - capaces de predecir el valor de variables no observadas y explicar las observadas. Entre las características que poseen las redes bayesianas, se puede destacar que permiten aprender sobre relaciones de dependencia y causalidad, permiten combinar conocimiento con datos [Heckerman et al., 1995; Díaz & Corchado, 1999; Hernández O.J. et al, 2004] y pueden manejar bases de datos incompletas [Heckerman, 1995; Heckerman & Chickering, 1996; Ramoni & Sebastiani, 1996; Hernández O.J. et al, 2004].

3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad, los especialistas médicos no cuentan con herramientas objetivas, que los ayuden a tomar una decisión respecto al tratamiento óptimo para un paciente. Utilizando la información que los especialistas consideran importante, se pretende encontrar patrones y relaciones entre las variables, de forma de poder predecir de antemano de eficacia de la braquiterapia para un paciente que padece cáncer de próstata. En este contexto, el objetivo del trabajo es caracterizar y clasificar la población de pacientes con cáncer de próstata mediante técnicas de minería de datos, esperando encontrar relaciones subyacentes en los datos que no pueden identificarse mediante un tratamiento estadístico clásico.

4. ABORDAJE DEL PROBLEMA

Con el objetivo de caracterizar a la población de pacientes y encontrar relaciones y patrones de comportamiento en los atributos considerados, se aborda la problemática de la siguiente manera:

1. Proceso de Caracterización utilizando atributos significativos de los pacientes.
2. Análisis y validación de las clases obtenidas con especialistas médicos.
3. Aplicación de algoritmos de inducción a cada clase para identificar reglas de decisión justifiquen la composición de cada grupo.

4.1. Estado de Avance

Hasta el momento se han definido las variables más importantes de la población de pacientes con cáncer de próstata. Se realizó la caracterización de datos y se definieron grupos, que han sido validados con los especialistas. Se ha procesado esta información y tratado bajo algoritmos de inducción. Se está trabajando en la interpretación de resultados y queda por delante el análisis y validación mediante redes bayesianas.

4.2. Descripción del Dataset

Se analizaron 206 registros de pacientes tratados con braquiterapia prostática. Una vez realizada la recolección, análisis y limpieza de los datos iniciales, se formo el set final de datos, en función de los atributos necesarios, formado por 116 registros. Las variables seleccionadas son:

- PSA Pre-implante.
- Nivel de Gleason.
- PSA diagnosticado.
- Edad.
- Volumen Ecográfico en gramos.
- Tiempo transcurrido desde el implante hasta el último seguimiento, Delta T.
- Resultado del tratamiento.

4.3. Resultados del Clustering de los Datos

A continuación se presentan los resultados una vez aplicado clustering, a través de una red de mapas auto-organizados (tabla 1 y 2).

	Cluster Means		
	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Edad	65,0	64,0	70,0
Delta T	1,7	2,4	4,4
PSA diag.	9,9	8,6	9,6
Gleason	6,0	6,2	5,9
PSA preimp.	0,1	0,5	2,4
Volumen ecografico	33,4	37,0	41,5
Resultado	Fracaso	Fracaso	Éxito

Tabla 1. Centroides obtenidos mediante la Caracterización

	Cluster Variances		
	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Edad	24,7	14,3	26,5
Delta T	0,7	3,7	1,5
PSA diag.	3,2	30,4	21,5
Gleason	0,0	0,6	0,9
PSA preimp.	0,0	1,7	9,0
Volumen ecografico	112,2	176,1	294,6

Tabla 2. Varianzas obtenidas mediante la Caracterización

4.3.1. Primera Interpretación de los Clusters

A continuación se presenta el análisis de los resultados obtenidos:

- **Cluster 3 (83%):** Es el que posee mayor cantidad de registros, Está directamente asociado a los casos de tratamiento exitoso. Muestra un tiempo promedio de Delta T de 4,4 años, lo que lo que posiciona en un estadio estable de cura. El Gleason se encuentra en todos los casos por debajo de 7. El PSA preimplante es muy mayor de las otras clases, pero presenta una varianza muy grande.
- **Cluster 2 (13%):** Esta clase agrupa a la mayoría de los fracasos. La característica de los valores de sus atributos es que se encuentran distribuidos en un amplio rango de valores, es decir que sus variables no se encuentran sesgadas.
- **Cluster 1 (4%):** Agrupa una serie de fracasos, que representan un porcentaje minoritario y son los que a priori caracterizan al ruido del sistema.

4.4. Algoritmos de inducción

Una vez definidas las tres distintas clases, se ejecuto el algoritmo ID 3. El nodo objetivo no fue el Resultado, sino que se utilizó la clasificación propuesta por la caracterización y se buscó predecir la clase. El algoritmo generó reglas de decisión, que se dividen en reglas de éxito y reglas de fracaso:

Reglas de Éxito:

1. IF PSApreimp < 1.50 and Edad < 69.50 THEN Cluster = 3 con una confianza de 0.55
2. IF PSApreimp < 1.50 and Edad >=69.50 and PSAdiag < 18 and Gleason <= 7 THEN Cluster = 3 con una confianza de 1.0
3. IF PSApreimp >=1.50 and Volumen ecografico al imp >=45 THEN Cluster = 3 con una confianza de 1.0
4. IF PSApreimp >=1.50 and Volumen ecografico al imp < 45 and Edad >=61.50 and PSAdiag < 18 THEN Cluster = 3 con una confianza de 1.0

El cluster C denota la condición de Éxito. Debe tenerse en cuenta que los atributos: PSA preimplante, PSA diagnosticado, Volumen Ecográfico están categorizadas, es decir que dichos valores son relativos a su categoría. Así pues, Si el PSA preimplante es menor que 1,5 y la edad es menor que 69,5 el tratamiento es exitoso. Sin embargo cuando la edad supera los 69,5 años, toma importancia que valores toman tanto el PSA diagnosticado como el Gleason. Para tener Éxito el PSA debe ser menor que 18 y el Gleason menor o igual que 7. En el caso que el PSA preimplante sea mayor que 1,5 y el tratamiento resulte exitoso toman importancia variables como Volumen ecográfico, Edad, PSA diagnosticado. Entonces, para PSA preimplante menor a 1,5 y volumen

ecografico mayor a 45 el tratamiento resulta exitoso. Pero si el volumen ecografico es menor a 45 la edad debe ser mayor a 61,5 y el PSA diagnosticado menor a 18 para hablar de Éxito.

Reglas de Fracaso:

1. IF PSApreimp < 1.50 and Edad >=69.50 and PSAdiag < 18 and Gleason >=8 THEN Cluster = 2 con una confianza de 1.0
2. IF PSApreimp >=1.50 and Volumen ecografico al imp < 45 and Edad < 61.50 THEN Cluster = 1 con una confianza de 1.0
3. IF PSApreimp >=1.50 and Volumen ecografico al imp < 45 and Edad >=61.50 and PSAdiag >=18 THEN Cluster = 1 con una confianza de 1.0
4. IF PSApreimp < 1.50 and Edad >=69.50 and PSAdiag >=18 THEN Cluster = 1 con una confianza de 1.0

La regla 1 de Fracaso debe ser mirada en contraste a la regla 2 de Éxito. Resultan análogas. La diferencia radica en el valor de Gleason. Cuando éste es inferior o igual a 7 se verifica Éxito, cuando el valor supera tal límite se convierte en Fracaso. El resto de la variables se mantienen en su rango de valores: PSA preimplante menor a 1,5, edad mayor a 69,5 y PSA diagnosticado menor a 18. Para PSA preimplante mayor a 1,5 y volumen ecografico menor a 45 aparecen dos casos. Si la edad es menor a 61,5 años el tratamiento fracasa, pero si la edad supera 61,5 para que fracase el PSA diagnosticado debe ser mayor a 18. Por ultimo, encontramos una última regla ligada también al fracaso. En el caso que el PSA preimplante sea menor que 1,5 y la edad supere los 69,5 años para que fracase el PSA diagnosticado debe ser mayor que 18. Si esto sucede no influye que valor tenga el Gleason.

5. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

En la línea de investigación cuyos resultados parciales se reportan en esta comunicación, se encuentran trabajando: un tesista de doctorado, dos tesista de grado y tres investigadores formados.

6. CONCLUSIONES

En primer lugar se destaca la factibilidad de aplicar modelos de minería de datos para el tratamiento de información relativa a poblaciones de pacientes médicos. Se verifican relaciones e interacciones que no se ven a simple vista y se cuantificaron consensos médicos. Se continuará el proyecto de la siguiente manera: [a] aplicando Redes de Bayes para contrastar los resultados obtenidos, y [b] Estableciendo los criterios finales que sean de utilidad para los especialistas a la hora de tomar decisiones.

7. REFERENCIAS

- Britos, P., Hossian, A., García-Martínez, R. y Sierra, E., 2005. Minería de Datos Basada en Sistemas Inteligentes. Editorial Nueva Librería. Buenos Aires. ISBN 987-1104-30-8.
- Chen, H. y Han J., 1996. Data Mining: An overview from database perspective. IEEE Transactions on Knowledge and Data Eng.
- Kantardzic, M., 2003. Data Mining: Concepts, Models, Methods, and Algorithms. John Wiley & Sons. ISBN 0471228524.
- Hartigan, J.A., 1975. Clustering algorithms. John Wiley & Sons, New York.
- Quinlan, J., 1993. Programs for Machine Learning. Morgan Kaufmann Publishers. Edición 1993.
- Servente, M.; García-Martínez, R., 2002. Algoritmos TDIDT Aplicados a la Minería Inteligente. <http://www.fi.uba.ar/laboratorios/lisi/R-ITBA-26-datamining.pdf> Acceso Enero 2008.

IDENTIFICACION DE PATRONES CARACTERISTICOS DE LA POBLACION CARCELARIA MEDIANTE MINERÍA DE DATOS

Gutiérrez Rüegg, P., Merlino, H., Rancan, C., Procopio, C., Rodríguez, D., Britos, P., García-Martínez, R.

Departamento de Ingeniería Industrial. Instituto Tecnológico de Buenos Aires
Centro de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento. Instituto Tecnológico de Buenos Aires
Laboratorio de Sistemas Inteligentes. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires

{hmerlino, crancan, cprocopio, drodrigu, pbritos, rgm}@itba.edu.ar

RESUMEN

La situación penitenciaria muestra números preocupantes en sobrepoblación, hacinamiento, promiscuidad, avance del sida, violencia, entre otros. Estos incrementos y cuestiones alarmantes han instalado el tema como uno de los puntos inevitables de estudio dentro de la política criminal. En este contexto, en este trabajo se presentan resultados preliminares sobre el uso de minería de datos aplicada a la población carcelaria en Argentina con fines de prevención de delitos.

1. INTRODUCCION

La situación penitenciaria representa desde hace ya varios años un tema de especial preocupación en la Argentina. El crecimiento en las tasas de delitos registrado a lo largo de la década del noventa fue acompañado por un fuerte aumento en la población privada de libertad. Entre los años 1997 y 2006 dicha población aumentó alrededor del 83%, afectado profundamente por la crisis político social vivida entre los años 2001 y 2002, llegando al pico de cantidad de presos en el año 2005. En lo que refiere al régimen penitenciario en Argentina, las estadísticas muestran números realmente preocupantes: la sobrepoblación, el hacinamiento, la promiscuidad, el avance del sida, la violencia, son algunos de los temas que se hacen presentes cuando se habla de sociedades carcelarias en Argentina. Se cree, por lo tanto, que sin una política criminal eficiente y reparadora será imposible bajar en el mediano plazo el índice de delitos existente. Estos incrementos y cuestiones alarmantes han instalado el tema como uno de los puntos inevitables de estudio dentro de la política criminal.

La problemática planteada lleva a la necesidad de contar con herramientas que permitan desarrollar un diagnóstico válido sobre el estado actual de la cuestión carcelaria. El Sistema Nacional de Estadísticas sobre Ejecución de la Pena (SNEEP) es un aporte en tal sentido. Este sistema de información fue implementado en el año 2002 por la Dirección Nacional de Política Criminal con el fin de contar con información periódica y uniforme acerca de la población penal privada de libertad en la República Argentina. Sin embargo, se cree que con el solo contar con estadísticas vinculadas a los registros no es suficiente para poder tomar decisiones completas y correctas en lo que a política criminal respecta. Es necesario un tratamiento de la información estadística más complejo, aún más cuando se trabajan con base de datos de más de 50000 registros, como es el caso de la población carcelaria en Argentina. El objetivo primario de estas bases de datos es, como su nombre indica, almacenar grandes cantidades de datos organizados siguiendo un determinado esquema o modelo de datos que facilite su almacenamiento, recuperación y modificación, pero no así su posterior uso o análisis. En muchos casos los registros almacenados son demasiados grandes y complejos como para analizar [Kantardzic, 2003]. Una posible herramienta a utilizar para tratar los grandes volúmenes de información almacenados en bases de datos es la técnica de *Minería de Datos*. La minería de datos representa la posibilidad de buscar exhaustivamente dentro de un gran volumen de datos información y conocimiento que pueden resultar de mucho valor similar a la que podría generar un experto humano: patrones, cambios, anomalías y estructuras significativas [Britos *et al*, 2005].

2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

2.1. Clustering o Agrupamiento de los Datos

El clustering consiste en agrupar un conjunto de datos sin tener clases predefinidas, basándose en la similitud de los valores de los atributos de los distintos datos. Este tipo de algoritmo se realiza en forma no supervisada ya que no se saben de antemano las clases del conjunto de datos de entrenamiento. El clustering identifica regiones densamente pobladas, de acuerdo a alguna medida de distancia, en un gran conjunto de datos multidimensional [Chen & Han, 1996]. El análisis de clusters se basa en maximizar la similitud de las instancias en cada cluster y minimizar la similitud entre clusters [Han & Lamber, 2001]. Es utilizado en numerosas aplicaciones tales como reconocimiento de patrones, análisis de datos, procesamiento de imágenes e investigaciones de mercado. Como función de la *minería de datos*, el análisis de clusters puede ser utilizado como una herramienta independiente para obtener una visión de la distribución de los datos, para observar las características de cada cluster y enfocar un análisis más exhaustivo hacia un grupo o cluster determinado. Alternativamente, puede servir como un paso del preprocesamiento de los datos para otros algoritmos, como por ejemplo, el de clasificaciones en el cual se trabajaría luego sobre los clusters originados.

2.2. Clasificación de los Datos. Algoritmos de Inducción

Los algoritmos de clasificación se utilizan para clasificar un conjunto de datos basado en los valores de sus atributos [Servente & García Martínez, 2002]. El objetivo de la clasificación es analizar los datos de entrenamiento y, mediante un método supervisado, desarrollar una descripción o un modelo para cada clase utilizando las características disponibles en los datos. Los algoritmos más utilizados para la clasificación son los algoritmos de inducción. Aún cuando existen varios enfoques para los algoritmos de inducción, se trabajará con aquellos que generan árboles de decisión conocida como la familia TDIT (*Top Down Induction Trees*). En particular se utilizará el *Chi Squared Automatic Interaction Detection*: CHAID [Hartigan, 1975]. El mismo se sirve de la Prueba de la x^2 (chi squared test) para determinar si se debe continuar con la ramificación y, en caso afirmativo, qué variables independientes usar. El modelo utiliza el algoritmo CHAID para dividir en grupos los registros que presenten la misma probabilidad de resultado, basándose en los valores de las variables independientes. El algoritmo parte de un nodo raíz y se va bifurcando en nodos descendientes hasta llegar a los nodos hoja, donde finaliza la ramificación.

Entre otros importantes algoritmos de árboles de decisión, se puede destaca el ID3 [Quinlan, 1986] y su extensión C4.5 [Quinlan, 1993]. El J48 es una implementación mejorada del algoritmo C4.5, funcionando bien tanto con atributos nominales como numéricos. Cabe destacar, que a modo de prueba para el estudio en cuestión, se utilizó tanto el CHAID como el J48 obteniéndose resultados muy similares con ambos algoritmos.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los incrementos en la población carcelaria hacen suponer que las tasas de delitos deberían haber bajado, sin embargo ocurre lo contrario. Actualmente el SNEEP solo publica estadísticas sin tratamiento alguno desaprovechando toda la información que proporcionan los datos. Se busca detectar relaciones entre la variables realizando un estudio que diagnostique y ayude a proponer alternativas para prevenir que una persona cometa un delito.

En este contexto, el objetivo del trabajo es el de caracterizar a la población carcelaria mediante técnicas de minería de datos, esperando encontrar relaciones subyacentes en los datos que no pueden identificarse mediante un tratamiento estadístico clásico.

4. ABORDAJE DEL PROBLEMA

A los fines de caracterizar a la población carcelaria y encontrar conductas y patrones de comportamiento en los reclusos, se prosiguió a encarar la problemática de la siguiente manera:

1. Proceso de Clustering utilizando atributos significativos de los presos.
2. Análisis y validación de los clusters obtenidos con especialistas
3. Aplicación de algoritmos de inducción a cada cluster para la identificación de reglas de decisión que ayuden a explicar la composición de cada grupo.

4.1. Estado de Avance

Se ha avanzado con la identificación de los atributos más importantes de la población carcelaria para su posterior proceso de clustering. El estudio se encuentra en la etapa de validación de los clusters con especialistas en el tema (fiscales penales, jueces y sociólogos). A su vez, al momento, se han realizado a modo de prueba corridas de clasificación de los datos. Este último paso aún se encuentra en su etapa de desarrollo y validación.

4.2. Descripción del Dataset

Se analizaron 50408 registros de presos masculinos pertenecientes a la base de datos “Censo Población Carcelaria” provenientes del SNEEP. Una vez que se realizó la fase de recolección, exploración y limpieza de los datos iniciales, se preparó el siguiente conjunto de datos (40928 registros) con sus respectivos atributos.

Edad	Estado Civil	Nivel de Instrucción	Situación Laboral
Lugar de Residencia	Capacitación Laboral	Delito Cometido	Reincidencia

Tabla 1. Atributos del Dataset

4.3. Resultados del Clustering de los Datos

	Cluster 0	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Delito Cometido	Contra la Propiedad	Contra las Personas	Contra la Propiedad	Violación / Drogas
Nivel de Instrucción	Primario Completo	Primario Completo	Primario Completo	Primario Completo
Ultima Situacion Laboral	Tiempo Parcial	Desocupado	Desocupado	Tiempo Parcial
Capacitación Laboral	Oficio	Ni Oficio ni Profesión	Ni Oficio ni Profesión	Oficio / Profesión
Estado Civil	Soltero	Soltero	Soltero	Casado
Lugar de Residencia	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana
Edad Promedio	31	34	27	43
Total	16849 (41%)	6513 (16 %)	14662 (36%)	2904 (7%)

Tabla 2. Centroides obtenidos mediante el clustering.

En primer lugar, y antes de analizar cada cluster por separado, se observa un *nivel de instrucción* muy pobre, en donde primario completo e incompleto agrupan al 75% de los casos. Lo mismo ocurre con el atributo *último lugar de residencia*, donde aproximadamente el 90% de las instancias corresponden a Urbana.

4.3.1. Primera Interpretación de los Clusters

Cluster 0 (41%): el que más registros agrupa, podría tratarse de personas, que aun cuando cometieron **delito contra la propiedad (mayormente robo)** no hay patrones que indiquen que lo hayan hecho por una necesidad marcada. Son personas que trabajan parcialmente y tenían algún

oficio. Generalmente reincidentes, y que sus salarios les alcanza para lo básico, teniendo que salir a robar para complementar sus necesidades y la de sus hijos.

Cluster 1 (16%): cluster que agrupa a los presos que delinquieron **contra las personas**. Generalmente desocupados y sin oficio ni profesión, estaría caracterizado por un lado por las personas que cometieron homicidio en ocasión de robo. A su vez, podría decirse que al ser personas totalmente inactivas a una edad en donde conseguir trabajo se les hace casi imposible, pueden haber llegado a delinquir contra las personas en una reacción de emoción violenta.

Cluster 2 (36%): segundo grupo en importancia, agrupa a los jóvenes que no tienen estudios, trabajo, ni profesión alguna. En un principio, este estado de exclusión de un régimen laboral los llevaría a **robar y/o hurtar** como única salida para poder subsistir. Importante tener en cuenta que es uno de los clusters más preocupantes por tratarse de gente joven, en donde las drogas pesadas juegan un papel muy importante.

Cluster 3 (7%): cluster más difícil de interpretar, agrupa en mayor medida a las personas que cometieron delitos contra la **Integridad Sexual** y por quienes fueron procesados o condenados por **Estupefacientes**. Con un promedio de edad mayor a los 40 años y casados o en concubinato, no se observan patrones que los hayan llevado a delinquir por una necesidad específica ya que se trata de personas con algún tipo de empleo de tiempo parcial o completo.

4.3.2. Gráficos de Barras

Se puede observar [figura 1] como se distribuyen significativamente las variables de los atributos en los distintos clusters. Si bien en los atributos nivel de instrucción y última residencia la distribución en los clusters es irrelevante, ya que se cumple la proporción 41% rojo (cluster 0) 16% gris (cluster 1) 36% turquesa (cluster 2) 7% azul (cluster 3), en los otros atributos se pueden encontrar interacciones significativas.

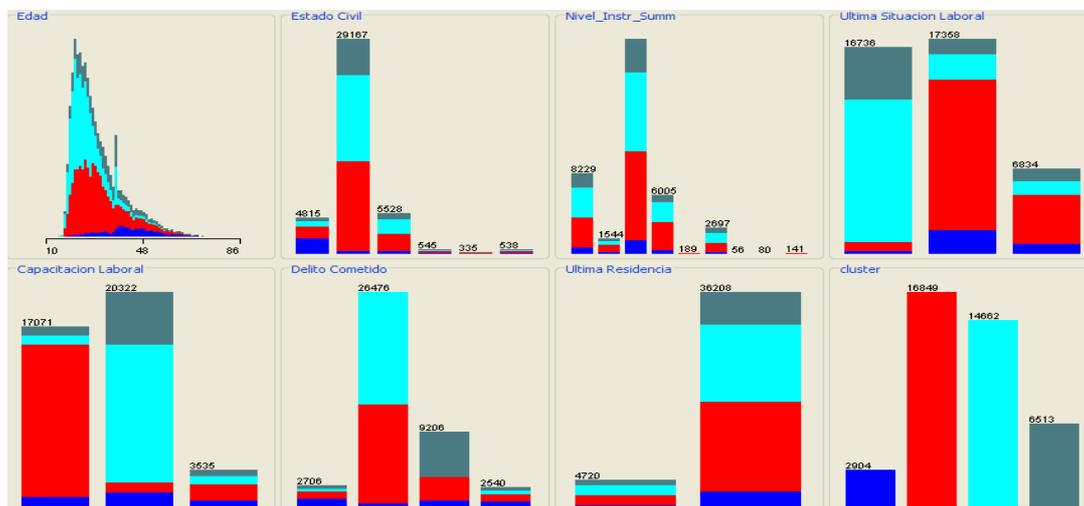


Figura 1. Distribución de los clusters entre las variables de los distintos atributos

4.3.3. Gráficos de dispersión

Tres de los atributos más significativos son el *delito cometido*, la *última situación laboral* y la *capacitación laboral*. Tal como puede observarse en la figura 2, existe una interacción importante entre el cluster 2 (verde), no tiene oficio ni profesión y delito contra la propiedad. A su vez, en la figura 3 puede apreciarse que el cluster 2 está caracterizado por personas desocupadas, mientras que el cluster 0 (rojo) concentra mayor cantidad de instancias en la situación de oficio de tiempo parcial/completo. El delito que caracteriza al cluster 0 es contra la propiedad [figura 2].

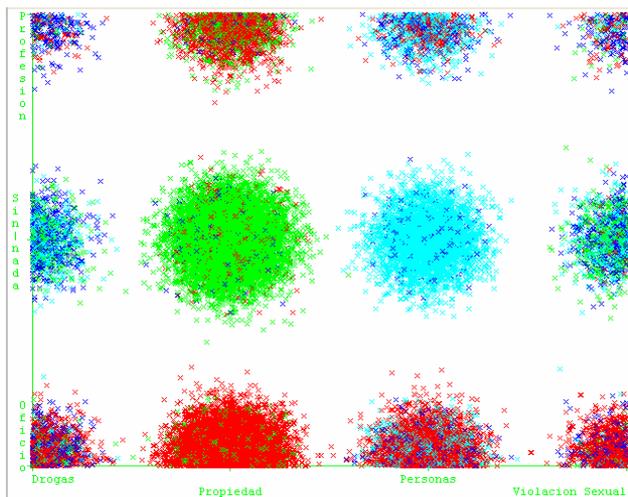


Figura 2. Distribución según Delito-Capacitación

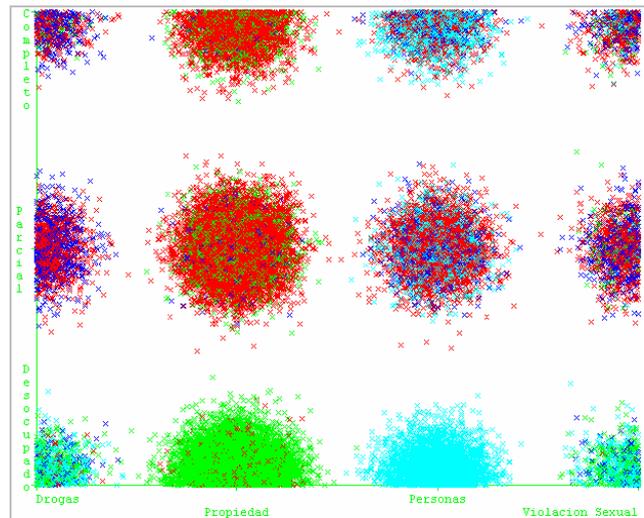


Figura 3. Distribución según Delito-Situación Laboral

En lo que respecta al cluster 1 (turquesa) se observa interacción con delito contra las personas y sin oficio ni profesión [figura 2], en su mayoría se trata de personas desocupadas [figura 3]. A su vez, el cluster 3 (azul) se distribuye en delitos contra la integridad sexual, estupefacientes y en menor medida delitos contra las personas [figura 2]. Generalmente se observan que son personas con trabajos de tiempo parcial o completo.

5. CONCLUSIONES

En primer lugar se destaca la factibilidad de aplicar modelos de minería de datos para el tratamiento de información relativa a poblaciones carcelarias. Se encontraron interacciones interesantes que no llegan a observarse a simple vista y que podrían ayudar a generar una política criminal reparadora intramuros y preventiva fuera de las cárceles.

Se continuará el proyecto de la siguiente manera: [a] aplicando técnicas de inducción para explicar más detalladamente los clusters formados [b] analizando en conjunto los resultados obtenidos durante el estudio relacionándolos con información recolectada a fin de obtener conclusiones que sirvan para la elaboración de programas en lo que a política criminal respecta.

6. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

En la línea de investigación cuyos resultados parciales se reportan en esta comunicación, se encuentran trabajando un tesista de grado y tres investigadores en formación.

7. AGRADECIMIENTOS Y FINANCIAMIENTO

Los autores desean agradecer a la Secretaría de Política Criminal de la Nación por el apoyo que proporciona a este proyecto de investigación

8. REFERENCIAS

- Britos, P., Hossian, A., García-Martínez, R. y Sierra, E., 2005. *Minería de Datos Basada en Sistemas Inteligentes*. Editorial Nueva Librería. Buenos Aires. ISBN 987-1104-30-8.
- Chen, H. y Han J., 1996. *Data Mining: An overview from database perspective*. IEEE Transactions on Knowledge and Data Eng.
- Kantardzic, M., 2003. *Data Mining: Concepts, Models, Methods, and Algorithms*. John Wiley & Sons. I
- Hartigan, J.A., 1975. *Clustering algorithms*. John Wiley & Sons, New York.
- Quinlan, J., 1993. *Programs for Machine Learning*. Morgan Kaufmann Publishers. Edición 1993.
- Servente, M.; García-Martínez, R., 2002. *Algoritmos TDIDT Aplicados a la Minería Inteligente*. <http://www.fi.uba.ar/laboratorios/lisi/R-ITBA-26-datamining.pdf>. Vigente al 28-02-08.

MÉTODOS ICONOGRÁFICOS DE OBSERVACIÓN, EXPLORACIÓN Y COMUNICACIÓN APLICADOS A LA MINERÍA DE TEXTOS

Cesari, M.¹, Rodríguez, D.¹, Rancán, C.¹, Merlino, H.^{1,2}, Britos, P.^{1,2}, García-Martínez, R.^{1,2}

¹Centro de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento. Instituto Tecnológico de Buenos Aires

²Laboratorio de Sistemas Inteligentes. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires

{drodrigu, crancan, hmerlino, pbritos, rgm}@itba.edu.ar

1. INTRODUCCION

La lingüística computacional es la ciencia que trata de la aplicación de los métodos computacionales en el estudio del lenguaje natural (Gelbukh and Bolshakov, 1999). El objetivo más importante es la comprensión del lenguaje, es decir, la transformación del lenguaje hablado o escrito a una representación formal del conocimiento, como por ejemplo una red semántica. Algunas de estas otras áreas de investigación son procesamiento de voz, generación de texto y procesamiento de texto.

El procesamiento automático de textos es una de las áreas más importantes dentro de esta área. El mismo considera una gran diversidad de tareas, como la separación de palabras, y tareas de minería de texto (categorización, clasificación de textos, clustering, descubrimiento de patrones, tendencias, desviaciones, etc.).

La minería de texto es la más reciente área de investigación del procesamiento de textos. Ella se define como el proceso de descubrimiento de patrones interesantes y nuevos conocimientos en una compilación de textos, es decir, la minería de texto es el proceso encargado del descubrimiento de conocimientos que no existían explícitamente en ningún documento textual, pero que surgen de relacionar el contenido de varios de ellos (Hearst, 1999; Kodratoff, 1999). Tiene como objetivo principal la búsqueda de conocimiento útil en enormes colecciones de documentos estructurados y no-estructurados (e-mails, actas, libros, artículos, discursos, encuestas, etc.). Los problemas a abordar pueden surgir del estudio de textos (comparación de estilos, atribución de autor, búsqueda documental, etc.) o ser de naturaleza no textual, pero cuyo tratamiento lleve a considerar ciertos textos como datos portadores de información (será el caso en psicología y sociología con las entrevistas en profundidad y tests, en politología con los discursos, programas políticos y artículos periodísticos, etc.). Entre los textos se encuentran las opiniones de respuestas abiertas de encuestas. El tratamiento de estos tipos de texto, se enriquece con la información complementaria obtenida con las respuestas al cuestionario estructurado. Una de las herramientas de la minería de texto es el "Cartografiado de Texto", que nos permite extraer unidades en los textos, enriquecer la lexicometría con los métodos de análisis multivariado y aplicar las herramientas de visualización a las tablas léxicas o volúmenes de datos lingüísticos. Estas herramientas de visualización involucran técnicas estadísticas de análisis léxico, técnicas estadísticas de exploración multivariada y técnicas de Inteligencia Artificial como mapas autoorganizados de Kohonen.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El tesoro más valioso de la raza humana es el conocimiento. Gran parte de este conocimiento existe en forma de lenguaje natural: libros, periódicos, informes técnicos, encuestas de opinión, etcétera. La posesión real de todo este conocimiento depende de nuestra habilidad para hacer ciertas operaciones con la información. Muchos datos que el investigador se ve obligado a procesar provienen de textos, para obtener datos relevantes de un texto es necesario sistematizar el conjunto de la información contenida en el mismo y para esto hace falta ciertos principios y técnicas de

análisis. La minería de texto provee de estos principios y técnicas, se enfoca en el descubrimiento de patrones interesantes y nuevos conocimientos en un conjunto de textos, es decir, su objetivo es descubrir cosas tales como tendencias, desviaciones y asociaciones entre “grandes” cantidades de información textual.

Existen grandes volúmenes de Información textual organizados en documentos (Corpus), internamente poco estructurados, esto lleva a que el análisis clásico de datos textuales no sea económico y consume muchos recursos en especialistas y tiempo. Este tipo de procesamiento masivo de la información plantea mayor volumen de parámetros y variables. Esta situación ha motivado el desarrollo de nuevas metodologías con técnicas y paradigmas existentes, y la integración de los métodos de análisis que faciliten el proceso de exploración de datos textuales.

En este argumento se plantea la necesidad de contar una metodología que permita completamente la preparación, el tratamiento, el análisis y visualización de información apreciable de grandes volúmenes de datos textuales.

El Cartografiado de Texto, constituye una nueva estrategia de comunicación de la información aportada por la observación de un sistema estudiado y la sistematización del gran conjunto de datos textuales, de modo que la “información contenida y su estructura de dependencia”, pueda representarse gráficamente y comunicarse eficazmente. El Cartografiado, permite brindar una representación de toda la estructura de la información en un sólo gráfico, aunque los datos sean numéricos, alfanuméricos o textuales y además las relaciones entre ellos, lo que permite brindar un diagnóstico a través de la imagen de los mismos, una rápida y completa comunicación y la interpretación clara de toda la información contenida en su estructura.

3. ABORDAJE DE LA SOLUCION

Para poder llevar adelante la solución al problema planteado, se seguirán los siguientes pasos:

1. Definición de un marco teórico que presente en forma sistemática la integración de las distintas técnicas estadísticas de análisis léxico existentes, técnicas estadísticas de exploración multivariada de reciente utilización y técnicas de Inteligencia Artificial como mapas autoorganizados de Kohonen aportadas por la minería de datos; y utilizarlas en el trazado de una metodología para la exploración y diagnóstico por imagen de datos textuales.
2. Comparación de herramientas lingüísticas, estadísticas, e inteligentes permiten la extracción, la comparación y el mapeo (Cartografiado) de los contenidos en textos.
3. Aplicación la metodología de Cartografiado de Texto propuesta, a Casos de Ejemplo (estudios de textos literarios, análisis de respuestas abiertas de encuestas, estudios de test psicológicos,...).

3.1. Estado de avance

3.1.1. Propuesta metodológica

3.1.1.1. Elaboración de documentos léxico métricos

- **Preparación del documento para el registro de los datos textuales.** Edición del corpus:

Componentes posibles del corpus: *narraciones, artículos periodísticos, informes, desgrabaciones de entrevistas y grupos, respuestas libres a preguntas abiertas, y variables sociodemográficas, socioeconómicas, actitudinales, que tipifican o segmentan las entrevistas o grupos, variables que actúan como predictores - variable independiente- , del criterio -variable dependiente.*

- **Estudio de las unidades estadísticas (formas, lemas, segmentos)** Segmentación del texto en unidades.

La segmentación del corpus textual implica diferenciar las unidades elementales: *la forma gráfica (una secuencia de letras comprendidas entre dos espacios), el lema (todos los vocablos que cuentan con una misma raíz y con significado equivalente, es decir, una familia de palabras), los segmentos repetidos (una secuencia de dos o más palabras que aparecen más de*

una vez en un corpus de datos textuales), los cuasi segmentos (palabras que aparecen en una determinada secuencia pero que presentan alguna diferencia en el género o número).

- **Estudio de la riqueza de vocabulario (frecuencia de segmentos repetidos).** Construcción del vocabulario del texto.

Este se presenta en una tabla (Glosario) de orden léxico métrico donde se muestra el número identificatorio de cada palabra, la palabra del glosario del corpus, la frecuencia de aparición y la longitud de la unidad medida en número de caracteres.

3.1.1.2. Análisis y cartografiado

Nos permiten dos tipos de aplicaciones:

- text mining, para buscar y extraer información significativa y clasificada (sobre las diversas entidades lingüísticas);
 - text mapping, para explorar gráficamente las relaciones entre temas y palabras clave;
- **Armado de la Tablas léxicas.** formar una tabla de contingencia (Respuestas*formas) o sea una “tabla léxica básica” y una tabla de contingencia (Formas*textos) o sea una “tabla léxica agregada”.
 - **Análisis multivariado de datos textuales.** Aplicación del ¹Análisis Factorial de Correspondencias, sobre las tablas lexicográficas o la Clasificación Automática (Clasificación jerárquica ascendente) de las formas lexicales y textos.
 - **Identificación de Los “Textos característicos”,** Selección de frases enteras características de cada texto, escogidas según un cierto criterio como representantes del texto.
 - **Identificación de frases modales.** Obtención de Tipologías o grupos a partir de respuestas y de textos. Asociación de variables estructuradas, al análisis de las tablas léxicas permitiendo la clasificación según los léxicos empleados y las modalidades escogidas en las variables.
 - **Visualización de los resultados del Análisis multivariado.** Representación de la distribución del corpus lexicográfico mediante Mapas preceptuales. Utilización del Análisis de Correspondencias para la representación gráfica de la información contenida en las Tablas léxicas.
 - **Análisis discriminante textual.** Predicción de variables léxicas objetos de estudio (opiniones, actitudes, predisposiciones, perfil de imagen, etc.) a partir del texto. Aplicación del Análisis Factorial Discriminante de los métodos multivariados.
 - **Aplicación de los ²Mapas Autoorganizados de Kohonen (SOM):** Clasificación de documentos y Creación de mapas de un corpus

3.1.2. Algoritmos a utilizar

Para poder efectuar los procedimientos enunciados en el esbozo de la metodología, de forma eficiente, se ha escogido los principales algoritmos que serán expuestos:

- Codificación del ³Corpus.
- Ordenamiento lexicográfico.
- Recorrido de un Árbol binario léxico.
- Árbol binario de Búsqueda del vocabulario de un corpus
- Árbol Binario de Búsqueda de prefijos

¹ La aplicación del Análisis Factorial en el campo de análisis de datos textuales, se centra, principalmente, en el Análisis Factorial de Correspondencias, algoritmo estadístico desarrollado por Jean Pau Benzécri (1973, 1976). Se trata de un método descriptivo (no explicativo) que se clasifica entre los métodos multivariados de interdependencia y permite visualizar los datos (que pueden ser cualitativos o cuantitativos) mediante la representación de una nube de puntos en un espacio de dimensiones reducidas, en función de las distancias euclidianas entre los puntos.

² T. Kohonen presentó en 1982 un sistema con un comportamiento semejante al del cerebro. Se trataba de un modelo de red neuronal con capacidad para formar mapas de características de manera similar a como ocurre en el cerebro.

³ Colección completa de textos

- Árbol Binario de Búsqueda de segmentos
- Construcción implícitas de particiones
- Detección de cadenas repetidas.
- Construcción de sub espacios invariantes de la matriz de datos textuales. Análisis Factorial de Correspondencias. Análisis Factorial Discriminante.
- Clasificación jerárquica ascendente
- Concordancia de formas gráficas.
- Criterio del Valor de Test para la significación estadística en la exploración de datos.
- Clasificación y creación de Mapas autoorganizados del corpus (mapa de Kohonen)

4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

En la línea de investigación cuyos resultados parciales se reportan en esta comunicación, se encuentran trabajando: dos tesis de maestría de Ingeniería del Software y un tesis de grado.

5. CONCLUSIONES

Los métodos del *Cartografiado de Texto*, proporcionan herramientas extraordinarias para poder extraer la información contenida en textos. Cuando se trata de comprimir miles de palabras en unos resultados concisos, siempre hay *una simplificación que puede producir alguna deformación*. Por otra parte, como manifiesta L. Lebart, cada análisis textual es una verdadera investigación.

El objetivo principal del “Cartografiado de la información”, es la construcción de un nuevo “lenguaje de la información”. Se trata de realizar gráficos de amplios conjuntos de datos donde las personas, los entes, los objetos o el medio a describir se transforman en representaciones sobre un plano. La metodología propuesta permite:

- Utilizarse como una *aplicación general* que permita una *lectura fácil* de la información que contiene, ya que la regla de interpretación es la de la “proximidad de los puntos representados”.
- El método algorítmico que aplica su transformación, tiene el papel de *instrumento de observación*, sistematizando los volúmenes de datos y proporcionando imágenes a partir de una realidad.
- *Utilizar las facultades de percepción humana cotidianamente utilizadas*. Sobre los gráficos se “ve” con los ojos y el misterioso análisis iconográfico que nuestro cerebro hace de una imagen: las agrupaciones, oposiciones y tendencias, imposibles de discernir directamente sobre una tabla de datos, incluso después de un examen prolongado.
- *Diagnosticar situaciones* debido a que las tablas de datos son precisamente un obstáculo para su lectura fácil y su asimilación directa; el “cartografiado de la información contenida” se ofrece mediante una panorámica excepcional, permitiendo una crítica particular de la realidad para el usuario. Las figuras dadas por los gráficos presentan constataciones, inferencias, estimaciones, entrañan conjeturas, y por esto constituyen preciosos instrumentos de análisis y comunicación simultáneamente.
- *Conocer la “realidad”*: uno de los principales problemas con los que se enfrenta todo periodista, gobernante, político o investigador, es la “conceptualización” del medio en donde se desarrolla; es decir, “lograr sintetizar afirmaciones generalizables a una situación determinada”. Es aquí donde precisamente el servicio propuesto tiene su máxima aportación.
- Medir ciertos aspectos intrínsecos del medio real y transformarlos a un “*espacio de información básico*” que produce un modelo simulado, que es imagen actualizada de esa realidad. En ese sentido, esto constituye principalmente el Servicio de Cartografiado.
- Permitir *exhibir aspectos que se escapan a la observación directa*: propone ir más lejos de las apariencias de los datos: “el Servicio de cartografiado de la información” establece un compromiso entre el poder explicativo y la simplicidad; cumple una función de transferencia iconográfica y su contribución más importante es hacer viva la estructura de la información y transmitirla a todos los usuarios por igual.

- Permitir crear un *vínculo*, entre la prestación de consultoría a través de “mapas de indicadores estadísticos” con el debate social, la argumentación y justificación de las decisiones ejecutivas y la comunicación eficiente de la información al medio.

La metodología propuesta, constituye una nueva *estrategia de representación gráfica* de la información, aportada por una observación de los multiatributos de un medio o sistema estudiado y la sistematización del gran conjunto de datos aportados, de modo que la “información contenida y su estructura de dependencia”, pueda representarse gráficamente y comunicarse eficazmente. Aunque se ha expuesto una *guía metodológica de análisis*, ésta no es totalmente automática, el investigador dispone de muchas opciones y tiene que tomar decisiones no excluyentes o realizar el análisis de varias formas diferentes para comparar los resultados.

6. REFERENCIAS

GELBUKH AND BOLSHAKOV (1999), Avances en Análisis Automático de Textos. Proc. Foro: Computación, de la Teoría a la Práctica. IPN, Mexico City, May 26 – 28, 1999.

HEARST (1999), Untangling Text Data Mining, Proc. of ACL'99: The 37th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, University of Maryland, June 20-26, 1999.

KODRATOFF (1999), Knowledge Discovery In Texts: A Definition And Applications, Proc. Of The 11th International Symposium On Foundations Of Intelligent Systems (ISMIS-99), 1999.

REVISIÓN DE RESULTADOS EXPERIMENTALES EN TÉCNICAS DE PRUEBA Y DE EDUCACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Guerini, M.¹, Fernández, E.^{1,2}, Britos, P.^{1,2}, García-Martínez, E.^{1,2}

¹Centro de Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento. Escuela de Postgrado. ITBA. Argentina

²Laboratorio de Sistemas Inteligentes. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires. Argentina

{enfernan, pbritos, rgm}@itba.edu.ar

1. Introducción

La cantidad de experimentos realizados en el ámbito de la ingeniería del software ha ido aumentando considerablemente en los últimos años. Estos experimentos cubren un amplio rango de temas, como por ejemplo, técnicas de pruebas en software, técnicas de educación de conocimientos, lenguajes de programación, etc. Sin embargo, si los experimentos no son tratados como investigaciones controladas, formales y rigurosas, existe un riesgo de obtener conclusiones que carezcan de validez.

En este reporte, se analizan 32 experimentos sobre técnicas de prueba y de educación de conocimientos para verificar la correctitud de los mismos.

En la sección 2, se describe el estado de la cuestión, donde se exponen nociones de experimentación y técnicas estadísticas. La sección 3, describe el problema a tratar; y la sección 4, la solución propuesta. Los resultados se exponen en la sección 5. En la sección 6, se presentan las conclusiones, seguidas por las futuras líneas de investigación y la bibliografía en las secciones 7 y 8 respectivamente.

2. Estado de la cuestión.

La experimentación, básicamente, actúa sobre métodos, técnicas y herramientas de la ingeniería del software en ambientes controlados, de forma que se pueda obtener conclusiones acerca de los mismos. El objetivo de la experimentación debería ser el de proveer un marco para calificar, es decir, para poder afirmar, bajo ciertas hipótesis o suposiciones, cuáles son los mejores métodos, técnicas o herramientas en cada caso. También nos va a permitir corroborar empíricamente alguna suposición que haya sido propuesta de forma teórica.

Las técnicas estadísticas cumplen un papel importante en la experimentación ya que permiten interpretar cuantitativamente los datos de los experimentos.

Esta interpretación consta de 3 pasos [33]:

- El primero, es la estadística descriptiva. Mediante este paso se obtienen indicadores de tendencia, como la media, la mediana y la moda. También se obtienen indicadores de dispersión como la varianza, la desviación estándar o el intervalo de variación. Y por último indicadores de dependencia, como por ejemplo, las regresiones lineales o de otro tipo, la covarianza o el coeficiente de correlación.
- El segundo paso es la reducción del conjunto de datos. Los métodos estadísticos correspondientes al tercer paso, todos tienen en común que dependen de la calidad de los datos de entrada. Es decir, que si los datos de entrada son imprecisos, entonces, no importa el método estadístico usado, las conclusiones no van a ser válidas. En este paso, se analizan los datos medidos, para eliminar posibles desviaciones que no son el objeto de estudio. Hay que prestar atención para analizar las causas de eliminar estos datos, de forma de asegurarse que estas desviaciones no formen parte del fenómeno bajo estudio.
- El último de los pasos es el test de hipótesis. En este paso se propone una hipótesis y mediante pruebas estadísticas, se acepta o rechaza la hipótesis planteada. Las pruebas pueden ser paramétricas o no paramétricas. Las paramétricas suponen una cierta distribución

de los datos, mientras que las no paramétricas no tienen esta suposición, y por lo tanto, son más generales. Es decir, siempre que se aplica una técnica paramétrica, se puede aplicar una no paramétrica, pero la inversa no siempre es cierta. Esto es lo que se llama aplicabilidad, es decir, bajo qué condiciones se puede aplicar un tipo de prueba o el otro. El otro punto a tener en cuenta es el Poder. El poder de las pruebas paramétricas es mayor y es por eso que generalmente requieren menor cantidad de datos y por lo tanto experimentos menores.

Los estudios sujetos a análisis en este trabajo, tratan acerca de técnicas de prueba de software y de educación de conocimientos.

Las siguientes técnicas de prueba fueron tratadas en los mismos:

- Técnicas Aleatorias
- Técnicas de Flujo de Control [4]
- Técnicas de Flujo de Datos [3]
- Técnicas de Mutación [34]

Las técnicas de educación estudiadas fueron las siguientes:

- Directas
 - Entrevistas [35]
 - Cuestionarios [35]
 - Educación directa de atributos [25]
- Indirectas
 - Observación de tareas habituales [35]
 - Clasificación de conceptos [10]
 - Análisis de Protocolos [35]
 - Emparrillado [35]
 - Educación de atributos por rangos [25]
 - Descripción ideal de atributos [25]

3. Problema tratado

Este estudio trata de hallar una respuesta a la pregunta de si los experimentos en ingeniería del software son correctamente realizados. Para responder esta pregunta, se analizaron los reportes, verificando los siguientes ítems.

- Correctitud en la aplicación de los procedimientos estadísticos.
- Correctitud en la fundamentación de los resultados.
- Soporte desde el punto de vista estadístico de las conclusiones halladas.

En las siguientes secciones se describe el análisis de estos tres puntos.

4. Solución

La población de casos procede de dos revisiones sistemáticas [36, 37] y consta de un total de 32 estudios, de los cuales 9 provienen del ámbito de las pruebas de software y los 23 restantes del ámbito de la educación de conocimientos.

Estas dos revisiones abarcan experimentos donde el factor humano no tiene una alta incidencia en los resultados (técnicas de prueba), como así también estudios donde la incidencia es alta (educación de conocimientos). [1 a 32]

Sobre cada uno de estos experimentos se analizaron las siguientes cuestiones:

- Presentación de los parámetros de estadística descriptiva
- Correcta reducción del conjunto de datos
- Aplicación de los test de hipótesis (TdH)
- Verificación de los resultados obtenidos

Las tres primeras corresponden a la correctitud de los procesos estadísticos y la cuarta a la fundamentación y soporte estadístico de las conclusiones.

5. Resultados

El análisis de la primer cuestión: presentación de los parámetros de la estadística descriptiva, arrojó los resultados tabulados en la Tabla 1.

Problema en la aplicación del primer paso	Cantidad	%
No publica parámetros estadísticos	7	54%
No publica medida de la dispersión	4	30%
Cálculo erróneo de indicador de dependencia.	1	8%
No publica dispersión ni coeficientes de la regresión efectuada.	1	8%

Tabla 1: Presentación de los parámetros de la estadística descriptiva.

La Tabla 1 muestra que 13 de los 32 estudios presentan falencias con la aplicación del primer paso del procedimiento estadístico.

Al analizar el segundo paso de los procesos estadísticos, se observó que en ninguno de los 32 experimentos se verificó la reducción del conjunto de datos, es decir, que ningún experimento mencionó nada acerca de este paso.

El tercero de los pasos es la aplicación de un test de hipótesis. De los 32 experimentos, en 15 no se aplicó test de hipótesis. En los 17 experimentos restantes se aplicó en test ANOVA, pero en ninguno de estos experimentos se verificaron las hipótesis necesarias para sostener la validez de este test paramétrico.

Finalmente, para estos últimos 15 experimentos, se verificaron las conclusiones halladas. Un 27% de estos estudios no llega a ninguna conclusión, calificando como caso de estudio. Otro 27% no se pudo verificar si las conclusiones eran válidas o no, debido a que las mismas fueron expresadas de forma cualitativa, como, por ejemplo, “la técnica X, es casi tan buena como la técnica Y”. En 3 de los casos se aplicaron pruebas no paramétricas y se verificó que las conclusiones no están soportadas estadísticamente. Dos de los estudios, no fundamentan correctamente las conclusiones, aunque las mismas no pudieron ser verificadas por falta de datos. Finalmente, en otros dos casos, luego de aplicar técnicas no paramétricas, se llegó a la misma conclusión aportada por el estudio. Estos resultados se encuentran resumidos en la Tabla 2.

Resultados	Cantidad	%
No llega a conclusiones.	4	27%
No se pudo verificar	4	27%
No concuerda.	3	20%
No fundamenta las conclusiones.	2	13%
Concuerda.	2	13%

Tabla 2: Verificación de conclusiones

6. Conclusiones

La inspección de la Tabla 3, permite responder las preguntas planteadas:

- Existen reportes de experimentación en software donde los procedimientos estadísticos no son aplicados correctamente.
- Existen reportes donde los resultados no son fundamentados correctamente.
- Existen reportes donde las conclusiones son erróneas.

Paso	Cantidad	Detalle del problema	Cantidad	% en categoría
Estadística descriptiva	41% (13/32)	No publica parámetros estadísticos	22% (7/32)	54% (7/13)
		No publica medida de la dispersión	13% (4/32)	30% (4/13)
		Cálculo erróneo de indicador de dependencia.	3% (1/32)	8% (1/13)
		No publica dispersión ni coeficientes de la regresión efectuada.	3% (1/32)	8% (1/13)
Reducción de conjunto de datos	100% (32/32)	No realiza reducción del conjunto de datos	100% (32/32)	100% (32/32)
Test de hipótesis	47% (15/32)	No aplica test de hipótesis	47% (15/32)	100% (15/15)
Verificación de resultados	47% (15/32)	No llega a conclusiones.	13% (4/32)	27% (4/15)
		No se pudo verificar	13% (4/32)	27% (4/15)
		No concuerda.	9% (3/32)	20% (3/15)
		No fundamenta las conclusiones.	6% (2/32)	13% (2/15)
		Concuerda.	6% (2/32)	13% (2/15)

Tabla 3: Resumen de resultados hallados

4. Formación de Recursos Humanos

En la línea de investigación cuyos resultados parciales se reportan en esta comunicación, se encuentran trabajando: un tesista de maestría de Ingeniería del Software y un tesista de doctorado en Ingeniería Informática.

7. Futuras líneas de investigación

Como futuras líneas de investigación, se propone:

- Ampliar la cantidad de estudios analizados, tomando nuevas revisiones sistemáticas.
- Hacer una evaluación más detallada de los estudios analizando no sólo los parámetros estadísticos, sino también otros aspectos que hacen a la calidad de los mismos.
- Explorar qué medidas deben ser obligatoriamente informadas en un reporte de experimentación en software.

8. Bibliografía

- [1] Mathur A. y Wong W., 1993. *Comparing the fault detection effectiveness of mutation and data flow testing: An empirical study*. Tech. Report SERC-TR-146-P, Software Engineering Research Center.
- [2] Frankl P., Weiss S., Hu C., 1997. *All-uses versus mutation testing: An experimental comparison of effectiveness*. J. Systems and Software, Sept. 1997, 38(3): 235-253.
- [3] E. J. Weyuker. *The Cost of Data Flow Testing: An Empirical Study*, IEEE Transactions on Software Engineering. Vol 16. No 2. February 1990.
- [4] Frankl, P. y Iakounenko, O., 1998. *Further Empirical Studies of Test Effectiveness*. In Proceedings of the ACM SIGSOFT International Symposium on Foundations on Software Engineering, pages 153-162, Lake Buena Vista, Florida, USA.

- [5] Bieman, J. y Schultz, J., 1989. *Estimating the Number of Test Cases Required to Satisfy the All-du-paths Testing Criterion*. ACM. Pages 179-186.
- [6] Offutt, A.J., Rothermel, G. and Zapf, C., 1993. *An Experimental Evaluation of Selective Mutation*. Proceedings of the 15th International Conference on Software Engineering. Pages 100-107. Baltimore, USA. IEEE
- [7] Offutt, A.J. and Lee, S.D., 1994. *An Empirical Evaluation of Weak Mutation*. IEEE Transactions on Software Engineering. Vol. 20(5). Pages 337-344.
- [8] Frankl P., Weiss S., Hu C. *An Experimental Comparison of the Effectiveness of Branch Testing and Data Flow Testing*
- [9] Offutt, A.J. and Lee, S.D. *An Experimental Determination of Sufficient Mutant Operators*
- [10] Eva Hudlicka, et al. *Requirements Elicitation with Indirect Knowledge Elicitation Techniques: Comparison of Three Methods*
- [11] Leonard Adelman. *Measurement Issues in Knowledge Engineering*
- [12] Malcom Eva, et al. *Requirements Acquisition for rapid applications development*
- [13] Victoria Goodrich, Lome Olfman. *An Experimental Evaluation of Task and Methodology Variables For Requirements Definition Phase Success*
- [14] Janete W. Moody, et al. *Enhancing Knowledge Elicitation using the Cognitive Interview*
- [15] J. Michael Moore. *A Comparison of Questionnaire-Based and GUI-Based Requirements Gathering*
- [16] Beth W. Crandall. *A Comparative Study Of Think-Aloud And Critical Decision Knowledge Elicitation Methods*
- [17] Lee A. Freeman. *The effects of concept maps on requirements elicitation and system models during information systems development*
- [18] A. M. Burton, et al. *A Formal Evaluation of Knowledge Elicitation Techniques For Expert Systems*
- [19] R. Schweickert, et al. *Comparing Knowledge Elicitation Techniques: A case Study*
- [20] A. M. Burton, et al. *The Efficacy of Knowledge Elicitation Techniques: a comparison across domains and levels of expertise*
- [21] G. Rugg, et al. *A Comparison of sorting techniques in knowledge acquisition*.
- [22] Glenn Browne, et al. *An Empirical Investigation of User Requirement Elicitation: Comparing the Effectiveness of Prompting Techniques*
- [23] Ritu Agarwal, et al. *Knowledge Aquisition Using Structured Interviewing: An Empirical Investigation*.
- [24] Tino Bech-Larsen, Niels Asger Nielsen, 1999. *A comparison of five elicitation techniques for elicitation of attributes of low involvement products*. Journal of Economic Psychology 20.
- [25] Einar Breivik, Magne Supphellen, 2003. *Elicitation of product attributes in an evaluation context: A comparison of three elicitation techniques*. Journal of Economic Psychology 24.
- [26] Fowles, Salas, et al. *The Utility of Event-Based Knowledge Elicitation*
- [27] Jones, Miles et. al. *The use of a prototype system for evaluating knowledge elicitation techniques*
- [28] Corbridge, C., et al. *Laddering: Technique and tool use in knowledge acquisition*
- [29] Tor J. Larser, et al. *An experimental comparison of abstract and concrete representations in system analysis*
- [30] George M. Marakas, et al. *Semantic Structuring in Analyst Acquisition and Representation of Facts in Requirements Analysis*
- [31] Anna L. Rowe, Nancy J. Cooke ,et al. *Toward an On-Line Knowledge Assessment Methodology: Building on the Relationship Between Knowing and Doing*
- [32] Robert W. Zmud. *The Use of mental Imagery to Facilitate Information Identification in Requirement Analysis*.
- [33] Wohlin C., Runeson P., Höst M., et al., 2000. *Experimentation in Software Engineering. An Introduction*. Kluwer Academic Publishers.
- [34] *The Mothra Software Testing Environment User's Manual*. Technical Report SERC-TR-4-P, Software Engineering Research Center, Purdue University, 1987.
- [35] E. Cordingley, *Knowledge elicitation techniques for knowledge-based systems*, in: D. Diaper (Ed.), *Advances in the Psychology of Human Intelligence*, Ellis Horwood, Chichester, UK, 1989, pp. 89-175.
- [36] Juristo N., Moreno A. y Vegas S. 2003. *Limitations of Empirical Testing Technique Knowledge*. Lecture notes on empirical software engineering archive, pages 1-38. World Scientific Publishing Co., Inc. River Edge, NJ, USA.
- [37] Davis, A.; Dieste o.; Hickey, A.; Juristo, N.; Moreno, A.; 2006; *Effectiveness of Requirements Elicitation Techniques: Empirical Results Derived from a Systematic Review*; 14th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE'06) pp. 179-188

Título: Herramienta para la evaluación y mejora del proceso de software en pequeñas organizaciones.

Area: Ingeniería de Software.

Autores: Raúl Omar Moralejo^{1,2}, Jose M. Cabo³, Nerina Claudia Dumit Muñoz¹, Gustavo Mercado¹, Salvador Navarria², María Julieta Barrionuevo², Celeste Carrillo Castillo², Lisandro Palá Caso²

¹GRIDTICs (Grupo de Investigación y Desarrollo en Tecnologías de Información y las Comunicaciones). Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Mendoza. Rodríguez 273, Ciudad de Mendoza (5500), Argentina, Teléfono: 5244500, Fax: 5244531

{rmoralejo, ndumit, gmercado}@frm.utn.edu.ar

²ICTI (Instituto de Calidad en Tecnologías de la Información). Universidad de Mendoza - Facultad de Ingeniería. Peatonal Emilio Descotte 750, Ciudad de Mendoza (5500), Argentina, Teléfono: 4201872. Fax: 4201100 {raul.moralejo, salvador.navarria}@um.edu.ar; pupy5@hotmail.com; cele_carrillo@hotmail.com; lisandropa2004@yahoo.com.ar

³Facultad de Educación y Humanidades. Campus de Melilla. Universidad de Granada. Cta. Alfonso XIII, S/N, 52005 – Melilla – España. Telefono: (34)952698736.

jmcabo@ugr.es

Resumen:

En los últimos años han aparecido un gran número de estándares y propuestas internacionales y regionales relacionadas con mejora de procesos software (SPI) para micro y pequeñas empresas software (VSEs). Esto evidencia el creciente interés en la comunidad de Ingeniería de Software en abordar el tema de SPI para VSEs. Este creciente interés se suscita porque la industria del software en la mayoría de los países está formada en gran parte por este tipo de empresas. Es importante entonces fortalecer a las VSEs con prácticas y guías eficientes de Ingeniería de Software adaptadas a su tamaño y tipo de negocio. Así pues, para orientar a las VSEs en relación con las prácticas a realizar cuando comiencen un proyecto de mejora de procesos software, en este artículo se presenta una valoración de los conocimientos sobre modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software realizada durante el año 2005 y 2006 a estudiantes de Ingeniería en Sistemas de Información de la UTN – Facultad Regional Mendoza, y una herramienta de evaluación y mejora del proceso de software para ser aplicada en micro y pequeñas organizaciones de software desarrollada por estudiantes de la Universidad de Mendoza - Facultad de Ingeniería.

El presente trabajo forma parte de un proyecto mayor que está siendo ejecutado en forma conjunta por la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza y la Universidad de Mendoza – Facultad de Ingeniería, y tiene el aval de las mismas Universidades según el siguiente detalle:

- Resolución 7/06 del Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza.
- Resolución 06PI/06 del Departamento de Electrónica de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza.
- Resolución 14/06 del Consejo Académico de la Facultad de Ingeniería – Universidad de Mendoza.
- Resolución N° 416/2007 del Consejo Académico de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza.

1) Introducción

A principios del siglo XXI la comunidad de Ingeniería del Software (industria e investigadores) ha expresado especial interés en la mejora de procesos software (conocida por las siglas SPI, del término en inglés Software Process Improvement) en micro y pequeñas empresas desarrolladoras de software con menos de 50 empleados (a las cuales se hace referencia en el presente artículo por la sigla VSEs del término en inglés Very Small Software Enterprises). Esto se evidencia por el creciente número de artículos que tratan el tema según el análisis de la tendencia de las publicaciones de mejora de procesos en micro, pequeñas y medianas empresas presentado en [1], así como por la aparición de un gran número de estándares y propuestas internacionales y regionales relacionadas con SPI para VSEs.

Este creciente interés acerca de SPI en VSEs, se suscita porque este tipo de empresas son una pieza muy importante en el engranaje de la economía mundial, además la industria del software en la mayoría de los países está formada por un tejido industrial compuesto en gran parte por VSEs. En Europa el 85% de las compañías del sector de las tecnologías de la información son muy pequeñas, entre 1 y 10 empleados [2]. En Iberoamérica el 75% de las empresas software tienen menos de 50 empleados [3]. Además según [4] aproximadamente el 94% de empresas que desarrollan software son pequeñas.

Este tipo de organizaciones desarrollan productos significativos que, para su construcción, necesitan estrategias, prácticas y/o guías eficientes de ingeniería del software adaptadas a su tamaño y tipo de negocio. Siguiendo esta premisa es importante entonces ayudar a estas organizaciones a entender y usar las prácticas ofrecidas por los estándares/modelos y propuestas internacionales, tales como Bootstrap [5], ISO 9001-2000 [6], ISO/IEC 15504 [7] o CMMI [8], y regionales relacionadas con SPI para VSEs, tales como Moprosoft [9].

Luego, el objetivo es ofrecer una estrategia, a través del uso de una herramienta, que facilite a las VSEs emprender un proceso de evaluación y mejora.

Además de la presente introducción el artículo presenta en la sección 2 los objetivos. En la sección 3 se describe el instrumento utilizado para la recogida de datos, y en la sección 4 se explica la metodología utilizada para el desarrollo de la Herramienta. Los resultados obtenidos se muestran en la sección 5 y finalmente se detallan las conclusiones y futuros trabajos (sección 6).

2) Objetivos

Obtener conocimientos sobre los aspectos técnicos de los modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software.

Desarrollar una herramienta para la evaluación y mejora de procesos en pequeñas organizaciones software.

3) Instrumento utilizado para la recogida de datos

El instrumento utilizado para la valoración de los aspectos técnicos (Arquitectura, Método de Evaluación, Proceso de Mejora, y Herramientas) de los modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software, fue diseñado y validado en el marco de la Tesis Doctoral titulada “Enseñanza de Modelos y Estándares de Evaluación y Mejora del Proceso de Software desde la perspectiva CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad)” del Programa de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias y la Tecnología, impartido por convenio en la Universidad de Mendoza por el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada (Autor: Dr. Ing. Raúl Omar Moralejo, Director: Dr. Jose M. Cabo).

Las poblaciones sobre las cuales se trabajó son de 36 alumnos (año 2005) y 35 alumnos (año 2006) que cursaron la materia Aseguramiento de la Calidad del Software, en la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza, quinto año de la Carrera “Ingeniería en Sistemas de Información” (Profesor Adjunto de la Materia: Dr. Ing. Raúl Omar Moralejo, Jefe de Trabajos Prácticos de la Materia: Ing. Nerina Dumit).

4) Desarrollo de la Herramienta

El ciclo de vida elegido fue iterativo, planificado en cuatro iteraciones:

Iteración 1 – Viabilidad: Se efectuó un análisis de los sistemas existentes, identificando posibles mejoras y definiendo los requerimientos de alto nivel del nuevo sistema. Se estimó el esfuerzo necesario para el desarrollo del sistema y se estableció el plan general del proyecto.

Iteración 2 – Arquitectura: Se definió la arquitectura del sistema, contemplando los mecanismos principales de funcionamiento. Se construyó un prototipo operativo que incluía las interfaces gráficas (con navegación y guías), el almacenamiento y recuperación de archivos de evaluación, y la asistencia en la evaluación de los procesos y prácticas. La carga de las áreas, procesos para cada área, y prácticas asociadas a la mismas.

Iteración 3 – Construcción: Se completó la funcionalidad del prototipo operativo, cubriendo los requerimientos restantes (carga de empresas, proyectos, generación de reportes, evaluación completa de todas las áreas, seguridad).

Iteración 4 – Cierre: Se completo la documentación técnica, manual de usuario y se efectuaron las pruebas de aceptación del sistema.

5) Resultados

5.1) Valoración de los conocimientos sobre los modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software.

Año 2005: La media de la edad es de 25 años, corresponde un 58% a hombres (cantidad: 21) y un 42% a mujeres (cantidad: 15), donde el 86% tiene experiencia laboral (19 hombres – 12 mujeres), frente a un 14% sin experiencia laboral (2 hombres – 3 mujeres).

Año 2006: La media de la edad es de 25 años, corresponde un 66% a hombres (cantidad: 23) y un 34% a mujeres (cantidad: 12), donde el 80% tiene experiencia laboral (28), frente a un 20% sin experiencia laboral (7).

En ambos casos, el porcentaje del alumnado que tiene experiencia laboral es alto, por tal motivo los datos relevados respecto a los aspectos de los modelos y estándares son interesantes, debido a que refuerza la importancia de las opiniones de estas personas frente al conocimiento y percepción que tienen de los modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software.

Valoración Arquitectura

Valoración en Porcentaje (%)	BOOTSTRAP		ISO/IEC 15504		CMMI		ISO 9001		MoProSoft	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006
Muy de acuerdo	19.4	11.4	5.6	5.7	16.7	14.3	0	17.1	22.2	11.4
De Acuerdo	69.4	60.0	63.9	65.7	61.1	54.3	38.9	65.7	47.2	71.4

Teniendo en cuenta las opciones Muy de Acuerdo y De Acuerdo, el orden de importancia con mayor porcentaje promedio (años 2005 y 2006) de elección es para Bootstrap (80.1%), MoProSoft (76.1%), CMMI (73.2%), ISO/IEC 15504 (70.45%), e ISO 9001 (60.85%).

Valoración Método de Evaluación

Valoración en Porcentaje (%)	BOOTSTRAP		ISO/IEC 15504		CMMI		ISO 9001		MoProSoft	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006
Muy de acuerdo	25	0	2.8	2.9	16.7	5.7	2.8	17.1	13.9	0
De Acuerdo	55.6	74.3	41.7	71.4	69.4	65.7	44.4	68.6	63.9	57.1

Teniendo en cuenta las opciones Muy de Acuerdo y De Acuerdo, el orden de importancia con mayor porcentaje promedio (años 2005 y 2006) de elección es para CMMI (78.75%), Bootstrap (77.45%), MoProSoft (67.45%), ISO 9001 (66.45%) e ISO/IEC 15504 (59.4%), e.

Valoración Proceso de Mejora

Valoración en Porcentaje (%)	BOOTSTRAP		ISO/IEC 15504		CMMI		ISO 9001		MoProSoft	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006
Muy de acuerdo	8.3	20.0	8.3	5.7	19.4	5.7	2.8	17.1	16.7	5.7
De Acuerdo	77.8	74.3	41.7	71.4	55.6	54.3	44.4	65.7	52.8	37.1

Teniendo en cuenta las opciones Muy de Acuerdo y De Acuerdo, el orden de importancia con mayor porcentaje promedio (años 2005 y 2006) de elección es para Bootstrap (90.2%), CMMI (67.5%), ISO 9001 (65%), ISO/IEC 15504 (63.55%), y MoProSoft (56.15%).

Valoración Herramientas

Valoración en Porcentaje (%)	BOOTSTRAP		ISO/IEC 15504		CMMI		ISO 9001		MoProSoft	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006
Muy de acuerdo	5.6	37.1	8.3	11.4	13.9	8.6	5.6	28.6	5.6	2.9
De Acuerdo	50	28.6	36.1	62.9	44.4	62.9	27.8	37.1	25	54.3

Teniendo en cuenta las opciones Muy de Acuerdo y De Acuerdo, el orden de importancia con mayor porcentaje promedio (años 2005 y 2006) de elección es para CMMI (64.9%), Bootstrap (60.65%), ISO/IEC 15504 (59.35%), ISO 9001 (49.55%), y MoProSoft (43.9%).

5.2) Descripción de la herramienta

La herramienta desarrollada cuenta con una interfaz gráfica donde se muestra un árbol de navegación con Mapa, Áreas (procesos, prácticas), Reportes, y Seguridad.

El usuario puede evaluar cada Área asignando valores de acuerdo a las guías y sugerencias indicadas (mejora del proceso) para cada uno de los proyectos que está trabajando la empresa. Todos los módulos que contiene la herramientas son configurables según las características de la organización. El conjunto de áreas, procesos, prácticas, etc. es parametrizable y puede estar basado en distintos modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software. Además contiene un robusto módulo de seguridad, que permite el monitoreo de los accesos de todos los usuarios del sistema.

A continuación mostramos algunas de las pantallas de la herramienta referidas a la administración.

Encabezado

- Administración
- Área
- Procesos
- Práctica
- Usuarios
- Empresas

Administración de Áreas

Nombre Área		
Alta dirección	Modificar	Eliminar
Gerencia	Modificar	Eliminar
Operación	Modificar	Eliminar

Agregar nueva área

Nombre Área:

Descripción:

Pie

Encabezado

- Administración
- Área
- Procesos
- Práctica
- Usuarios
- Empresas

Administración de procesos

Nombre proceso		
Proceso 1	Modificar	Eliminar
Proceso 2	Modificar	Eliminar
Proceso N	Modificar	Eliminar

Agregar nuevo proceso

Nombre Proceso:

Descripción:

Pie

Encabezado

Administración
 --Área
 --Procesos
 --Práctica
 --Usuarios
 --Empresas

User:
 Pass:

Administración de prácticas

Nombre práctica	Modificar	Eliminar
Práctica 1	Modificar	Eliminar
Práctica 2	Modificar	Eliminar
Práctica N	Modificar	Eliminar

Agregar nuevo proceso

Nombre Práctica:
 Área: Alta dirección
 Proceso: Proceso N
 Implementación Teórica:
 Implementación Práctica:

Encabezado

Administración
 --Área
 --Procesos
 --Práctica
 --Usuarios
 --Empresas

User:
 Pass:

Administración de usuarios

Usuarios	Modificar	Eliminar
User 1	Modificar	Eliminar
User 2	Modificar	Eliminar
User N	Modificar	Eliminar

Agregar nuevo usuario

Nombre:
 Apellido:
 Empresa: empresa
 E-mail:
 Cargo:
 Password:

Pie

6) Conclusiones

En este artículo se ha presentado la valoración realizada por estudiantes a los modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software (BOOTSTRAP, ISO/IEC 15504, CMMI, ISO 9001 y MoProSoft) y una herramienta que establece los elementos necesarios para conducir una evaluación y mejora del proceso de software en pequeñas organizaciones. La herramienta construida constituye una aplicación de asistencia en la evaluación y mejora del proceso para pequeñas organizaciones software. Permite la generación de evaluaciones, cargar una guía con las mejores prácticas de acuerdo a la envergadura de la organización, la posibilidad de almacenar y recuperar las evaluaciones de todos los proyectos de la misma, seguimiento de las evaluaciones iniciadas identificando las marcas de la revisión destacándole los cambios que se producen como consecuencia de sus acciones en el sistema, portabilidad de la herramienta, y acceso vía remota. Debido a que los resultados iniciales de la aplicación de la herramienta son alentadores, como trabajo futuro se continuará con la implementación en organizaciones teniendo en cuenta los hallazgos encontrados. Además se hará el seguimiento de la utilización de la herramienta en los proyectos de investigación que se están ejecutando en las Universidades. El objetivo es que a partir de un conjunto representativo de casos de estudio se obtenga la realimentación necesaria para proceder a la evaluación, refinamiento, mejora y validación de la herramienta desarrollada y del instrumento utilizado para la recogida de datos.

7) Referencias

- [1] Pino, F., F. Garcia, and M. Piattini, *Revisión sistemática de mejora de procesos software en micro, pequeñas y medianas empresas*. Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software (REICIS), 2006. Vol. 2(1) Abril pp. 6-23.
- [2] ESI. *Europe Software Institute*. 2007. www.esi.es/en/main/iitmark.html.
- [3] Mayer&Bunge. *Panorama de la Industria del Software en Latinoamérica*. Mayer & Bunge Informática LTDA. Brasil. 2004. www.mbi.com.br/200409_panorama_industria_software_america_latina.pdf
- [4] Fayad, M.E., M. Laitinen, and R.P. Ward, *Software Engineering in the Small*. Communications of the ACM, 2000. Vol. 43(3) March pp. 115-118.
- [5] BOOTSTRAP (Software Engineering Body of Knowledge), <http://www.bootstrap.org>
- [6] ISO (Organización Internacional para la Estandarización), <http://www.iso.org>
- [7] ISO (Organización Internacional para la Estandarización), <http://www.iso.org>; IEC (Comisión Electrónica Internacional), <http://www.iec.ch>
- [8] CMMI (Capability Maturity Model Integration), <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/>
- [9] MoProSoft (Modelo de Procesos para la Industria de Software – México), <http://www.software.net.mx/>

UN MODELO DE USUARIO PARA PERSONALIZAR LA OFERTA EN COMERCIO ELECTRÓNICO

Marilena Maldonado, Silvina Unzaga
Departamento de Informática – Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías
Universidad Nacional de Santiago del Estero
Tel: 03854509560 – E-mails: {marilena, sunzaga}@unse.edu.ar
Avda. Belgrano (S) 1912 - 4200 Santiago del Estero, Argentina

Resumen

En este trabajo se presenta una de las líneas de investigación del subproyecto Sistemas Adaptativos Inteligentes, que forma parte del proyecto Herramientas Conceptuales, Metodológica y Técnicas de la Informática Teórica y Aplicada (CICYT – UNSE; código CO62). Esta línea de investigación se centra en el diseño de un modelo de usuario para aplicaciones adaptativas de comercio electrónico, con el fin de lograr personalizar estas aplicaciones a los intereses de cada cliente respecto a la demanda de productos. En este artículo se presenta el modelo de usuario basado en metadatos multinivel sobre el que se soportará la adaptación de las aplicaciones.

Palabras claves: comercio electrónico, metadatos, personalización, modelo de usuario.

Introducción

Actualmente muchas empresas usan Internet como un nuevo canal de venta, sustituyendo las visitas personales, correo electrónico y teléfono, por pedidos electrónicos. Así nace el comercio electrónico como una herramienta fundamental en la actividad empresarial (Segrera Francia et al., 2006). Con el fin de comercializar eficaz y eficientemente productos y servicios en Internet, el comercio electrónico ofrece nuevos canales y modelos de negocio para los compradores y vendedores.

A menudo, las tiendas en línea y sitios Web sólo proporcionan filtrado y servicios de búsqueda a los usuarios, pero no hay asistencia para ayudar a los consumidores a investigar y seleccionar el producto más apropiado para ellos. Los consumidores están cada día más desconcertados por la gran cantidad y variedad de opciones de productos y servicios disponibles. En las actividades tradicionales de comercialización se requiere un gran esfuerzo de los usuarios para buscar aquello que se quiere comprar o vender, comparando precios y otras características de los productos o servicios, a fin de concretar la mejor transacción comercial (Costaguta et al., 2006).

Por lo tanto, para hacer más eficiente el comercio electrónico, los vendedores deben prestar atención al conocimiento sobre el cliente para el establecimiento de soluciones viables que contribuyan a mejorar el grado de satisfacción de los mismos, mediante la recomendación de productos en los que se encuentra interesado y la oferta de aquellos cercanos a sus necesidades. Los sistemas de comercio electrónico personalizados surgen como una solución a este problema.

Personalizar una aplicación consiste en dotarla de mecanismos que permitan al usuario manejar la información que contiene y los métodos de acceso a esta, de manera que dicha aplicación se reconvierta a su medida en función de sus expectativas y necesidades.

En la propuesta que se describe en este artículo, se busca lograr la personalización de la oferta en sistemas de comercio electrónico, diseñando un modelo de usuario que aprenda y actualice los intereses, necesidades y preferencias de los clientes.

Existen diferentes formas de representar la estructura de un modelo de usuario. Actualmente, el esquema más popular es el vector de frecuencia de palabras, en (Díaz Esteban, 2005; Prestschner et al, 1999), que se originó a partir del modelo de espacio vector. Muchos investigadores han intentado extender este esquema o desarrollar otras formas de representar el modelo. Así, por ejemplo, en (Stefani, 1998) se utilizan redes semánticas, en (Sorensen et al., 1995) un tipo de red asociativa de palabras, en (Kurki et al., 1999) una ontología en la forma de un árbol de conceptos jerárquico, en (Kim et al., 2002) un árbol de conceptos jerárquico con pesos asociados a cada concepto, en (Godoy et al., 2000) razonamiento basado en casos, y en (Liu et al., 2001) un modelo metadato basado en XML.

En este trabajo, para el diseño del modelo se adopta el marco de metadatos multinivel. Los metadatos, datos sobre datos, se pueden guardar, intercambiar y procesar por medio del computador, y están estructurados de tal forma que facilitan la identificación, descripción, clasificación y localización del contenido de un documento o recurso web; a su vez la estructura de multinivel, facilitará la búsqueda de recursos, el manejo de diversos formatos y permitirá modelar de manera flexible la definición de diversos atributos de recursos heterogéneos.

Modelo de Usuario

Los usuarios finales de un sistema de comercio electrónico difieren en su estado, experiencia, necesidades y preferencias. Conseguir una adaptación del sistema al usuario pasa irremediablemente por conocer las preferencias de este, para lo que hay que establecer una abstracción o perfil del usuario, destacando, para ello, aquellas características del mismo sobre las que se llevará a cabo la adaptación (Gil et al., 2002).

Teniendo en cuenta el grado de variabilidad de la información se define un modelo de usuario estructurado en dos categorías:

- ✓ Información estática: incluyen datos que no cambian o que presentan escasa variabilidad, como por ejemplo, datos personales y características del sistema computacional.
- ✓ Información dinámica: incluyen datos que varían en el tiempo y que reflejan los intereses o preferencias del usuario.

Los datos que componen el modelo usuario para cada categoría son los siguientes:

- ✓ Estáticos: identificación del usuario, apellido, nombre, edad, sexo, lugar de residencia y nivel de educación.
- ✓ Dinámicos: identificación del rubro, descripción, palabra clave, identificación del producto, descripción, marca, modelo, color, tamaño, precio).

Según el marco de metadatos multinivel seleccionado, el modelo se representa en tres niveles:

- ✓ Nivel de datos personales del usuario, integrado por los datos estáticos.
- ✓ Nivel categoría, contiene los datos dinámicos referidos a los distintos rubros sobre los cuales el cliente tiene preferencia (identificación del rubro, descripción, palabra clave).
- ✓ Nivel producto, especifica los datos dinámicos referidos a los diferentes artículos que el cliente prefiere de cada rubro (identificación del producto, descripción, marca, modelo, color, tamaño, precio).

La figura 1 muestra la estructura resultante del modelo de usuario.

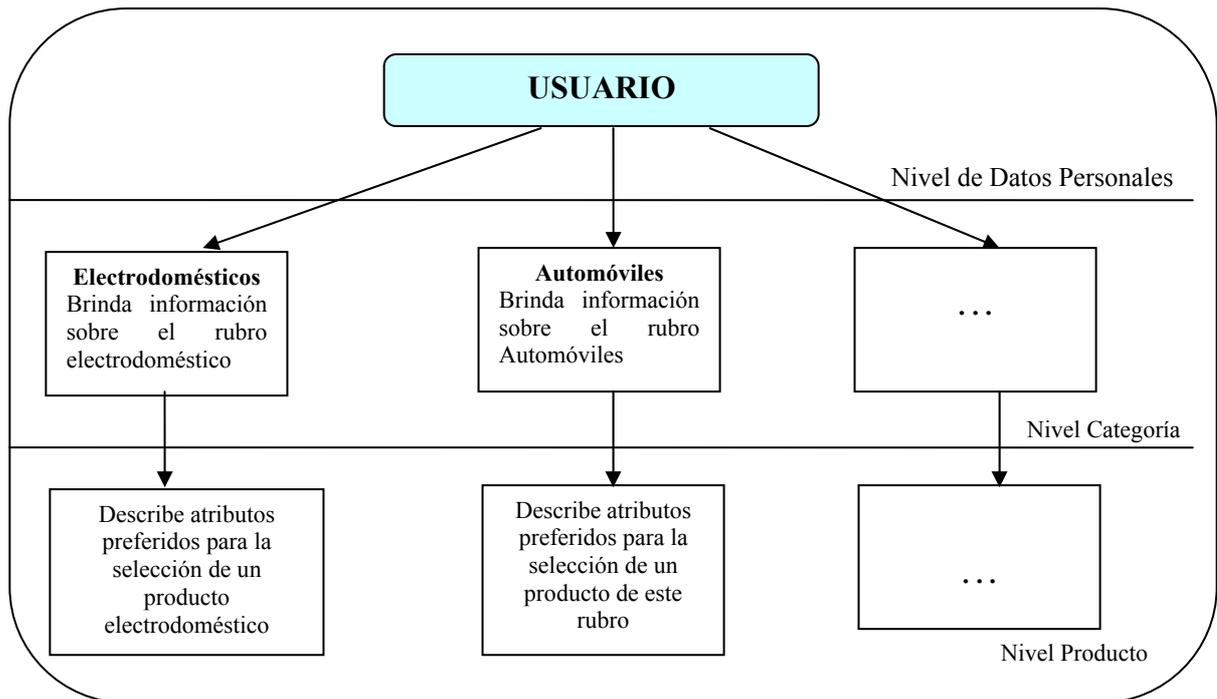


Figura 1. Ejemplo del Perfil de Usuario Metadato Multinivel

En cuanto a la adquisición de información para los diferentes niveles definidos, se considera que la información estática representada por el *nivel datos personales del usuario*, se obtendrá de forma explícita a través de formularios propuestos cuando el usuario se registra en el sistema. Mientras que la adquisición de la información dinámica, se llevará a cabo a través de métodos de adquisición implícita. En este caso, esta adquisición se concretará por medio del estudio de las acciones observadas del usuario, o de una interpretación más o menos directa de su comportamiento, el que se registra en los archivos *Log*, que se generan una vez registrado el usuario en el sistema. Estos archivos contienen información que, después de una etapa de preprocesamiento será tratada con técnicas de Inteligencia Artificial (IA), con el fin de encontrar patrones de interés y preferencias de cada usuario. Sobre la base de los patrones identificados se realimentará el perfil de cada usuario.

Conclusiones y acciones futuras

Con el fin de tener una base sólida sobre la cual desarrollar la propuesta de un modelo de usuario para personalizar la oferta, se investigó la aplicación de la personalización y la utilización de metadatos, en el ámbito del comercio electrónico.

A partir del marco teórico logrado, se diseñó la estructura del modelo de usuario basado en metadatos multinivel. Actualmente se está trabajando en el análisis de diversas técnicas de IA con el fin de seleccionar la más adecuada para el aprendizaje del modelo propuesto.

Finalmente se tiene previsto evaluar el modelo sobre una aplicación concreta de comercio electrónico, de una organización empresarial del medio dedicada a la oferta de productos regionales.

Con este modelo se pretende contar a futuro con un sistema de oferta personalizada para comercio electrónico, que se ajuste a las necesidades e intereses de cada usuario.

Referencias

Costaguta R. y Durán E. (2006), “Personalización Basada en Agentes para Sistemas de Comercio Electrónico”, 2º Jornadas de Ciencia y Tecnología de las Facultades de Ingeniería del NOA, Vol. II, 548-554.

Díaz Esteban A. (2005), “Integración de Técnicas de Clasificación de Texto y Modelado de Usuario para la Personalización en Servicios de Noticias”, Departamento de Sistemas Informáticos y Programación, Facultad de Informática, Universidad Complutense de Madrid.

Gil A., Guessoum Z. y García F. (2002), “Recomendadores en un Sistema Multiagente Adaptativo para el Comercio Electrónico”, Taller en Sistemas Hipermedia Colaborativos y Adaptativos dentro de las JISBD’2002. El Escorial, 18 al 22 de Noviembre del 2002.

Kim W., Kerschberg L. y Scime A. (2002), “Learning for automatic personalization in a semantic taxonomy-based meta-search agent”, *Electronic Commerce Research and Applications*, Vol 1(2), 150-173.

Kurki T., Jokela S. y Sulonen R. (1999), “Agents in delivering personalized content based on semantic metadata”, in *Proceeding of the 1999 AAAI Spring Symposium Workshop On Intelligent Agents in Cyberspace*, pp.439-446, USA.

Liu D., Lin Y., Chen Ch. y Huang Y. (2001), “Deployment of personalized e-catalogues: An agent-based framework integrated with XML metadata and user models”, *Journal of Network and Computer Applications*, Vol 24, 201-228.

Pretschner A. y Gauch S. (1999), “Personalization on the web”, Technical Report ITTC-FY2000-TR-13591-01, University of Kansas.

Segrera Francia S. y Moreno García M. N. (2006), “Minería Web para el Comercio Electrónico”, en DPTOIA-IT-2006-003, Departamento de Informática y Automática, Universidad de Salamanca.

Sorensen H. y Elligott M. (1995), “PSUN: a profiling system for usenet news”, in *Proceeding of the CIKM’95 Workshop On Intelligent Information Agents Workshop*, USA.

Stefani A. (1998), “Personalizing access to web sites: the SiteIF Project”, in: *Proceeding of the 2nd Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia (HYPERTEXT ’98)*, USA.

MODELOS DE PROCESO PARA LA INTEGRACIÓN DEL NEGOCIO UTILIZANDO SERVICE ORIENTED ARCHITECTURE (SOA).

López, G.¹; Jeder, I.¹; Echeverría, A.¹; Fierro, P. (PhD.)²

1. Laboratorio de Informática de Gestión
Facultad Ingeniería - Universidad de Buenos Aires
Tel: 54-11-4343-0891, Extensión 141
e-mail: glopez@fi.uba.ar
Web: <http://www.fi.uba.ar/laboratorios/lig>

2. Departamento de Estudios e Investigación de la
Empresa - Facultad de Economía - Universidad de
Salerno, Italia
Tel: +390815519623
e-mail: fierrop@unisa.it
<http://www.unisa.it>

1. ANTECEDENTES

La Arquitectura Orientada a Servicios es el siguiente paradigma arquitectónico luego del advenimiento del modelo cliente/servidor y las aplicaciones basadas en Internet. La diferencia con esos paradigmas es que en lugar de focalizarse en la tecnología, hace foco en cómo organizar los negocios. Visto del lado del negocio, una arquitectura orientada a servicios es una técnica de desarrollo de aplicaciones de alto nivel que le permite a la IT focalizar en los procesos de negocio, antes que en la infraestructura, para alcanzar una ventaja competitiva. Las industrias que implementen satisfactoriamente SOA, seguramente poseerán una ventaja competitiva importante sobre las industrias que no, porque las que tienen sus servicios alineados con los negocios estratégicos de IT, pueden reaccionar más rápido a los cambios en los requerimientos de negocio que las que no los tienen. SOA es una arquitectura en la cual una aplicación se constituye de servicios que se exponen y servicios que se consumen; difiere del tradicional enfoque cliente/servidor haciendo énfasis en el bajo acoplamiento entre los componentes de software. Dado que estos servicios pueden ser consumidos por diferentes sistemas y plataformas, las características de los Web Services son ideales para implementar esta solución, pero debe seguirse algún tipo de Modelo de Ciclo de Vida para el desarrollo de aplicaciones con esta arquitectura.

1.1 DISEÑO DE SERVICIOS. El uso de los principios del diseño orientado a servicios en la lógica de procesamiento da como resultado una lógica de procesamiento orientada a servicios.

Los principales principios de una arquitectura orientada a servicios son los siguientes:

- **Desacoplamiento:** Los servicios mantienen una relación que minimiza las dependencias y solo requiere que estos conozcan la existencia de los otros.
- **Contrato de servicio:** Los servicios se adhieren a un acuerdo de comunicación el cual está definido por las descripciones de servicios.
- **Autonomía:** Los servicios tienen el control sobre la lógica que ellos encapsulan.
- **Abstracción:** Los servicios ocultan su lógica de procesamiento. Solo especifican lo descrito en el contrato de servicio.
- **Reutilización:** La lógica se encuentra dividida en servicios con la intención de hacer reutilizarla.
- **Composición:** Una colección de servicios puede ser coordinada y unida de forma tal de componer servicios.
- **Ausencia de estado:** Los servicios minimizan la información retenida sobre una tarea específica.
- **Descubrimiento:** Los servicios se encuentran diseñados de forma tal de poder ser descritos con el objeto de poder ser encontrados y evaluados a través de mecanismos de descubrimiento.

2 PROBLEMÁTICA

La utilización de servicios permite introducir modificaciones en las aplicaciones sin la necesidad de invertir grandes cantidades de tiempo y dinero. Se consigue de esta forma un

enorme valor al poder optimizar y mejorar continuamente los procesos a medida que las estrategias del negocio cambian.

No existe un Modelo de Ciclo de Vida ad-hoc para la integración de los procesos de negocio en aplicaciones con arquitectura orientada a servicios (SOA); este trabajo intenta ser un aporte en tal sentido ya que el desarrollo de aplicaciones con Arquitectura Orientada a Servicios requiere de la aplicación de modelos propios. Los Ciclos de Vida se encuentran formados por una serie de fases, etapas o pasos requeridos para obtener una solución SOA a partir de un conjunto de necesidades determinado.

El propósito de todo ciclo de vida es planear, ejecutar y controlar el proyecto de desarrollo de un sistema. El ciclo de vida define las fases y las tareas esenciales para el desarrollo de sistemas, sin importar el tipo o la envergadura del sistema que se intenta construir.

No existe un Modelo de Ciclo de Vida que sirva para cualquier proyecto; cada proyecto debe seleccionar un ciclo de vida que sea el más adecuado para su caso.

3 SOLUCIÓN PROPUESTA

Modelos de Ciclos de Vida para desarrollo de proyectos con Arquitectura Orientada a Servicios

Si bien los Modelos de Ciclo de Vida para proyectos SOA se basan en los pilares de los ciclos de vida para soluciones distribuidas, los mismos requieren de ciertas adaptaciones para obtener un producto de calidad.

3.1 MCVS SOA con enfoque Top – Down.

La arquitectura resultante con este enfoque será óptima debido a que se comienza analizando el flujo de negocio de manera integral, para luego bajar el nivel de detalle hasta los servicios a implementar. La principal desventaja de este enfoque es el presupuesto y tiempos.

Las fases que integran este MCVS aplicado a proyectos SOA, son las siguientes:

3.1.1 Análisis. En esta primera fase se determina el alcance del proyecto SOA. Antes de modelar el esquema de servicios se comienza por analizar en detalle el flujo y reglas de negocio de la organización. Luego surgen los principales servicios candidatos, y se definen las capas a utilizar.

3.1.2 Diseño. Una vez definido el análisis, se puede comenzar a diseñar de qué forma implementarlo. Esta fase es por lo general dirigida en base a estándares e incorpora principios y convenciones establecidas para sistemas orientados a servicios.

3.1.3 Desarrollo. Determinadas las tecnologías sobre las cuales se construirán los componentes de la arquitectura orientada a servicios, sólo basta construirlos. Existe una gran diversidad de tecnologías, herramientas y plataformas para simplificar el desarrollo del proyecto.

3.1.4 Pruebas. Debido a que los servicios serán potencialmente módulos reutilizables en una gran variedad de escenarios, su calidad debe ser rigurosamente controlada.

3.1.5 Implantación. En base a las tecnologías específicas seleccionadas para el desarrollo se podrán definir las actividades que formen parte de la fase de implantación.

3.1.6 Administración. La naturaleza de los factores a administrar para este tipo de sistemas va a ser muy similar a la utilizada para sistemas distribuidos basados en componentes.

La administración incluye el monitoreo de servicios, control de versiones, seguimiento de mensajes, detección de cuellos de botella.

3.2 MCVS SOA con enfoque Bottom-Up

El enfoque bottom-up establece una perspectiva diferente durante el análisis. El mismo propone comenzar a construir los servicios a partir de requerimientos puntuales, como por ejemplo, establecer canales de integración punto a punto entre sistemas, o reemplazar soluciones de comunicación remota de aplicaciones por un protocolo multiplataforma como SOAP (Simple

Object Access Protocol). Muchas veces estos requerimientos pueden resolverse simplemente implementando servicios sobre módulos de un sistema ya existente.

Las organizaciones podrían ver ventajoso a este modelo ya que les permite integrar sus sistemas utilizando nuevas tecnologías a bajo costo. A pesar de que las implementaciones de este tipo podrían resultar exitosas, es decir, lograr su objetivo de integración puntual, no se encontrarían enmarcadas en una arquitectura diseñada para aprovechar la Orientación a Servicios en su máxima expresión. Las soluciones desarrolladas bajo este Modelo no están concebidas para soportar un gran número de servicios de forma consistente, robusta y ágil.

3.3 MCVS SOA con enfoque Ágil

Con la finalidad de encontrar un enfoque que permita incorporar los principios de arquitectura orientada a servicios en los ambientes de negocio, sin necesidad de esperar que se haya finalizado el proceso en toda la organización, ha surgido el MCVS con enfoque ágil.

La modalidad de trabajo de este modelo difiere de las anteriores ampliamente ya que se ocupa de ejecutar el análisis del negocio en paralelo al diseño de servicios y desarrollo.

Esta forma de trabajo tiene una componente de esfuerzo adicional, con el lógico costo asociado. Esto se debe a la necesidad de tener que ajustar los servicios construidos para alinearlos con los modelos de negocio que pueden ir cambiando a medida que se avanza con el análisis.

Las fases que integran este MCVS aplicado a proyectos SOA, son las siguientes:

3.3.1 Análisis

La fase de análisis debe focalizar en el modelo de negocio. En el momento en que se tiene suficiente conocimiento de las áreas del negocio, se va a comenzar con el trabajo en paralelo de modelado de servicios de negocio. Este punto de inflexión, denominado el punto de maduración del análisis de negocio, debe ser determinado apelando al sentido común y experiencia. Si es muy temprano para comenzar con el modelado de servicios, seguramente se requerirá un trabajo de reingeniería para adaptar los servicios al modelo final de negocio, y si por el contrario, se espera demasiado para comenzar por los servicios, se estará perdiendo la agilidad que podría destacar a este modelo frente a los dos precedentes.

3.3.2 Diseño, Desarrollo, Pruebas e Implantación. Estas fases van a ser ejecutadas en paralelo a la etapa de análisis a medida que nuevos servicios se incorporan a la arquitectura. Se trabaja con el diseño de cada componente de servicio que surge del análisis. Luego se desarrollan, prueban e implantan los servicios diseñados.

3.3.3 Revisión. Se deben efectuar revisiones periódicas de la arquitectura actual contra los modelos de negocio obtenidos. A partir de estas revisiones, cuya intención es encontrar inconsistencias entre la implementación y la realidad, surgirán planes de ejecución de adaptaciones de los servicios construidos para alinearlos con las necesidades actuales.

Cada servicio que deba ser modificado, tendrá que pasar por las etapas de diseño (o mejor dicho re-diseño), desarrollo, pruebas e implantación nuevamente.

3.4 MCVS con enfoque RUP + XP

Existe una tendencia por la adopción de una metodología mixta, la cual toma una u otra forma dependiendo del momento del ciclo de vida en el cual se encuentra el proyecto SOA.

Un proyecto SOA consta de dos grandes fases de alto nivel [Mittal, 2006]. La primera es la construcción de la plataforma SOA. Esta fase requiere la utilización de una metodología como RUP (Racional Unified Process). La segunda fase es la de mantenimiento, en la cual nuevos proyectos son construidos sobre la arquitectura inicial. En esta fase se pueden aprovechar las ventajas de una metodología liviana como XP (eXtreme Programming).

3.5 MCVS SOA con enfoque de Gobierno constante

Este modelo consiste en un conjunto de fases que son ejecutadas de forma iterativa, proporcionando una mejora continua del proceso.

3.5.1 Modelado. Durante esta fase se obtienen y analizan los requerimientos de negocio con el fin de llegar a un modelo de procesos de negocio que será la base para el diseño de servicios y niveles de servicio. Estos procesos también serán útiles a la hora de medir la eficiencia del negocio. Es de gran importancia que en esta etapa se fije un modelo común que sea comprendido tanto por gente de IT como de negocio.

3.5.2 Ensamble. Una vez que se han definido los procesos de negocio, se deben obtener los servicios necesarios para que los mismos puedan ser incorporados a la solución. Para esto puede ser necesario la construcción de nuevos servicios, utilizar servicios ya existentes, o encapsular funcionalidades de sistemas existentes. Por último, se utilizará un mecanismo de orquestación de servicios que permita que los procesos de negocio cobren vida.

3.5.3 Implantación. En esta etapa se debe configurar el ambiente de ejecución de los servicios para lograr cumplir con los niveles de calidad fijados y así poder ejecutar exitosamente los procesos de negocio. Es fundamental que el ambiente de servicios sea robusto, escalable y seguro. Este ambiente debe estar preparado tanto para correr procesos de misión-crítica como para aceptar cambios de forma flexible.

3.5.4 Administración. La fase de Administración incluye establecer y mantener la disponibilidad de los servicios y sus tiempos de respuesta. Se deben monitorear los KPI (Key Performance Indicators) en tiempo real para prevenir, aislar, diagnosticar y solucionar problemas. Es también una tarea a llevar a cabo en esta etapa la de administrar y mantener un control de versiones sobre los servicios que corren los procesos de negocio.

3.5.5 Gobierno y Procesos. Este proceso debe ser ejecutado durante todo el ciclo de vida. Se deben establecer políticas y procesos que aseguren el éxito del proyecto SOA. Por ejemplo, se puede crear un centro de excelencia para implementar políticas de gobierno y controlar que los estándares se cumplan.

4 CONCLUSIONES

La arquitectura de un sistema es la organización o estructura de sus partes o componentes más importantes, que permite que los involucrados tengan una visión común del sistema completo. La arquitectura va es un elemento fundamental para la toma de decisiones durante el proyecto. Se debe tener en cuenta el factor de calidad, rendimiento, reutilización y capacidad de evolución.

Las ventajas y beneficios del uso de una Arquitectura Orientada a Servicios con web services incluyen un mejor ROI para los proyectos, resultados más rápidos y capacidad para responder ágilmente a los cambios del negocio. Estas ventajas competitivas estarán presentes toda vez que el proyecto haya sido concebido siguiendo un Modelo de desarrollo adecuado. No todos los modelos sirven para todos los proyectos SOA.

Es necesario tener en cuenta que SOA es una evolución y no una revolución; que no cambiará las tecnologías existentes sino que las integrará. Como cualquier iniciativa exitosa se debe desarrollar un plan estratégico para alcanzar los requerimientos de negocio asociados.

Como fue planteado en el acápite de Problemática, si bien no existe un Modelo de Ciclo de Vida ad-hoc para la integración de los procesos de negocio en aplicaciones con arquitectura orientada a servicios (SOA), pueden definirse las etapas de Análisis y Diseño con tareas propias y específicas de esta arquitectura, a saber:

- Análisis orientado a servicios

El proceso de determinar como la automatización de los requerimientos del negocio pueden representarse por medio de servicios es la tarea del análisis orientado a servicios.

Durante esta etapa se definen:

- Los servicios que son necesarios construir.
- Que lógica debe ser encapsulada por casa servicio.

Objetivos:

- Definir un grupo preliminar de servicios.
- Definir un límite preliminar de los servicios, de forma tal de no reescribir un servicio existente o ya planeado.
- Identificar la lógica encapsulada haciendo hincapié en la reutilización.
- Definir los modelos conocidos de composición de servicios.

El análisis orientado a servicios no necesariamente implica reinventar los procedimientos existentes dentro de una organización en materia de análisis de procesos. Más bien, propone una serie de pasos a seguir para complementar estos procedimientos en miras de realizar un diseño orientado a servicios.

○ Diseño orientado a servicios

En este proceso se generan diseños concretos de los servicios a partir de los servicios candidatos identificados en la etapa anterior. Estos servicios son luego ensamblados en una composición abstracta que implementa un proceso de negocio.

Durante esta etapa se determina:

- Definición de las interfaces de servicio
- Características de SOA a implementar
- Estándares y extensiones requeridas

Objetivos:

- Determinar el grupo principal de extensiones arquitecturales.
- Determinar los límites de la arquitectura.
- Identificar los estándares de diseño necesarios
- Definir las interfaces de los servicios
- Identificar las posibles composiciones de servicio

6 BIBLIOGRAFÍA

- Erl, T. "Service Oriented Architecture Concepts Technology And Design". Prentice Hall. ISBN 0-13-185858-0. Agosto 2004.
- Fitzgerald, B. The system development dilemma: whether to adopt formalized systems development methodologies or not? In Baets, W.(ed.) Proceedings of the Second European Conference on Information Systems, Nijenrode University Press, Holland, 691-706. 1994.
- Fitzgerald, B. The Use of Systems Development Methodologies in Practice: A field Study, The Information Systems Journal, Vol. 7, No 3, pp. 201-212. 1997.
- IBM. "IBM SOA Foundation: providing what you need to get started with SOA". White paper. Septiembre 2005.
- IEEE. 1991. Standard for Developing Software Life Cycle Processes. IEEE Std. 1074-1991, Nueva York, IEEE Computer Society.
- Newcomer, E., Lomow G.. "Understanding SOA with Web Services (Independent Technology Guides)". Addison-Wesley Professional. ISBN 0321180860. Diciembre 2004.
- Pulier E., Taylor H.. "Understanding Enterprise SOA". Noviembre 2005.
- Woods, D., Mattern, T.. 2006. Enterprise SOA: Designing IT for Business Innovation. O'Reilly Press.

Sistemas de Software Distribuido

**P. Pesado^(1,2), H. Ramón⁽¹⁾, P. Thomas⁽¹⁾, M. Boracchia⁽¹⁾, E. Ibañez⁽¹⁾, L. Marrero⁽¹⁾,
M. B. Albanessi⁽¹⁾, L. Delia⁽¹⁾, C. De Vito⁽¹⁾, N. Restelli⁽¹⁾, N. Luna⁽¹⁾, G. Caseres⁽¹⁾**

⁽¹⁾**Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)
Facultad de Informática – UNLP**

⁽²⁾**Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC)**

{ppesado, hramon, pthomas, marcosb, eibanez, lmarrero, balbanesi, ldelia, cdevito, nrestelli,
nluna, gcaseres}@lidi.info.unlp.edu.ar

1 CONTEXTO

Esta línea de Investigación forma parte del Proyecto “Sistemas de Software Distribuidos. Aplicaciones en procesos industriales, E-government y E-learning” del Instituto de Investigación en Informática LIDI acreditado por la UNLP y de proyectos específicos apoyados por CIC, Agencia y Telefónica.

2 RESUMEN

El objetivo de este subproyecto es realizar investigación y desarrollo en temas relacionados con los aspectos de Ingeniería de Software que se orientan al desarrollo e implementación de proyectos concretos de Sistemas Distribuidos, manejo de datos físicamente distribuidos y soluciones de hardware y software para Sistemas Distribuidos de Tiempo Real.

En este contexto se trabaja en aspectos de la Ingeniería de Software de diferentes sistemas con inteligencia distribuida (computadoras, robots, teléfonos móviles).

Palabras claves: *Sistemas Distribuidos – Ingeniería de Requerimientos – Planificación – Metodologías de Desarrollo – Sistemas Web – Bases de Datos Distribuidas - Sistemas Distribuidos de Tiempo Real.- Robótica*

3 INTRODUCCION

Un sistema distribuido consiste en un conjunto de computadoras autónomas conectadas por una red y con soporte de software distribuido. Permite que las computadoras coordinen sus actividades y compartan los recursos de hardware, software y datos, de manera tal que el usuario percibe una única facilidad de cómputo integrada aunque esta pueda estar implementada por varias máquinas en distintas ubicaciones. [1]

El desarrollo de sistemas distribuidos es una necesidad a partir de la utilización de redes de computadoras y de computadores personales de alta performance.

Algunas ventajas del procesamiento distribuido son:

- Mejora de la disponibilidad: la operación es factible en una configuración reducida cuando algunos nodos están temporalmente no disponibles.
- Configuración más flexible: una aplicación puede configurarse de distintas maneras, seleccionando el número apropiado de nodos para una instancia dada.

- Control y administración más localizada: un subsistema distribuido, ejecutando en su propio nodo, puede diseñarse para ser autónomo, de modo que puede ejecutar en relativa independencia de otros subsistemas en otros nodos.
- Expansión incremental del sistema: si existe sobrecarga, el sistema puede expandirse agregando más nodos.
- Costo reducido: con frecuencia una solución distribuida es más barata que una centralizada.
- Balance de carga: en algunas aplicaciones la carga total del sistema puede ser compartida entre varios nodos.
- Manejo eficiente de datos distribuidos físicamente.
- Mejora en el tiempo de respuesta: los usuarios locales en nodos locales pueden obtener respuestas más rápidas a sus requerimientos.

Las características de los Sistemas Distribuidos conducen a la utilidad de desarrollar prácticas de Ingeniería de Software que apunten a los distintos aspectos del desarrollo de sistemas desde la captura de requerimientos y la planificación, pasando por las metodologías de desarrollo, hasta la verificación y simulación de procesos distribuidos, incluyendo el aseguramiento de calidad.

En particular un sistema distribuido de tiempo real debe interactuar con el mundo real, en puntos físicamente distantes y no necesariamente fijos, en períodos de tiempo que vienen determinados por el contexto o las restricciones de la especificación (en muchos casos a partir de una activación asincrónica).

Algunas de las dificultades principales del desarrollo de software para sistemas distribuidos de tiempo real son:

- Modelizar condiciones de concurrencia y paralelismo.
- Manejar las comunicaciones inter-procesos e inter-procesadores.
- Tratamiento de señales en tiempo real.
- Tratamiento de interrupciones y mensajes asincrónicos con diferente prioridad.
- Detectar y controlar condiciones de falla, a nivel de software, de procesadores y de comunicaciones. Prever diferentes grados de recuperación del sistema.
- Asegurar la confiabilidad de los datos y analizar su migración en condiciones de funcionamiento normal o de falla.
- Organizar y despachar la atención de procesos, manejando las restricciones de tiempo especificadas.
- Testear y poner a punto un sistema físicamente distribuido.

Todas estas dificultades conducen a la utilidad de desarrollar herramientas de Ingeniería de Software orientadas a STR y SDTR, de modo de trabajar en la modelización, especificación y verificación del software considerando las restricciones temporales.

La Ingeniería de Software comprende la aplicación de principios científicos para realizar la transformación ordenada de un problema en una solución elaborada de software, y el mantenimiento subsecuente de ese software hasta el final de su vida útil [2]. La utilización de estas prácticas para resolver sistemas distribuidos y de tiempo real hacen necesaria su adaptación en función de las características de dichos sistemas.

La adopción de un enfoque ingenieril para el desarrollo de software, genera una serie de fases o estados conformando un ciclo de vida. Este ciclo de vida esta guiado por una planificación que incluye el conjunto de acciones a realizar, y los productos generados por la aplicación del plan (inclusive el mismo plan) están administrados por diferentes Metodologías de Gestión y Desarrollo [3].

En el recorrido del ciclo de vida del desarrollo del software, la fase inicial comprende a la Ingeniería de Requerimientos que permite comprender, documentar y acordar sobre el alcance del problema, teniendo esto impacto directo sobre la Planificación y la Gestión del Proyecto de acuerdo a la Metodología de desarrollo seleccionada para el mismo [4]. Este no es el único impacto que justifica el énfasis en la Ingeniería de Requerimientos, ya que esta disciplina permite establecer claramente *que* se debe hacer posponiendo el *cómo* a etapas posteriores en el ciclo de vida, constituyendo el fundamento de la construcción de un Sistema de Software [5].

El modelo de procesos elegido para el desarrollo de software define las actividades a realizar para la generación de productos de acuerdo a los objetivos planteados [6].

Asociado con la Ingeniería de Software de Sistemas Distribuidos, está el problema de utilizar un entorno WEB para los servicios que ofrece el Sistema. La tendencia creciente al desarrollo de arquitecturas centradas en un servidor (o un conjunto de servidores distribuidos) que ofrecen una interfaz WEB a los usuarios ha generado un importante desarrollo de la Investigación en metodologías y herramientas orientadas a Sistemas WEB, así como ha obligado a establecer nuevas métricas y parámetros de aseguramiento de la Calidad para tales Sistemas. [7] [8] [9]

Toda aplicación esta dividida, al menos, en dos subsistemas, front-end y back-end. El front-end es una aplicación que interactúa en forma transaccional con los usuarios (clientes, empleados, proveedores, etc.) de una Organización y requiere del apoyo del subsistema back-end que posee características analíticas y de workflow. Un ECA-rules (Event-Condition-Action) representan la tecnología para BD activas y el método natural para soportar dicha funcionalidad. ECA rules puede ser utilizado para actividades de chequeo automático de restricciones, o mensajes. Una cuestión importante, asociada a un ECA es cómo predecir el comportamiento en tiempo de ejecución. ECA rules posee una sintaxis declarativa de alto nivel, que le permite llevar a cabo acciones automáticas en respuesta a condiciones previamente definidas. Un ECA-rules sobre un subsistema Back-End permite controlar de manera transparente para el usuario un conjunto de reglas que hacen a su negocio. Estos controles se realizan directamente en el servidor de la aplicación y, ante una acción, disparan los mensajes correspondientes sobre el usuario en su aplicación front-end. [10] [11]

Por último, el modelo distribuido de datos hace posible la integración de BD heterogéneas proveyendo una independencia global del administrador de bases de datos respecto del esquema conceptual. [12].

4 LINEAS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

- Conceptos de procesamiento distribuido. Arquitectura, comunicaciones y software.
- Metodologías de especificación, validación y desarrollo de SSD y SSDTR.
- Metodologías ágiles de desarrollo utilizando frameworks propios con diferentes tecnologías.
- Ingeniería de Requerimientos, en particular de sistemas distribuidos.
- Planificación de tareas para desarrollo de sistemas distribuidos.
- Bases de Datos Distribuidas [13]
- Herramientas de integración y mantenimiento de proyectos distribuidos.
- Lenguajes y ambientes para procesamiento distribuido.
- Reingeniería de sistemas complejos que migran por down-sizing a esquemas cliente-servidor distribuidos.
- Sistemas de Tiempo Real. Sistemas Distribuidos de Tiempo Real.
- Tratamiento de señales en tiempo real.
- Sistemas de control de robots en tiempo real. Algoritmos colaborativos entre máquinas móviles.
- Sistemas con identificación segura en tiempo real.
- ECA-rules sobre un subsistema Back-End permite controlar de manera transparente para el usuario un conjunto de reglas que definen su comportamiento [14]

5 RESULTADOS ESPERADOS/OBTENIDOS

- Avanzar en la capacitación continua de los miembros de la línea de investigación.
- Desarrollar soluciones a problemas concretos de software de sistemas distribuidos, poniendo énfasis en el desarrollo de metodologías y herramientas específicas para clases de aplicaciones.
- Framework NET4DB desarrollada en el III-LIDI que permite generación automática de código .NET, interactuando con diferentes motores de BDD [14] [15]. Actualmente se estudian herramientas que permiten tomar un modelo UML de un sistema y derivar código a partir de él o realizar una verificación de consistencia lógica de dicho modelo.
- El motor simpleECA para resolver el back-end de PHP4DB [16] y NET4DB.

6 TRANSFERENCIAS DE RESULTADOS

- **Ministerio de Desarrollo Humano de la Provincia de Buenos Aires. Sistema de Asistencia Social 2 a 5 años:** tiene como objetivo realizar una administración y seguimiento de beneficios otorgados a Instituciones para la protección de niños de 2 a 5 años. Se gestionan las liquidaciones mensuales, por cupos y/o asistencia media, a pagar con interdepósito bancario, con las posteriores rendiciones de pagos realizados. La implementación fue realizada con NET4DB.
- **Auditoría de la Red Única Provincial de Comunicación de Datos del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires:** En el marco de un acuerdo entre la RedPIBA y la CICPBA (inicialmente para controlar la instalación de la red de datos provincial) se plantea la necesidad de auditar en forma continua aspectos relacionados al mantenimiento de la infraestructura, controlar la sobresubscripción, incorporar nuevos nodos a la red en forma controlada, obtener información del funcionamiento y estado de la red desde el punto de vista del usuario final. Por lo cual se debe definir un proceso de características distribuidas (y el software de soporte) para soportar estas necesidades. Este proceso estará implementado en PHP4DB desarrollado en III-LIDI [16].
- **Sistema web desarrollado para la Unidad de Relaciones Internacionales Universitarias de la UNLP:** El III-LIDI ha desarrollado un sistema cuyo objetivo es mantener información relacionada a la participación de los miembros de la UNLP en actividades con el exterior, y así fomentar el conocimiento, la colaboración y la responsabilidad de informar y registrar dichas participaciones. El sistema se divide en dos subsistemas: *Gestión de convenios*; administra la información relacionada con los convenios entre la Universidad (o alguno de sus miembros) e instituciones del exterior. *Gestión de características de las facultades*; administrará información relacionada con las fortalezas y debilidades de las diferentes unidades académicas de la UNLP, además de las líneas de investigación/trabajo y la participación en diferentes redes internacionales. Actualmente el sistema se encuentra en la etapa de Testing. Este desarrollo esta basado en PHP4DB desarrollado en III-LIDI [16].
- **Sistema de Congresos Virtuales:** El III-LIDI está desarrollando un sistema para la organización y transmisión de congresos vía Internet. El mismo podrá transmitir desde una ubicación y los asistentes podrán participar desde cualquier máquina conectada a Internet. Se podrá transmitir video, audio, texto y formato tipo slide (ppt) Durante la transmisión, los asistentes podrán realizar preguntas al expositor (pregunta por demanda, hand rising) o votar por alguna pregunta formulada, como si se encontraran en una sala de presentaciones convencional. Además, el expositor podrá lanzar encuestas sencillas (de respuesta Sí o No) entre los asistentes, para saber su opinión sobre los diferentes aspectos de su exposición. La transmisión de cada congreso podrá ser grabada y almacenada en el sistema para luego ser retransmitida. Este tipo de transmisiones podrá ser programada con anticipación para que arranque en forma

automática en un determinado día y horario. Actualmente el sistema se encuentra en la etapa desarrollo

7. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

Los integrantes de esta línea de investigación dirigen Tesinas de Grado en la Facultad de Informática, 1 Tesis Doctoral, 1 y Becarios III-LIDI en temas relacionados con el proyecto y participan en el dictado de asignaturas/cursos de postgrado de la Facultad de Informática de la UNLP .

8. BIBLIOGRAFIA

- [1] G. Coulouris. Distributed Systems – Concepts and Design. Addison-Wesley. 1994.
- [2] R. Pressman. Ingeniería de Software: Un Enfoque Práctico. McGraw-Hill. 2002
- [3] R. Wysocki. Effective Project Management: Traditional, Adaptive, Extreme, .Wiley .2003
- [4] Loucopoulos, P; Karakosas, V.. Systems Requeriments Engineering. .McGraw Hill. Book Company. 1995
- [5] G. Kotonya and I. Sommerville,. Requirements Engineering: Processes and Techniques, Wiley. 1998
- [6] Pleeger. Ingeniería de Software: Teoría y Práctica. Prentice-Hall. 2002
- [7] Stephen Kan. .Metrics and Models in Software Quality Engineering (2nd Edition). Addison Wesley. 2003
- [8] Offutt J., “Quality Attributes of Web Software Applications”. IEEE Software: Special, Issue on Software Engineering of Internet Software 19 (2):25-32, Marzo/Abril 2002.
- [9] Wu, Y. y Offutt, J. “Modeling and testing web-based Applications”. <https://citeseer.ist.psu.edu/551504.html>: 1-12, Julio 2004
- [10] Automatic Control of Workflow Processes Using ECA Rules, Joonsoo Bae, Hyerim Bae, Suk-Ho Kang, Yeongho Kim, IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering , Volume 16 , Issue 8 (August 2004), 2004, ISSN:1041-4347
- [11] An Event-Condition-Action Language for XML, J. Bailey, A. Poulouvassilis, P. Word, WWW2002, May 7-11, 2001, Honolulu, Hawaii, USA. ACM 1-58113-449-5/02/0005.
- [12] Silberschatz A et all: “Fundamentos de Bases de Datos”, Tercera Edicion Mc Graw Hill 1998
- [12] Ozsu M. Valduriez, P. : “Principles of Distributed Database Systems”, Segunda Edicion. Prentice Hall 1999
- [13] Mello S. J., “Executable UML”, Addison-Wesley, 2002.
- [14] S. Ceri, P. Fraternali, A. Bongio, “Web Modeling Language (WebML): a modeling language for designing web sites”. Computer Networks, vol 33, 2000.
- [15] Tesis Stefan Böttger, Distributed Composite Event Monitoring. June, 2006 Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg (Kirchhoff-Institut für Physik) – Universität Leipzig (Fakultät für Mathematik und Informatik – Institut für Informatik).
- [16] Delia, Caseres, Ramón, Thomas, Bertone; Framework para el Desarrollo Ágil de Aplicaciones Web, CACIC 2006, San Luis, 17 al 21 de octubre de 2006.

Calidad en el desarrollo de Sistemas de Software

Pesado Patricia ^(1,2), Bertone Rodolfo⁽¹⁾, Pasini Ariel⁽¹⁾, Esponda Silvia⁽¹⁾,
Martorelli, Sabrina⁽¹⁾

⁽¹⁾Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)
Facultad de Informática – UNLP

⁽²⁾ Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC)

(ppesado, pbertone, apasini, sesponda,smartorelli) @lidi.info.unlp.edu.ar

1. CONTEXTO

Esta línea de Investigación forma parte del Proyecto “Sistemas de Software Distribuidos. Aplicaciones en procesos industriales, E-government y E-learning” del Instituto de Investigación en Informática LIDI acreditado por la UNLP y de proyectos específicos apoyados por CyTED

2. RESUMEN

El objetivo de este subproyecto es investigar y desarrollar propuestas en temas relacionados con el aseguramiento de la calidad en cada una de las etapas del desarrollo de Sistemas de Software. En particular se ha trabajado y estudiado las normas de calidad más ampliamente difundidas, líneas ISO y CMM, y su incidencia en entornos como el de las PyMES.

El objetivo principal es la adecuación de las normas de calidad para empresas desarrolladoras de software de pequeña o mediana envergadura. El III-LIDI participa del Proyecto CyTED COMPETISOFT junto a la Universidad del Comahue, la Universidad de La Matanza y 13 Universidades del exterior cuyo objetivo es definir un marco de apoyo al desarrollo de procesos de software.

Palabras Claves

Ingeniería de Software – Calidad – Normas de Calidad – CMM, ISO, CompetiSoft

3. INTRODUCCION

La línea de investigación presenta una continuidad respecto de las definidas oportunamente en años anteriores.

El desarrollo de artefactos de software con niveles aceptables de calidad se presenta como una necesidad que, cada vez más, debe ser tenida en cuenta tanto por las empresas generadoras de sistemas de información (SI) como por los clientes y usuarios de los mismos. La competitividad del mercado mundial de la primera década del siglo XXI, indica que producir sin la correspondiente calidad asociada redundará en proyectos destinados, seguramente, al fracaso.

La calidad del software es un concepto complejo, no directamente comparable con la calidad de fabricación de productos en general. En estos últimos casos, la calidad se presenta “por comparación” entre productos desarrollados y su especificación [Som05].

En el caso de la producción de software, para lograr asegurar calidad en el producto final se debe, entonces, tener un proceso de desarrollo que también asegure dicha calidad. Para ello existen normas de calidad ampliamente reconocidas y aceptadas. Estas normas se pueden encuadrar en dos líneas: las propuestas por el SEI (Software Engineering Institute) con su línea de CMM y su evolución a CMMI

y la propuesta por ISO (Internacional Standard Organization). [Ple02]

La gestión formal de calidad es particularmente importante para equipos que desarrollan sistemas grandes y complejos. Por este motivo es que las principales normas reconocidas por la industria del software a nivel mundial, como CMM, CMMI, ISO (9000, 12207, 15504) [ISO95] [ISO04a] [Lan05] [Pau93] [Pau95] tienen su centro en la gestión de la calidad de las grandes empresas. Pero, para el desarrollo orientado a pequeñas y medianas empresas (PyMEs) de software, la calidad no pasa a ser un tema menor. Si bien las normas más reconocidas internacionalmente son conceptualmente aplicables, resultan en prácticas muy costosas y difíciles, por la necesidad de contar con recursos humanos capacitados en las prácticas de Ingeniería de Software, tal como atestiguan diversas investigaciones. [SEI06]

En algunos países iberoamericanos se aborda este problema, aunque de forma aislada, con algunas iniciativas como el modelo "MoProSoft" de México [Okt05], el modelo "MPS-BR" de Brasil [Web04], o el modelo SIMEP-SW de Colombia [Hur03], incluso la metodología Métrica v.3 propugnada por el MAP en España también pretende conseguir la mejora de los procesos y productos software. [Pin05]

La línea sobre Calidad que se desarrolla en el Instituto está apoyada en el proyecto CyTED denominado CompetiSoft, y persigue como finalidad el desarrollo e implantación de una norma que sea de fácil aplicación en entornos PyMEs donde la plantilla del personal que desarrolla software sea reducida (a lo sumo 15 o 20 personas)

El modelo CompetiSoft se organiza en tres capas Alta Dirección, Gestión y Operación, cada uno de ellos con un conjunto de actividades a realizar. En

particular la capa de Operación incluye las actividades de "Administración de Proyectos Específicos", "Desarrollo de Software" y "Mantenimiento de Software". La primera actividad busca establecer y llevar a cabo sistemáticamente las actividades que permitan cumplir con los objetivos de un proyecto en tiempo y costo esperados. La segunda, en tanto, apunta a la realización sistemática de las actividades de análisis, diseño, construcción, integración y pruebas de productos de software nuevos o modificados cumpliendo con los requerimientos especificados. La tercera esta dirigida a la evolución del software.

CompetSoft define, en forma similar a lo que ocurre con CMMI, un esquema de seis niveles alcanzables por una PyME desarrolladora de software: (0) sin proceso definido, (1) realizado, (2) gestionado, (3) establecido, (4) predecible, (5) optimizado. La norma, en particular, identifica estos distintos niveles con colores diferentes.

4. LINEAS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

- Análisis, estudio y discusión de normas clásicas de calidad: línea ISO y CMM - CMMI.
- Análisis, estudio y discusión de normas aplicables a PyMEs, como son MoProSoft, MR Mps o Métrica 3.
- Análisis de parámetros de evaluación de empresas PyMES desarrolladoras de software.
- Estudio y discusión de métodos para evaluar calidad en las diferentes etapas del proceso de desarrollo.
- Impacto de la utilización de métodos ágiles en el proceso de desarrollo y en la calidad final del producto desarrollado

5. RESULTADOS OBTENIDOS/ ESPERADOS

- El III-LIDI interviene a través de la Facultad de Informática de la UNLP en el convenio con ESI Center (European Software Institute).
- Se ha participado en el Taller de Capacitación COMPETISOFT: Mejora de Procesos Software para Pequeñas Empresas celebrado en Popayán Colombia en agosto del 2007.
- Se confeccionó el cuestionario de evaluación de calidad para la etapa de “Desarrollo del Software” y se perfeccionó el cuestionario de “Administración de Proyectos Específicos” a partir de la retroalimentación obtenida de la aplicación realizada a diferentes empresas.
- Se inició la aplicación del modelo CompetiSoft en Empresas de la Zona de influencia.
- Se está desarrollando un sistema de plantillas para la asistencia, generación y seguimiento de documentos asociados con calidad.
- Se participará en la reunión de exposición de resultados de la aplicación del modelo CompetiSoft sobre PyMEs de la zona de influencia, a realizarse en el ciudad de Arequipa, Perú el 28, 29 y 30 de abril del 2008
- Se ha comenzando con la definición de un método de cuantificación de los cuestionarios.
- Se analizará la aplicación del modelo CompetiSoft sobre desarrollos implementados con metodologías ágiles.

6. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

Durante el 2007 se aprobó una Tesina de Grado de Licenciatura dirigida por miembros del proyecto y en la actualidad se encuentran en desarrollo 3 Tesinas de Grado de Licenciatura y 2 Tesis de Magister, en temas relacionados con el Proyecto.

Los integrantes de esta línea de investigación participan en el dictado de asignaturas/cursos de grado/postgrado de la Facultad de Informática de la UNLP.

7. BIBLIOGRAFIA

- [ACM] Colección de Communications of the ACM
- [ACM] Colección de ACM SIGSOFT (Special Interest Group on Software Engineering)
- [Ber06] Bertone, Pasini, Ramon, Esponda, Pesado, De María, Mon, Gigante, Estayno Gestión de Calidad en la Construcción del Software. Un enfoque para PyME's. Cacic 2006. San Luis.
- [IEEE] Colecciones de Transaction on Software Engineering
- [IEEE] Colecciones de Computer
- [ISO95] ISO/IEC .12207: 1995 Information Technology – Software life cycle processes.ISO/IEC.1995
- [ISO04a] ISO/IEC .15504-1: 2004 Information Technology – Process assessment – Part 1: Concepts and vocabulary.ISO/IEC.2004
- [Lan05] Susan K. Land.Jumpstart CMM/CMMI Software Process Improvements: Using IEEE Software Engineering Standards.Wiley-IEEE Computer Society Press.2005
- [Pau93]Paulk, M.C.; Curtis, B et al. Capability Maturity Model, Versión 1.1. IEEE Software, 10(4), 18-27. (1993)
- [Pau95]Paulk, M.C.; Weber, C.V. et al. The Capability Maturity Model: Guidelines for Improving the Software Process. Reading, MA: Addison-Wesley. (1995)

[Pin05]Pino, F.; García, F; Piattini, M.: Adaptación de las normas ISO/IEC 12207:2002 e ISO/IEC 15504: 2003 para la evaluación de la madurez de procesos de software en países en desarrollo.

[Ple02] Pleegeer.Ingeniería de Software: Teoría y Práctica.Prentice-Hall.2002

[Okt05] Modelo de procesos para la industria del software. MoProSoft. Por niveles de Capacidad de Procesos. Versión 1.3, Agosto 2005.

[SEI06] Proceedings of the First International Research Workshop for Process Improvement in Small Settings, 2005 . January 2006 . SPECIAL REPORT CMU/SEI-2006-SR-001

[Som05] Sommerville Ian. .Requeriments Engineering, A good practice guide. .John Wiley.2005

[Web04] Modelo de Referência e Método de Avaliação para Melhoria de Processo de Software - versão 1.0 (MR-MPS e MA-MPS)"

TICs y procesos productivos en PyMES

A. De Giusti⁽¹⁾, P. Pesado^(1,2), M. Naiouf⁽¹⁾, P. Thomas⁽¹⁾, C. Estrebou⁽¹⁾, N. Galdamez⁽¹⁾, L. Moralejo⁽¹⁾, L. Delia⁽¹⁾

⁽¹⁾Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)
Facultad de Informática – UNLP

⁽²⁾ Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC)

{degiusti, ppesado, mnaiouf, pthomas, cesarest, ngaldamez, lmorelejo, ldelia}
@lidi.info.unlp.edu.ar

CONTEXTO

El III-LIDI participa del proyecto PAE EICAR (Electrónica, Informática, Comunicaciones, Automática y Robótica para la producción de Bienes y Servicios) integrado por una red de Universidades (UNLP, UNSJ, UNLM, UTN, UCC, UNPA, UNCPBA), institutos y cámaras empresarias. Esta IP ha sido aprobada por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica en el año 2007.

RESUMEN

En el marco del Proyecto PAE EICAR, el Instituto de Investigación y Desarrollo en Informática participa en los temas específicos de “Planificación, supervisión y optimización de la producción en Pymes” y “Tecnología en Gestión de stocks (fijos y en movimiento)” en conjunto con la Facultad de Ciencias Económicas de la UNLP, la Universidad Nacional de La Matanza y la Universidad del Centro de la Pcia. de Bs. As. y de la creación de la “RED (EICAR) de Centros Regionales de investigación y desarrollo, asesoramiento y consultoría altamente especializada y capacitación para PYMEs en TICs”.

INTRODUCCION

Identificación del problema

La toma de decisiones relacionadas con el Planeamiento de la Producción en Plantas Industriales PYME requiere el análisis de datos complejos que involucran desde las proyecciones de venta hasta el control en tiempo real de las máquinas que realizan la producción. Este análisis incluye algunos elementos de mayor dificultad cuando las plantas pueden estar físicamente distribuidas, lo que obliga a trabajar sobre aspectos de la logística de materias primas y productos terminados.

Optimizar esta toma de decisiones tiene un alto significado económico para las empresas (reducción de stocks ociosos, minimización de los tiempos de respuesta, optimización en la asignación de recursos, reducción de los costos de la logística) que requiere el desarrollo de Sistemas de Software que integren modelos e información de mercado con la planificación de la producción.

Por otra parte la utilización de tecnología en la gestión de stocks fijos (almacenes) y móviles (durante su transporte) para el seguimiento de productos y materias primas en

plantas industriales PYME representa un problema que afecta a la logística del planeamiento de la producción. La minimización y efectiva planificación de la distribución tiene un impacto directo en los costos de producción y el beneficio a obtener. Este análisis incluye elementos de mayor dificultad cuando las plantas se encuentran físicamente distribuidas. En particular la incorporación de tecnología (tal como la de RFID) a los almacenes de stock (únicos o distribuidos) de una organización permite un control exacto de existencias en tiempo real.

Por otra parte el seguimiento de los stocks en movimiento (por ejemplo utilizando tecnología de georeferenciación) permite un control en tiempo real de las transferencias de materias primas y los movimientos de productos terminados entre centros de distribución.

Objetivos del proyecto

El objetivo general del proyecto es investigar y desarrollar modelos de sistemas de software WEB parametrizables que integren información gerencial de escenarios de mercado con la planificación de la producción, optimizando una función multiobjetivo variable. En particular estos sistemas deben contemplar el caso de diferentes modelos de plantas PYMEs que puedan estar o no distribuidas físicamente con una dirección de negocios centralizada.

En particular se incorpora un módulo de tratamiento óptimo de la logística de movimiento de materias primas (locales e importadas) desde los centros de provisión a las plantas de producción, así como de los productos terminados a los centros de distribución.

El desarrollo debiera poder ser transferido (vía los Centros de Asistencia y Capacitación para PYMEs contemplados en el PAE EICAR) a las cámaras / empresas interesadas, incluyendo acuerdos de capacitación y asistencia en la implementación.

En el caso de la utilización de tecnología en la gestión de stock, el objetivo es desarrollar un modelo de sistema de software WEB que permita el seguimiento de materias primas, productos semi-elaborados y productos terminados almacenados y en movimiento.

Las tecnologías a explorar (en principio) son las relacionadas con RFID para almacenes y georeferenciación y comunicaciones móviles para stock en movimiento. El sistema contemplará el caso de un modelo de planta PYMEs distribuida físicamente.

Descripción del proyecto

Los modelos de Sistemas de Software WEB planteados en el objetivo requieren integrar información de escenarios de mercado con la planificación de la producción, optimizando una función multiobjetivo parametrizable.

Deben admitir diferentes modelos de plantas PYME que puedan estar distribuidas con una dirección de negocios centralizada.

Podemos esquematizar el proyecto en 6 grandes etapas:

- Análisis de “clases” de plantas PYME comprendidas por el sistema de software, incluyendo coordinación con las Cámaras asociadas al PAE.
- Análisis, desarrollo e implementación del sistema de simulación de escenarios de demanda.

- Análisis, diseño e implementación del software de gestión de recursos. Desarrollo del sistema WEB adaptable a diferentes redes de comunicación física.
- Análisis, diseño e implementación del software de planeamiento de la producción, incluyendo la gestión de recursos en planta.
- Definición, análisis, diseño e implementación de los algoritmos heurísticos de la función multiobjetivo a optimizar.
- Optimización de la logística de movimiento de materias primas y productos terminados, en particular para el caso de plantas geográficamente distribuidas.

En el caso de la utilización de tecnologías en la gestión de stock el modelo de Sistema de Software WEB requiere una individualización de cada producto o materia prima a almacenar y los lugares posibles de almacenaje (fijo o en movimiento).

Las etapas son:

- Análisis de la logística del movimiento de materias primas y productos terminados.
- Análisis de las tecnologías de identificación en tiempo real.
- Análisis de la identificación de materias primas y productos terminados.
- Análisis de la identificación de almacenes y móviles de transporte.
- Análisis, diseño e implementación del software de seguimiento de productos y MP en plantas distribuidas.
- Tratamiento de consultas en tiempo real para la toma de decisiones.

Fundamentación y antecedentes del proyecto

- La optimización de la toma de decisiones propuesta en el proyecto tiene un alto significado económico para las empresas (reducción de stocks ociosos, minimización de los tiempos de respuesta, optimización en la asignación de recursos, reducción de los costos de la logística) que requiere el desarrollo de Sistemas de Software que integren modelos e información de mercado con la planificación de la producción.
- Las PYMEs representan un factor importante en el desarrollo económico y del empleo en la región y en Argentina. El incremento del PBI en los últimos años produjo una utilización creciente de la capacidad instalada en Plantas Industriales y muchas PYMEs requieren la incorporación de tecnología y conocimiento para atender la demanda creciente en sus sectores. Uno de los aspectos críticos para las PYMEs es la toma de decisiones de Planificación de la Producción (PP), optimizando diferentes criterios. La integración de información del modelo de demanda del mercado, con datos de la administración y del sector técnico de la empresa permite optimizar la asignación de recursos y mejorar las decisiones de PP (e indirectamente de inversiones). Estas decisiones se hacen más complejas en los casos de Plantas Industriales físicamente distribuidas y alejadas del centro de dirección de la empresa lo que debe ser tenido en cuenta en la función multiobjetivo a optimizar.
- La incorporación de tecnología (Informática/Comunicaciones) en una PYME requiere un proceso de capacitación y una reformulación de las metodologías de trabajo tanto en Planta como a nivel Gerencial. Por ej. la sistematización de las Ordenes de Trabajo en Planta y su seguimiento con un horizonte de Planificación de días/semanas/meses requiere una organización de los recursos locales ajustada a la Planificación, así como el registro de tiempos de operación en cada máquina/proceso. Asimismo, visto desde la Gerencia, los modelos de proyección de ventas usan información histórica/actual de

mercado y la toma de decisiones referidas a compras/importaciones de Materias Primas requiere un cuidadoso ajuste entre los Análisis de Producción y la demanda estimada de productos terminados. Los recursos físicos necesarios (redes, sistemas WEB) no son limitantes para las PYMEs industriales a las que se enfoca el proyecto, si bien su utilización correcta requiere de un esfuerzo de capacitación interno.

- Es importante la experiencia previa. En la UNLP las Facultades de Informática y de Ciencias Económicas tienen una política activa en la generación de soluciones y transferencia de tecnología con el sector productivo. Existen proyectos y convenios concretos de vinculación con empresas y también una relación de trabajo con cámaras y organizaciones de la Provincia de Buenos Aires y a nivel nacional que vinculan estos Institutos con el sector productivo PYME.
- El III-LIDI participó del proyecto “Sistema integrado de Planeamiento de la Producción para PYMES” subsidiado por la CIC, cuyo objetivo fue analizar un conjunto de modelos de planta con distintas características (mono y multimáquina, producción a pedido, por análisis de stock, por pronósticos de ventas, etc.) y desarrollar un sistema básico y parametrizable para resolverlo.
- También participa del Proyecto FONTAR “Desarrollo de herramientas digitales para mejorar las estructuras de la producción, control de la producción, carga de máquinas, abastecimiento de materias primas y servicios, trazabilidad, almacenamiento y distribución de Productos Terminados” para la Empresa GRAFEX (Fábrica de Tintas y Barnices), subsidiados por la Agencia Nacional de Promoción de Ciencia y Tecnología. Se trata de un sistema que contempla la distribución geográfica de los lugares de producción (Villa Mercedes-San Luis y Buenos Aires)

RESULTADOS/BENEFICIOS ESPERADOS

- Mejora de la productividad por aprovechamiento integral de los recursos disponibles.
- Ajuste de la planificación de la producción con un mayor horizonte de tiempo, lo que mejora los costos de las empresas.
- Mejoramiento de la calidad del proceso de fabricación, en base a modelos estandarizados (análisis de producción detallados y verificados, estadísticas de rendimiento de planta).
- Soporte inteligente a la toma de decisiones que permitan analizar escenarios inmediatos y futuros, asegurando una cuantificación del riesgo y potenciales beneficios.
- Mejora de la logística, con incidencia directa en los costos.

En el caso del sistema para seguimiento de stock:

- Mejora de la productividad por una adecuada planificación y seguimiento.
- Mejoramiento de la calidad del proceso de fabricación (por ej, por la optimización del desplazamiento entre plantas de los componentes de fabricación).
- Disminución de costos de stocks inmovilizados.
- Conocimiento en tiempo real de la situación de los stocks.
- Mayor seguridad.

Por otra parte el proyecto prevé organizar una RED de Centros Regionales de investigación y desarrollo, asesoramiento y consultoría altamente especializada y capacitación para PYMEs en TICs, cuyos nodos iniciales serán las instituciones que presentan este PAE. Esta Red dispondrá de una infraestructura y plataforma para el uso operativo y trabajo cooperativo de todos los actores y para el uso compartido en forma virtual de los laboratorios de I+D. Ello implica potenciar las fortalezas relativas de los Grupos con equipamiento acorde.

FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

El proyecto incluye como objetivo alcanzar la formación de recursos humanos altamente capacitados en el área de las TICs mediante la realización de estudios de postgrado y tareas conjuntas de investigación con universidades de desarrollo emergente. Con respecto a este objetivo parcial un aporte del proyecto en el tema es la propuesta de un Programa de Postgrado en TICs, orientado a egresados de Ingeniería/Informática cuyo reconocimiento se gestionaría por cada una de las Universidades intervinientes a partir de un programa acordado. Esta propuesta (en trazos muy gruesos) tendría un 60% de módulos comunes dedicados a los temas básicos:

- Fundamentos de arquitectura física computacional
- Sistemas Operativos, incluyendo embebidos y de tiempo real
- Redes, incluyendo manejo de redes de sensores y actuadores
- Sistemas distribuidos
- Tiempo Real
- Automática y robótica
- Herramientas de software
- Planificación de procesos industriales.

Y más un 40% de módulos “verticales” asociados a distintas aplicaciones.

BIBLIOGRAFIA

- Bernroider E., Hampel A. "Enterprise resource planning and it governance in perspective: strategic planning and alignment, value delivery and controlling". Academic Publishers 2005. Viena (Austria).
- Kumar, K., Hillergersberg, J. "ERP Experiences and Evolution". Communication of the ACM, vol. 43, n°. 4, April (2000), 23-26.
- Oliver, D., Romm, C. "Enterprise Resource Planning Systems: Motivations and Expectations". 1º International Workshop on Enterprise Management Resource and Planning Systems EMRPS, Venice, Italy, 119-126.
- Esteves, J., Pastor, J. "Towards the Unification of Critical Success Factors for ERP Implementations". 10th Annual BIT conference, Manchester, UK., November (2000).
- Sprott, D. "Enterprise Resource Planning: Componentizing the Enterprise Application Packages". Communications of the ACM, vol. 43, n°. 4, April (2000), 63-69.
- Estrebou C., Romero A., Galdamez N., Moralejo L., " Sistema Web para Planeamiento de la Producción de una empresa con Plantas distribuidas". Jornadas AUGM 2006. Campinas. Brasil.
- Parr, A., Shanks, G. "A Model of ERP Project Implementation". Journal of Information Technology, vol. 15, n. 4, December (2000), 289-304.

- Everdingen, Y., Hillegersberg, J., Waarts, E. "ERP Adoption by European Midsize Companies". Communications of the ACM, vol. 43, n°. 4, April (2000), 27-31.
- Rebstock, M., Selig, J. "Development and Implementation Strategies for International ERP Software Projects". 8th European Conference on Information Systems ECIS(2000), Vol. 2, Vienna, 932-936.
- Mabert V., Soni A., Ventakaramanan M. "Enterprise resource planning survey of US manufacturing firms". Production and Inventory management Journal, Vol 41, Nro.2, Jun.2000, 52-63.
- Bernroider, E. W. N. & Koch, S., "The decision making process concerning investments in ERP software - results of an empirical study in Austrian organizations," Wirtschaftsinformatik, 2000, 42(4), 329- 338.
- Adam, F., O'Doherty, P. "Lessons from Enterprise Resource Planning Implementation in Ireland -Towards
- Smaller and Shorter ERP Projects". Journal of Information Technology, vol. 15, n. 4, December (2000), 305-316.
- Rosemann, M., Wiese, J. "Measuring the Performance of ERP Software – a Balanced Scorecard Approach". 10th Australasian Conference on Information Systems ACIS, Wellington, New Zealand. 1999.
- Pastor, J., Franch, X. "On the Formalisation of ERP Systems Procurement". Second Customer Off The- Shelf Software Workshop COTS'00, 22nd Int. Conference on Software Engineering ICSE'00, Feb (2000).
- Perez, M., Rojas, T., Padron, J. "SAP, Change Management and Process Development Effectiveness II: Case Study". Americas Conference on Information Systems AMCIS, Milwaukee, USA.1999
- Thompson PCI MNL117-77 "Manual for Quality Control for Plants and Production of Architectural Precast Concrete Products" Jan-1996 226 pages
- Vikram, S., Vijay, S., David, M., Chitti, G. "An Examination of Success Factors for SAP Implementation". Americas Conference on Information Systems AMCIS, Milwaukee, USA. 1999.
- Rosemann, M., Frink, D., Uthmann, Chr. Von, Friedrich, M. "Workflow-Based ERP: A New Approach for Efficient Order Processing". 1º International Workshop on Enterprise Management Resource and Planning Systems EMRPS, Venice, Italy, 239-247. 1999.
- III-LIDI - Proyecto FONTAR. "Planeamiento de la producción para PYMES con productos complejos". Aprobado y subsidiado por la Agencia Nacional de Promoción de Ciencia y Tecnología 2005-2007.
- III-LIDI - Proyecto de transferencia de tecnología. "Sistema integrado de Planeamiento de la Producción para PYMES". Aprobado y subsidiado por la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) de la Pcia. de Buenos Aires. 2005-2007.
- III-LIDI – Proyecto de investigación y desarrollo acreditado. "Sistemas de Software Distribuidos. Aplicaciones en Procesos Industriales, E-government y E-learning".
- Proyecto PAV 076 "Sistemas inteligentes para el apoyo a los procesos productivos". Acreditado por la ANPCyT. Red conformada por UNSJ, UTN F.R. Córdoba, UNSL, UNS, UNLP, U Católica Córdoba y el IUA.

El Proceso de Minería de Datos Asistido por Ontologías

Héctor Oscar Nigro, Sandra González Císaro

INTIA- Departamento de Computación y Sistemas
Facultad de Ciencias Exactas - UNICEN
Campus Universitario - Paraje Arroyo Seco s/n
B7001BBO Tandil, Buenos Aires, ARGENTINA
TEL: +54-2293-439680 – FAX: +54-2293-439681
e-mail: {[onigro](mailto:onigro@exa.unicen.edu.ar), [sagonci](mailto:sagonci@exa.unicen.edu.ar)}@exa.unicen.edu.ar

Resumen

En este artículo mostraremos los avances obtenidos en la investigación y el desarrollo del proceso de Minería de Datos asistido por Ontologías. Además expondremos un modelo general para la aplicación de las ontologías, como así también, los tipos de ontologías planteadas.

La principal motivación para la inclusión de ontologías en dicho proceso es la necesidad de incluir el conocimiento previo en los estudios de minería. Dicho conocimiento puede ser provenir del proceso mismo o del dominio de aplicación comprendido.

Nuestro objetivo es el mejoramiento integral del proceso, a partir de un mejor entendimiento del dominio de aplicación, de los resultados obtenidos en sesiones previas y de la aplicación de la o las técnicas más convenientes de acuerdo a problema a resolver.

1) Introducción

La minería de los datos se ocupa del uso de las técnicas y de las metodologías del análisis de datos en el diseño, en el desarrollo y de la evaluación de los datos con el objetivo de hallar nuevos conocimientos. Es un área interdisciplinaria sustentada por diversos campos, tales como: Estadística, Bases de Datos, Aprendizaje Automático, Inteligencia Artificial, Teoría de la Información, Computación Paralela y Distribuida y Visualización, entre otros (Fayyad et al., 1996; Han et al., 2001; Hernández Orallo et al, 2004).

El principal desafío que hoy enfrenta el área de Minería de Datos es la inclusión del conocimiento previo en cada sesión de minería. Este conocimiento previo puede ser contextual o del proceso mismo. Una de las formas más convenientes para la inclusión de este conocimiento está dada por las ontologías (Nigro et al., 2008). La inclusión de la Ingeniería Ontológica en el proceso de descubrimiento, nos permitirá la integración de diferentes técnicas de Minería de Datos, como así también su uso adecuado.

La mayoría de las propuestas o soluciones que encontramos en Minería de Datos con ontologías son parciales, es decir, se centran en algunos de los pasos del proceso de descubrimiento del conocimiento. Por ejemplo Euler y Scholz (2004) presentan un meta-modelo de las secuencias del preproceso conteniendo una ontología que describe el conocimiento conceptual del dominio. Este meta-modelo es operacional, lo suficientemente abstracto para permitir la reutilización de los usos exitosos en dominios similares. Bernstein et al. (2005) proponen una asistente inteligente basado en ontologías para guiar secuencias validas del proceso. Pan and Shen (2006) han propuesto una arquitectura para el descubrimiento del conocimiento en ambientes evolutivos. La arquitectura

crea un mecanismo de comunicación para incorporar conocimiento previo en el proceso del descubrimiento a través de facilidad del servicio de las ontologías. La continua exploración minera es transparente al usuario final; por otra parte, la arquitectura apoya independencia de datos lógica y física. Brisson y Collar (2007) presentan el proyecto KEOPS, el cual integra todo el conocimiento experto a lo largo del proceso de minería de datos en una manera coherente y uniforme.

Cannataro et al. (2003, 2004, 2007) proponen el uso de ontologías en ambientes distribuidos de minería de datos. Las ontologías son usadas para construir los servicios semánticamente ricos en descripciones. Técnicas para planificación, composición, edición, razonamiento y análisis sobre estas descripciones están siendo investigadas y desplegadas para resolver la interoperabilidad semántica entre servicios.

En otra dirección se encuentran los trabajos que incluyen el conocimiento del dominio en la información de entrada o usan las ontologías para representar los resultados. Por lo tanto el análisis es realizado sobre estas ontologías. Las aplicaciones más representativas están en Medicina, Biología y datos geográficos, como: la representación de Genes, Taxonomías, aplicaciones en Geociencias, aplicaciones médicas (Breux et al., 2005; Tadeballi et al., 2004; Bogorny et al., 2005, 2006; Sidhu et al., 2006; Pan et al., 2006).

2) Desarrollo

La naturaleza interactiva es inherente al proceso de minería de datos puesto que la comunicación con los expertos es necesaria para entender el dominio y para interpretar resultados en forma adecuada (Brisson et al, 2007).

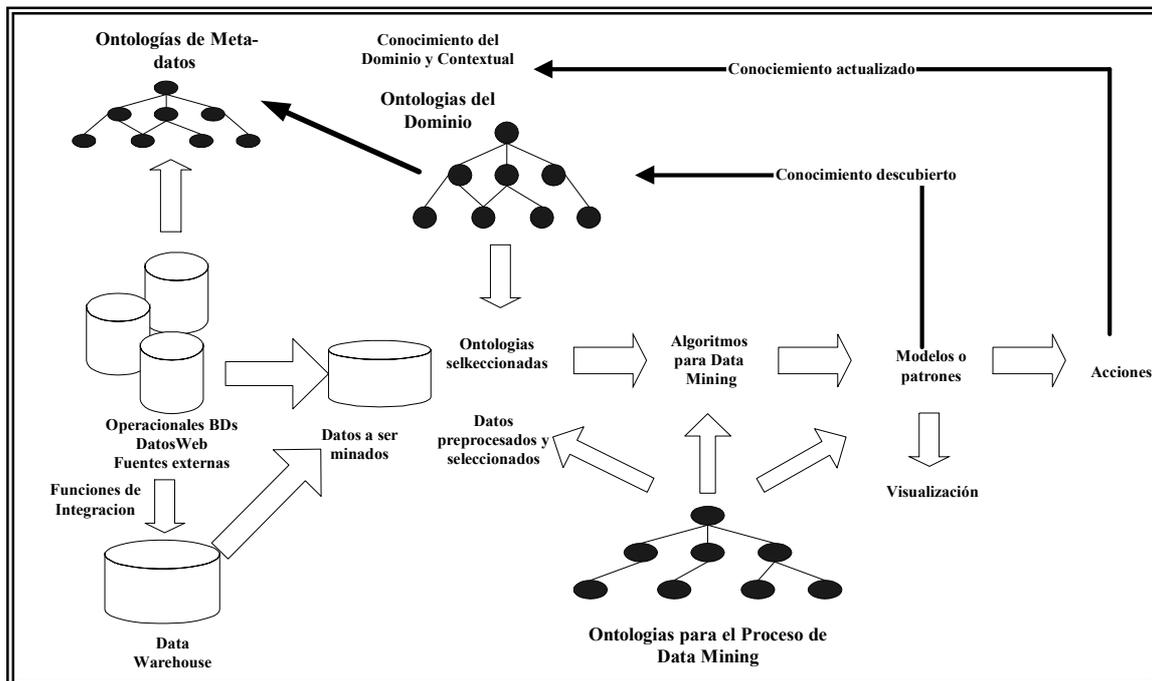


Figura 1 Modelo de Minería de Datos Asistido por Ontologías

Considerando la necesidad de incluir el conocimiento dentro del proceso de minería asistido por ontologías (definidas éstas por Gruber -2002- como: “Especificación formal explícita de una conceptualización compartida”). Vemos que la base ontológica es una condición previa para el uso automatizado eficiente de ese conocimiento. Así, hemos elaborado un modelo que involucre todos los pasos del descubrimiento (ya sea considerando el modelo de Fayyad o el de Crisp-DM – Chapman et al., 200), el cual está basado en tres tipos de ontologías:

- *de Dominio*
- *para Meta-datos*
- *del Proceso*

¿Por que estos tres tipos ontologías y como se relacionan?

Ontologías de Dominio: estas expresan el conocimiento del dominio de aplicación. Generalmente los científicos trabajan con diagramas causa efecto para expresar sus ideas respecto a sus hipótesis de trabajo, estos diagramas pueden ser fácilmente mapeados a mapas de conceptos y luego a ontologías.

Ontologías para Meta-datos: codifican el o los procesos que son necesarios llevar a cabo para la construcción de las variables a ser usadas en la sesión de minería.

Ontologías del Proceso: codifican el conocimiento sobre la secuencia válida de operaciones a ser realizadas. Puede ser teniendo en cuenta los datos de entrada, considerando cual es la visualización que el analista tiene del resultado esperado o ambos.

El modelo propuesto permite la interacción entre las ideas del analista tales como hipótesis del trabajo, el tipo de modelo de salida deseado y el conocimiento previo. Puesto que el analista puede visualizar el dominio y los ontologías de los meta-datos, puede entonces aprender sobre su relación y características. Con este conocimiento en mente, selecciona la/s técnica/s. Las ontologías para el proceso ayudan al usuario en la elección de las variables más convenientes, instancias de datos y algoritmos para desarrollar su modelo según los parámetros - técnica elegida, el tipo variable, precisión, exactitud, sensibilidad del costo, comprensibilidad, matriz de los datos, características de las ontologías del dominio y de los meta datos, entre otros.

Una vez que se haya seleccionado el algoritmo, los pasos de pre-procesamiento se aplican a los datos de entrada - u ontologías de dominio con la ayuda de las Ontologías para el proceso. Entonces el algoritmo se aplica al modelo preprocesado. Además las Ontologías del proceso deben brindar los pasos de post-procesamiento y las visualizaciones más apropiados para el modelo obtenido; se evalúa y se visualiza el modelo de la salida. El analista puede decidir el cambio de las características de las ontologías del dominio si un nuevo conocimiento aparece en el modelo de salida obtenido.

Nuestra visión del proceso con ontologías se orienta más al Descubrimiento Computacional de Conocimiento Científico (Computational Discovery of Scientific Knowledge desarrollado por Langley -2000, 2006-), que al tradicional de Fayyad; ya que:

- El conocimiento puede también asistir en la búsqueda de las características útiles (es decir, colocando restricciones en combinaciones aceptables de atributos, proporcione un sistema inicial de las variables sobre las cuales comenzar la búsqueda, predisponiendo la selección a la producción de modelos más comprensibles)
- Este acercamiento produce modelos más exactos y más fáciles de comprender que los inducidos desde la prueba y el error.
- La utilización del conocimiento para influenciar el descubrimiento pueden reducir el error de la predicción y también puede mejorar el entendimiento del modelo.
- Es un proceso intensivo de la Ingeniería del Conocimiento, con la intervención humana en la interpretación y la validación.

La próxima etapa de este proyecto, consistirá en el diseño y desarrollo de una aplicación que comprenda:

- Base de conocimiento ontológico para el dominio de aplicación.
- Base de conocimiento ontológico para las técnicas de Minería o estadística empleadas. Esta base será empleada en la implementación del Asistente Inteligente de Descubrimiento ideado por Bernstein (2005).
- Funciones de aprendizaje sobre la utilización de la herramienta, lo que nos permitirá mejoras para distintos perfiles de usuario

- Funciones de meta aprendizaje para la evaluación de cada uno de los modelos inducidos.
- Base Conocimiento conteniendo los patrones descubiertos.

3) Temas involucrados en el proyecto

Las áreas incluidas en el proyecto son: 1) Data Warehouse, 2) Bases de Datos, 3) Estadística, 4) Análisis de Datos, 5) Ingeniería del Conocimiento, 6) Data Mining, 7) Inteligencia Artificial, 8) Interacción Hombre-Maquina, 9) Sistemas Inteligentes, 10) Aprendizaje Automático, 11) Ingeniería Ontológica, 12) Agentes Inteligentes, 13) Visualización de datos.

4) Conclusiones

Dada la importancia actual del conocimiento, pretendemos con este proyecto asistir al usuario de Minería de Datos en los procesos de descubrimiento; brindándole una enumeración sistemática de los procesos de Minería válidos, no sólo los importantes, sino aquellos potencialmente utilizables. El orden efectivo en el que esos procesos deben realizarse según criterios diferentes.

Además, ofrecer una infraestructura y un soporte arquitectónico que permita la inclusión del conocimiento del dominio, la reusabilidad y la segmentación del mismo (esto es conocido por los economistas como redes externas).

Consideramos que toda ontología de minería de datos, estadística o de análisis de datos, en general, debe tener en cuenta las categorías del conocimiento de las técnicas de análisis de datos, las categorías del conocimiento del dominio y de los procedimientos de la investigación empírica.

Las ventajas de la utilización de las ontologías en el proceso están dadas por: la reutilización del conocimiento del dominio, modelos más compresivos, lenguaje común para la comunicación entre las aplicaciones y los expertos. Particularmente, nos centramos en cómo las ontologías pueden ayudar a construir modelos que se obtienen a través de un proceso intensivo de uso del conocimiento y no por un proceso de prueba y del error.

Referencias

1. Bay, S. D., Shapiro, D. G., & Langley, P. (2002). Revising engineering models: Combining computational discovery with knowledge. Proceedings of the Thirteenth European Conference on Machine Learning. Helsinki, Finland, pp. 10-22.
2. Bernstein A., Provost F. y Hill S. (2005). "Towards Intelligent Assistance for the Data Mining Process: An Ontology-based Approach for Cost/Sensitive Classification". En IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering 17(4), pag.503-518, Abril 2005.
3. Bogorny, V.; Engel, P. M.; Alvares, L.O. (2005). A reuse-based spatial data preparation framework for data mining. In J. Debenham, K. Zhang (Eds.), *Fifteenth International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering* (pp. 649-652). Taipei: Knowledge Systems Institute
4. Bogorny, V.; Camargo, S.; Engel, P. M.; Alvares, L.O. (2006). Towards elimination of well known geographic domain patterns in spatial association rule mining. *In Third IEEE International Conference on Intelligent Systems* (pp. 532-537). London: IEEE Computer Society.
5. Breaux T. y Reed J. (2005). "Using Ontology in Hierarchical Information Clustering". En Proceedings of the 38 Hawaii International Conference on System Sciences.
6. Brisson L. & Collard M.(2007). An Ontology Driven Data Mining Process. Research report of University of Nice, France.

7. Cannataro M. y Comito C.(2003). “A Data Mining Ontology for Grid Programming”. En I Workshop on Semantics Peer to Peer and Grid Computing. Budapest, 20/24 Mayo, 2003. <http://www.isi.edu/~stefan/SemPGRID>.
8. Cannataro, M.; Congiusta, A.; Pugliese, A.; Talia, D.; Trunfio, P., Distributed Data Mining on Grids: Services, Tools, and Applications, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part B, 34(6): 2451- 2465, December 2004
9. Cannataro M., Guzzi P. H., Mazza T., Tradigo G. y P. Veltri(2007), Using ontologies for preprocessing and mining spectra data on the Grid. Future Generation Computer Systems, 23(1), pp. 55-60.
10. Chapman P., Clinton J., Kerber R., Khabaza T., Reinartz T., Shearer C., and Wirth R., CRISP-DM 1.0: Step-by-step data mining guide, SPSS White paper– technical report CRISPWP-0800, SPSS Inc., 2000
11. Fayyad U., Piatetsky-Shapiro G., Smyth P. y Uthurusamy R. (1996). “Advances in Knowledge Discovery and Data Mining”. Merlo Park, California: AAAI Press.
12. Gruber T. (2002). What is an Ontology? <http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>
13. Han J. y Kamber M. (2001). Data Mining: Concepts and Techniques, Morgan Kaufmann.
14. Hernández Orallo J., Ramírez Quintana M y Ferri Ramírez C. (2004) “Introducción a la Minería de Datos”. Editorial Pearson Educación SA, Madrid.
15. Langley, P. (2000) The computational support of scientific discovery. International Journal of Human-Computer Studies 53, pp. 393-410.
16. Langley P. (2006) Knowledge, Data, and Search in Computational Discovery. Invited talk at International Workshop on feature selection for data mining: Interfacing machine learning and statistics, (FSDM) April 22, 2006, Bethesda, Maryland in conjunction with 2006 SIAM Conference on Data Mining (SDM). 2006
17. Nigro H. O., González Císaro S. & y Xodo D. Eds (2008) “Data Mining with Ontologies: Implementations, Findings and Frameworks”, Publisher: Information Science Reference. ISBN 978-1-59904-618-1
18. Pan, D. & Pan Y. (2006). Using Ontology Repository to Support Data Mining. In Proceedings of the Sixth World Congress on Intelligent Control and Automation, June 21-23, 2006 in Dalian, China. WCICA 2006, pp. 5947 - 5951
19. Pan, D and Shen, J. Y.(2005) Ontology service-based architecture for continuous knowledge discovery. In Proceedings of International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Volume 4, pp. 2155 – 2160. IEEE Press. 18 - 21 August 2005.
20. Sidhu, A. S., Dillon, T. S. & Chang, E. (2006) Advances in Protein Ontology Project. 19th IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS 2006). Salt Lake City, Utah, IEEE CS Press.
21. Tadepalli S., Sinha, A.K., y Ramakrishnan N (2004). “Ontology Driven Data Mining for Geoscience”. Annual Meeting and Exposition of the Geological Society of American, November 7–10, 2004 Denver USA. <http://gsa.confex.com/gsa/2004AM/finalprogram/index.html>.

Sistema Distribuido en Tiempo Real

Julio Javier Castillo

jotacastillo@gmail.com

Marina Elizabeth Cardenas

angelaesmeralda@gmail.com

LIS-Laboratorio de Investigación de Software
Dpto. Ingeniería en Sistemas de Información
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba
Maestro M. López esq. Cruz Roja Argentina, Córdoba - Argentina

Abstract

Nuestra línea de investigación consiste en emplear diferentes metodologías de modelado de software para el modelado de sistemas en tiempo real y distribuidos. Trabajamos para ello sobre un sistema que hemos construido a tal efecto y sobre el cual aplicaremos diferentes metodologías de modelado continuando lo realizado en [1] y [2].

El sistema en concreto es un control distribuido en tiempo real de un horno eléctrico. Dicho control se lleva a cabo en forma remota sobre el protocolo tcp/ip a través del empleo de un webservice. Para la interfaz electrónica de control se emplea microcontroladores y se utiliza Microsoft VisualC#.Net 2005 para el control desde una computadora PC a lazo cerrado con el sistema de control de temperatura.

Se estudian también las técnicas de control distribuidas necesarias y más eficientes para el comando remoto de un sistema de control genérico.

Este trabajo se modela mediante la metodología de desarrollo de software RUP (Rational Unified Process [Booch, Jacobson 1999]) para la construcción de un sistema distribuido de tiempo real semi-soft, time driven (distributed semi-soft real time system) y actualmente se está trabajando para modelarla con la metodología COMET.

Como resultados de este trabajo podemos observar cómo emplear RUP para el diseño de sistemas en tiempo real y como interactúan embedding software – computer software – web software en una aplicación concreta.

Palabras claves: RUP, COMET, distributed semi-soft real time systems, furnace control, PID-Control.

Introducción:

En concordancia con el trabajo presentado en el Workshop de Investigadores de Ciencias de la Computación 2007, en Trelew-Chubut, denominado “*Un Sistema de Tiempo Real Distribuido Semi-Soft usando RUP*”[1] hemos continuado con nuestra línea de investigación aplicando técnicas de modelado de Ingeniería del Software que nos permitan modelar en forma certera nuestro sistema.

Inicialmente se utilizó la metodología RUP(Rational Unified Process [Booch, Jacobson 1999]) para modelar este sistema.

Sin embargo, debido a su generalidad y poca especialización para modelar sistemas en tiempo real, hemos optado por modelar este sistema paralelamente con la metodología COMET (Concurrent Object Modeling and Architectural Design Method) el cual también emplea UML como lenguaje de modelado.

El grupo de investigación cree que esta metodología es mucho más específica que RUP, para modelar sistemas con alto grado de concurrencia, paralelismo, en ambientes distribuidos y sistemas en tiempo real en general.

Es tema de nuestras futuras investigaciones el determinar fehacientemente cual de estas dos metodologías es más adecuada para el modelado de sistemas con estas características, determinando en que casos es conveniente la adopción de cada una de ellas.

Por medio de este trabajo se pretende realizar un control de un horno industrial eléctrico en forma remota a través del diseño de un “Semi-Soft Real Time System – Time Driven”, empleando para ello el RUP (Rational Unified Process) como proceso de desarrollo de software y utilizando UML (Unified Modeling Language) como lenguaje de modelado.

Decimos que este sistema es “Time-Driven” ya que las acciones del sistema son dirigidas principalmente por el pasaje de un intervalo de tiempo a otro. Este sistema ejecuta en forma periódica ciertas tareas, en base a la ocurrencia de “deadlines” en el tiempo.

RUP se ha empleado exitosamente para el modelado de sistemas de los más diversos dominios, sin embargo RUP presenta algunas limitaciones cuando se modela sistemas en tiempo real. Por ejemplo, en la fase de diseño se debe decidir entre el “diseño de componentes en tiempo real” (generalmente empleando Rational Rose-RT) y “el diseño de componentes que no son de tiempo real” (generalmente empleando Rational Rose como herramienta de modelado), pero RUP no provee de guías de cómo realizar esta elección, ni expresa los beneficios y las consecuencias de estos dos métodos de diseño.

Debido a nuestro dominio de problemas, frecuentemente preferiremos el uso del inglés para las palabras técnicas.

El presente trabajo se divide en varias secciones: Metodología, Estado Actual del Proyecto, Cadena de Adquisición, Conclusiones y Referencias.

Metodología

Se ha decidido emplear RUP como metodología de diseño de desarrollo de software debido a su amplia aceptación en el ámbito industrial y académico, ya que brinda un marco de trabajo genérico que se puede adaptar para modelar sistemas en tiempo real distribuidos como es el caso de este proyecto.

También se ha decidido emplear paralelamente la metodología COMET para el modelado de este sistema, ya que esta metodología fue concebida para modelar sistemas con alto grado de concurrencia y fue pensada principalmente para ambientes distribuidos.

Se ha comenzado a aplicar COMET paralela e independientemente, sobre el sistema que ya ha sido modelado en gran parte con RUP. Se pretende entonces comparar ambas metodologías de diseño de desarrollo de software y determinar cual de las dos es más conveniente para el modelado de este sistema en particular, y trataremos de extrapolar las conclusiones a sistemas distribuidos en tiempo real en general, proponiendo guías que permitan optar por una u otra metodología.

A continuación resumimos algunos de los alcances más importantes del sistema:

- Brindar información acerca de la temperatura actual del horno en una interfaz gráfica de usuario.
- Registrar la temperatura del horno durante un determinado intervalo de tiempo.
- Mostrar en forma gráfica un historial de variación de temperatura de los últimos k-cambios de temperatura registrados.
- Permitir al usuario local/remoto encender el horno hasta llegar a una temperatura que él desee.
- Permitir al usuario local/remoto apagar el horno cuando él lo desee.

- Permitir al usuario local/remoto realizar una planificación del comportamiento del horno eléctrico.
- Establecer los límites mínimos y máximos dentro de los cuales se considerará seguro el sistema de control de temperatura.
- Permitir la elección de un conjunto de usuarios(lista de usuarios) a los cuales se les informará por medio de un envío de e-mail, los cambios de temperatura que sean considerados críticos o alarmantes.
- Brindar al usuario la opción de elegir diferentes mecanismos de control de temperatura.

Como requisitos no funcionales podemos destacar:

- Informar a los usuarios de la “Lista de Alertas” acerca de las variaciones de temperatura fuera de los límites de control en un tiempo inferior a un minuto.

En [1] y [2] se pueden consultar el diagrama de contexto y el diagrama de caso de uso del sistema de información, del “sistema distribuido en tiempo real semi-soft” que realiza un control remoto de la temperatura.

Estado Actual del Proyecto

Actualmente el sistema ha completado completamente la fase de inicio y la fase de elaboración, ubicándose en la tercera iteración de la fase de construcción de la metodología RUP. Es por ello que ya se ha conseguido una línea base de la arquitectura y ya se han mitigado los riesgos más importantes que podrían hacer peligrar este trabajo o proyecto.

Se encuentra funcionando el control de temperatura mediante el algoritmo de control PID (Proporcional Integral Derivativo) basado en PWM(Pulse Width Modulation) [9]. También está en funcionamiento el control remoto desde Internet, y es posible establecer en forma remota(desde la web) la temperatura óptima, temperatura máxima, y temperatura mínima, del horno de temperatura y adjuntar una lista de direcciones de correo electrónico al cual le llegarán mensajes de texto cuando el sistema se encuentre fuera de los límites permitidos, es decir por debajo de la temperatura mínima, o por encima de la temperatura máxima. La temperatura deseada será el “set-point” del algoritmo PID.

Se realizaron iteraciones a través de los 5 flujos de trabajos genéricos (workflows).En la fase de Inicio se realizaron dos iteraciones cuyo objetivo fue la investigación del “state of the art” de los “distributed soft/hard real time systems”, “intelligence controllers”, “distributed controllers”, entre otros. En esta etapa se identificaron y priorizaron los riesgos más importantes y se desarrolló un modelo preliminar de Uses Cases con los “Critical Uses Cases”, obteniendo de esta manera un esbozo de la arquitectura del sistema.

Por otra parte, la fase de elaboración constó de tres iteraciones en las que se especificaron con mayor nivel de detalle los use cases obtenidos en la fase de inicio y se diseñó la arquitectura del sistema. A su vez en la primera iteración de esta etapa se comenzó a implementar y a probar el “embedded software” y en la tercera iteración se comenzó a desarrollar la electrónica de control del horno.

A continuación se presenta un modelo de “Acquisition Chain”, que ilustra como se lleva a cabo el control en forma remota de este “semi-soft real time system”.

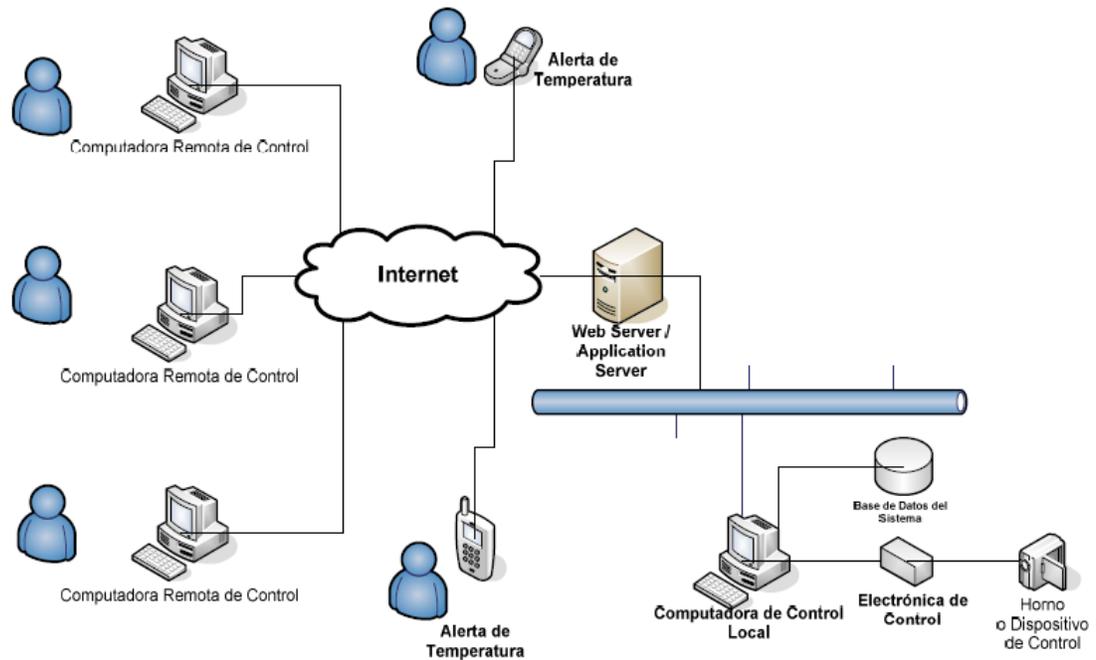


Figura 1. Cadena de Adquisición de alto nivel.

Cadena de Adquisición :

A continuación se describen sus principales elementos (Véase figura 1):

- Horno eléctrico de temperatura.
- Conversor ADC de 10 bits , parte del PIC 16F877A
- Interfaz USART – RS232
- PC
- Web-Server, con Webservices
- Web-Client / Remote Control

La temperatura es sensada a través de un sensor de temperatura LM35, el cual entrega un valor de tensión que es proporcional a la temperatura medida en el horno eléctrico.

Este valor es tomado por el PIC y pasado a la PC a través del puerto serie COM1 empleando el protocolo RS232.

Si la temperatura se encuentra fuera de los límites mínimos/máximos establecidos, entonces se envía un e-mail de alerta a una lista de usuarios.

Además, es posible visualizar gráficamente el historial de variación de temperatura de las últimas k-mediciones efectuadas.

Por otra parte, la PC permite realizar dos tipos de controles :

- control del tipo SI/NO y - control PID(Proporcional Integral Derivativo).

Conclusiones

Se está desarrollando una aplicación exitosa y funcional de RUP para el modelado de un sistema distribuido semi-soft de tiempo real, en el cual se han empleado conocimientos de distintas áreas, tales como ingeniería del software, electrónica, y ciencias de la computación.

Sin embargo, este sistema esta sujeto a muchas mejoras y ampliaciones como por ejemplo la aplicación de técnicas de tunning pid, fuzzy logic, entre otras. Estas técnicas se estudiarán y se aplicarán en el presente trabajo en un futuro cercano.

El Sistema de Control Automático de Temperatura del Horno Eléctrico diseñado presenta características novedosas que lo convierten en un sistema de tiempo de real blando, cuyas variación de temperatura fuera de los límites parametrizados y previamente establecidos, permite a un usuario ubicado en cualquier parte del mundo enterarse de tal evento con una demora en el caso promedio de unos 50 segundos.

Por otra parte este sistema es susceptible de grandes mejoras de funcionalidad y performance, entre tales mejoras citaremos la generalización a un control de k-dispositivos simultáneos, o la adición de un mecanismo de enfriamiento de la temperatura para realizar de una manera más versátil el control de la temperatura.

Además sería posible trabajar con hornos de mayor temperatura y aplicarles este mismo sistema de control con mínimos cambios.

Este trabajo tuvo como principal motivación la necesidad de integrar diferentes tecnologías en pos de construir un sistema de tiempo real de control de temperatura empleando diferentes metodologías de diseño de desarrollo de software, y que sea capaz de informar a un conjunto de personas responsables los momentos en que el sistema esté fuera de control o bien cuando se haya llevado el sistema fuera de los límites preestablecidos.

Referencias

- ❑ [1] CASTILLO Julio, CARDENAS Marina, *Un Sistema de Tiempo Real Distribuido Semi-Soft usando RUP*. WICC 2007 Trelew - Argentina.
- ❑ [2] CASTILLO Julio, CARDENAS Marina, *Sistema en Tiempo Real Distribuido Semi-Soft empleando RUP*. JIDIS 2007. Córdoba - Argentina.
- ❑ [3] JACOBSON. I; BOOCH, G. y RUMBAUGH J. *El Proceso de Desarrollo de Software*.
- ❑ [4] JACOBSON. I; BOOCH, G. y RUMBAUGH J. *UML, El Lenguaje Unificado de Modelado*.
- ❑ [5] BOOCH, G. (1996) *Object Oriented Design with Applications*. 2^a ed. Wilmington, Addison-Wesley Iberoamericana.
- ❑ [6] JACOBSON, I. y otros. (1994) *Object-Oriented Software Engineering. A Use Case Driven Approach*. Estados Unidos de América, Addison-Wesley/ACM press.
- ❑ [7] RUMBAUGH, J. y otros. (1991) *Object-Oriented Modeling and Design*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall.
- ❑ [8] MARTIN FOWLER, KENDALL SCOTT. (1999) *UML Gota a Gota*, Addison Wesley.

- ❑ [9] COURRIOU JEAN-PIERRE, *Process Control: Theory and Applications* , Springer
- ❑ [10] RICH, E. y KNIGHT, K. (1995) *Inteligencia Artificial*. McGraw Hill.
- ❑ [11] OMG – www.omg.org – artículos varios.
- ❑ [12] HASSAN GOMMA, “*Designing Concurrent, Distributed, and Real-Time Applications with UML*”. Addison-Wesley.

Índices para Bases de Datos Métrico-Temporales

Anabella De Battista , Andrés Pascal

Dpto de Sistemas de Información

Universidad Tecnológica Nacional

Fac. Reg. Concepción del Uruguay

Entre Ríos, Argentina

{debattistaa, pascalj}@frcu.utn.edu.ar

Norma Edith Herrera

Departamento de Informática

Universidad Nacional de San Luis

San Luis, Argentina

nherrera@unsl.edu.ar

Gilberto Gutierrez

Facultad de Ciencias Empresariales

Universidad del Bio-Bio

Chillán, Chile

ggutierr@ubiobio.cl

Resumen

Las bases de datos métrico-temporales constituyen un nuevo modelo de bases de datos orientado al procesamiento de consultas por similitud en un intervalo o instante de tiempo. Este modelo está basado en la combinación de espacios métricos con bases de datos temporales. Para resolver eficientemente consultas métrico-temporales, se han propuesto los índices FHQT-Temporal, que añade intervalos de tiempo a cada nodo de un FHQT, e Historical-FHQT, que consiste en una lista de instantes de tiempo válidos, donde cada elemento contiene el índice FHQT correspondiente a los objetos vigentes en dicho instante. En este artículo se expone este nuevo modelo de base de datos y se describen ambas estructuras de acceso.

1. Introducción

Las operaciones de búsquedas en una base de datos requieren de algún soporte y organización especial a nivel físico. En el caso de las bases de datos clásicas, la organización de la información se basa en el concepto de búsqueda exacta sobre datos estructurados. Esto significa que la información se organiza en registros con campos completamente comparables. Una búsqueda en la base retorna todos aquellos registros cuyos campos coinciden con los aportados en la consulta (búsqueda exacta). Otra característica importante de las bases de datos clásicas es que capturan sólo un estado de la realidad modelizada, usualmente el más reciente. Por medio de las transacciones, la base de datos evoluciona de un estado al siguiente descartando el estado previo.

Actualmente las bases de datos han incluido la capacidad de almacenar otros tipos de datos tales como imágenes, sonido, texto, video, datos geométricos, etc. La problemática de almacenamiento y búsqueda en estos tipos de base de datos difiere notablemente de las bases de datos clásicas en tres aspectos: primero los datos generalmente son no estructurados, esto significa que es imposible organizarlos en registros y campos, segundo la búsqueda exacta carece de interés y tercero resulta de interés mantener todos los estados de la base de datos y no sólo el más reciente.

Es en este contexto donde surgen las bases de datos temporales y los espacios métricos, como nuevos modelos de bases de datos capaces de cubrir eficaz y eficientemente las necesidades de almacenamiento y búsqueda de estas aplicaciones.

Espacios Métricos: este modelo de bases de datos [5] permite trabajar con objetos no estructurados (como imágenes, audio o video) y realizar búsquedas por similitud sobre dichos objetos. Un espacio métrico es un par (\mathcal{X}, d) , donde \mathcal{X} es un conjunto de objetos y $d : \mathcal{X} \times \mathcal{X} \rightarrow R^+$ es una función de distancia que modela la similitud entre los elementos de \mathcal{X} . La función d cumple con las propiedades características de una función de distancia: $\forall x, y \in \mathcal{X}, d(x, y) \geq 0$ (positividad), $\forall x, y \in \mathcal{X}, d(x, y) = d(y, x)$ (simetría), $\forall x, y, z \in \mathcal{X}, d(x, y) \leq d(x, z) + d(z, y)$ (desigualdad triangular). La base de datos es un conjunto finito $\mathcal{U} \subseteq \mathcal{X}$. Una de las consultas típicas que implica recuperar objetos similares de una base de datos es la *búsqueda por rango*, que denotaremos con $(q, r)_d$. Dado un elemento de consulta q , al que llamaremos *query* y un radio de tolerancia r , una búsqueda por rango consiste en recuperar aquellos objetos de la base de datos cuya distancia a q no sea mayor que r . Numerosos índices han sido propuestos para resolver eficientemente este tipo de búsqueda [5, 6, 4, 1]

Bases de Datos Temporales: estas bases de datos incorporan al tiempo como una dimensión, permitiendo almacenar información acerca del pasado, el presente y en algunos casos, pueden predecir el futuro más probable [8]. Existen tres clases de bases de datos temporales según la forma en que manejan el tiempo: *de tiempo transaccional* que registran el tiempo de acuerdo al momento en que se procesan las transacciones, *de tiempo vigente o válido (valid time)*: almacenan el tiempo en que el hecho ocurrió en la realidad, que puede no coincidir con el momento de su registro y *bitemporales* que integran la dimensión transaccional y la dimensión vigente a través del versionado de los estados [10].

Las **Bases de Datos Métrico-Temporales** fueron presentadas en [2, 9, 3] como respuesta a la necesidad de realizar consultas por similitud pero teniendo también en cuenta la dimensión temporal. En este nuevo modelo de bases de datos se permite trabajar con objetos no estructurados con tiempos de vigencia asociados y realizar consultas por similitud teniendo en cuenta el aspecto temporal. Un ejemplo de aplicación de este modelo es el siguiente: en una base de datos donde se registran las huellas digitales de las personas que visitan un museo junto a su fecha y hora de ingreso, "determinar si una persona estuvo en el museo en una fecha dada (conociendo su huella digital)". En este trabajo nos proponemos continuar con el estudio del modelo de bases de datos Métrico-Temporales, con el objetivo de diseñar estrategias que permitan mejorar la performance de los índices presentados en [9, 3].

Comenzamos dando una introducción al modelo Métrico-Temporal Luego presentamos los índices métrico-temporales *FHQT-Temporal* e *Historical-FHQT*, que constituyen las primeras propuestas de estructuras de acceso para este nuevo modelo de bases de datos. Finalizamos explicando el trabajo actual y futuro.

2. El Modelo Métrico-Temporal

Las Bases de Datos Métrico-Temporales permiten realizar búsquedas sobre objetos no estructurados que tienen un intervalo de vigencia asociado y que no poseen un identificador útil como clave de búsqueda, por lo cual tiene sentido realizar consultas por similitud en un instante o intervalo de tiempo.

Sea O el universo de objetos válidos, un **Espacio Métrico-Temporal** es un par (U, d) , donde $U = O \times N \times N$, y la función d es de la forma $d : O \times O \rightarrow R^+$. Cada elemento $u \in U$ es una tripla (obj, t_i, t_f) , donde obj es un objeto (por ejemplo, una imagen, sonido, cadena, etc) y $[t_i, t_f]$ es el intervalo de vigencia de obj . La función de distancia d , que mide la similitud entre dos objetos, cumple con las propiedades de una métrica (positividad, simetría y desigualdad triangular).

Sea $X \subseteq U$ el conjunto finito sobre el que se realizan las búsquedas, una **consulta por rango métrico-temporal** se denota mediante la 4-upla $(q, r, t_{iq}, t_{fq})_d$ y consiste en recuperar todos los objetos cuyo intervalo de vigencia se superpone en algún punto con el intervalo $[t_{iq}, t_{fq}]$ y que poseen una distancia a q menor o igual que r ; en símbolos:

$$(q, r, t_{iq}, t_{fq}) = \{o / (o, t_{io}, t_{fo}) \in X \wedge d(q, o) \leq r \wedge (t_{io} \leq t_{fq}) \wedge (t_{iq} \leq t_{fo})\}$$

En el caso de una consulta instantánea, el tiempo inicial consultado es igual al tiempo final $t_{iq} = t_{fq}$.

Una forma trivial de resolver una consulta métrico-temporal, sin realizar un barrido secuencial sobre todos los elementos de la bases de datos, es construir un índice métrico agregándole a cada objeto el intervalo de tiempo de vigencia del mismo. Luego, ante una consulta $(q, r, t_{iq}, t_{fq})_d$ primero se utiliza el índice métrico para descarta aquellos objetos obj que están a distancia mayor que r de q ; posteriormente se realiza un barrido secuencial sobre el conjunto de elementos no descartados por el paso anterior a fin de determinar cuáles objetos son realmente respuesta a la consulta, es decir, cuáles tienen un intervalo de vigencia que se superpone con $[t_{iq}, t_{fq}]$.

La desventaja que tiene esta solución trivial es que no se usa la componente temporal para mejorar el filtrado en el índice; en este proceso sólo se aprovecha la componente métrica. Una mejor estrategia es que durante el proceso de búsqueda se utilice tanto la componente métrica como la componente temporal para descartar elementos.

3. Métodos de Acceso Métrico-Temporales

A continuación presentamos los índices métrico-temporales FHQT-Temporal, e Historical FHQT, que poseen un mejor comportamiento que la solución trivial ante consultas métrico-temporales.

3.1. FHQT-Temporal

Este índice fue presentado en [9] y consiste en una adaptación del índice métrico Fixed Height Queries Tree(FHQT) [1] mediante la incorporación de la dimensión temporal en base a la idea de transformación del índice espacial R-Tree [7] en un índice espacio-temporal.

Un FHQT de k niveles es un árbol que se construye de la siguiente manera: en la raíz se elige un elemento p llamado pivote y para cada distancia $i > 0$ se define el subconjunto de los objetos que se encuentran a distancia i del pivote p . Luego, por cada subconjunto no vacío se crea un hijo de p con rótulo i , y se construye recursivamente un FHQT. Este proceso se repite hasta cubrir los k niveles del árbol, usando siempre el mismo pivote p para todos los nodos del mismo nivel.

El FHQT-Temporal se construye añadiendo un intervalo de tiempo al FHQT en cada uno de sus nodos. Este intervalo representa el período de tiempo máximo de vigencia para todos los objetos del subárbol cuya raíz es dicho nodo. En cada nodo hoja, este intervalo es el período total de vigencia de los objetos que contiene y cada objeto a su vez mantiene su intervalo de vigencia. Para un nodo interior, el intervalo se calcula tomando el tiempo inicial mínimo y el tiempo final máximo de sus hijos.

La Figura 1 muestra un ejemplo de un FHQT de dos niveles y su correspondiente versión temporal. En el FHQT (figura izquierda) se ha elegido a u_{10} como pivote del primer nivel y a u_5 como pivote

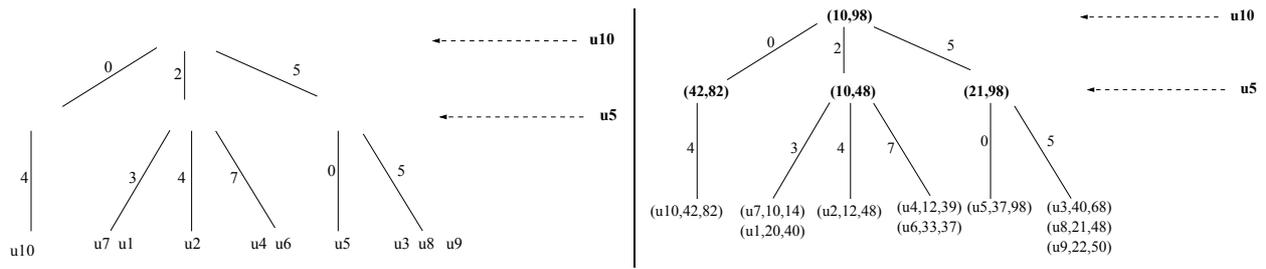


Figura 1: Un ejemplo de un FHQT (izquierda) y su correspondiente versión temporal.

del segundo nivel. En este ejemplo u_4 y u_6 se encuentran a distancia 2 del primer pivote y a distancia 7 del segundo pivote. En el FHQT-Temporal (figura derecha) se mantiene la estructura del FHQT incorporando los intervalos de tiempo correspondientes.

Cuando se realiza una consulta métrico-temporal $(q, r, t_{iq}, t_{fq})_d$ se procede de la siguiente manera:

1. En cada nivel del árbol, se descartan todos aquellos subárboles cuyo intervalo de tiempo no tenga superposición con el intervalo $[t_{iq}, t_{fq}]$.
2. Para aquellos subárboles en los que existe superposición temporal, se realiza un filtrado de la misma manera que lo haría una consulta por similitud, es decir, se eliminan todos aquellos subárboles que tengan un rótulo i tal que $i \notin [d(p, q) - r, d(p, q) + r]$ donde p es el pivote del nivel considerado.
- 3 En el último nivel, se realiza una búsqueda secuencial sobre las hojas que no fueron descartadas, seleccionando aquellos objetos que cumplan con la condición temporal y con la de similitud.

3.2. Historical FHQT

El Historical FHQT (H-FHQT) [3] es otro índice métrico temporal diseñado usando como base el FHQT. Consiste en una lista de los instantes válidos de tiempo, donde cada celda contiene un índice FHQT de todos los objetos vigentes en dicho instante. Esta estructura esta orientada a bases de datos métrico-temporales en donde los objetos tienen vigencia en un sólo instante de tiempo.

La profundidad de el FHQT asociado a cada instante de tiempo varía según la cantidad de elementos que se deban indexar. La cantidad de pivotes a utilizar en un árbol se calcula como $\lceil \log_2 |o_i| \rceil$, donde $|o_i|$ es la cantidad de objetos vigentes en el instante i . Así se evita que haya árboles profundos cuando la cantidad de objetos es baja, para que la estructura no tenga un costo espacial excesivo. La estructura es dinámica, permitiendo altas tanto de objetos en instantes de tiempos ya existentes como de objetos en nuevos instantes.

Las consultas métrico temporales se efectúan de la siguiente manera: en primer lugar se seleccionan los instantes de tiempo i incluidos en el intervalo de consulta. Posteriormente se realizan consultas por similitud usando cada uno de los FHQT correspondientes, y se realiza la unión de los conjuntos resultantes.

4. Trabajo Actual y Futuro

Los dos índices presentados en este artículo han demostrado un buen desempeño en el procesamiento de consultas métrico-temporales [9, 3].

La evaluación experimental del FHQT-Temporal mostró ser más competitivo que la solución trivial, reduciendo significativamente la cantidad de evaluaciones necesarias de la función de distancia, en particular cuando se consulta por instante de tiempo y el radio de búsqueda es relativamente grande. Además permite resolver consultas temporales puras y métricas puras, en este último caso con el mismo costo que el FHQT. Parte de la eficiencia de esta estructura es consecuencia del filtrado inicial por el tiempo, lo que reduce significativamente la cantidad necesaria de evaluaciones de la función de distancia para hallar la respuesta a la consulta.

Actualmente estamos analizando el desempeño del índice en memoria secundaria, tomando la cantidad de accesos a disco como otro factor en el cálculo del costo para esta estructura. Posteriormente pensamos estudiar el problema de la selección de pivotes para la optimización simultánea de la dimensión métrica y temporal.

Por otro lado, el Historical-FHQT ha sido desarrollado como un primer avance de una solución más completa en la que estamos trabajando actualmente. En la misma, introducimos modificaciones al H-FHQT en base a ideas del HR-Tree, para mejorar su eficiencia ante consultas por intervalos, y para permitir representar objetos que tengan asociado un intervalo de vigencia en lugar de un instante.

Referencias

- [1] R. Baeza-Yates, W. Cunto, U. Manber, and S. Wu. Proximity matching using fixed-queries trees. In *Proc. 5th Combinatorial Pattern Matching (CPM'94)*, LNCS 807, pages 198–212, 1994.
- [2] De Battista, A. Pascal, G. Gutierrez, and N. Herrera. Búsqueda en bases de datos métricas-temporales. In *Actas del VIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, Buenos Aires, Argentina, 2006.
- [3] De Battista, A. Pascal, G. Gutierrez, and N. Herrera. Un nuevo índice métrico-temporal: el historical fhqt. In *Actas del XIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, Corrientes, Argentina, 2007.
- [4] E. Chávez, J. Marroquín, and G. Navarro. Fixed queries array: A fast and economical data structure for proximity searching. *Multimedia Tools and Applications (MTAP)*, 14(2):113–135, 2001.
- [5] E. Chávez, G. Navarro, R. Baeza-Yates, and J.L. Marroquín. Searching in metric spaces. *ACM Computing Surveys*, 33(3):273–321, September 2001.
- [6] Paolo Ciaccia, Marco Patella, Fausto Rabitti, and Pavel Zezula. Indexing metric spaces with m-tree. In *Sistemi Evolui per Basi di Dati*, pages 67–86, 1997.
- [7] A. Guttman. R-trees: A dynamic index structure for spatial searching. In *In Proc. ACM SIGMOD Int. Conf. on Management of Data*, pages 47–54, 1984.
- [8] C. S. Jensen. A consensus glossary of temporal database concepts. *ACM SIGMOD Record*, 23(1):52–54, 1994.
- [9] A. Pascal, De Battista, G. Gutierrez, and N. Herrera. Procesamiento de consultas métrico-temporales. In *XXIII Conferencia Latinoamericana de Informática*, pages 133–144, San José de Costa Rica, 2007.
- [10] B. Salzberg and V. J. Tsotras. A comparison of access methods for temporal data. *ACM Computing Surveys*, 31(2), 1999.

Clasificación de los Lenguajes definidos en torno a Servicios Web y Web Semántica

Pablo Rubén Fillotrani. prf@uns.edu.ar
Universidad Nacional del Sur. Tel 0291-4595135. Fax 0291-4595135
Ana Alonso de Armiño. aalonso@uncoma.edu.ar
Universidad Nacional del Comahue. Tel 0299-4490300

Resumen: La combinación de dos tecnologías, los Servicios Web y la Web Semántica, para posibilitar la integración de las aplicaciones, tanto dentro como entre las empresas, han influenciado en el diseño y desarrollo de estándares Web que afrontan diversos aspectos. En este trabajo presentamos una clasificación de los lenguajes que han surgido en relación a estas tecnologías.

1. Introducción

Dos tecnologías fundamentales para el intercambio de información en la Web son la **Web Semántica** y los **Servicios Web**.

La **Web Semántica** pretende conseguir una comunicación efectiva entre computadoras, para lo cual centra sus esfuerzos en la búsqueda de *descripciones enriquecidas semánticamente* para los datos en la Web. Para lograrlo se requieren descripciones que incluyan no sólo las estructuras de datos, sino también las relaciones existentes con otros conceptos, las restricciones, reglas que permitan realizar inferencia, etc. En este contexto también se promueve la *definición y reutilización de vocabularios* u *ontologías de conceptos* que faciliten el procesamiento por parte de las máquinas.

Por otro lado los **Servicios Web** promueven la interacción entre *aplicaciones*. El servicio es un componente software que puede procesar documentos XML recibidos a través de protocolos de transporte y de aplicación.

La combinación de ambas tecnologías promete ser la solución a los problemas de integración de aplicaciones, tanto dentro de las empresas como fuera de ellas. Por un lado gracias a que los servicios Web tienen la característica de ser componentes de software de bajo acoplamiento e independientes de la plataforma, hacen posible la integración de software perteneciente a diferentes empresas. El uso de la semántica provee por otro lado, el entendimiento y la posibilidad de razonar compartiendo el mismo significado. Como resultado se prevé el desarrollo de servicios Web semánticos capaces de interactuar en forma automática y desarrollando todo tipo de tareas.

Para que esto sea posible se han propuesto y desarrollado una gran cantidad de lenguajes que tienen diferentes objetivos y funciones, y son de utilidad en diferentes etapas. A continuación se detalla el análisis y clasificación que hemos hecho de algunos de estos lenguajes.

2. Clasificación y comparación de los lenguajes

Lenguajes para la descripción de la estructura de los documentos

Muchos de los lenguajes que tienen como objetivo la descripción de la estructura de los documentos se basan en XML. Mediante etiquetas determinan cuales son los elementos que definen la estructura del documento, si hay una jerarquía entre ellos, en que orden pueden aparecer los elementos, cuales son sus propiedades, tipos, valores, etc.

- *DTD*

Mediante etiquetas XML especifica restricciones en la estructura y sintaxis de un documento. Permite especificar qué etiquetas son permitidas y el contenido de dichas etiquetas, el orden en que pueden aparecer dentro de un documento y qué etiquetas van dentro de otras.

Tiene algunas limitaciones como no permitir definir elementos locales que sólo sean válidos dentro de otros elementos. Es poco flexible la definición de elementos con contenido mixto y no es posible indicar a qué tipo de dato corresponde un atributo o el texto de un elemento.

- *XML Esquema*

Este lenguaje pretende aumentar la potencia expresiva que provee el DTD. El principal aporte de XML Schema es el gran número de los tipos de datos que incorpora incluyendo tipos de datos complejos como fechas, números y strings.

Define los Elementos y atributos que pueden aparecer en un documento, cuales elementos son hijos de otros elementos, el número de hijos y el orden de los elementos. Si un elemento es vacío o puede incluir texto, los tipos de datos de los elementos y de los atributos y los valores por defecto de ambos [15].

- *RDF (Resource Description Framework)*

La idea sobre la que se basa RDF es la posibilidad de identificar cosas usando identificadores Web (*Uniform Resource Identifiers, URIs*), y describir los recursos en términos de propiedades y el valor de estas propiedades:

Soporta tipos de datos literales: decimal, entero, binario, string y es posible representar el tipo de los recursos y de las propiedades. Además permite crear tipos y propiedades para representar grupos de recursos (Contenedor, Colección y Reificación). También permite representar relaciones binarias y relaciones de mayor aridad [3].

Lenguajes para la definición de vocabulario (ontologías)

Estos lenguajes permiten definir ontologías otorgando un significado claro y bien definido a cada elemento mencionado en una descripción.

- *RDFS o RDF Schema*

El modelo de datos RDFS permite describir las interrelaciones de los recursos en términos de propiedades y valores. Las propiedades RDF pueden ser los atributos de los recursos o pueden representar relaciones entre los recursos [1].

Los documentos RDF-S mantienen la sintaxis y la estructura de los documentos RDF. Es posible usar tipos de datos simples y otros definidos, jerarquías de clases y de propiedades, definir restricciones y relaciones específicas entre clases, restringir el dominio de una propiedad y el rango, etc. La semántica de la información es expresada a través de la definición de propiedades.

- *DAML*

El lenguaje DAML ha sido desarrollado como una extensión de XML y RDF, agregando otras propiedades tales como equivalencia o que propiedades particulares son únicas [2].

Puede especificarse la cardinalidad de los elementos, enumerar los valores de las propiedades, pueden especificarse las propiedades y rangos global y localmente, usarse tipos de datos básicos y estructurados. Se puede expresar negación: *daml:complementOf* y permite especificar la relación de equivalencia y la unicidad de ciertas propiedades.

- *DAML+OIL*

Se basa en otros estándares como RDF y RDF Schema. Una ontología DAML+OIL está compuesta por varios componentes, algunos de los cuales son opcionales y algunos de los cuales pueden estar repetidos: permite definir cero o más headers, en el cual se puede incluir información sobre la versión y referencias a otras ontologías DAML+OIL; permite definir cero o más elementos clase e instancias.

En cuanto a las clases permite expresar jerarquía, clases disjuntas, equivalencia, enumeración de instancias, etc. En cuanto a las propiedades permite expresar jerarquías, el dominio y el rango, equivalencia, transitividad, unicidad, etc. En cuanto a las instancias existen sentencias que permiten verificar si dos objetos son el mismo individuo o no [12].

- *OWL o DAML-S*

OWL provee tres sublenguajes incrementalmente expresivos: **OWL Lite** soporta una jerarquía de clasificación y restricciones simples. **OWL DL** soporta máxima expresividad mientras retiene la completitud computacional (todas las conclusiones se garantiza que son computables) y decidibilidad (todos los cálculos terminan en un tiempo finito). **OWL Full** soporta máxima expresividad y sintaxis proveniente de RDF sin garantías computacionales. OWL Full permite que una ontología sea aumentada con significado predefinido de vocabulario (RDF u OWL).

OWL extiende RDFS para permitir la expresión de relaciones complejas entre diferentes clases RDFS, y mayor precisión en las restricciones de clases y propiedades específicas. Esto incluye por ejemplo la posibilidad de limitar las propiedades de clases con respecto a número y tipo, expresar relaciones uno-a-uno, varios-a-uno o uno-a-varios, permite expresar relaciones entre clases definidas en diferentes documentos en la Web, construir nuevas clases a partir de uniones, intersecciones y complementos de otras, así como restringir rangos y dominios para especificar combinaciones de clases y propiedades [17].

- *SWRL(Semantic Web Rule Language)*

Es un lenguaje de reglas para la Web Semántica, que combina sublenguajes de OWL Web Ontology (OWL DL and Lite) con lenguajes Rule Markup (Unary/Binary Datalog).

Este es un lenguaje se usa en el contexto de los servicios Web. Consiste de reglas de la forma de una implicación entre antecedente (body) y consecuente (head). El significado se puede leer como: si las condiciones especificadas en el antecedente se verifican, luego las condiciones especificadas en el consecuente también deben verificarse [4].

El antecedente y el consecuente consisten de cero o más átomos. Los átomos son de la forma $C(x)$, $P(x,y)$, $sameas(x,y)$ o $differentFrom(x,y)$. Donde C es una descripción OWL, P es una propiedad, x e y son variables, individuos OWL o valores. La sintaxis de este lenguaje es una extensión de la sintaxis OWL en la que se combina BNF. Es posible expresar que la combinación de dos propiedades implica otra propiedad, expresar condiciones de existencia, etc.

Lenguajes para la descripción de los servicios Web

- *WSDL (Web Services Description Language)*

WSDL describe un servicio Web en dos formas fundamentales: una abstracta y una concreta, con el fin de promover la reusabilidad de la descripción y separar los aspectos de diseño.

A nivel abstracto WSDL describe un servicio Web en término de los mensajes que envía y recibe. A nivel concreto un *binding* especifica los detalles del formato de transporte para una o más interfaces. Una descripción de un servicio en WSDL indica cómo los potenciales clientes pueden interactuar con el servicio descrito [14].

Lenguajes para la descripción semántica de los servicios Web

El objetivo principal de los lenguajes que caen en esta categoría es el de automatizar las operaciones relacionadas con los servicios Web: descubrimiento, selección, composición y ejecución. Algunos de estos lenguajes han sido pensados para atender algunas de cuestiones más específicas de los servicios Web como es la composición.

- *OWL-S*

Con el fin de proveer diferente tipo de conocimiento sobre los servicios esta ontología se estructura en tres partes: Profile: permite enfocarse en qué hace el servicio desde la perspectiva del cliente; Modelo de procesos que responde a cómo se usa; y Grounding que especifica cómo es la forma de interactuar con el servicio (especificación concreta que incluye: protocolo y formato de mensajes, serialización, transporte, direccionamiento) [11].

- *WSMF (Web Service Modeling Framework)*

WSMF es un formato XML para describir servicios en la red como un endpoint operando sobre mensajes que contienen información orientada a documentos u orientada a procedimientos. Un

endpoint está constituido por puertos, los puertos constituyen un servicio. La asignación de un protocolo a un puerto constituye un binding.

El modelo WSMF consiste de cuatro elementos diferentes: *ontologías* que proveen la terminología usada por otros elementos, *metas* que representan los problemas que deberían ser resueltos por los servicios Web, *descripciones de servicios Web* que definen varios aspectos de un servicio, y *mediadores* que resuelven los problemas de interoperabilidad. [5]

- *WSMO (Web Service Modeling Ontology) y WSML (Web Service Modeling Language)*

WSMO se basa en WSMF (Web Service Modeling Framework) refinando y extendiéndolo, y diseñando una ontología formal y un conjunto de lenguajes.

Los cuatro elementos principales de esta propuesta son: ontologías, descripciones de servicios y mediadores[6]. Utiliza el lenguaje **WSML** [13] que provee una sintaxis formal y semántica.

- *WSDL-S*

Define un mecanismo para anotar documentos WSDL con información semántica, las cuales se refieren a conceptos semánticos que definen el significado de las operaciones del servicio así como el de sus entradas y salidas. Las anotaciones semánticas son definidas como un conjunto de elementos de extensión de WSDL y atributos que no están ligados a ningún lenguaje de representación de ontologías en particular. También se agrega un mecanismo para especificar precondiciones y efectos de los servicios Web [7].

- *SAWSDL (Semantic Annotations for WSDL and XML Schema)*

La extensión de WSDL y XML Schema permite agregar semántica a los componentes de WSDL. SAWSDL no representa un lenguaje para especificar modelos semánticos, sino que provee mecanismos por los cuales se pueden referenciar los conceptos del modelo semántico, que están especificados fuera del documento WSDL, desde los componentes WSDL y XML Schema.

Define una forma de anotar interfaces y operaciones WSDL con información de categorización, anotaciones sobre los tipos Schema, define atributos que pueden ser aplicados tanto a los elementos WSDL como elementos XML Schema, etc. El mecanismo de anotación es independiente del lenguaje ontológico, también es independiente de los lenguajes de mapeo. [8]

Lenguajes para la especificación de la composición de los servicios Web

- *BPEL4WS*

Éste es un estándar para especificar procesos del negocio y los protocolos de interacción del negocio. BPEL define un estado y la lógica de coordinación entre esas interacciones y formas semánticas de tratar las condiciones excepcionales. El modelo de procesos definido por BPEL se basa en el modelo de descripción de servicios de WSDL [9].

- *WSFL (Web Services Flow Language)*

WSFL es un lenguaje XML para la descripción de la composición de los servicios Web. WSFL considera dos tipos de composiciones de servicios Web: el primer tipo (modelo de flujos) especifica un patrón de uso de una colección de servicios Web, de forma tal que la composición resultante describa cómo se alcanza una meta en particular. El segundo tipo (modelo global) especifica un patrón de interacción de una colección de servicios Web, en este caso el resultado es una descripción del patrón de interacción total [16].

- *WSCL (Web Services Conversation Language)*

Provee una forma para modelar los procesos públicos de un servicio, habilitando a los servicios para participar en ricas interacciones. WSCL ha sido desarrollado como un complemento de WSDL. Este último especifica como enviarle mensajes a un servicio sin establecer el orden en el cual se pueden enviar esos mensajes, WSCL define la secuencia de documentos intercambiados entre los servicios Web. [10]

El objetivo principal de WSCL es definir una conversación.

- *BPML*

Su objetivo es expresar procesos de negocios abstractos y ejecutables. Permite definir procesos entre empresas, servicios Web complejos y colaboración entre múltiples partes. Un proceso en BPML es una composición de actividades que realizan funciones específicas. Los procesos dirigen la ejecución de estas actividades. A su vez puede ser parte de otra composición definiéndose como parte de un proceso padre o invocándolo desde otro proceso.

Las especificaciones en BPML soportan la importación de definiciones en WSDL [10].

3. Conclusiones y Trabajo futuro

Varios de estos estándares pretenden afrontar el problema de la composición de los servicios Web. Más allá de los lenguajes hay otras cuestiones que se deben atender: el número de servicios nuevos y actualizaciones hace que sea imposible hacer la composición de servicios en forma manual. Además no hay un lenguaje único que describa la semántica de los servicios. Para automatizar esta tarea se han propuesto por un lado, técnicas que usan Workflow, ya que un servicio compuesto puede ser visto como un workflow: incluye un número de servicios atómicos con flujos de control y de datos. Y por otro lado técnicas de Planning de IA, donde se supone que cada servicio puede ser especificado en términos de sus precondiciones y efectos, los cuales corresponderían a los parámetros de entrada y de salida respectivamente, el estado del mundo también integra a las precondiciones, el estado antes de la ejecución de servicio, y los efectos, el estado resultante tras la ejecución del servicio. Es posible de esta manera generar el plan de los procesos que deben ocurrir, usando las precondiciones y los efectos especificados. Además se pueden agregar restricciones, por ejemplo para reflejar la lógica del negocio.

Como trabajo futuro nos proponemos profundizar en los aquellos lenguajes cuya función es la descripción de la composición de servicios Web para obtener otros servicios mas complejos.

Referencias

1. *Resource Description Framework(RDF) Schema Specification 1.0*. <http://www.w3.org/TR/2000/CR-rdf-schema-20000327>
2. *About the DAML Language*. <http://www.daml.org/index.html>
3. *RDF Primer*. W3C Recommendation 10 February 2004.
4. *SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML*. W3C Member Submission 21 May 2004. <http://www.w3.org/Submission/SWRL/>
5. *The Web Service Modeling Framework WSMF*. D. Fensel. Vrije Universiteit Amsterdam (VU). C. Bussler. Oracle Corporation.
6. *Web Service Modeling Ontology (WSMO)*. W3C Member Submission 3 June 2005
7. *Web Service Semantics - WSDL-S*. <http://www.w3.org/Submission/WSDL-S/>
8. *Semantic Annotations for WSDL and XML Schema*. W3C Candidate Recommendation 26 January 2007
9. *Specifying and constraining W.S. behaviour through policies*. <http://www.w3.org/2004/08/ws-cc/hp-20040908>
10. *Web Services Conversation Language (WSCL) 1.0*. <http://www.w3.org/TR/wscl10/>
11. *OWL-S: Semantic Markup for Web Services*. <http://www.w3.org/Submission/OWL-S>
12. *DAML+OIL (March 2001) Reference Description*. W3C Note 18 December 2001.
13. *Web Service Modeling Language (WSML)*. W3C Member Submission 3 June 2005.
14. *Web Services Description Language (WSDL)*. <http://www.w3.org/TR/wsd120>
15. *Introduction to XML Schema*. http://www.w3schools.com/schema/schema_intro.asp
16. *Web Services Flow Language (WSFL)*. <http://xml.coverpages.org/wsfl.html>
17. *OWL Web Ontology Language Overview*. <http://www.w3.org/TR/owl-features/>

Índices en Memoria Secundaria para Búsquedas en Texto

Gonzalo Navarro

Departamento de Ciencias de la Computación
Universidad de Chile, Chile
gnavarro@dcc.uchile.cl

Nieves Rodríguez Brisaboa

Facultad de Informática
Universidad de A Coruña, España
brisaboa@udc.es

Norma Herrera, Carina Ruano, Ana Villegas

Departamento de Informática
Universidad Nacional de San Luis, Argentina
{nherrera, cmruano, anaville}@unsl.edu.ar

Resumen

Una base de datos de texto es un sistema que mantiene una colección grande de texto y que provee acceso rápido y seguro al mismo. Los *arreglos de sufijos* y *árboles de sufijos* son efectivos para manejar cadenas de longitud no limitada, pero esta eficiencia se degrada considerablemente si el texto es lo suficientemente grande como para que el índice resida en memoria secundaria. En este trabajo estamos interesados en índices dinámicos en memoria secundaria. Específicamente estamos trabajando sobre el *Compact Pat Tree* y el *String B-Tree*, dos índices que conservan las facilidades de búsqueda de los arreglos y árboles de sufijos, son dinámicos y tienen un buen desempeño en memoria secundaria.

1. Introducción

Una base de datos de texto es un sistema que mantiene una colección grande de texto y que provee acceso rápido y seguro al mismo. Las tecnologías tradicionales de bases de datos no son adecuadas para manejar este tipo de bases de datos dado que no es posible organizar una colección de texto en registros y campos. Además, las búsquedas exactas no son de interés en este contexto. Sin pérdida de generalidad, asumiremos que la base de datos de texto es un único texto que posiblemente se encuentra almacenado en varios archivos.

Las búsquedas en una base de texto pueden ser búsquedas sintácticas, en las que el usuario especifica la secuencia de caracteres a buscar en el texto, o pueden ser búsquedas semánticas en la que el usuario especifica la información que desea recuperar y el sistema retorna todos los documentos que son relevantes. En este trabajo estamos interesados en búsquedas sintácticas.

Una de las búsquedas sintácticas más sencilla en bases de datos de texto es la *búsqueda de un patrón*: el usuario ingresa un string P (*patrón de búsqueda*), y el sistema retorna todas las posiciones del texto donde P ocurre. Para resolver este tipo de búsqueda podemos o trabajar directamente sobre el texto sin preprocesarlo o preprocesar el texto para construir un índice que será usado posteriormente para acelerar el proceso de búsqueda. En el primer enfoque encontramos algoritmos como Knuth-Morris-Pratt [7] y Boyer-Moore [2], que básicamente consisten en construir un autómata en base al patrón P que guiará el procesamiento secuencial del texto; estas técnicas son adecuadas cuando el texto ocupa varios megabytes. Si el texto es demasiado grande se hará necesario la construcción de

	Pos. Sufijo
	9 \$
	8 a\$
	5 a b c a \$
T: a b c c a b c a \$	1 a b c c a b c a \$
	6 b c a \$
	2 b c c a b c a \$
\$=00 a=01 b=10 c=11	7 c a \$
	4 c a b c a \$
	3 c c a b c a \$

Figura 1: Un ejemplo de un texto y sus correspondiente sufijos ordenado lexicográficamente.

un índice. Entre los índices más populares encontramos el *arreglo de sufijos* [8] y el *árbol de sufijos* [11].

Dado un texto $T = t_1, \dots, t_n$ sobre un alfabeto Σ , donde $t_n = \$ \notin \Sigma$ es un símbolo menor en orden lexicográfico que cualquier símbolo de Σ , entonces $T_{i,n} = t_i, \dots, t_n$ es un sufijo de T para todo $i = 1..n$. La figura 1 muestra un ejemplo de un texto y sus correspondientes sufijos ordenados lexicográficamente, suponiendo que la codificación es $\$ = 00, a = 01, b = 10, c = 11$. Un *arreglo de sufijos* $A[1, n]$ es una permutación de los números $1, 2, \dots, n$ tal que $T_{A[i],n} \prec T_{A[i+1],n}$, donde \prec es la relación de orden lexicográfico. Un patrón P ocurre en el texto si es prefijo de algún sufijo del texto. En consecuencia, las ocurrencias de P en T pueden determinarse por dos búsquedas binarias que identifiquen el segmento del arreglo A que contiene todas la ocurrencias de P .

Un *árbol de sufijos* es un Pat-Tree [6] construido sobre el conjunto de todos los sufijos de T . Cada nodo interno mantiene el número de bit del patrón que corresponde usar en ese punto para direccionar la búsqueda y las hojas contienen una posición (sufijo) del texto. La figura 2 muestra el árbol y el arreglo de sufijos del ejemplo dado en la figura 1.

Los arreglos y árboles de sufijos son efectivos para manejar cadenas de longitud no limitada, pero esta eficiencia se degrada considerablemente si el texto es lo suficientemente grande como para que el índice resida en memoria secundaria. Los índices clásicos como las Listas Invertidas [4] y Prefix B-Tree [1] tienen un muy buen desempeño en memoria secundaria pero su eficiencia degrada considerablemente cuando las claves de búsqueda tienen una longitud arbitrariamente grande, como ocurrirá si intentamos indexar todos los sufijos del texto. En la actualidad, el diseño de índices para textos que tengan una buena performance en memoria secundaria es un tema de creciente interés.

En este trabajo estamos interesados en índices dinámicos en memoria secundaria. Específicamente estamos trabajando sobre el Compact Pat Tree [3] y el String B-Tree [5], dos índices para memoria secundaria que conservan las facilidades de búsqueda de los arreglos y árboles de sufijos y son dinámicos.

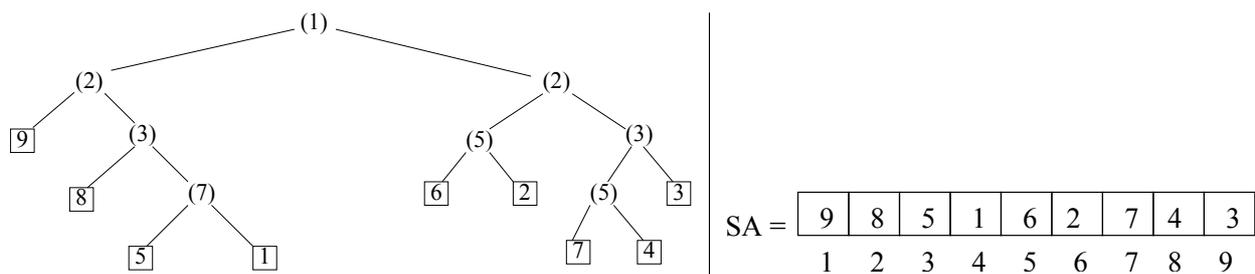


Figura 2: Árbol de sufijos (izquierda) y arreglo de sufijos (derecha) para el ejemplo de la figura 1.

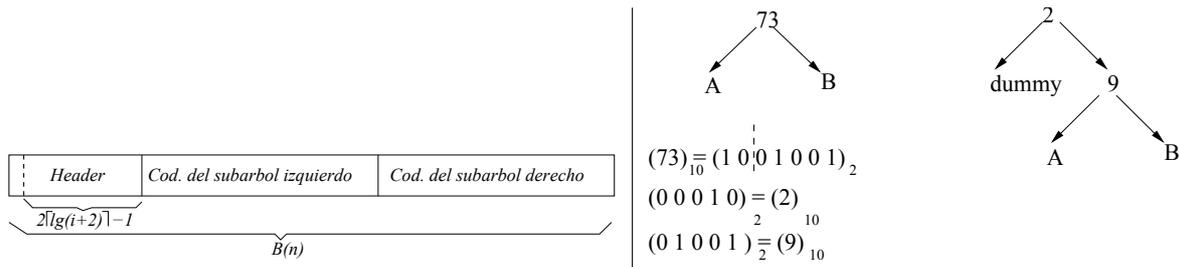


Figura 3: Representación compacta de la forma del árbol (izquierda) y de los valores de salto (derecha).

Comenzaremos explicando el índice Compact Pat Tree, detallando la estrategia utilizada para obtener una representación compacta, luego presentamos el String B-Tree detallando su construcción y finalizamos describiendo el trabajo que actualmente estamos realizando en esta temática.

2. Compact Pat Trees

La información almacenada en un árbol de sufijos puede dividirse en tres categorías: la forma del árbol, los valores de salto en los nodos internos y los desplazamientos de los sufijos en los nodos hojas. Un *Compact Pat Tree (CPT)* [3] consiste de una representación compacta de cada una de estas componentes del árbol más una estrategia para manejar esta representación en memoria secundaria.

Representación compacta de la forma del árbol

En el índice CPT se representa la forma de cada árbol como un string binario formado por un *header*, seguido de la codificación del subárbol izquierdo y de la codificación del subárbol derecho (ver figura 3, izquierda). El campo *header* se forma con dos valores: un único bit que indica cuál de los dos subárboles es el más pequeño y un código que indica el tamaño, en cantidad de nodos, del subárbol más pequeño. Este código ocupa $2^{\lceil \lg(i+2) \rceil} - 1$ bits y se forma concatenando la codificación unaria de $\lfloor \lg(i+1) \rfloor$ con la representación binaria de $i+1$. Esta técnica permite construir un código prefijo tal que ningún valor codificado es prefijo de otro. Por ejemplo, si el subárbol más pequeño es el izquierdo y este subárbol tiene 2 nodos, el campo *header* sería 1011 donde el primer bit 1 significa *izquierdo* y los últimos tres bits son el resultado de codificar el número 2 como $(\log 3)_1 \cdot (3)_2 = 011$.

Para asegurar que las operaciones de navegación sobre el árbol puedan implementarse eficientemente, la codificación de un árbol de n nodos se aumenta de manera tal que ocupe el mismo espacio que el máximo requerido para codificar un árbol de n nodos. Sabiendo que el campo *header* ocupa $2^{\lceil \lg(i+2) \rceil}$ bits, se puede demostrar que el tamaño de la codificación de un árbol de n nodos ocupa $B(n) = 3n - 2^{\lceil \lg(n+1) \rceil} - 2v_2(n+1) + 2$ bits, es decir, ocupa menos de 3 bits por nodo [3].

Representación compacta del valor de salto

La compresión de los valores de salto se realiza de la siguiente manera: se reserva una pequeña cantidad fija de bits para almacenar los valores de salto en los nodos internos. En caso de que un valor de salto ocupe más bits de los que hay reservados (overflow), se crea un nuevo nodo interno y se distribuye el valor entre el nodo original y el nuevo nodo creado. Además, también se crea una nueva hoja *dummy* a fin de completar el nuevo nodo interno creado. La figura 3 (derecha) muestra un ejemplo de un caso de overflow, en el que se han reservado 5 bits para el valor de salto. El valor de salto 73 se ha dividido en los valores 2 y 9 teniendo en cuenta la representación binaria del 73. La nueva hoja *dummy* debe tener algún valor especial que permita reconocerla para evitar comparaciones con ella. Si un valor de salto es demasiado grande, se crearán tantos nodos internos y y nodos *dummy* como sean necesarios.

Representación compacta de los desplazamientos

Los desplazamientos de los sufijos almacenado en las hojas admiten compresión si estamos dispuestos a sacrificar la performance. La técnica usada en CPT es la misma que se usa en Shang's PaTries [10]. Se omiten los l bits de menor orden en cada uno de los desplazamientos, logrando así ahorrar nl bits en el índice completo. Luego, durante una búsqueda, cada vez que se requiera conocer el desplazamiento exacto, se deberá buscar entre 2^l sufijos posibles seleccionando aquel cuya búsqueda finalice en la hoja correcta. Esto implica un costo adicional de 2^l durante la búsqueda y un factor multiplicativo de 2^l para convertir un nodo en su lista de desplazamientos posibles.

Método de paginación

Para controlar la cantidad de accesos a memoria secundaria realizados durante una búsqueda en el CPT, se particiona el árbol en componente conexas, a las que llamaremos *partes*. Cada una de las partes se almacena en una página de disco usando la representación vista en las secciones anteriores, con la única diferencia que los desplazamientos en las hojas de cada parte pueden ahora ser o bien desplazamientos reales dentro del texto o bien punteros a otra parte del árbol. En consecuencia, se debe agregar un bit en las hojas para poder distinguir ambos casos.

El algoritmo propuesto por los autores es un algoritmo greedy que procede en forma bottom-up tratando de condensar en una única parte un nodo con uno o los dos subárboles que dependen de él. En este proceso de particionado las decisiones se toman en base a la profundidad de cada nodo involucrado, donde la profundidad de un nodo a es la cantidad máxima de páginas que se deben acceder en un camino que comience en a y termine en una hoja del subárbol con raíz a .

3. String B-Tree

Un String B-Tree (SBT) [5] es un árbol B^+ en el que las claves son los sufijos del texto a indexar. Dado que los sufijos tienen distintas longitudes en este árbol B^+ se almacena un puntero lógico al sufijo correspondiente a fin de lograr que todas las claves tengan exactamente la misma longitud. Denotaremos con $SUF(T)$ al conjunto de sufijos del texto a indexar, y denotaremos con $\mathcal{K} = K_1, K_2, \dots, K_n$ a los strings de $SUF(T)$ ordenados lexicográficamente. Luego, K_1, K_2, \dots, K_n estarán en las hojas del árbol y sólo algunos de ellos se trasladarán a los nodos internos a fin de servir como referencia para direccionar la búsqueda en el árbol.

Vamos a denotar con Π a un nodo del árbol, S_Π al conjunto de strings asociados a Π , $L(\Pi)$ al string que se encuentra más a la izquierda de Π (el menor de S_Π en orden lexicográfico) y con $R(\Pi)$ al string que se encuentra más a la derecha de Π (el mayor de S_Π en orden lexicográfico). Cada nodo Π se almacenará en una página de disco. Si suponemos que B es el tamaño de la página de disco luego $b \leq |S_\Pi| \leq 2b$ con $b = \Theta(B)$.

Para construir un SBT sobre $SUF(T)$ se procede de la siguiente manera. Se particiona \mathcal{K} en grupos de $2b$ sufijos cada uno, excepto posiblemente el último grupo que puede contener menos. Cada uno de estos grupos formará una hoja del SBT, es decir, será el conjunto S_Π para una hoja Π . Luego, se promueven al nivel superior los sufijos $L(\Pi)$ y $R(\Pi)$ de cada nodo hoja Π , con los que se procede de igual manera. En un árbol B^+ tradicional, cada nodo del árbol es una lista secuencial ordenada. En el caso del SBT, se utiliza dentro de cada nodo un Pat-Tree. Los autores presentan estrategias de *split* y *join* de árboles Pat-Tree, lo que permite que el índice SBT sea dinámico siguiendo la estrategia tradicional de inserción y eliminación en un B^+ -Tree.

4. Trabajo Futuro

En la actualidad estamos diseñando estrategias que permitan mejorar, tanto en tiempo como en espacio, la performance del CPT y del String B-Tree conservando sus capacidades dinámicas.

Con respecto al CPT una primera mejora consiste en aumentar la cardinalidad de cada parte a fin de lograr bajar la profundidad total del árbol. Para lograr esto, se almacena en un archivo separado todas las hojas del árbol original. En cada página mantenemos sólo aquellas hojas que son punteros a otras páginas y un *bitmap* de tantas posiciones como hojas haya en esa parte que identifica la situación de cada hoja: 1 significa que la hoja correspondiente es un puntero a página y 0 significa que la hoja correspondiente es un puntero a un sufijo del texto y por lo tanto corresponde buscarla en el archivo separado. La situación de cada hoja puede determinarse con operaciones *rank* [9] sobre el *bitmap*.

Con respecto al String B-Tree, persiguiendo el mismo objetivo, la estrategia diseñada consiste en usar en cada nodo del árbol un Pat-Tree compactado siguiendo las ideas usadas en el CPT. De esta manera se espera aumentar la cardinalidad de cada Pat-Tree y mejorar así la cantidad de accesos a disco. Para lograr esto sin perder la capacidad dinámica del String B-Tree, se están estudiando distintas alternativas que permitan adaptar las operaciones de split y join (necesarias para inserciones y eliminaciones) sobre el Pat-Tree subyacente a la representación compacta del mismo.

Estas actividades se están desarrollando en el ámbito de la línea *Técnicas de indexación para datos no estructurados* del proyecto *Tecnologías Avanzadas de Bases de Datos (UNSL)*.

Referencias

- [1] R. Bayer and K. Unteraurer. Prefix B-trees. *ACM Trans. Database System*, pages 11–26, 1977.
- [2] R. S. Boyer and J. S. Moore. A fast string searching algorithm. *Communications of the ACM*, 20(10):762–772, 1977.
- [3] D. Clark and I. Munro. Efficient suffix tree on secondary storage. In *Proc. 7th ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms*, pages 383–391, 1996.
- [4] C. Faloutsos. Access methods for text. *Computing Surveys*, 17(1):49–74, 1985.
- [5] P. Ferragina and R. Grossi. The string B-tree: a new data structure for string search in external memory and its applications. *Journal of the ACM*, 46(2):236–280, 1999.
- [6] G. H. Gonnet, R. Baeza-Yates, and T. Snider. *New indices for text: PAT trees and PAT arrays*, pages 66–82. Prentice Hall, New Jersey, 1992.
- [7] D. E. Knuth, J. H. Morris, and V. R. Pratt. Fast pattern matching in strings. *SIAM Journal of Computing*, 6(2):323–350, 1977.
- [8] U. Manber and G. Myers. Suffix arrays: A new method for on-line string searches. *SIAM Journal of Computing*, 22(5):935–948, 1993.
- [9] R. Raman, V. Raman, and S. Rao. Succinct indexable dictionaries with applications to encoding k-ary trees and multisets. In *Proc. SODA*, pages 233–242, 2002.
- [10] H. Shang. Trie methods for text and spatial data structure on secondary storage. *PhD Thesis*, 1995.
- [11] P. Weiner. Linear pattern matching algorithm. In *Proc. 14th IEEE Symposium Switching Theory and Automata Theory*, pages 1–11, 1973.

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN MUNICIPIOS DE LA ZONA NORTE DE LA PROVINCIA DE SANTA CRUZ

N. Serón, C. Montenegro, P. Vidal, S. Villagra, S. Orozco, J. Valdéz, F. Díaz, M. de San Pedro
Laboratorio de Tecnologías Emergentes (LabTEm)
Unidad Académica Caleta Olivia - Universidad Nacional de La Patagonia Austral
(9011) Caleta Olivia – Santa Cruz - Argentina
e-mail: {nseron, cmontenegro, pjvidal, svillagra, sorozco, jvaldez, fdiaz
edesanpedro}@uaco.unpa.edu.ar

RESUMEN

Los Sistemas de Información Geográfica, nacen de la necesidad constante de la sociedad de obtener información acerca de los territorios, constituyendo uno de los campos más dinámicos y novedosos de aplicación de la Informática, con un indudable efecto en la sociedad.

Este artículo pretende presentar la iniciativa de investigación acerca de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en general, y en particular aplicados en la Subsecretaría de Planeamiento de la Municipalidad de Caleta Olivia (MCO), en la provincia de Santa Cruz, en áreas tales como Catastro, Obras Particulares, Tierras, Topografía, Infraestructura Urbana y Producción.

Esta investigación se está realizando en el Laboratorio de Tecnologías Emergentes de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral, con el objetivo de desarrollar una aplicación de Software Libre y permitir la unificación de la información de dicha Municipalidad que posibilite agilizar la gestión administrativa.

1. INTRODUCCIÓN

Los SIG tienen dos componentes fundamentales:

- Un modelo de datos en el que se almacenan las características de los objetos geográficos, de manera similar a como se almacenan en una base de datos convencional (de hecho, muchos sistemas emplean sistemas de gestión de base de datos convencionales), junto con información posicional (coordenadas) y las relaciones entre los distintos objetos (qué está conectado a qué, o junto a).
- Una colección de funciones que nos permiten interrogar a la base de datos y obtener respuestas, ya sea en base a listados o a imágenes (mapas).

Una característica esencial de los sistemas de información geográficos, es que intentan capturar en su modelo datos de la realidad, y no una imagen determinada de ésta. [5]

Los SIG, cuyos antecedentes datan de varias décadas, se han posicionado como una tecnología básica, imprescindible y poderosa para capturar, almacenar, manipular, analizar, modelar y presentar datos espacialmente referenciados. Se trata por lo tanto, de una categoría dentro de los sistemas de información que se especializa en manejar datos espaciales, con las particularidades y requerimientos que ello conlleva. Cabe aclarar que un SIG no es un programa de PC, ni un software tipo CAD. Lo específico de un SIG reside en rasgos tales como su capacidad para almacenar grandes masas de información georeferenciada¹ o su potencia para el análisis de la misma, que le

¹ Operación de obtener y asignar coordenadas geográficas a una información que carece de ella. Suele referirse para situar imágenes de la Tierra o eventos asociados a direcciones postales.

hacen idóneo para abordar problemas de planificación y gestión, es decir para la toma de decisiones. [3]

El sistema permite separar la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, y facilitando la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos, con el fin de generar otra nueva capa que no podríamos obtener de otra forma. [6], [7].

Un Sistema de Información Geográfica puede mostrar la información en capas temáticas para realizar análisis complejos, como se observa en la Fig. 1.

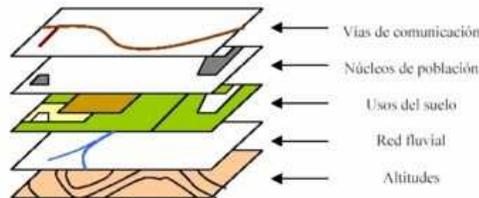


Figura 1

2. TIPOS DE DATOS UTILIZADOS EN UN SIG

Como se dijo anteriormente, los datos - en este caso datos espaciales -, son uno de los elementos más importante en un SIG. Es por esto que es imprescindible conocer cuales son los tipos de datos característicos en estos sistemas. Para un Sistema de Información Geográfica los tipos de datos son:

- *Imágenes Raster:* En esta representación de datos, el espacio se divide en un conjunto de celdas uniformes usualmente cuadradas. Las variaciones en la representación geográfica son expresadas en las propiedades de cada una de las celdas. Estas celdas, son llamadas generalmente *píxeles*. Una de las maneras más comunes de obtener este tipo de datos es por medio de satélites, los cuales capturan la información de este tipo, para que luego distintos organismos la analicen y distribuyan. Con este tipo de representación se pierde todo detalle sobre las variaciones entre las celdas, y por eso a cada celda se le asigna un único valor.
- *Datos Vectoriales:* Un mapa en representación vectorial, es un registro de puntos, líneas, áreas. En este modelo, los puntos, líneas y polígonos son codificados y almacenados como una colección de coordenadas x, y. En la representación vectorial, las líneas son capturadas como puntos conectados por líneas rectas. Un área es capturada como una serie de puntos o vértices conectados también por líneas rectas. Las líneas rectas entre los vértices explican por qué a las áreas en representación vectorial son llamadas *polígonos*, y estos términos se usan indistintamente. Las líneas son tomadas de la misma forma, y el término de *polilínea*, sirve para describir una línea curva representada por una serie de segmentos rectos conectado por vértices. Estos tipos de datos se presentan como capas en un sistema de información geográfico; junto a éstos hay información de tipo tabular que enriquece a los tipos de datos antes mencionadas.

3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE USAR UN SIG

Antes de la disponibilidad de la tecnología SIG, la forma en que se tomaban decisiones no siempre era la más adecuada. Se confiaba en mapas tradicionales y tablas estadísticas impresas y los registros se mantenían guardados en departamentos o en sectores aislados de la organización, por lo cual se generaba una inevitable pérdida de tiempo, duplicación de esfuerzos y reducción en la eficiencia de las prestaciones.

Más allá de todo esto, se sumaba la dificultad de mantener actualizadas las tablas, los mapas y la cartografía. Esto llevaba a que muchos análisis no se pudieran realizar, ya que ni siquiera con los mejores mapas, tablas o cartas era posible la evaluación de una buena decisión.

Se pueden enumerar las siguientes ventajas al momento de implementar un SIG:

- El SIG posibilita la integración de fuentes diversas, tales como elementos cartográficos, datos estadísticos, planillas de cálculo, bases de datos tradicionales, fotos aéreas e imágenes satelitales.
- El SIG provee las herramientas necesarias para analizar modelos, localizar eventos, medir cuán distante están dichos eventos, encontrar la mejor manera de llegar a un destino y explorar cómo los problemas se relacionan con los demás.
- Los análisis realizados permiten revelar relaciones, modelos y tendencias.
- La información existente puede combinarse y reasociarse, generando nueva información.
- Ofrecen la ventaja adicional, que a diferencia de lo que sucede con los mapas tradicionales, los mapas SIG cambian dinámicamente en la medida que los datos alfanuméricos son actualizados.
- La relación estrecha que se establece entre los mapas digitales y la información asociada a los elementos gráficos contenidos en bases de datos, da una nueva dimensión al tratamiento de la información.

Es importante conocer además, las desventajas iniciales que presenta la implementación del Sistema de Información Geográfica.

- En primer lugar una fuerte inversión inicial en software (en caso de no ser libre) y hardware. Muchos autores coinciden en señalar que más del 70% de los recursos de implementar un SIG, se invierten en la generación de las bases de datos y en la creación de los mapas digitales. Esto lleva a la implícita capacitación de diferentes miembros de la organización.
- Por otra parte, se debe agregar el conflicto de más difícil solución: se requieren cambios sustantivos de la organización para introducir una base de datos centralizada y un nuevo manejo de la información, con los concebidos cambios que esto implica. [1]

4. SELECCIÓN DE SOFTWARE LIBRE GEOGRÁFICO Y BASE DE DATOS ESPACIAL

Para realizar este nuevo desarrollo se optó por utilizar como base algún SIG desarrollado y modificarlo según las necesidades planteadas por la MCO. Paralelamente se está trabajando en el análisis de las aplicaciones GIS existente, como también en sistemas para el almacenamiento de datos espaciales.

Se ha comenzado con la segunda etapa del proceso de selección, anteriormente se había preseleccionado software que fueran de licencia libre y que tuvieran un sitio web para profundizar en información.

Actualmente están en proceso de estudio las Bases de Datos Postgres integrado con su módulo Postgis y MySQL Spatial; tomamos en cuenta también la utilización de servidores geográficos como MapServer y GeoServer.

Finalmente, se produjo en análisis de manera detallada de las cualidades que tienen cada una de las aplicaciones, tomando en cuenta el lenguaje de desarrollo, sistemas operativos sobre el cual operan, la complejidad de las funciones y la amigabilidad de la misma, documentación y comunidad de usuarios.

5. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y TRABAJOS FUTUROS

Es importante mencionar que el Municipio Caletense utiliza un Sistema de Gestión de Cobros que administra información cuyo uso exclusivo pertenece al Sector Rentas por lo cual los demás sectores sólo producen la carga de datos y otros directamente no tienen acceso a la misma.

La información con la que se trabaja, no está centralizada. Cada uno de estos Sectores, trabajan con diferentes fuentes de datos y distintos niveles de actualización, lo que lleva al mal uso de la información. Debido a las falencias del Sistema con el que trabajan y al deseo de incorporar una tecnología de Software Libre, se produjo un contacto entre la Municipalidad de Caleta Olivia y la UACO para el desarrollo de un Software Libre que será utilizado en estos y otros Sectores.

Nuestro objetivo de trabajo es llegar a centralizar toda la información de las diferentes áreas del municipio; ésta es una opción que tiene que ser evaluada, puesto que permitiría que otras se integren al sistema, dejando así libre disponibilidad de información íntegramente relacionada a todo el Municipio.

Otro fin a perseguir, es el de personalizar la aplicación elegida, teniendo en cuenta los requerimientos de la MCO. Una vez concluida esta tarea, se deberán realizar pruebas cliente-servidor en un entorno controlado, analizando el rendimiento de la aplicación y el sistema de almacenamiento de datos.

Todas estas tareas se desarrollarán conjuntamente con el análisis de trabajo con GPS y el tratamiento de los datos que éste proporciona.

Por último se pretende expandir el SIG desarrollado hacia otras localidades de la Zona Norte de la Provincia de Santa Cruz, debido a las ventajas que proporciona la incorporación de éste tipo de software a los municipios, entre otros tipos de entidades tanto públicos como del ámbito privado.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Nacional de la Patagonia Austral por su apoyo al grupo de investigación, la cooperación y las críticas constructivas proporcionadas por el mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Frassia Mercedes “*El GIS en acción*” Curso online pág. 9 – 10
- [2] George B. Korte P, “*The GIS book*”, Fifth Edition Onword Press
- [3] Moreno Jiménez A., Cañada Torrecilla R., Cervera Cruañes B., Fernandez García F., Gómez García N., Martínez Suárez P., Prieto Flores M., Rodríguez Esteban J., Vidal Domínguez M. “*Sistemas y Análisis de la Información Geográfica. Manual de autoaprendizaje con ArcGIS*” Alfaomega Grupo Editor, México, Julio 2006
- [4] Logley P., Goodchild M, Maguire D and Rhind D, “*Geographic Information Systems and Science*”, Second Edition Wiley
- [5] Rubio Barroso “*Los Sistemas de Información Geográficos: Origen y perspectivas*” Revista general de información y documentación, ISSN 1132-1873, Vol. 7, Nº 1, 1997, Págs. 93-106
- [6] Sistemas Abiertos de Información Geográfica – Manual de Usuario “*Conceptos*”. Pág.1. SAIG S.L. Gines, Sevilla, 2006
- [7] <http://es.wikipedia.org/>: Portal Web dedicado a brindar información de diversos tópicos.
- [8] www.geotools.org: portal dedicado a la librería geotools1 y geotools2

Análisis y Modificación de Código Heredado para Cómputo de Alto Rendimiento con Modelos Numéricos del Clima

Fernando G. Tinetti*, Pedro G. Cajaraville#, Juan C. Labraga##, Mónica A. López##, Diego Rodrigues#

#Departamento de Informática, Facultad de Ingeniería – (UNPSJB¹)

##Centro Nacional Patagónico (CENPAT-CONICET²)

Facultad de Informática – (UNLP³)

fernando@info.unlp.edu.ar, gustavo.cajaraville@gmail.com, {labraga, monica}@cenpat.edu.ar, drodrigues2002tw@gmail.com

RESUMEN

En este proyecto se estudian las alternativas de optimización de un modelo numérico del clima en producción, mediante la utilización de bibliotecas BLAS (*Basic Linear Algebra Subroutines*), las cuales definen un conjunto básico de rutinas que realizan operaciones con vectores y matrices. La optimización es casi inmediata en la mayoría de las implementaciones, con lo cual se obtienen aplicaciones numéricas optimizadas. Aunque el modelo del clima es específico, los modelos numéricos (y sus implementaciones en programas de cómputo), tienden a ser similares en cuanto al tipo de procesamiento (integración o derivación parcial con métodos numéricos) y en cuanto a las dependencias de datos que deben ser tenidas en cuenta para resolver el problema. El producto final de este trabajo aportará al grupo de investigación un modelo climático optimizado para su posterior paralelización. Como mínimo, se tendrá un conocimiento más profundo del modelo y de las operaciones numéricas involucradas. A mediano plazo, el aporte de este proyecto es mucho más *abarcativo* en cuanto a que se tiende a proveer una metodología de optimización de código numérico utilizando BLAS o directamente *recodificando* software en producción. Es importante destacar que el modelo numérico a optimizar ha sido desarrollado con mayor atención en la implementación correcta desde el punto de vista numérico de los procesos físicos modelados que en los demás factores importantes desde el punto de vista de ingeniería de software como lo son las características de rendimiento, y mantenimiento. En este sentido, trabajar sobre software en producción y heredado (o *legacy code*) es todo un desafío en cuanto a que cualquier cambio puede tener efectos colaterales en principio desconocidos.

Palabras Clave: optimización de rendimiento, modelos Numéricos, ingeniería inversa, modelado climático, bibliotecas BLAS.

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo intenta ser desarrollado dentro del contexto de un proyecto de investigación que consiste en la optimización y paralelización de un modelo climático acoplado océano-atmósfera [1], llevado a cabo por integrantes del CENPAT (Centro Nacional Patagónico)-CONICET, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco y Universidad Nacional de la Plata [4] [9].

El modelo climático a utilizar como ejemplo real de código heredado en producción es el modelo

¹ Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco

² Centro Nacional Patagónico - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

³ Universidad Nacional de La Plata

* Investigador Asistente, Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires

CSIRO MII, que fue desarrollado en la División de Investigaciones Atmosféricas, CSIRO, Australia [8]. En el año 1999 fue cedido, luego de un período de capacitación, a un grupo de investigación de la Unidad de Investigación de Oceanografía Física y Meteorología (UIOM) del CENPAT-CONICET. La versión cedida incluye un modelo atmosférico, un modelo oceánico y un modelo de la capa de hielo, integrados en un modelo acoplado océano-atmósfera. El código original del modelo CSIRO evolucionó hasta la versión MII, que fue desarrollada para supercomputadoras (CRAY, Silicon Graphics, etc) con varios procesadores bajo sistema operativo UNIX. Para su utilización en la UIOM fue necesario portar el modelo en computadoras de rango intermedio (SUN *workstations* Ultra10, Enterprise) con un solo procesador. Puede decirse que existen en la actualidad tres factores que limitan los avances en el estudio del clima o en la investigación de factores climáticos utilizando el modelo CSIRO MII:

1. Algunos experimentos climáticos que aportarían conocimientos teóricos nuevos sobre el clima, representan un costo computacional muy alto o no son inviables en términos de tiempo de procesamiento.
2. Aplicaciones rutinarias del modelo, como el pronóstico del tiempo o el clima, que requieren numerosas repeticiones de simulaciones de períodos cortos (ej.: varios días a un año) también se ven limitadas en el número de repeticiones posibles cuando forman parte de un pronóstico operativo.
3. Tanto las supercomputadoras como las computadoras de rango intermedio (SUN *workstations*, por ejemplo) tienen un alto costo de mantenimiento y actualización. En general, se ha llegado a que la relación costo/beneficio de las supercomputadoras y las computadoras de rango intermedio y su mantenimiento es muchas veces insostenible en el contexto de las aplicaciones de investigación e inclusive de algunas aplicaciones de producción de bienes y/o servicios. Es por esto que la gran mayoría de las aplicaciones se ha portado a computadoras de escritorio, normalmente PCs con Linux en el entorno científico.

1.2 Análisis del Software para la Optimización Secuencial del Modelo.

Este modelo climático, al igual que muchos otros, se basan en la resolución numérica de un conjunto de ecuaciones diferenciales que expresan las leyes y principios físicos que rigen la dinámica tridimensional de los procesos fundamentales que tienen lugar en cada componente del sistema climático (atmósfera, océano, hielo, nieve, suelo y vegetación), así como los intercambios de energía y masa entre ellos [1]. El complejo sistema no-lineal de ecuaciones diferenciales resultante, se resuelve dividiendo el espacio ocupado por la atmósfera y el océano en pequeñas celdas tridimensionales. En cada una de ellas se asignan valores a variables que caracterizan su estado (temperatura, densidad, velocidad, etc.) a partir de observaciones directas o indirectas en un determinado instante inicial. Comenzando con estos valores, se resuelven las ecuaciones para derivar las evoluciones temporales de dichas variables de estado en cada celda de la matriz del modelo. Esto se hace calculando iterativamente los valores previstos de tales variables en intervalos temporales discretos (paso temporal), es decir avanzando en el tiempo hasta llegar al final del período de simulación que se desee.

Procesar el inmenso volumen de datos involucrado por los modelos numéricos en general, requiere realizar miles de millones de operaciones aritméticas en cada intervalo temporal, hasta completar el período de simulación, que en algunas ocasiones abarca centenares de años. Estas simulaciones se deben completar en un período de tiempo razonable, lo que requiere una eficiente optimización secuencial del modelo. Una de las formas de llevar a cabo esta optimización (al menos en términos teóricos), reemplazando las rutinas de multiplicación vector-matriz y/o matriz-matriz del modelo original, por funciones de biblioteca que respondan a las especificaciones de BLAS (Basic Linear Algebra Subroutines) [2] [3]. La biblioteca BLAS define un conjunto básico de rutinas, para realizar

operaciones con vectores y matrices que se puede implementar eficientemente. Existen distintas implementaciones de BLAS en producción, que eventualmente se podrían aprovechar en el contexto del modelo climático. Estas implementaciones incluyen ACML (AMD Core Math Library) [5], MKL (Math Kernel Library de Intel) [11], y ATLAS (Automatically Tuned Linear Algebra Software) [6].

Si bien se podrían utilizar o desarrollar herramientas de ingeniería inversa, el objetivo inmediato de este proyecto es el de optimizar rendimiento, por lo tanto se considera que las herramientas y metodologías de ingeniería inversa son demasiado generales. En principio, tampoco hay disponible información ni herramientas específicas para optimizar código heredado del que no se tiene toda la documentación disponible. De hecho, se tiene el modelo CSIRO MII en código fuente Fortran 77 y algunos reportes técnicos de los procesos físicos modelados. Esto significa que de alguna manera se debe analizar exhaustivamente el código fuente disponible con el objetivo de *adaptarlo* para utilizar la biblioteca BLAS o directamente optimizar los patrones de procesamiento para el hardware disponible.

2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

En principio, se podrían enumerar algunas de las tareas involucradas en el desarrollo del proyecto de optimización:

1. Dado que la optimización de rendimiento está enmarcada en un proyecto de mayor envergadura, justamente el primer paso es el estudio de este proyecto. Se debe remarcar que no se estudiará desde la perspectiva del área de procesos climáticos sino desde la perspectiva de procesamiento numérico y de la optimización de rendimiento.
2. Estudiar la especificación de BLAS y las diferencias y/o similitudes de las distintas implementaciones disponibles, como ACML, MKL y ATLAS.
3. Estudiar las alternativas para la construcción de un entorno de experimentación y desarrollo de software numérico, en principio orientado al modelo climatológico. Esto involucra el análisis de alternativas de:
 - 3.1. Software de base como los operativos de 32 o 64 bits, que pueden tener diferencias importantes en el área de procesamiento numérico.
 - 3.2. Compiladores a utilizar, como el compilador de Fortran de Intel *ifort* u otros compiladores de Fortran 77 o Fortran 90/95 como *g77* o *gfortran*.
 - 3.3. Implementaciones disponibles de BLAS, como ACML, MKL y ATLAS.
4. Analizar el rendimiento de las diferentes implementaciones de BLAS, independientemente del modelo numérico, que proporciona una forma de ganar experiencia y de comparar las posibilidades de optimización.
5. Detectar los módulos del modelo climático son los que consumen mayor tiempo de procesamiento. Esto implica utilizar herramientas al menos de *profiling* de ejecución y también proporciona experiencia en la utilización del software (básicamente en términos de parámetros y datos de entrada y de salida).
6. Investigar sobre el lenguaje Fortran [10] y sus diferentes variantes: Fortran 77, Fortran 90/95, con el objetivo de entender el código existente en Fortran 77 y analizar la posibilidad de modificarlo o actualizarlo a Fortran 90/95.
7. Modificar el código original de los módulos que mayor tiempo de procesamiento requieren, reemplazándolo por funciones BLAS en todos los puntos donde sea posible.
8. Comparar los resultados obtenidos con la ejecución del modelo original con los obtenidos con la ejecución del modelo modificado.

9. Analizar las posibilidades de aplicación de la metodología a otros modelos numéricos de procesos físicos con las mismas características.

3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

Ya se cuenta con un análisis preliminar de rendimiento de implementaciones de BLAS y, en cierto sentido, información *relevante* de las posibilidades de optimización de código fuente Fortran 77. La Tabla 1 muestra el rendimiento en Mflop/s (millones de operaciones de punto flotante por segundo) de una de las rutinas más representativas de BLAS: DGEMM (multiplicación de matrices) con distintas alternativas en la misma computadora para matrices cuadradas de orden 3000. A partir de los resultados de la Tabla 1 se tiene una primera idea de que la optimización no solamente es posible sino que aportaría una ganancia muy importante de rendimiento, ya que la rutina sin optimizar tiene menos de 20 veces el rendimiento de todas las demás alternativas (usando diferentes implementaciones disponibles). El compilador utilizado es *ifort* (de Intel), el sistema operativo es Linux de 32 bits y el hardware de procesamiento es una PC de escritorio con microprocesador AMD Athlon +3000. La Fig. 1 muestra los mismos datos en forma gráfica.

Implementación	Mflop/s
Sin optimizar	104
ATLAS	2.429
ACML	2.773
MKL	2.524

Tabla 1: Rendimiento de DGEMM con Diferentes Bibliotecas.

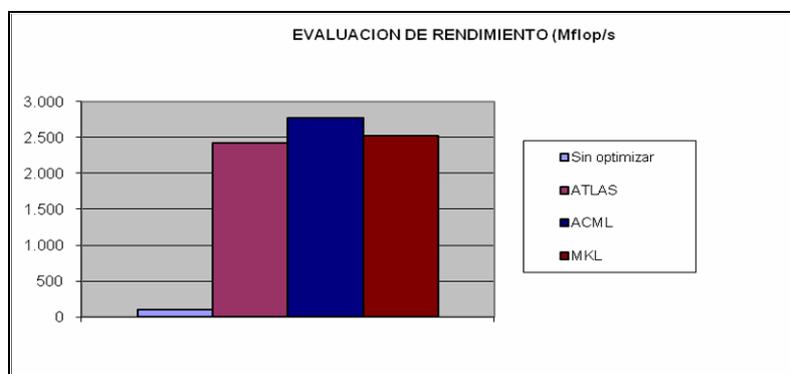


Figura 1: Comparación de rendimiento de DGEMM.

Básicamente, para poder ampliar el campo de aplicación de este modelo climático (y probablemente de otros modelos existentes), el proyecto de investigación general [WICC07] intentará alcanzar dos objetivos principales:

- 1º) Optimizar el modelo en forma secuencial.
- 2º) Optimizar el modelo en forma paralela.

El primer objetivo, intentará cumplirse con el desarrollo de este proyecto, el cual consistirá en estudiar la posibilidad de optimización del modelo secuencial existente mediante el uso de bibliotecas BLAS (Basic Linear Algebra Subroutines) [7] [2] [3]. Las implementaciones de esta biblioteca o bibliotecas similares, usualmente permiten el incremento significativo del rendimiento de los microprocesadores, debido a que utilizan eficientemente los recursos de cómputo disponible, tales como la memoria *cache* de los mismos [6] [12]. La consecución de este objetivo aportará al grupo de investigación un modelo climático optimizado para su posterior paralelización. Como

mínimo, se tendrá un conocimiento más profundo del modelo y de las operaciones numéricas involucradas.

Como otros resultados relacionados con el de la optimización de modelo numérico (aunque de menor importancia) se podrían enumerar:

- Documentación de numerosas opciones de implementación de bibliotecas y la inserción de las mismas dentro de modelos numéricos ya desarrollados y en producción.
- Identificación de patrones de procesamiento que existen en el modelo climático pero que se pueden aplicar a otros modelos numéricos.
- Documentación y comparación de las opciones de procesamiento numérico de bajo costo (sobre PCs) en cuanto a sistemas operativos (de 32 o 64 bits), compiladores y bibliotecas de cómputo numérico disponibles.

4. BIBLIOGRAFÍA

[1] M. de Castro, “El Modelado del Clima Terrestre”, http://grupos.unican.es/ai/meteo/cursos/2007_cursoRegionalizacion_files/2_1_Castro_resumen.pdf

[2] Dongarra J., J. Du Croz, S. Hammarling, R. Hanson, “An extended Set of Fortran Basic Linear Subroutines”, ACM Trans. Math. Soft., 14 (1), pp. 1-17, 1988.

[3] Lawson C., R. Hanson, D. Kincaid, F. Krogh, “Basic Linear Algebra Subprograms for Fortran Usage”, ACM Transactions on Mathematical Software 5, pp. 308-323, 1979.

[4] F. G. Tinetti, P. G. Cajaraville, J. C. Labraga, M. A. López, "Cómputo Paralelo Aplicado a Modelos Numéricos del Clima", IX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, Universidad Nacional de La Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB), Trelew, Chubut, Argentina, Mayo 3-4 de 2007.

[5] AMD Core Math Library (ACML), <http://developer.amd.com/acml.jsp>

[6] ATLAS (Automatically Tuned Linear Algebra Software), www.netlib.org/atlas/index.html

[7] BLAS (Basic Linear Algebra Subprograms), <http://www.netlib.org/blas/index.html>

[8] Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), <http://www.csiro.au/>

[9] Cómputo de Alto Rendimiento - Aplicaciones de Algebra Lineal, <http://hpclinalg.googlepages.com/>

[10] Intel Fortran Compiler Documentation, <http://www.ncsa.uiuc.edu/UserInfo/Resources/Software/Intel/Compilers/8.1/fcompindex.htm>

[11] Intel Math Kernel Library, <http://www.intel.com/cd/software/products/asmo-na/eng/perflib/307757.htm>

[12] PHiPAC Fast Matrix Multiply Home Page, <http://www.icsi.berkeley.edu/~bilmes/philpac/>

ORGANIZACIONES INTELIGENTES
Sustentabilidad de la Gestión Informática del Conocimiento
Informática de Gestión

Autores

Gustavo Tripodi - gtripodi@exa.unicen.edu.ar

Gustavo Illescas - illescas@exa.unicen.edu.ar

Daniel Xodo – dxodo@exa.unicen.edu.ar

Facultad de Ciencias Exactas- Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
Grupo de Investigación en Informática de Gestión - Teléfono: +54 2293 439680. Dirección postal:
Campus Universitario, Paraje Arroyo Seco, (7000) Tandil, ARGENTINA

Introducción

Para cambiar el rumbo de una organización y orientarla en el camino de una Organización Inteligente, que aprenda y trabaje sobre la mejora continua es imprescindible tener un plan de acción basado en transformar la cultura y revisar el estado en que se encuentra.

Podemos definir tres estados posibles y consecutivos de la Organización con respecto al paradigma de Organización Inteligente: **implantación, consolidación y sustentación**. En este trabajo se abordará la **implantación** con propuestas para el conocimiento básico a través de conceptos, herramientas, recursos humanos y tecnológicos. Debemos reconocer en que estado se encuentra la Organización, y desde allí lograr pasar a la etapa siguiente.

Para poner en marcha esta transformación fundamental se han ordenado, customizado, clasificado y creado herramientas que permiten abordarlas para realizar su diagnóstico y encaminarla hacia el umbral de una **Organización Inteligente**.

Estas herramientas obran en consecuencia con la metodología propuesta tal como se expresa mas adelante.

Es importante destacar que para diagnosticar el Estado de la Organización se trabaja sobre sus Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA). En este trabajo nos alineamos con los nuevos conceptos de Michel E. Porter que amplía el espectro de Análisis en la formulación de Estrategias teniendo en cuenta las realidades organizativas, destaca que existen numerosos factores internos que limitan o impiden que se formulen estrategias eficaces [Por.2005].

El punto de partida es la **Sistematización Integral e Integrada** de los Procesos transaccionales y de Gestión que constituyen la base para comenzar a explicitar el conocimiento de la organización y en este escenario delinear la estrategia para la implantación de **Sistemas de Inteligencia de Negocios**.

En una arquitectura de **Sistemas de Información** conviven los **Sistemas Transaccionales**, el **Data Warehouse** y las herramientas de las **Tecnologías de Gestión** orientadas por la **Inteligencia de Negocios**. La cantidad y calidad de Sistemas Transaccionales y de gestión Integrados facilita el camino hacia **Gestión del Conocimiento**.

Objetivo General

El Objetivo es orientar metodológicamente a las Organizaciones que pretendan ser sustentables. Para ello se deben establecer herramientas que utilizan información para la toma de decisiones y de esta manera lograr un aprendizaje continuo a través de la Gestión Informática del Conocimiento basadas en una sólida Arquitectura de la Información.

El Proyecto se enfoca en conceptualizar y obtener resultados sobre temas que aporten a la comprensión de la **Sociedad del Conocimiento** que estamos transitando, focalizados en el área de **Gestión Informática del Conocimiento** para obtener **Organizaciones Inteligentes** sustentables.

La motivación

La nueva fuente de riqueza no es material, es la información, el conocimiento aplicado al trabajo para crear valor. La medición de los activos intangibles representa un hito importante en el paso de la era industrial a la economía del conocimiento. La contabilidad del capital intelectual es la que

reconoce lo que cuenta en la economía actual donde las Organizaciones se mueven rápidamente y aplican un uso intensivo del conocimiento. La Organización actual será mas competitiva en función de lo que sepa, de cómo lo utilice y de la capacidad que tenga para aprender cosas nuevas.

“Hemos pasado de una economía industrial a una economía del conocimiento y de aquí a una economía del compromiso. El verdadero tema esencial no es solo el conocimiento, sino el corazón, la visión global, la energía y el compromiso”

Gary Hamel.

El trabajo

El cambio de cultura desde lo tradicional a los conceptos de la Gestión Informática del Conocimiento debe ser elaborado en forma conjunta con y para todos los actores de la Organización a través de un plan estratégico enmarcado en la Misión y la Visión de la Organización. Este plan que incluye premisas, propósitos, metas, objetivos y resultados esperados, deberá ser dividido en tres etapas: implantación, consolidación y sustentación.

En el trabajo previo a este Proyecto se abordó la implantación con propuestas para el conocimiento básico de la Organización a través de conceptos, herramientas, recursos humanos y tecnológicos. Debemos reconocer en que estado se encuentra la Organización, y de esta manera el trabajo sería lograr pasar a la etapa siguiente logrando una Gestión Sustentable del Conocimiento

Un cambio de cultura para las Organizaciones que no aprenden

Una Organización Inteligente se consigue al orientarla hacia el aprendizaje de manera continua y sistemática, embarcándola en un proceso para obtener el máximo provecho de sus experiencias y por lo tanto aprendiendo de ellas.

La metodología Sistémica propuesta para poner en camino a una Organización hacia la Gestión del Conocimiento consta de las siguientes actividades:

- 1) Realizar una encuesta para conocer la estructura de la información y su documentación
- 2) Reconocer el estado de la Organización a partir del grado de Sistematización
- 3) Confeccionar un informe para identificar cuantitativamente el valor estratégico y la criticidad de la información
- 4) Establecer los principales indicadores para esta etapa y la forma de mostrarlos. Esto ayudará a realizar los primeros bosquejos de los Tableros de Control, para evolucionar en el Cuadro de Mando Integral.
- 5) Releva la cantidad y calidad de datos e información crítica no Integrada a fin de establecer su recolección distribuida para disminuir las fuentes de error y el trabajo centralizado. Trabajar en la factibilidad, análisis y definición para la implantación de tecnologías intranet y extranet.

Estas actividades pueden ser desarrolladas en forma consecutiva o paralela, para luego ser revisados y concluidos en forma conjunta a través de un documento donde se sienten las bases para instalar a una Organización en el umbral de la Gestión del Conocimiento.

Una vez que organización que se encuentre en este estado deben focalizarse en los siguientes temas:

Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs).

Arquitecturas de la Información.

Integración de Negocios (Business Integration).

Redes Sociales (RRHH).

Visualización de la Información.

Existe una gran cantidad de herramientas o instrumentos que facilitan la gestión del conocimiento. Es fundamental la elección de una buena combinación de ellas para dar un marco formal, sólido, interactivo y dinámico, planificando la arquitectura y Sistematización de la información en forma Integral e Integrada. En el presente proyecto se han dado los primeros pasos en cada uno de los temas mencionados con trabajos concretos los que han sido vinculados tanto a proyectos de transferencia de tecnología como a tesis de grado y postgrado. A continuación se desarrolla cada tema con su respectivo caso.

Desarrollo

Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs)

La propuesta en este tema incluye la *registro on-line de transacciones por medio de redes de telefonía celular*.

No existe prácticamente limitación o carencia técnica de medios de comunicación. La verdadera dificultad reside en la forma en que la Organización se vale de ella. Se debe integrar y respetar la información individual, grupal y corporativa.

Las Organizaciones deben analizar y planificar con cautela el diseño de la Arquitectura de la Información y los Sistemas que utilizarán para registrarla, rescatarla y mostrarla.

La disponibilidad que hoy día brindan las TICs hacen que exista una amplia gama de posibilidades atender las problemáticas actuales e integrar las mas diversas soluciones.

Arquitecturas de la Información

El caso en estudio trata la *Gestión de definición e implementación de manuales de procedimientos y afines* (casos de uso): INFORUM.

INFORUM surge de la necesidad de sistematizar la comunicación interna de una organización en una herramienta que nos permita mostrar información de carácter operativo o funcional según su condición de Abierta Pública como también Abierta Interna o Privada.

Bajo ésta condición restrictiva se incluye funcionalmente en la aplicación tanto información pública como también una intranet y una extranet. Esto es posible a través de la utilización de Usuarios, Perfiles y Permisos. Donde los Usuarios de Ámbitos son definidos conceptualmente con Perfiles y Permisos que restringen el acceso a la información.

Los Casos de Uso son documentos donde se instancian datos de carácter técnico, manuales de procedimiento, funciones de un puesto, perfil de un puesto, procesos, workflow y flujogramas.

El Caso de Uso tiene toda una particularidad propia en el proyecto, desde su ciclo de vida establecido a través de Diagramas de Cambios de Estado como sus funciones de Promoción, Publicación, Asignación y Copia.

Cada una de las características del Caso de Uso es regulada a través del diseño de Seguridad de Usuarios, Perfiles y Permisos mencionados anteriormente.

Integración de Negocios (Business Integration)

Focalizados dentro del “Effective Management”, se diseñarán herramientas para la toma de decisiones en el marco que ofrece el tema “Océano Azul”. La estrategia del Océano Azul es un enfoque sistemático para hacer que la competencia se vuelva algo irrelevante creando en el mercado espacios no disputados, es por ello que la necesidad de contar con las herramientas en este contexto es inminente.

Redes Sociales (RRHH)

Este caso contempla la *Gestión de la Empresa Virtual: EMPREnet*

Se trata de una Intranet/Extranet para gestionar la empresa en forma virtual mediante la utilización y publicación de: Memos, Mailing, Chat, Agendas compartidas, Transferencia de archivos y otras utilidades. El login en este tipo de redes permite el seguimiento de un puesto de

trabajo, especificado en la misma red a partir de la definición de un “calendario empresarial”, que posibilita la vinculación con los sistemas de RRHH como soporte a la gestión del trabajo a distancia o puestos de trabajo distribuidos. Dado que la red puede ser multi-empresarial, los miembros de las mismas interactúan en forma permanente mediante las utilidades mencionadas.

Visualización de la Información

Dentro de este tema se avanza sobre las *Herramientas de Business Intelligence (BI), OLAP, CMI, Generador de reportes, y las Herramienta Dinámicas de Gestión.*

En la actualidad la información es la clave para obtener una ventaja competitiva en el mundo de los negocios. Para mantenerse competitiva una empresa, los gerentes y tomadores de decisiones requieren de un acceso rápido y fácil a información útil y valiosa de la empresa. Una forma de solucionar este problema es por medio del uso de Business Intelligence (BI).

BI es un conjunto de estrategias y herramientas enfocadas a la administración y creación de conocimiento mediante el análisis de datos existentes en una organización o empresa. Brinda a los tomadores de decisiones la información correcta, en el momento y lugar correcto, lo que les permite tomar mejores decisiones de negocios. La información adecuada en el lugar y momento adecuado incrementa la efectividad de cualquier empresa.

Mediante el uso de herramientas para BI es posible compartir información entre diversos sectores de la empresa, realizar análisis multidimensionales, mejorar el servicio al cliente y cambiar la estructura de la toma de decisiones, entre otros. El creciente uso de herramientas para el BI, ha proporcionado una evolución en el conocimiento de las organizaciones en lo que concierne a la toma de decisiones gerenciales.

Tendencia

La *Gestión Informática del Conocimiento* es un potente paradigma de mejora en el camino de las Organizaciones hacia la excelencia y de esta manera que formen parte de las *Organizaciones Inteligentes*, estadio que les permitirá saber que saben y que están dispuestas a aprender.

La construcción de *Organizaciones Inteligentes* suponen personas que aprenden a observar como pensadores sistémicos, que desarrollan su propio dominio personal, y estructuran modelos mentales en colaboración con otros. El próximo paso es hacer sustentable la Gestión Informática del Conocimiento en una Organización. Una vez establecido el camino y la forma de transitarlo, es primordial avanzar y no salirse de él.

Debemos Trabajar para que en las Empresas, las Organizaciones, el Estado y la Universidad se logre desarrollar y medir con rigor el conocimiento para ponerlo al servicio del ser humano, es decir, transformar dicho conocimiento en acción. Hay que crear organizaciones inteligentes porque es coherente con la naturaleza humana y su desarrollo.

Bibliografía

- [Por.2005] Porter Michel E. Estrategia y ventaja competitiva. Ediciones Deusto, Planeta DeAgostini Profesional y Formación, S.L., Barcelona. Noviembre 2006. ISBN 950-857-035-0.
- [Gall.2004] Gallego, Domingo J. y Ongallo Carlos. Conocimiento y Gestión. Pearson Educación, Madrid, España. 2004.
- [Ong.2000] Ongallo C. Manual de comunicación. Guía para gestionar el Conocimiento en las Empresas y Organizaciones. Madrid, Dykinson. 2000.
- [Olv.2000] Olve Nils-Göran, Roy Jan, Wetter Magnus. Implantando y gestionando el Cuadro de Mando Integral. Gestión 2000. Barcelona 2000.
- [Kap.2000] Robert S. Kaplan - David P. Norton. The Balanced Scorecard: Translating strategy into action. - Harvard Business School Press. (El Cuadro de Mando Integral 2da edición - 2000)
- [Bal.2000] Ballvé, Alberto. Tablero de Control. Ed. Macchi Buenos Aires 2000.

- [Tho.1998] Thompson, K. y Argangright, L. Personas, Tecnología y comunicación. Anuario de comunicación, 1998. Madrid, Asociación de directivos de comunicación (ADC-DIRCOM).
- [Maz.1998] Mazo, J.M. Paradojas de la empresa interconectada. Anuario de comunicación, 1998. Madrid, Asociación de directivos de comunicación (ADC-DIRCOM).
- [Roc.1997] Rockart J., Earl M., Ros J. Ocho imperativos para la nueva organización de tecnología de la información. Bilbao, Harvard Deusto Business, N° 80, 1997.
- [Jac.1996] Jacoby, G. Intranets. Mejorando la comunicación interna para apoyar su estrategia empresarial. Boletín de la Universidad Autónoma de Managua.
- [Sen.1994] Senge, Peter. The Fifth Discipline. Bantman Doubleday Dell Publishing Group, Inc. New York, U.S.A. 1994. ISBN 0-385-26095-4
- [Sen.1990] Senge, Peter. The fifth discipline. The art & practice of the learning Organization. Bantam Doubleday Dell Publishing Group, Inc., in 1990.
Artículo publicado en Sloan Management Review en 1990: Los nuevos líderes: construcción del aprendizaje en las organizaciones.
- Adaptive Technologies and Business Integration: Social, Managerial and Organizational Dimensions. Section IV, Chapter XII: Intelligent Organizations - Knowledge Computing Management. Tripodi Gustavo, Illescas Gustavo. Page 244 to 262. IDEA Group Inc., publisher of the Idea Group Publishing, Information Science Publishing, IRM Press, CyberTech Publishing and Idea Group Reference imprints in November 2006.

Uso de Grafos Geométricos para Calcular Join por Similitud en Espacios Métricos

Nora Reyes, Patricia Roggero
Departamento de Informática
Universidad Nacional de San Luis
(5700), San Luis, Argentina
Tel (+54 2652) 420823 – Fax 430224
{nreyes, proggero}@unsl.edu.ar

Edgar Chávez
Escuela de Ciencias Físico-Matemáticas
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Morelia, México
elchavez@fismat.umich.mx

1. Introducción

A diferencia de la aproximación para bases de datos tradicionales, la comunidad de Recuperación de Información siempre ha considerado los resultados de las búsquedas como una lista *rankeada* de objetos. Dada una consulta, algunos objetos son más relevantes a la especificación de la consulta que otros y los usuarios habitualmente están interesados en los objetos más relevantes, es decir los objetos cuyo ranking es más alto. Este paradigma de búsqueda recientemente se ha generalizado en un modelo en el cual un conjunto de objetos pueden sólo compararse de a pares a través de una medida de distancia que satisface las propiedades de un *espacio métrico* [CBNM2001], [Samet2005], [ZADB2006].

Por ejemplo, considerar los datos de textos como el tipo más común de datos usado para recuperación de la información. Como el texto es habitualmente representado como una secuencia de caracteres, los pares de secuencias se pueden comparar y decidir la *coincidencia exacta*. Sin embargo, a medida que las secuencias son más largas es menos significativa la coincidencia exacta: las secuencias pueden contener errores de cualquier tipo y aún las secuencias correctas pueden tener pequeñas diferencias. De acuerdo a [Kukich1992], los textos típicos contienen cerca del 2% de errores de tipeo y ortográficos. Esto motiva una búsqueda que permita errores, o *búsqueda aproximada* o *búsqueda por similitud*, la cual requiere una definición del concepto de *similitud*, además de un algoritmo para evaluarla.

Otras numerosas aplicaciones modernas de sistemas de bases de datos, tales como multimedia, biología molecular, medicina y análisis de series de tiempo, entre otras, necesitan también poderosas herramientas de búsqueda. Los objetos de datos en estas aplicaciones son comúnmente representados por vectores de alta dimensión. Una operación común entre esos datos es encontrar los k objetos más cercanos o más similares a un objeto de consulta dado, lo cual se traduce en una consulta de los k vecinos más cercanos en espacios de alta dimensión.

Dentro del conjunto de operaciones de búsqueda por similitud, sin duda, son necesarios los *joins* o *ensambles por similitud* [DGZ2003], [DGSZ2003]. Por ejemplo, considerar una colección de documentos de libros y una colección de documentos de discos compactos. Una posible consulta podría requerir encontrar *todos los pares de libros y discos compactos con títulos similares*. Sin embargo, el join por similitud no es sólo aplicable a textos. En nuestro caso nos interesa el problema desde una perspectiva más amplia y suponemos que las medidas de distancia son métricas, de forma tal que extendemos el rango de los posibles tipos de datos a la

dimensión multimedia, lo que es más habitual para sistemas de recuperación de información modernos.

Para resolver el join o ensamble por similitud con rango r de una base de datos X respecto de otra Y , podemos pensar en que queremos emparejar cada elemento de X con aquellos elementos de Y que sean suficientemente similares, a distancia a lo más r . Este emparejamiento se puede representar por un *grafo de disco unitario* (GDU) *bipartito* en el cual los vértices son objetos del universo que pertenecen a X o a Y . Dos nodos, uno desde X y otro desde Y , estarían conectados por un arco si la distancia entre los objetos es menor que una unidad dada, donde la unidad representa un radio de similitud R , el cual esperamos que sea mayor que los radios de similitud habituales con los que luego pretenderemos resolver el join.

Es claro que no se puede mantener completo el grafo GDU que se genere, se necesita mantener un subgrafo, llamado *subgrafo geométrico*, que nos sea útil desde el punto de vista de la resolución del join. Existen numerosos tests para obtener subgrafos geométricos con alguna característica particular, que dado el grafo GDU determinan para cada arco si éste se mantendrá o no en el subgrafo. De todos estos tests se planea utilizar el test de *Half-Space Proximal* (HSP) [CDKOSTU2006], pero dado que la idea es trabajar en espacios métricos y no en el espacio euclidiano, se adaptará HSP a espacios métricos con el objetivo de resolver join por similitud.

2. Conceptos Previos

Un tipo de consulta, que combina elementos de dos bases de datos X e Y , donde $X, Y \subseteq U$, es el *join por similitud* [DGZ2003], [DGSZ2003]. En este caso nos concentraremos en resolver el *join por rango*, ya que es posible obtener a partir de él los otros considerando un valor de r decreciente.

Join por rango $X \triangleright \triangleleft_r Y$: obtener todos los pares desde el producto cartesiano de $X \times Y$ tales que se encuentran a lo sumo a distancia r entre sí; es decir, obtener el conjunto $\{ (x, y) / x \in X \wedge y \in Y \wedge d(x, y) \leq r \}$.

La Figura 1 muestra un ejemplo de un join por rango entre X e Y , considerando que ambos son conjuntos de puntos de \mathbf{R}^2 , en el que mediante flechas bidireccionales mostramos qué pares se formarían entre elementos de X e Y , y donde para mayor claridad mostramos circunferencias de radio r alrededor de cada elemento de X que evidencien qué elementos de Y aparecen dentro del radio y los elementos de X e Y en diferentes colores y formas.

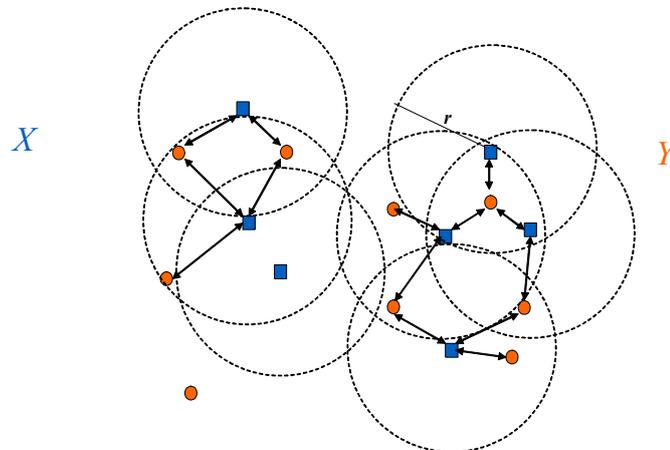


Figura 1: Ejemplos de un join por rango $X \triangleright \triangleleft_r Y$ entre dos bases de datos X e Y , como conjuntos de \mathbf{R}^2 .

3. Half-Space Proximal

Half-Space Proximal (HSP) es un nuevo test, propuesto en [CDKOSTU2006] para construir un t -spanner de un GDU. Sin embargo, a diferencia del test de Yao [Yao1982], el test HSP aplicado a una rotación del grafo GDU G produce una rotación del grafo geométrico (*spanner*) HSP de G . Por lo tanto, las propiedades del grafo geométrico HSP son independientes de la orientación del GDU en el plano.

Test HSP

Para definir el test HSP se asume que el grafo $G = (V, E)$ es un GDU donde cada nodo v tiene coordenadas v_x, v_y en el plano Euclidiano y cada vértice está asignado a un rótulo entero único.

Entrada: un vértice u de un grafo geométrico y una lista L_1 de los arcos incidentes con u .

Salida: Una lista de arcos dirigidos L_2 que se retienen para el grafo $\vec{HSP}(G)$.

1. Colocar el área prohibida $F(u)$ como \emptyset
2. Repetir lo siguiente mientras L_1 no sea vacía
 - a. Eliminar desde L_1 el arco más corto, digamos $[u,v]$, (cualquier empate es resuelto por el rótulo del vértice final) e insertar en L_2 un arco dirigido (u, v) con u siendo el vértice inicial.
 - b. Agregar a $F(u)$ el semiplano abierto determinado por la línea perpendicular a un arco $[u,v]$ en el medio del arco y conteniendo el vértice v (Notar que los puntos sobre la línea no pertenecen al área olvidada)
 - c. Revisar la lista L_1 y eliminar desde ella cualquier arco cuyo vértice esté en $F(u)$.

Una ilustración del test HSP aplicado a un GDU, con puntos en el espacio Euclidiano, se muestra en la Figura 2, se hace un acercamiento a un nodo seleccionado y el área prohibida aparece sombreada.

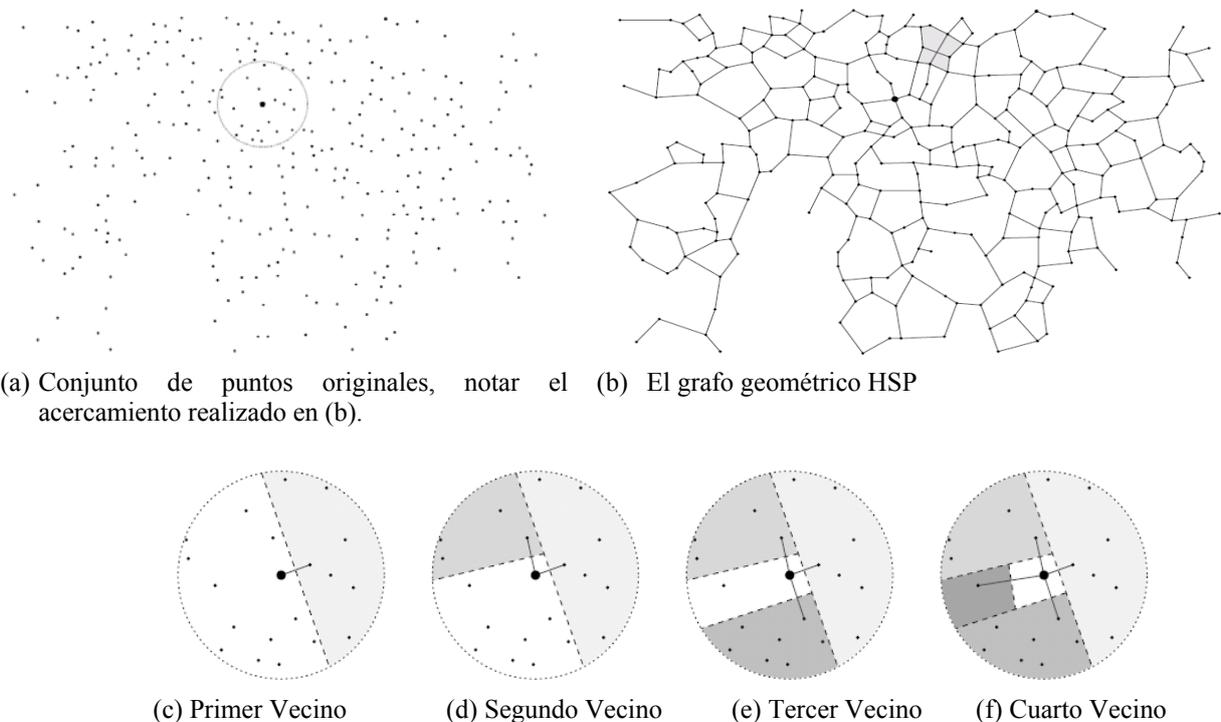


Figura 2: Aplicación del test HSP a un GDU. El conjunto original de puntos en el espacio Euclidiano (a), y el grafo no dirigido resultante al aplicar el test (b). Un acercamiento alrededor de la vecindad de un nodo seleccionado (c) ... (e). Observar el área sombreada en (b).

4. Join por Similitud usando HSP

Como se ha mencionado se adaptará el test HSP para aplicarlo a espacios métricos y además para que sea útil al momento de resolver el problema del join por rango entre dos bases de datos $X, Y \subseteq U: X \triangleright \triangleleft_r Y$.

Primero se podría fijar un radio R considerado la distancia unidad y el cual se debería elegir de manera tal que cubra los radios de join habituales entre X e Y . Luego, se construiría el grafo GDU bipartito de forma tal que los arcos vayan de elementos de X a elementos de Y siempre que su distancia d sea menor o igual a R .

Aunque en principio el test HSP se plantea para espacios Euclídeos, se puede observar que la eliminación que lleva a cabo el test también se puede aplicar en espacios métricos, hablando de hiperplanos en lugar de semiplanos entre dos elementos.

Entonces, luego de haber obtenido el grafo GDU bipartito G se aplicaría el siguiente test HSP, adaptado a espacios métricos y a nuestro problema, a cada elemento de X para quedarnos con el grafo $\vec{HSP}(G)$ que se obtendría con el siguiente algoritmo. Además se debería mantener alguna información extra, con el fin de poder resolver más eficientemente los joins y aprovechar más aún las distancias calculadas [WS1990].

Test HSP Adaptado a Espacios Métricos

Se asume que el grafo $G = (V, E)$ es un GDU bipartito, donde $V = X \cup Y$, donde cada nodo v está asignado a un rótulo entero único.

Entrada: un vértice u de un grafo geométrico y una lista L_1 de los arcos incidentes con u .

Salida: Una lista de arcos dirigidos L_2 que se retienen para el grafo $\vec{HSP}(G)$, donde además con cada arco se guarda su distancia y un conjunto de elementos de Y , junto con una distancia.

1. Colocar el conjunto prohibido $F(u)$ como \emptyset
2. Repetir lo siguiente mientras L_1 no sea vacía
 - a. Eliminar desde L_1 el arco más corto, digamos (v, u) con d_{vu} (cualquier empate es resuelto por el rótulo del vértice final) e insertar en L_2 un arco dirigido (v, u) con u siendo el vértice final, junto con la distancia d_{vu} .
 - b. Agregar a $F(u)$ los objetos y de Y tales que $d(u, y) < d(v, y)$, es decir aquéllos que se encuentran en el hiperplano que separa los elementos más cercanos a u de los más cercanos a v (Notar que los puntos que se encuentran a igual distancia de v que de u no pertenecen a la región olvidada) y registrar la distancia máxima desde u a un elemento en $F(u)$ como $dmáx(u)$.
 - c. Guardar junto con el arco (v, u) con d_{vu} en L_2 el conjunto $F(u)$ y la distancia máxima entre u y los elementos en $F(u)$ $dmáx(u)$.
 - d. Revisar la lista L_1 y eliminar desde ella cualquier arco cuyo vértice esté en $F(u)$.

Ahora que ya se ha determinado el grafo geométrico sobre el cual vamos a trabajar, falta analizar cómo usaríamos este grafo para resolver el join por rango $X \triangleright \triangleleft_r Y$. Por lo tanto el trabajo propuesto es el de determinar cómo realizar el join por rango $X \triangleright \triangleleft_r Y$, entre las bases de datos X e Y , usando el grafo $\vec{HSP}(G)$ obtenido desde el GDU con radio unitario R , donde consideramos que $R \geq r$.

5. Conclusiones

La búsqueda por similitud es un concepto importante en la recuperación de información moderna. Sin embargo los costos computacionales de las funciones de similitud son generalmente altos, considerar por ejemplo la complejidad computacional del cálculo de la distancia de edición entre cadenas de caracteres que es cuadrática.

Aunque existen numerosas técnicas de indexación para soportar las búsquedas por rango o de los k vecinos más cercanos, existen sólo unos escasos estudios de índices para los joins por similitud.

Aquí hemos iniciado el estudio de un nuevo método, que a través de conceptos de teoría de grafos y de una adaptación del test HSP, recientemente presentado, nos permitirá diseñar un algoritmo que resuelva el $X \triangleright \triangleleft_r Y$ entre dos bases de datos X e Y .

Como trabajo futuro, además hay que analizar el desempeño tanto teórico como experimental del algoritmo y demostrar que resuelve el join por rango $X \triangleright \triangleleft_r Y$. También nos resta analizar cómo podemos usar nuestro grafo para resolver el join por rango cuando $r > R$ y qué sucede si $X = Y$, porque es posible que en ese caso algo se pueda simplificar en nuestro proceso.

Para el análisis experimental, deberíamos no sólo probar el algoritmo sobre distintos tipos de espacios métricos, de alta y baja dimensión, sino también compararlo contra la solución trivial de calcular las distancias de todos contra todos, contra la solución de realizar una búsqueda por rango $(q, r)_d$ de cada elemento de X dentro de la base de datos Y y contra algunas de las soluciones existentes para resolverlo.

6. Referencias

- [CDKOSTU2006] E. Chávez, S. Dobrev, E. Kranakis, J. Opatrny, L. Stacho and J. Urrutia: Half-Space proximal: a new local test for extracting a bounded dilation spanner of a unit disk graph. *Proceedings of OPODIS 2005*, LNCS 3974, 235-245, 2006. Springer.
- [CNBM2001] E. Chávez, G. Navarro, R. Baeza-Yates, and J. Marroquín. Searching in metric spaces. *ACM Computing Surveys*, 33(3):273 - 321, September 2001.
- [DGSZ2003] Dohnal, V., Gennaro, C., Savino, P., and Zezula, P. 2003. D-index: Distance searching index for metric data sets. *Multimedia Tools and Applications* 21, 1, 9 - 33.
- [DGZ2003] V. Dohnal, C. Gennaro, and P. Zezula. Similarity join in metric spaces using eD-index. In *Proc. 14th Intl. Conf. on Database and Expert Systems Applications (DEXA'03)*, LNCS 2736, pages 484–493, 2003.
- [Kukich1992] K. Kukich: Techniques for automatically correcting words in text. *ACM Computing Surveys*, 1992, 24(4) : 377 – 439.
- [Samet2005] Samet, H. 2005. *Foundations of Multidimensional and Metric Data Structures (The Morgan Kaufmann Series in Computer Graphics and Geometric Modeling)*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA.
- [WS1990] T. Wang, D. Shasha: Query Processing for Distance Metrics, *Proceedings of the 16th VLDB Conference Brisbane*. 1990, 602 - 613.
- [Yao1982] A.C.-C. Yao, On constructing minimum spanning trees in k - dimensional spaces and related problems, *SIAM Journal on Computing* 11(4) (1982) 721-736.
- [ZADB2006] Zezula, P., Amato, G., Dohnal, V., and Batko, M. 2006. *Similarity Search: The Metric Space Approach*. *Advances in Database Systems*, vol. 32. Springer.

Inspección de Código para relacionar los Dominios del Problema y Programa para la Comprensión de Programas

Mario M. Berón Roberto Uzal

Universidad Nacional de San Luis - Departamento de Infomática

San Luis - Argentina

mberon@unsl.edu.ar, ruzal@uolsinectis.com.ar

Pedro R. Henriques

Universidade do Minho - Departamento de Informática

Braga - Portugal

prh@di.uminho.pt

Maria J. Varanda Pereira

Instituto Politécnico de Bragança

Bragança - Portugal

mjoao@ipb.pt

Resumen

La Comprensión de Programas es una disciplina de la Ingeniería de Software cuyo objetivo es proveer métodos, técnicas y herramientas para facilitar el estudio y entendimiento de programas.

La construcción de estos productos de comprensión implica el estudio de disciplinas tales como *Ciencias Cognitivas*, *Visualización de Software* y *Métodos de Extracción de la Información*.

En este artículo se presenta una línea de investigación cuyo objetivo es analizar productos de comprensión existentes y construir otros nuevos basados en los conceptos comunes a las tres grandes áreas mencionadas en el párrafo anterior.

Palabras Claves: Comprensión de Programas, Métodos, Técnicas, Herramientas.

1. Introducción

La Comprensión de Programas es un área de la Ingeniería del Software destinada a elaborar métodos, técnicas y herramientas, basados en un proceso cognitivo y de ingeniería, con el objetivo de facilitar el entendimiento de software.

El proceso cognitivo implica el estudio y análisis de las fases y pasos seguidos por los programadores para entender programas. Este tema es abordado a través de la investigación de los *Modelos Cognitivos de Comprensión de Programas*.

El proceso de ingeniería incluye investigaciones sobre *Visualización de Programas y Métodos de Extracción de la Información*.

En este contexto interdisciplinario, el desarrollo de productos de comprensión se basa en encontrar el común denominador a esas tres grandes disciplinas [BHU07].

Actualmente existen muchos sistemas destinados a facilitar el entendimiento de software. Sin embargo, en muchas situaciones no es claro como las teorías cognitivas, estrategias de visualización y extracción de la información son plasmadas en esas herramientas. Además, esas aplicaciones están centradas en analizar y presentar el código fuente del programa limitando a la Comprensión de Programas a la inspección de código. Como se verá en el desarrollo de este artículo, la Comprensión de Programas implica, además de plasmar claramente los conceptos comunes de sus principales áreas constituyentes, encontrar relaciones entre el dominio del problema y el dominio del programa, es decir, detectar las componentes de software utilizadas por el sistema para producir su salida [LF94].

Este artículo está organizado de la siguiente manera. La sección 2 presenta los estudios realizados en el contexto de los Modelos Cognitivos. La sección 3 conceptualiza visualización de programas y describe las características que un sistema de visualización debe poseer. La sección 4 explica algunas técnicas de extracción de la información útiles para implementar estrategias de comprensión. La sección 5 expone algunas ideas para la elaboración de estrategias de interconexión de dominios. Finalmente, la sección 6 exhibe las conclusiones de este trabajo.

2. Modelos Cognitivos de Comprensión de Programas

Los término Modelo Cognitivo [Sto98] hace referencia a las estructuras de la información y estrategias de estudio usadas por los programadores para entender programas [Wal02]. Los modelos cognitivos constan de diferentes componentes. Ellas son: el *Conocimiento*, un *Modelo Mental* y un *Proceso de Asimilación*.

Existen dos tipos de Conocimiento, el *Interno*, compuesto por el conjunto de conceptos y relaciones que conforman la estructura de conocimiento del programador; y el *externo* cuyos componentes son los nuevos conceptos proporcionados por el sistema de estudio.

El Modelo Mental se define como la representación mental que tiene el programador del sistema. El grafo de funciones, comunicaciones de módulos, etc. son posibles modelos mentales.

Finalmente, el Proceso de Asimilación describe la estrategia utilizada por el programador para entender programas. Esta puede ser top-down, bottom-up o híbrida.

Teniendo en cuenta esos elementos y sus relaciones muchos autores sostienen que: *un programador entiende un programa cuando él puede encontrar las componentes de software usadas para producir la salida del sistema* [O'B03] [Tie89]. En otras palabras cuando es posible relacionar los dominios del problema y programa. El camino adecuado para alcanzar este objetivo consiste en:

1. proveer representaciones para los dominios del problema y programa
2. definir un proceso de que permita unir ambas representaciones.

Los pasos mencionados previamente conforman la base para construir verdaderas aplicaciones de comprensión de programas. En consecuencia, ellos deben ser tenidos presente para el diseño de cada una de las partes constituyentes, es decir, para visualizaciones de programas y métodos de extracción de la información.

3. Visualización de Software

La Visualización de Software es una disciplina de la Ingeniería del Software cuyo objetivo es mapear ciertos aspectos de software en una o mas representaciones multimediales [SDBP98] [Che06] [PdQ06]. Para alcanzar este objetivo es necesario la interacción con otras áreas del conocimiento tales como: Diseño Gráfico, Psicología Cognitiva y otras disciplinas directamente relacionadas con la elaboración de efectos multimediales. Si la visualización esta orientada a la comprensión de programas, el principal desafío consiste en construir vistas que permitan relacionar el dominio del problema con el dominio del programa.

Existen innumerables herramientas de visualización de programas que, según sus autores, tienen como finalidad facilitar la comprensión de programas. Sin embargo, la gran mayoría propone visualizaciones concernientes con el dominio del programa (por ejemplo funciones, módulos, variables, etc.) dejándo de lado dos importantes componentes como lo son el dominio del problema y su relación con el dominio del programa.

Este problema se debe a la ausencia de una clara concepción de Comprensión de Programas y de un modelo de comprensión. Afortunadamente, nuestra investigación en el contexto de los Modelos Cognitivos y del estudio del estado del arte de herramientas de comprensión, nos permitió resolver este inconveniente en un estado inicial de la investigación (ver sección 2).

Esta debilidad en las teorías de visualización de programas posibilitó encontrar una nueva clase de sistemas de visualización denominada: *Sistemas de Visualización de Software Orientados a la Comprensión de Programas*. Esta clase de sistema posee: i) Representaciones del dominio del problema, ii) Representaciones del dominio del programa y iii) Estrategias para visualizar la relación entre ambos dominios. Además de estas características, este tipo de aplicación tiene operaciones para manipular cada una de esas representaciones.

Otro factor derivado de la carencia de una definición y modelo de comprensión fue la imposibilidad de las taxonomías existentes para describir adecuadamente los sistemas de visualización orientados a la comprensión. Para detectar este problema fue necesario analizar la gran mayoría las taxonomías actuales y ver de que forma ellas caracterizaban el dominio del problema y la relación de este con el dominio del programa. Esta tarea reveló que las taxonomías están fuertemente orientadas a caracterizar solamente el dominio del programa. Teniendo en cuenta esta observación, se seleccionó la taxonomía más reconocida y se procedió a extenderla para que considere las componentes restantes de nuestra concepción de Comprensión de Programas. El lector interesado en estas investigaciones puede ver descripciones más detalladas en [BHU07].

4. Métodos de Extracción de la Información

Para implementar la técnicas basadas en Modelos Cognitivos y Visualización de Software fue necesario extraer información estática y dinámica del sistema de estudio [EKS] [RD94].

Para la recuperación de la información estática se utilizaron técnicas de compilación tradicionales para extraer información de cada componente del programa. Esta tarea fue llevada a cabo con el objetivo de implementar procedimientos de interrelación de dominios, por esta razón se evitó el uso de análisis muy complejos, como lo es el seguimiento de punteros, que si bien son muy interesantes e importantes dejan de lado del principal objetivo que consiste en relacionar los dominios del problema y programa.

Para la extracción de la información dinámica se definió un esquema de Instrumentación de Código [BHVU06a]. Esta técnica consiste en insertar sentencias dentro del código fuente del sistema de estudio con la finalidad de recuperar las componentes del programa que se utilizaron para producir la salida. Para implementar una estrategia de estas características es necesario

responder a los siguientes interrogantes: i) Cuáles son los puntos del programa candidatos a instrumentar? y ii) Que información debe ser recuperada?

Teniendo en mente esas preguntas, se seleccionaron como puntos de inspección el inicio y fin de cada función del sistema. La razón de esta decisión se basa en que en esos lugares del programa se puede obtener información resumida acerca de las componentes del programa. Por ejemplo, se pueden conocer las funciones utilizadas, sus parámetros y si se desea ser más preciso los datos (valores de las variables globales y de los parámetros) que son utilizados por la función.

Esta aproximación, aún recuperando parte de las operaciones y datos utilizados por el programa, tiene el inconveniente de extraer una enorme cantidad de información. Por este motivo, es necesario el empleo de técnicas de control de las iteraciones.

Una de las estrategias elaboradas por nuestro grupo de investigación consistió en insertar sentencias antes, dentro y después de las iteraciones. Las sentencias previas al loop colocan en una pila de control el número de veces que las funciones invocadas dentro de la iteración pueden ser recuperadas. Las sentencias dentro del loop decrementan ese valor en uno. Cuando el valor del tope de la pila es cero las sentencias insertadas no recuperan mas información. Finalmente, las instrucciones insertadas después de la iteración suprimen el valor del tope de la pila.

5. Estrategias de Interconexión de Dominios

Dos técnicas para la interconexión de dominios, que utilizan los conceptos extraídos de las investigaciones presentadas en las secciones previas, están siendo desarrolladas. Una de ellas denominada SVS (Simultaneous Visualization Strategy) [BHU07] se basa en la ejecución paralela del sistema instrumentado y del administrador de funciones de inspección (un programa que implementa las acciones de las sentencias incorporadas en el código fuente del sistema). Esta característica permite que las componentes de software usadas sean mostradas cuando el sistema está en ejecución.

La otra estrategia es BORS (Behavioral-Operational Relation Strategy) [BHVU06b], este procedimiento, al igual que SVS, utiliza la información reportada por el esquema de instrumentación pero de una manera diferente. BORS requiere que el sistema sea ejecutado, después de eso la información es procesada y algunas estructuras de datos útiles para construir explicaciones, como por ejemplo el árbol de ejecución de funciones, deben ser construidas. Luego se realizan algunas consultas sobre dichas estructuras para recuperar alguna información relacionada con los objetos del dominio del problema.

6. Conclusión

La construcción de aplicaciones de Comprensión de Programas implica encontrar e implementar los conceptos comunes a disciplinas tales como *Modelos Cognitivos*, *Visualización de Software* y *Métodos de Extracción de la Información*. Para alcanzar este objetivo se requiere realizar investigaciones profundas en cada una de esas disciplinas.

En este artículo se presentó el estado actual de esas investigaciones y se describieron, en términos generales, algunos resultados parciales obtenidos tales como: una conceptualización de Comprensión de Programas, un Modelo de Comprensión, la detección de una nueva clase de sistema de Visualización de Software, la creación de un esquema de instrumentación de código y la propuesta de dos estrategias de interconexión de dominios.

La dirección futura de esta línea de investigación consiste en elaborar representaciones más robustas para los dominios del problema y programa de forma tal de poder obtener una interconexión de dominios más precisa. Además es necesario investigar y proponer otras estrategias de interconexión que utilicen abordajes diferentes a SVS y BORS, con el objetivo de realizar evaluaciones de desempeño. Finalmente, otras aristas de este proyecto están centradas en investigar la sistematización de los conceptos de Modelos Cognitivos para facilitar su implementación, elaboración innovadoras vistas de software y análisis de métodos de extracción de la información más sofisticados.

Referencias

- [BHU07] M. Berón, P. Henriques, and R. Uzal. Program Inspection to interconnect Behavioral and Operational Views for Program Comprehension. *Technical Report*, 2007.
- [BHVU06a] M. Beron, P. Henriques, M. Varanda, and R. Uzal. A Language Processing Tool for Program Comprehension. *Congreso Argentino de Ciencias de la Computacion (CACIC06)*, 2006.
- [BHVU06b] M. Beron, P. Henriques, M. Varanda, and R. Uzal. Static and Dynamic Strategies to Understand C Programs by Code Annotation. *European Joint Conferences on Theory and Practice of Software (ETAPS07)*, 2006.
- [Che06] Chaomei Chen. *Information Visualization*. Springer Verlag, 2006.
- [EKS] T. Eisenbarth, R. Koschke, and D. Simon. Aiding program comprehension by static and dynamic feature analysis.
- [LF94] H. Lieberman and C. Fry. Bridging the gulf between code and behavior in programming. In *ACM Conference on Computers and Human Interface*, Denver, Colorado, April 1994.
- [O'B03] Micheal P. O'Brien. Software Comprehension - A Review and Research Direction. *Technical Report*, 2003.
- [PdQ06] Marian Petre and Ed de Quincey. A Gentle Overview of Software Visualization. *PPIG: Psychology of Programing Interest Group*, pages 1–10, 2006.
- [RD94] S. Rifkin and L. Deimel. Applying Program Comprehension Techniques to Improve Software Inspections. *Proceedings of the 19th Annual NASA Software Engineering Laboratory Workshop, Greenbelt, MD, Nov, 1994*.
- [SDBP98] J. Stasko, J. Domingue, M. Brown, and B. Price. *Software Visualization: Programming as a Multimedia Experience*. The MIT Press, 1998.
- [Sto98] Margaret A. Storey. *A Cognitive Framework for Describinh and Evaluating Software Exploration Tools*. PhD thesis, Simon Fraser University, 1998.
- [Tie89] Tim Tiemens. Cognitive Model of Program Comprehension. *Technical Report*, 1989.
- [Wal02] Andrew Walestein. *Cognitive Support in Software Engineering Tools: A Distributed Cognitive Framework*. PhD thesis, Simon Fraser University, 2002.

*Indexando Bases de Datos no Convencionales para Memorias Jerárquicas**

Cristian Bustos, Verónica Luduena, Nora Reyes
Departamento de Informática, Universidad Nacional de San Luis.
Tel. 420822 int. 257 Fax 430224
Ejercito de los Andes 950, San Luis
{cjbustos,vlud,nreyes}@unsl.edu.ar

y
Gonzalo Navarro
Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Chile.
gnavarro@dcc.uchile.cl

1. Introducción y Motivación

La alarmante velocidad de crecimiento de los datos disponibles en forma digital, se condice con un paralelo crecimiento de las capacidades de almacenamiento a precios más moderados. Por otro lado, mientras la velocidad de procesamiento de la CPU se ha duplicado cada 18 meses, la de los almacenamientos masivos ha progresado poco. Sin embargo han aparecido memorias caché con mayor capacidad, más rápidas y más pequeñas, aunque más costosas, que las memorias RAM; algunas tienen incluso varias capas de memorias que poseen diferencias significativas de eficiencia de un nivel al siguiente. Antes almacenar datos en forma comprimida conllevaba un costo en términos de velocidad de procesamiento por la descompresión. Hoy en día, la diferencia entre los tiempos de la CPU y disco es tan significativa que el esfuerzo de descompresión se paga a cambio de una pequeña disminución en el tiempo de I/O. Además, la transferencia de datos sobre una red local cuesta aproximadamente lo mismo que la transferencia al disco, por lo cual ésta se ve favorecida con la compresión. Este panorama ha promovido varias líneas de investigación las cuales tienen en cuenta estas arquitecturas: las **estructuras de datos compactas** con distintas variantes (las *sucintas* y las *comprimidas*) y las **estructuras de datos con I/O eficiente**.

Nuestro objetivo es contribuir a estas líneas de

investigación, diseñando estructuras de datos más eficientes para memorias jerárquicas, haciendo uso de la compacticidad o la I/O eficiente. Particularmente nos centraremos en las estructuras de datos capaces de manipular los siguientes tipos de datos: secuencias, textos, árboles, grafos, y espacios métricos, entre otros, y en estudiar los problemas desde ambos puntos de vista teórico y empírico. Además de diseñar estructuras de datos estáticas, planeamos investigar otros aspectos tales como la construcción eficiente (en espacio o en términos de la I/O), el dinamismo (es decir actualizaciones eficientes) y operaciones de búsqueda complejas (más allá de las básicas soportadas por las estructuras de datos).

2. Estructuras de Datos Compactas

Las estructuras de datos *compactas*, son variantes de sus contrapartes clásicas funcionando en espacio reducido y se pueden dividir en dos grupos: *sucintas* y *comprimidas*. Una estructura de datos se denomina *sucinta* si necesita espacio asintóticamente despreciable sobre los datos en bruto. Una estructura de datos se dice *comprimida* cuando toma espacio proporcional al de la secuencia comprimida (donde hay una cierta libertad para elegir un método razonable de compresión). Una medida popular de compresibilidad de secuencias es la entropía de orden k -ésimo (H_k), según lo definido por Manzini [10], que mide la complejidad del espacio para cada secuencia individual, sin ninguna suposición sobre la entrada. La medida H_k es un límite inferior para el número de bits de salida cuando se com-

*Este trabajo ha sido financiado parcialmente por el Núcleo Milenio Centro de Investigación de la Web, Proyecto P04-067-F, Mideplan, Chile (último autor).

prime S con cualquier compresor que codifique cada símbolo de la entrada que dependa solamente de los k símbolos precedentes. Esto abarca los estándares populares tales como PPM, la familia de Lempel-Ziv (gzip, zip, arj, winzip, etc.) y compresores basados en Burrows-Wheeler (bzip2).

Sea s el alfabeto de una secuencia de símbolos S , $n(i)$ el número de ocurrencias del i -ésimo símbolo, y n la longitud de S . Entonces $H_0(S) = \sum(n(i) \log(n/n(i)))$. Sea w una secuencia de longitud k y $w(S)$ la subsecuencia de símbolos de S que siguen a w , entonces $H_k(S) = 1/n \sum(|w| H_0(w))$ sobre todos los posibles w . Esta medida es popular también en las estructuras de datos comprimidas por ejemplo existen índices comprimidos que codifican un texto T de n símbolos sobre un alfabeto s usando espacio de $H_k(T) + o(n \log s)$ bits y además pueden buscar eficientemente patrones en el texto. Observar que la codificación llana del texto toma $n \log s$ bits. La idea de las estructuras de datos compactas, a diferencia de la compresión pura, es la capacidad de manipular los datos en forma comprimida, sin tener que descomprimirlos primero. En la actualidad las estructuras de datos compactas pueden manipular secuencias de bits o de símbolos generales; árboles, grafos, colecciones de texto, permutaciones y mapping, sumas parciales, búsqueda por rango, y así sucesivamente.

Si consideramos la complejidad de las operaciones de I/O en el modelo más simple, asumimos que los datos están almacenados en bloques de disco y los bloques se acceden como unidades atómicas: el costo de I/O es el número de bloques accedidos durante un cómputo. Esto abstrae las características esenciales de la tecnología de memoria secundaria actual, aún desatendiendo datos más precisos tales como los accesos secuenciales. Esta simplificación se debe al interés de tener un modelo más fácil de analizar, y porque en la práctica es difícil controlar dónde se ubican los bloques realmente en disco.

3. Búsqueda en Texto con Estructuras Comprimidas

El problema de la *búsqueda aproximada de un patrón en el texto* puede verse como: dado un texto $T = T[1, n]$ y un patrón $P = P[1, m]$ en el alfabeto Σ (con $m \ll n$) y un entero k , se desea encontrar todas las posiciones i en el texto tal que una ocurrencia aproximada de P , con a lo más k diferencias termine en i . La diferencia entre dos strings α y β

es medida con la *distancia de edición* d ; $d(\alpha, \beta)$ es el mínimo número de *operaciones de edición* (inserciones, eliminaciones y/o sustituciones de caracteres) que se deben realizar para convertir β en α . La búsqueda aproximada de patrones tiene aplicaciones tales como la recuperación de texto, biología computacional, comunicaciones de datos y data mining, entre otras.

Filtración con q -gramas. La solución básica al problema de búsqueda aproximada de patrones se basa en la *programación dinámica* [9, 14], que tiene una complejidad de $O(kn)$ tiempo lo cual es lento para textos grandes. Se puede mejorar introduciendo algún esquema de *filtración* para extraer las áreas del texto con potenciales coincidencias.

Potenciales coincidencias aproximadas pueden ser reconocidas por la distribución de los caracteres [6], localizando bloques de coincidencias del patrón en el texto [17], recuperando substrings de coincidencia maximal del patrón en el texto [3, 15], o aún aplicando la idea de Boyer-Moore de búsqueda exacta de un patrón [1] a la búsqueda aproximada de un patrón [13]. Una familia muy popular de esquemas de filtración, llamada la *q -familia*, establece la condición de filtración en términos de *q -gramas*. Por *q -grama* nos referiremos a cualquier (sub)string de q caracteres. Una coincidencia aproximada se parece al patrón original, además cualquier coincidencia aproximada debe contener al menos algún *q -grama* común con el patrón buscado. De esta forma, la aplicabilidad de los *q -gramas* en una condición de filtración es intuitivamente clara.

Cada miembro de la *q -familia* se basa en su condición de filtración característica, aunque todos ellos deben encontrar en el texto *q -gramas* que coincidan con los *q -gramas* del patrón, esto se puede realizar de dos maneras: *dinámica* que escanea el texto en tiempo lineal, y *estática* que utiliza un *índice de q -gramas*. La propuesta estática es superior cuando el mismo índice puede usarse varias veces.

Implementación de índices de q -gramas. Hay distintas implementaciones para índices de *q -gramas* para los métodos estáticos. La básica es un arreglo de punteros de tamaño $|\Sigma|^q$. Cada posición del arreglo referencia a la lista de ocurrencias del correspondiente *q -grama* en el texto. El índice puede construirse en tiempo $O(n + |\Sigma|^q)$ [7], aunque puede resultar en índices inútilmente grandes. Una mejora a este esquema de indexación es reducir el tamaño del arreglo de punteros por medio de un hashing, llevando el tamaño y el tiempo de construcción a $O(n)$ sin

una demora significativa en las búsquedas.

Otra solución usa una estructura de trie. Los q -gramas del texto son almacenados en un trie, en el que cada hoja contiene la lista de ocurrencias del correspondiente q -grama en el texto. El trie puede construirse en tiempo $O(n)$ si se usa un algoritmo similar al de la creación del árbol de sufijos [16].

Las implementaciones anteriores encuentran todas las ocurrencias de un q -grama dado en tiempo óptimo de $O(q+l)$, donde l es el número de ocurrencias encontradas. Pero todas ellas sufren el mismo inconveniente: el tamaño del índice se vuelve impráctico al crecer la longitud del texto, porque el espacio utilizado es al menos lineal. Actualmente ambas estructuras pueden implementarse en $O(M)$ espacio, donde M es el número de q -gramas distintos del texto; y se requiere $O(n)$ espacio para las listas de ocurrencias.

Un índice que usa compresión. En este índice *Lempel-Ziv* (LZ) para q -gramas las listas de ocurrencias se reemplazan con una estructura de datos más compacta. La estructura (hashing o trie) para los distintos q -gramas, ahora llamada *índice primario*, es aún necesaria para proveer un punto de comienzo para las búsquedas.

La representación compacta de las listas de ocurrencias toma ventaja de las *repeticiones* en el texto. La primera ocurrencia del string será llamada *definición* y las siguientes se llamarán *frases*. Luego, cada ocurrencia de un q -grama es o el primero de su clase o parte de alguna frase. La primera ocurrencia se almacenará en el índice primario y las demás serán encontradas usando la información sobre repeticiones.

El índice LZ encontrará todas las ocurrencias de un q -grama dado en tiempo $O(q+l)$, el mismo utilizado por los índices de q -gramas tradicionales. El tamaño es $O(M+N)$, siendo M el número de q -gramas distintos en el texto y N el de repeticiones necesarias para cubrir todos los q -gramas (salvo la primera ocurrencia de cada q -grama distinto). $M+N$ es a lo sumo n , pero puede ser mucho menor.

4. Optimización de Estructuras

Existen numerosas estructuras para búsquedas por similitud en espacios métricos, pero sólo unas pocas trabajan eficientemente en espacios de alta o mediana dimensión, y la mayoría no admiten dinamismo, ni están diseñadas para trabajar sobre grandes volúmenes de datos; es decir, en memoria secundaria. Por lo tanto, estudiamos distintas maneras de

optimizar algunas de las estructuras que han mostrado buen desempeño, con el fin de optimizarlas teniendo en cuenta la jerarquía de memorias.

4.1. SATD

Hemos desarrollado una estructura para búsqueda por similitud en espacios métricos llamado *Árbol de Aproximación Espacial Dinámico* (SATD) [12] que permite realizar inserciones y eliminaciones, manteniendo un buen desempeño en las búsquedas. Muy pocos índices para espacios métricos son completamente dinámicos. Esta estructura se basa en el *Árbol de Aproximación Espacial* [11], el cual había mostrado un muy buen desempeño en espacios de mediana a alta dimensión, pero era completamente estático.

El SAT está definido recursivamente; la propiedad que cumple la raíz a (y a su vez cada uno de los nodos) es que los hijos están más cerca de la raíz que de cualquier otro punto de S . La construcción del árbol se hace también de manera recursiva. De la definición se observa que se necesitan de antemano todos los elementos para la construcción y que queda completamente determinado al elegirle una raíz, lo cual en el SAT original se realizaba al azar.

4.1.1. Elección de la raíz en el SATD

El SATD se construye incrementalmente, tomando como raíz el primer elemento insertado. Sin embargo, ya hemos visto que se obtienen mejores resultados en las búsquedas si se elige la raíz con más información sobre el espacio métrico considerado. Luego, pensamos adaptar los distintos métodos de selección de raíz que mostraron buen desempeño en el SAT, y estudiar su comportamiento en la versión dinámica. En este caso deberíamos demorar la selección de la raíz hasta conocer un razonable número de objetos de la base de datos, pero sin perder el dinamismo.

Esperamos con esto que, tal como sucedió en el SAT, logremos brindar una estructura dinámica más eficiente en las búsquedas gracias a tener una mejor raíz para el árbol.

4.1.2. Actualización de SATD

Para el desarrollo del SATD [12] se han estudiado distintas maneras de realizar incorporaciones de nuevos elementos sobre el árbol, pero se optó por un método que inserta un nuevo elemento en un punto

determinado del árbol, manteniendo la aridad acotada. Gracias a esos trabajos, quedó demostrado que existen otros posibles puntos de inserción válidos, aunque no se analizó cuál de ellos sería el mejor.

Por lo tanto, tiene sentido considerar si los otros puntos posibles de inserción para un elemento consiguen mejorar aún más los costos de búsqueda. Así, como resultado se espera brindar una estructura que mejore el comportamiento durante las búsquedas gracias a elegir adecuadamente los puntos de inserción de los nuevos elementos.

4.1.3. SATD con Clustering

El SATD es una estructura que realiza la partición del espacio considerando la proximidad espacial; pero, si el árbol agrupara los elementos que se encuentran muy cercanos entre sí, lograría mejorar las búsquedas al evitar recorrerlo para alcanzarlos.

Podemos pensar entonces que construimos un SATD, en el que cada nodo representa un grupo de elementos muy cercanos (“clusters”) y relacionamos los clusters por su proximidad en el espacio. La idea sería que en cada nodo se mantenga el centro del cluster correspondiente, y se almacenen los k elementos más cercanos a él; cualquier elemento a mayor distancia del centro que los k elementos, pasaría a formar parte de otro nodo en el árbol.

Esperamos así obtener una estructura más adecuada a espacios en los que se sabe de antemano que pueden existir “clusters” de elementos, aprovechándonos de la existencia de los mismos para mejorar las búsquedas, lo que también nos podría permitir mejorar su alojamiento en memoria secundaria.

4.1.4. SATD en Memoria Secundaria

Hemos desarrollado una versión del SATD que funciona adecuadamente en memoria secundaria y actualmente estamos evaluando su desempeño en las búsquedas y su dinamismo, comparándolo contra otras estructuras que poseen estas propiedades.

Así, eligiendo la estructura más apta, sería posible pensar en extender apropiadamente el álgebra relacional y diseñar soluciones eficientes para los nuevos operadores, teniendo en cuenta aspectos no sólo de memoria secundaria, sino también de concurrencia, confiabilidad, etc. Algunos ejemplos de las operaciones que podrían ser de interés resolver son: join espacial, operaciones de conjuntos y otras operaciones de interés en bases de datos espaciales tales como los operadores topológicos. Algunos de

estos problemas ya poseen solución en las bases de datos espaciales, pero no en el ámbito de los espacios métricos.

En este caso no sólo se busca minimizar la cantidad de cálculos de la función de distancia, sino también la cantidad de operaciones de E/S, lo que permitiría utilizarla en aplicaciones reales, tales como búsquedas en la web.

5. Dimension Intrínseca

En los espacios de vectores, la “maldición de la dimensionalidad” describe el fenómeno por el cual el desempeño de todos los algoritmos existentes se deteriora exponencialmente con la dimensión. En espacios métricos generales la complejidad se mide como el número de cálculos de distancias realizados, pero la ausencia de coordenadas no permite analizar la complejidad en términos de la dimensión.

En los espacios vectoriales existe una clara relación entre la dimensión (*intrínseca*) del espacio y la dificultad de buscar. Se habla de “intrínseca”, como opuesta a “representacional”. Los algoritmos más ingeniosos se comportan más de acuerdo a la dimensión intrínseca que a la representacional. Hay varios intentos de medir la dimensión intrínseca en espacios de vectores, como la transformada de *Karhunen-Loève (KL)* y otras más fáciles de computar; medidas tales como *Fastmap* [5]. Otro intento útil para medir la dimensión intrínseca, de espacios de vectores no uniformemente distribuidos, es la *dimensión fractal* [2].

Existen sólo unas pocas propuestas diferentes sobre cómo estimar la dimensión intrínseca de un espacio métrico tales como el *exponente de la distancia* (basada en una ley de potencias empírica observada en muchos conjuntos de datos) [8], y la medida de dimensión intrínseca como una medida cuantitativa basada en el histograma de distancias [4]. Además, también parece posible adaptar algunos de los estimadores de distancia para espacios de vectores para aplicarlos a espacios métricos generales, como por ejemplo *Fastmap* y *dimensión fractal*.

En aplicaciones reales de búsqueda en espacios métricos, sería muy importante contar con un buen estimador de la dimensión intrínseca porque nos permitiría decidir el índice adecuado a utilizar en función de la dimensión del espacio. Además, tener una buena estimación de la dimensión nos permitiría, en algunas ocasiones, elegir la función de distancia de manera tal que se obtenga una menor dimensión.

6. Trabajos Futuros

Como trabajo futuro de esta línea de investigación se consideran varios aspectos relacionados al diseño de estructuras de datos que concientes de que existe una jerarquía de memorias, saquen el mejor partido de la misma haciéndolas eficientes tanto en espacio como en tiempo. Vamos a trabajar en particular con estructuras de datos compactas para textos y en optimización de estructuras de datos para espacios métricos.

Implementaremos un índice LZ para q -gramas y estudiaremos su comportamiento en comparación con los índices de q -gramas tradicionales. Además, consideraremos varias maneras de optimizar el SATD, una estructura de datos para espacios métricos, que ha mostrado ser competitiva por su desempeño en las búsquedas y que también es dinámica. Intentaremos mejorarlo adaptándolo más al espacio métrico particular considerado y también al nivel de la jerarquía de memorias en que se deba almacenar. Es importante destacar que estos estudios sobre espacios métricos y sobre el SATD nos permitirán no sólo mejorar el desempeño del SATD sino que también muchos de los resultados que obtengamos podrán eventualmente aplicarse a otras estructuras de datos para espacios métricos.

Referencias

- [1] Robert S. Boyer and J. Strother Moore. A fast string searching algorithm. *Commun. ACM*, 20(10):762–772, 1977.
- [2] Francesco Camastra. Data dimensionality estimation methods: a survey. *Pattern Recognition*, 36(12):2945–2954, 2003.
- [3] William I. Chang and Eugene L. Lawler. Sub-linear approximate string matching and biological applications. *Algorithmica*, 12(4/5):327–344, 1994.
- [4] E. Chávez and G. Navarro. Towards measuring the searching complexity of metric spaces. In *Proc. International Mexican Conference in Computer Science (ENC'01)*, volume II, pages 969–978, Aguascalientes, México, 2001. Sociedad Mexicana de Ciencias de la Computación.
- [5] Christos Faloutsos and King-Ip Lin. Fastmap: A fast algorithm for indexing, data-mining and visualization of traditional and multimedia datasets. In M. J. Carey and D. A. Schneider, editors, *Proceedings of the 1995 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, San Jose, California, May 22-25, 1995*, pages 163–174. ACM Press, 1995.
- [6] Roberto Grossi and Fabrizio Luccio. Simple and efficient string matching with k mismatches. *Inf. Process. Lett.*, 33(3):113–120, 1989.
- [7] Petteri Jökinen and Esko Ukkonen. Two algorithms for approximate string matching in static texts. In *MFCSS*, pages 240–248, 1991.
- [8] Caetano Traina Jr., Agma J. M. Traina, and Christos Faloutsos. Distance exponent: A new concept for selectivity estimation in metric trees. In *ICDE*, page 195, 2000.
- [9] Gad M. Landau and Uzi Vishkin. Fast string matching with k differences. *J. Comput. Syst. Sci.*, 37(1):63–78, 1988.
- [10] Giovanni Manzini. An analysis of the burrows-wheeler transform. *J. ACM*, 48(3):407–430, 2001.
- [11] G. Navarro. Searching in metric spaces by spatial approximation. *The Very Large Databases Journal (VLDBJ)*, 11(1):28–46, 2002.
- [12] G. Navarro and N. Reyes. Fully dynamic spatial approximation trees. In *Proceedings of the 9th International Symposium on String Processing and Information Retrieval (SPIRE 2002)*, LNCS 2476, pages 254–270. Springer, 2002.
- [13] Jorma Tarhio and Esko Ukkonen. Approximate boyer-moore string matching. *SIAM J. Comput.*, 22(2):243–260, 1993.
- [14] Esko Ukkonen. Finding approximate patterns in strings. *J. Algorithms*, 6(1):132–137, 1985.
- [15] Esko Ukkonen. Approximate string matching with q -grams and maximal matches. *Theor. Comput. Sci.*, 92(1):191–211, 1992.
- [16] Esko Ukkonen. On-line construction of suffix trees. *Algorithmica*, 14(3):249–260, 1995.
- [17] Sun Wu and Udi Manber. Fast text searching allowing errors. *Commun. ACM*, 35(10):83–91, 1992.

Construcción de un modelo conceptual para gramáticas formales y máquinas abstractas con ontologías usando Protégé

Marina Elizabeth Cardenas (angelaesmeralda@gmail.com)

Marcelo Martín Marciszack (marciszack@gmail.com)

Julio Javier Castillo (jotacastillo@gmail.com)

Juan Carlos Vázquez (jcjvazquez@gmail.com)

Dpto. de Ing. En Sistemas de Información
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba
Maestro M. López esq. Cruz Roja Argentina, Córdoba - Argentina

Abstract

El presente trabajo describe el desarrollo de un modelo de representación conceptual de un dominio específico, en este caso teoría de gramáticas formales y máquinas abstractas, a través del modelado ontológico, una reciente rama de la inteligencia artificial.

Este desarrollo es parte de un proyecto que nos permitirá comparar entre sí las diferentes metodologías y herramientas que suelen utilizarse en la etapa de relevamiento de requerimientos del proceso de desarrollo de software, y por otro lado, permitirá establecer el grado de correspondencia entre la conceptualización de las Máquinas y Gramáticas, ya que al existir un isomorfismo entre ambos dominios, éste debería continuar en los esquemas conceptuales resultantes de la aplicación de cada una de las metodologías comparadas.

Palabras claves: Ontología, maquinas abstractas, gramáticas formales, modelo conceptual, captura de requerimientos, Protégé 2000.

Introducción

Una ontología es un sistema de representación del conocimiento acerca de un dominio o ámbito específico, con el fin de obtener una representación formal de los conceptos que contiene y de las relaciones que existen entre dichos conceptos.

Además, una ontología se construye en relación a un contexto de utilización especificando una conceptualización, por lo que cada ontología incorpora un punto de vista. Todas las conceptualizaciones (definiciones, categorizaciones, jerarquías, propiedades, herencia, etc.) de una ontología pueden ser procesables e interpretadas por una computadora o un ser humano.

Un concepto muy asociado a este sistema de representación es la Web Semántica, la cual tiene como objetivo principal la creación de un medio universal para el intercambio de información basado en representaciones del significado de los recursos que se encuentran en la Web, de una manera inteligible para las máquinas. Para que esto pueda llevarse a cabo, se necesita que el conocimiento de la web esté representado de forma que sea legible por las computadoras, esté consensuado, y sea reutilizable y es por ello que las ontologías proporcionan la vía para representarlo.

Para el diseño del modelo ontológico se establece como dominios a modelar las Gramáticas Formales y Máquinas Abstractas. La elección de estos dominios tiene un doble propósito: por un lado nos permitirá comparar entre sí las diferentes metodologías y herramientas de la etapa de relevamiento de requerimientos del proceso de desarrollo de software y por otro lado, permitirá establecer el grado de correspondencia entre la conceptualización de las Máquinas y Gramáticas, ya que al existir un isomorfismo entre

ambos dominios, éste debería continuar en los esquemas conceptuales resultantes de la aplicación de cada una de las metodologías comparadas.

Elementos de las ontologías

Las ontologías proporcionan un vocabulario común de un área y definen, a diferentes niveles de formalismo, el significado de los términos y relaciones entre ellos.

El conocimiento en ontologías se formaliza principalmente usando cinco tipos de componentes: *conceptos*, *relaciones*, *funciones*, *axiomas* e *instancias*.

Los *conceptos*, entidades o clases en la ontología se suelen organizar en taxonomías. Se suele usar tanto el término clases como conceptos. Un concepto puede ser algo sobre lo que se dice algo y, por lo tanto, también podría ser la descripción de una tarea, función, acción, estrategia, proceso de razonamiento, etc.

Las *relaciones* representan un tipo de interacción entre los conceptos del dominio. Como ejemplos clásicos de relaciones binarias podemos mencionar: “subclase de” y “conectado a”.

Las *funciones* son un tipo especial de relaciones en las que el n-ésimo elemento de la relación es único para los “n-1” precedentes.

Los *axiomas* son expresiones que son siempre ciertas. Pueden ser incluidas en una ontología con muchos propósitos, tales como definir el significado de los componentes ontológicos, definir restricciones complejas sobre los valores de los atributos, argumentos de relaciones, etc. verificando la corrección de la información especificada en la ontología o deduciendo nueva información.

Las *instancias* se usan para representar elementos específicos de la ontología.

Herramienta de modelado de ontologías: Protégé

Las ontologías requieren de un lenguaje lógico y formal para ser expresadas.

En la inteligencia artificial se han desarrollado numerosos lenguajes para este fin, algunos basados en la lógica de predicados y otros basados en frames (taxonomías de clases y atributos), que tienen un mayor poder expresivo, pero menor poder de inferencia; e incluso existen lenguajes orientados al razonamiento.

Todos estos lenguajes han servido para desarrollar otros lenguajes aplicables a la Web. Es por ello que para el desarrollo de este proyecto se ha optado por utilizar la herramienta Protégé que implementa el lenguaje OWL (Ontology Web Language) para el modelado de ontologías basadas en Frames. La misma ha sido desarrollada por la Universidad de Stanford y se utiliza para el desarrollo de Ontologías y Sistemas basados en el conocimiento por medio de una interfaz de usuario que facilita la creación de estructuras de frames con clases, slots e instancias de una forma integrada.

Protégé permite:

- Modelar una ontología de las clases que describen un tema particular.
- Creación de una herramienta de adquisición de conocimiento para recoger conocimiento.
- Entrar en casos específicos de datos y de la creación de una base de conocimiento.
- La ejecución de usos.

Metodología

Debido a la existencia de diversas metodologías de desarrollo de ontologías, se ha optado por la descrita en “*Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*” (por sus autores N. F. Noy y D. L. McGuinness) ya que se adapta mejor a los requerimientos de modelado, desde el punto de vista de la simplicidad y completitud de la misma.

Antes de proceder a la explicación de dicha metodología, es preciso definir una serie de reglas que ayudarán a tomar decisiones de diseño y modelado:

1. *No existe una forma correcta y única de modelar un dominio*, es por ello que la mejor solución casi siempre depende de la aplicación que se le dará a la ontología una vez modelada.

2. *El desarrollo de ontologías es un proceso necesariamente iterativo*. La ontología inicial evoluciona y se refina a través de las sucesivas iteraciones.

3. *Los conceptos en la ontología deben ser cercanos a los objetos (ya sean físicos o lógicos) y relaciones en el dominio de interés*.

Tomando como base lo dicho anteriormente, a continuación se explicará la metodología adoptada para realizar el modelado de la ontología:

Paso 1. *Determinar el dominio y alcance de la ontología.*

Este paso ayuda a determinar el alcance del modelo, definiendo el ámbito de aplicación de la ontología con respecto a su dominio específico. Para ello se requiere la formulación de preguntas de competencia que ayudarán a limitar el alcance. Estas preguntas servirán después como prueba de control de calidad: ¿La ontología contiene suficiente información para responder esos tipos de preguntas? ¿Las respuestas requieren un nivel particular de detalle o representación de un área particular? Las preguntas de competencia son solamente un bosquejo y no necesitan ser exhaustivas.

Paso 2. *Considerar la reutilización de ontologías existentes.*

Reusar ontologías existentes puede ser un requerimiento si nuestro sistema necesita interactuar con otras aplicaciones que ya se han dedicado a ontologías particulares o vocabularios controlados. Muchas ontologías ya están disponibles en forma electrónica y pueden ser importadas dentro un entorno de desarrollo de ontologías.

Paso 3. *Enumerar términos importantes para la ontología*

En este paso es necesario escribir una lista con todos los términos que potencialmente servirán para el modelo de la ontología, estos términos son extraídos de la descripción del dominio de aplicación.

Paso 4. *Definir las clases y la jerarquía de clases.*

Hay varios posibles enfoques para desarrollar una jerarquía de clases:

- *Un proceso de desarrollo top-down* comienza con la definición de los conceptos mas generales en el dominio la subsecuente especialización de los conceptos.

- *Un proceso de desarrollo bottom-up* comienza con la definición de las clases mas específicas, las hojas de la jerarquía, con el subsecuente agrupamiento de esas clases en conceptos mas generales.

- *Un proceso de desarrollo combinado* es el resultado de una combinación de los enfoques top-down y bottom-up: primero definimos los conceptos más sobresalientes y luego los generalizamos y especializamos apropiadamente.

Ninguno de esos tres métodos es inherentemente mejor que cualquiera de los otros. El enfoque a tomar depende fuertemente de la visión personal del dominio.

Paso 5. *Definir las propiedades de las clases: slots.*

Las clases aisladas no proveerán suficiente información para responder las preguntas de competencia del Paso 1. Una vez que hemos definido algunas de las clases, debemos describir la estructura interna de los conceptos.

Ya hemos seleccionado clases de la lista de términos creada en el Paso 3. La mayoría de los términos restantes son muy probablemente propiedades de esas clases.

En general, hay varios tipos de propiedades de objeto que pueden llegar a ser slots en una ontología:

- Propiedades “intrínsecas”.
- Propiedades “extrínsecas”.
- partes, si el objeto es estructurado; pueden ser “partes” físicas y abstractas.
- relaciones con otros individuos; éstas son las relaciones entre miembros individuales de una clase y otros ítems.

Paso 6. *Definir las facetas de los slots.*

Los slots pueden tener diferentes facetas que describen el tipo de valor, valores admitidos, el número de los valores (cardinalidad), y otras características de los valores que los slots pueden tomar.

Paso 7. *Crear instancias.*

El último paso consiste en crear instancias individuales de clases en la jerarquía. La definición de una instancia individual de una clase requiere (1) elegir una clase, (2) crear una instancia individual de la clase y (3) rellenar los valores del slot.

Resultados

Debido a que las gramáticas proporcionan las reglas utilizadas en la generación de las cadenas de los lenguajes, es inmediata la relación entre estas gramáticas y las Maquinas Abstractas capaces de aceptarlos. Es así que los lenguajes son el puente que vincula gramáticas y maquinas. En el modelo ontológico obtenido a partir de la metodología anterior, se puede observar que se ha representado este tipo de relaciones con el objetivo de determinar el isomorfismo entre los conceptos mencionados anteriormente.

Utilizando Protégé 2000 para el modelado de la ontología diseñada en el presente trabajo, se procedió a la construcción de la jerarquía de clases conceptuales vinculadas al dominio.

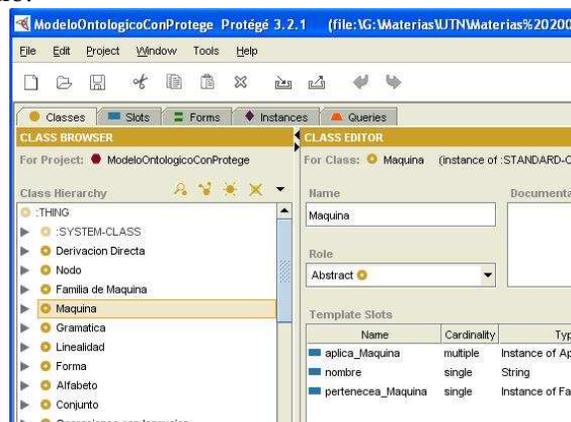


Figura 1. Modelo de clases en Protégé 2000

Subsecuentemente se incorporaron los Slots a las clases conjuntamente con las facetas asociadas a cada uno. Las relaciones jerárquicas de herencia se pueden visualizar al hacer clic sobre una clase Padre (o también llamadas clases base).

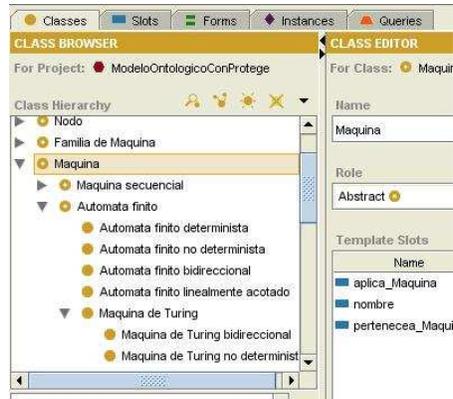


Figura 2. Taxonomía de clases en Protégé

Aquellas relaciones que no son de herencia entre los conceptos, son representadas a través de slots del tipo Instance, en el cual se define en su faceta, el tipo de clase con la cual se relaciona. Una vez que se realizó la carga del modelo completo, se crearon nuevas instancias para algunas clases con el objeto de efectuar pruebas. Entre las instancias que se crearon, corresponden a la clase Aplicación la cual representa las aplicaciones que tienen las Maquinas Abstractas en diferentes áreas.

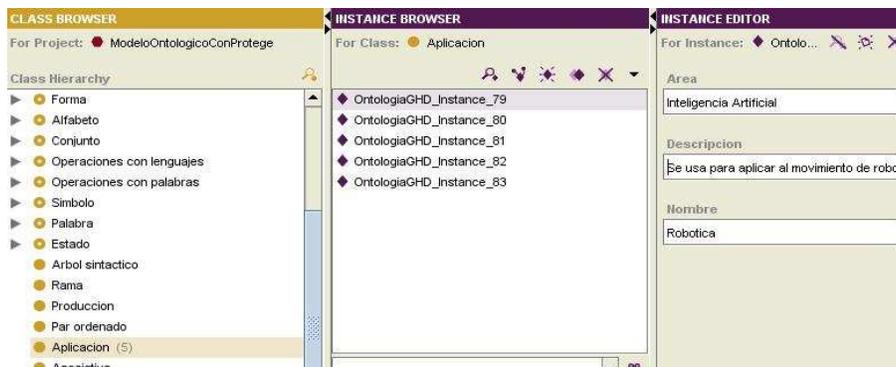


Figura 3. Creación de Instancias con Protégé 2000

Se puede observar en la figura que la instancia OntologiaGHD_Instance_79 seleccionada en el Instance Browser corresponde a la clase Aplicacion, seleccionada en el Class Browser. En el Instance Editor se puede observar los campos que solicitan el ingreso de los datos para cada slot identificado con su nombre.

Una vez que se finalizó con la carga de instancias, se efectuó una prueba para evaluar la respuesta del modelo ontológico, para ello se ingresó una consulta en la pestaña de la ventana principal llamada Queries.

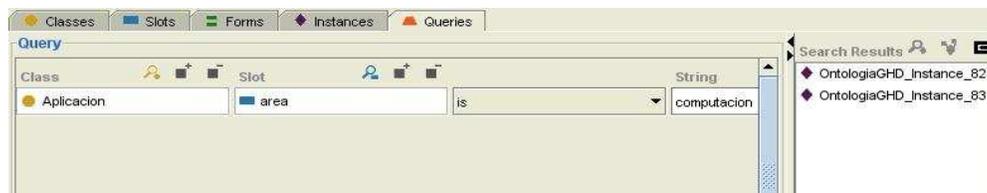


Figura 4. Creación de Queries con Protégé 2000

La consulta se puede visualizar en la figura anterior, y su resultado exitoso aparece en el borde derecho de la ventana. Se prevé en trabajos futuros, la utilización de programas razonadores de ontologías para poder inferir nuevo conocimiento a partir el modelo ontológico.

Conclusión y trabajos futuros

En base al modelo ontológico obtenido, se prevee la ampliación y profundización de los conceptos representados, continuando con el proceso iterativo que caracteriza a la metodología utilizada para su implementación. A partir de ello, se incorporará y refinará el dominio del problema que delimita el alcance de la ontología y se construirá un conjunto de queries de prueba del modelo ontológico para comprobar su performance. Una vez obtenido el modelo ontológico final, se procederá a compararlo con los obtenidos de otras metodologías y herramientas tales como las siguientes: LEL (Léxico Extendido del Lenguaje) , Escenarios y Tarjetas CRC, utilizando como herramienta de descripción al BMW (Baseline Mentor Workbench); casos de uso obtenidos a partir de la metodología RUP/UML (Rational Unified Process) con la utilización de Rational; y un modelo de objetos y diagramas de clase obtenido a partir de una definición Ad-hoc.

Referencias

- Introducción a Protégé. Universidad Politécnica de Valencia. 2003. http://personales.upv.es/ccarrasc/extdoc/p1_1_parte.pdf
- W3C. OWL Web Ontology Language. Overview. <http://www.w3.org/TR/owl-features/>
- OWL. Homepage: <http://www.hipertexto.info/documentos/owl.htm>
- Ontologías 2.Ontologías en acción. Protégé – OWL. Alberto Barrón Cedeño (2005)
Homepage: <http://theory.lcs.mit.edu/~rajsbaum/cursos/web/ontologias2.pdf>
- Tesis Doctoral. (2005) Un Entorno para la Extracción Incremental de Conocimiento desde Texto en Lenguaje Natural. Rafael Valencia García
- Noy, Natalya F., McGuinness, Deborah L.(2005). Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology. Stanford University, Stanford.

Componentes de Dominio para Sistemas de Información Ambiental
Urciuolo Adriana, Iturraspe Rodolfo, Moyano Ezequiel, Rosanigo Beatriz, Parson Ariel,
Villarreal Martín

urciuolo@tdfuego.com, iturraspe@tdfuego.com, brosanigo@infovia.com.ar, a-parson@infovia.com.ar, ezemoyano@infovia.com.ar, martinvillarreal@hotmail.com

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco – Sede Ushuaia, Darwin y Canga, (9410)
Ushuaia. TE/FAX: 430892. e-mail:

Resumen

Los sistemas de información ambiental (SIA) se caracterizan por su complejidad. Rozan una gran cantidad de subdominios diversos del conocimiento, que son generalmente heterogéneos, tanto técnica como semánticamente. Las particularidades que poseen estos tipos de sistemas, promueven que para construir componentes verdaderamente reusables en el dominio, se necesiten definir técnicas apropiadas para el análisis y representación de un dominio de tal complejidad. En los últimos años, el Desarrollo de software basado en componentes emergió como una importante solución al problema del desarrollo de sistemas grandes y complejos, razón por la cual en esta línea de investigación se analizan distintos aspectos de la aplicación de este enfoque en los sistemas del dominio de aplicaciones ambientales.

El Proyecto “Desarrollo de software basado en componentes para sistemas de información ambiental” aprobado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, se lleva adelante desde el año 2005 en la Sede Ushuaia, con el objeto de estudiar técnicas apropiadas para el desarrollo de componentes en un dominio caracterizado por la complejidad. El énfasis durante la presente etapa está centrado en el estudio y la obtención de Componentes del Dominio de aplicaciones ambientales.

Introducción

La complejidad es una característica esencial de diversos dominios de aplicaciones de software que ha motivado el estudio y desarrollo de diversos métodos y técnicas para su manejo y tratamiento (Urciuolo, 2004). La creciente necesidad de realizar sistemas complejos en cortos periodos de tiempo, a la vez que con menores esfuerzos tanto humanos como económicos, generó la idea de reutilizar diferentes componentes desarrollados con anterioridad, favoreciendo así el avance del Desarrollo de Software Basado en Componentes (Bertoa et al, 2002). De esta forma el desarrollo de software basado en componentes se ha convertido actualmente en uno de los mecanismos más efectivos para la construcción de grandes sistemas y aplicaciones de software, sobre todo de aquellos de gran complejidad (Brown, 2000).

Los sistemas de información ambiental (SIA) se caracterizan por su complejidad. Estos sistemas se relacionan con el manejo de los datos correspondientes a los distintos componentes interactuantes del ambiente: el suelo, el agua, el aire y las especies existentes (Günther, 1998). Su desarrollo involucra el análisis de diferentes dominios de conocimiento y el estudio de metodologías que faciliten la integración y distribución de la información. SIA son utilizados normalmente por organizaciones estatales responsables de la gestión de los recursos naturales y el medio ambiente, siendo en la actualidad reconocidos como básicos y fundamentales para la toma de decisión ambiental.

Es importante resaltar que los SIA implican más que simplemente el acceso y recuperación de datos. Es necesario realizar el procesamiento de la información, aplicando algoritmos de análisis y modelación a los datos existentes para llegar a adquirir el conocimiento deseado. Esta tarea de análisis abarca la necesidad de acceso a los datos, preprocesamiento de la información espacio-temporal recibida de distintas fuentes, aplicación de complejos algoritmos, distribución de la información resultante, etc. Tradicionalmente se forzaba la separación del modelo de datos y las facilidades de procesamiento brindadas por estos sistemas tales como: paquetes estadísticos, modelos de simulación, etc. En la actualidad, a los fines de brindar soluciones apropiadas a los

problemas expuestos, se requiere de enfoques flexibles que permitan encapsular los datos y procesos relacionados en unidades que provean un grado de modularidad e independencia apropiada para el dominio. Las particularidades que poseen estos tipos de sistemas, promueven que para construir componentes verdaderamente reusables en el dominio, se necesiten definir técnicas apropiadas para analizar y representar un dominio de tal complejidad.

El desarrollo de software basado en componentes constituye un paradigma que permite el desarrollo de sistemas complejos, ya que brindan soporte para la integración de partes de sistemas mayores facilitando una estructura de ensamblado adecuada.

Por *Desarrollo basado en componentes (DBC)* se entiende la construcción de familias de productos de software a partir de un kit de partes, con énfasis en la estandarización de las interfaces entre las mismas (Szyperski, 1998). En contraste con la integración tradicional de sistemas, los componentes se diseñan desde un comienzo para ensamblarse en una variedad de configuraciones.

Las arquitecturas de software basadas en componentes brindan el soporte para la integración de “partes” en sistemas mayores, facilitando la definición de una estructura de ensamblado adecuada (Bass et al, 1999). El empleo de esta técnica de desarrollo de software requiere por lo tanto de un cuidadoso modelado arquitectural y análisis, a los fines de asegurar reusabilidad y compatibilidad entre componentes interactuantes (Heineman, 2001).

Considerando lo expuesto, en el proyecto se planteó la realización del análisis y diseño arquitectural de Sistemas del dominio de aplicaciones ambientales utilizando un Proceso de desarrollo basado en componentes, con el fin de obtener componentes reusables y sus interacciones, los cuales a través de una plataforma conveniente de integración, puedan ser ensamblados para distintos tipos de aplicaciones del dominio. Se enfatiza el desarrollo de componentes a nivel conceptual. Se propone el estudio de distintos procesos de Desarrollo, a los fines de definir el más apropiado para este tipo de sistemas. Se utiliza el lenguaje UML para la especificación de componentes (Apperley, 2003), ya que si bien el mismo no constituye un lenguaje formal de especificación de componentes, resulta conveniente para el nivel conceptual y la generalidad del modelo que se quiere alcanzar. Si bien se utilizan casos de estudio correspondientes a los dominios de Manejo de Aguas y Clima, se propone una arquitectura que permitirá su utilización por otros dominios de conocimiento relativos a la gestión ambiental, facilitando la interrelación de los diversos componentes de estos sistemas.

La necesidad e inquietud por este Proyecto surgió durante el desarrollo del Proyecto “Modelo de Diseño para aplicaciones del Dominio de la Hidrología en el contexto de los Sistemas de Información Ambiental” (Fac. de Ingeniería UNPSJB, aval Secretaría de Ciencia y Técnica) que contó con la participación de casi todo el grupo de trabajo. Si bien a través de dicho proyecto se lograron como resultado microarquitecturas flexibles de diseño OO para problemas característicos de aplicaciones del dominio (Urciuolo et al, 2003, 2004), se vio claramente la necesidad de avanzar hacia el desarrollo de unidades independientes tales como los componentes que brindaran mayor flexibilidad y reuso para la construcción de sistemas del dominio de aplicaciones ambientales, así como la definición de una arquitectura basada en componentes para los mismos.

Temas de investigación y desarrollo

En el proyecto se propone en primer lugar, la realización de un análisis del dominio de aplicaciones ambientales, con especial énfasis en los sistemas propuestos como casos de estudio: Manejo de aguas y Clima, a los fines de definir en forma preliminar las principales características, entidades y funcionalidades comunes al mismo. Se trabaja con expertos del dominio, para obtener el conocimiento necesario y la validación continua de resultados. Se identifican y especifican componentes a nivel conceptual que brinden a través de interfaces claramente especificadas los servicios básicos y fundamentales correspondientes a los requerimientos referenciales expuestos para sistemas del dominio. Finalmente, se definirá una arquitectura de componentes para SIA, a través del análisis de la organización apropiada de los mismos para responder a los requerimientos

centrales definidos. Este modelo permitirá ser utilizado para la implementación de diferentes aplicaciones correspondientes a procesos característicos del dominio.

El grupo de investigación es multidisciplinario, por cuanto, si bien se consideran fundamentales las actividades relativas al análisis y diseño de sistemas, es necesario el aporte de expertos del dominio, a los fines obtener conocimiento del mismo. Es reconocido además en la actualidad, el avance de campos de estudio como los sistemas de información ambiental, en los cuales una de las premisas básicas de trabajo, es el aporte de las distintas disciplinas relacionadas.

Objetivo general

Desarrollar una arquitectura de software basada en componentes para Sistemas del dominio de aplicaciones ambientales, que facilite la integración de los diversos subdominios de conocimiento abarcados por estos sistemas.

Objetivos específicos:

- Analizar y definir un Proceso de Desarrollo basado en componentes apto para aplicaciones de los Dominios de conocimiento relativos a SIA.
- Definir funcionalidades comunes a distintos dominios de conocimiento en el contexto de los SIA, partiendo del análisis de los casos de estudio: calidad de aguas y clima.
- Identificar componentes conceptuales reusables correspondientes a las aplicaciones centrales del dominio.
- Definir y especificar componentes de dominio a nivel conceptual y sus interfaces, que faciliten la integración de los distintos dominios de conocimiento de SIA
- Definir un modelo de arquitectura general para el dominio basada en el ensamblado de los componentes especificados.
- Avanzar en el logro de uniformidad, consistencia y estándares de desarrollo en el análisis y diseño de los Sistemas de Información Ambiental (SIA), estudiando la factibilidad de extensión y adaptabilidad de la metodología de trabajo utilizada, a otros dominios de conocimiento correspondientes a estos Sistemas.
- Consolidar un grupo de investigación en el campo de técnicas avanzadas de computación aplicadas a los Sistemas de información ambiental.
- Transferir los resultados a organismos que, en la región, trabajan en la esfera del medio ambiente.

Para el logro de los objetivos del Proyecto, se utiliza la siguiente metodología:

1. Análisis y comparación de Procesos de Desarrollo de Software Basado en Componentes.

Se realizó el estudio de distintos procesos de desarrollo basados en componentes, en especial de los que utilizan técnicas de modelado UML con extensiones específicas para componentes como Catalysis (D'Souza, 1999), UML Components (Cheesmann et al, 2001), RUP (Booch et al, 1999) a los fines de definir adaptaciones y/o extensiones apropiadas de los mismos para Sistemas de Información Ambiental.

En función de los estudios y comparación de procesos realizados (Wallnau, 2000):

- Se definió el Proceso de Desarrollo UML Components como el más apropiado para la modelación de Sistemas ambientales.
- Se definió una nueva versión de este proceso de Desarrollo, adaptada a su aplicación en sistemas complejos, que incorpora técnicas de análisis de dominio, basadas en objetos y características (no contemplado en la versión original del mismo).

2. Análisis de los dominios específicos: Manejo de Aguas y Clima.

Se definieron las funcionalidades comunes de estas aplicaciones en forma conjunta con expertos del dominio, analizando el comportamiento de los diversos objetos del dominio identificados en trabajos anteriores.

Aguas: Se refinó y completó un Modelo de Dominio para aplicaciones de Manejo de Aguas, planteado en anteriores proyectos de Investigación y trabajos publicados por el grupo (Urciuolo et al, 2003, 2004). Para ello, los expertos del dominio integrantes del grupo de investigación realizaron el estudio de problemas ambientales vinculados al Manejo de este recurso (humedales como turberas, glaciares, etc.), cuyas conclusiones fueron presentadas a Congresos específicos en la materia por parte de dichos expertos. Se realizó un extenso análisis del dominio, sus componentes ambientales principales, los principales problemas a resolver en estas aplicaciones y el software existente.

Clima: Se trabajó en el estudio del Subdominio de aplicaciones de monitoreo ambiental, realizando el análisis del dominio y analizando extensiones de UML apropiadas para el mismo que permitieron posteriormente obtener un Perfil UML 2.0. Para ello se realizó el estudio de la versión 2.0 de UML, con énfasis en las nuevas posibilidades para el desarrollo de perfiles que se brindan y se definió un perfil que permite utilizar extensiones específicas de UML para el modelado de estos sistemas.

Se definió un Modelo de Dominio basado en características para las aplicaciones climáticas, a través del Trabajo de Tesis de grado de un integrante del grupo del Proyecto, quien utilizó estos sistemas como caso de estudio del trabajo de tesis.

Se estudiaron y aplicaron distintas técnicas de análisis de dominio, basadas en objetos y basadas en características, con el fin de realizar comparaciones y utilizar combinaciones de las mismas en el marco del Proceso de Desarrollo definido.

En síntesis, en el marco de los estudios realizados:

- Se completó y refinó un Modelo del Dominio basado en objetos existente para aplicaciones de manejo de aguas.
- Se definió un Modelo del dominio basado en objetos y en características para sistemas climáticos.
- Se definió un Perfil UML 2.0 para Sistemas de monitoreo ambiental.

3. Definición de Requerimientos y Arquitectura referencial para sistemas del dominio

Se definió el estilo arquitectural apropiado para la integración de componentes de estas aplicaciones, sobre la base de estilos de arquitecturas ya propuestos en trabajos publicados sobre el tema con anterioridad por el grupo del proyecto.

Los requerimientos de estas aplicaciones se identificaron en forma conjunta con los expertos del dominio, analizando las principales fuentes de conocimiento indicadas por los mismos en la Dirección de Recursos Hídricos de Tierra del Fuego.

Durante la etapa de Análisis de Requerimientos además, se definieron las funcionalidades centrales de estas aplicaciones, utilizando la técnica de Casos de Uso propuesta por el Proceso de Desarrollo UML Components, especificando aquellos que se consideran generales por proveer funcionalidades comunes a otros dominios de conocimiento de estos sistemas..

5. Definición de arquitectura de componentes para aplicaciones del dominio.

Se identificaron interfaces y componentes de dominio necesarios para brindar los servicios identificados en los subdominios analizados, especificando los mismos, así como la arquitectura inicial. N la etapa acual se determina cómo los componentes trabajarán juntos para proveer la funcionalidad deseada.

Una vez especificados los componentes, se procederá a analizar la organización estructural de los mismos, definiendo un modelo de arquitectura de nivel conceptual para el dominio, sobre la base de arquitecturas existentes definidas en anteriores proyectos que serán refinadas y adaptadas a los nuevos requerimientos analizados.

6. Estudio de factibilidad de utilización del modelo en otros dominios de conocimiento

Se trabajará específicamente analizando la utilidad de los componentes y arquitectura definidos, en otros subdominios del Dominio de aplicaciones ambientales y en la solución de problemas de integración de componentes que interactúan entre tales subdominios.

Formación de Recursos Humanos

En el marco de esta línea de investigación se han concluido dos tesis de grado de Licenciatura en Informática y se está formulando la propuesta para una nueva tesis de grado sobre Sistemas de Información Hídrica. Asimismo ha sido aprobada una propuesta de tesis de Doctorado en Ciencias Informáticas (UNLP) sobre Componentes de Dominio para aplicaciones ambientales.

Conclusiones y trabajos futuros

Se ha avanzado en el estudio de una arquitectura de software basada en componentes apropiada para el dominio de aplicaciones ambientales, sobre la base del estudio y comparación de procesos de desarrollo basados en componentes que permitan obtener componentes y arquitecturas de integración que representen las interacciones existentes en el dominio físico.

Se definió una adaptación del Proceso de Desarrollo UML Components para Sistemas complejos, que incorpora la ejecución de una etapa de análisis de dominio, mediante técnicas apropiadas para modelar sistemas complejos. Se ha definido un Perfil UML 2.0 para avanzar hacia un lenguaje de modelado específico para aplicaciones del dominio basado en adecuadas extensiones de UML.

Si bien ya han sido evaluadas algunas posibles arquitecturas para los requerimientos definidos, se continúa trabajando en la definición de una arquitectura de componentes conceptual adecuada para la integración de unidades interactuantes de diferentes subdominios relacionados.

Bibliografía

- Heineman & Council. *Component Based Software Engineering: Putting the Pieces Together*. Addison Wesley, 2001.
- Bertoa M., Troya J. y Vallecillo A. Aspectos de Calidad en el Desarrollo de Software Basado en Componentes. 2002
- Brown A., *Large Scale Component-based development*. Prentice Hall, 2000.
- Günther O., *Environmental Information Systems*. Springer-Verlag, Berlín, Germany, 1998
- Szyperski C. *Component Software. Beyond Object-Oriented Programming*. Addison-Wesley, 1998.
- Bass L., Kazman R. *Architecture-Based Development*. Technical Report CMU-SEI-99-TR-007, 1999.
- Urciuolo Adriana, Iturraspe Rodolfo, Villarreal Martín. “Microarquitecturas de Diseño OO para Sistemas de Modelación Hidrológica”. La Plata, Octubre de 2003. Publicado en *Proceedings del Congreso Argentino de Ciencias de la Computación 2003 – CACIC 03 (12 páginas)*.
- Urciuolo Adriana, Iturraspe Rodolfo. 2002. “Conceptual Patterns for Water Resources Information Systems”. Publicado en *Journal of Computer Science and Technology* Vol. 3 - No. 1 - April 2003 - ISSN: 1666-6038, Pages 20-26.
- Apperley, Hofman, Latchem *Service- and Component-based Development: Using the Select Perspective and UML* Addison Wesley, 2003
- Urciuolo, A., Iturraspe, R. and Parson, A., 2004. Conceptual microarchitectures for hydrologic simulation models. En: *CLEI Electronic Journal*, ISSN 0717-5000. Vol 7, 1, paper 6, 18pp, Jun 2004. Cecilia Bastarrica ed. <http://www.clei.cl>
- Tanaka S., Nishimura R., Olguín C., 2002 *The Use of the Catalysis Approach in the Construction of a Framework in a N-tier Architecture*. CLEI 2002
- D’Souza Desmond, 1999, *Objects, Components, and Frameworks with UML. The Catalysis Approach*. Addison-Wesley. <http://www.iconcomp.com>
- Cheesman J., Daniels J., *UML Components*. Addison Wesley, 2001
- Booch G., Jacobson I., Rumbaugh J. (1999). *The Unified Process Software Development*. Addison-Wesley Publications.
- Wallnau K. (2000) *Software Development Methodology Comparison (UML Components and Catalysis Approach)* CMU 17-652 Methods of Software Development

Pronósticos de Riego Presurizado para Cultivo de Olivo en Regiones Áridas

Carmona Fernanda Beatriz¹, Riba Alberto Eduardo², Alberto Jorge Sfeir³, Fernando Emmanuel Frati⁴

{fbcarmona, ariba, asfeir, fefrati}@undec.edu.ar

Universidad Nacional de Chilecito⁵

1- RESUMEN

Actualmente las parcelas de la región enfrentan problemas de naturaleza técnica como de gestión administrativa relacionada con el riego de los cultivos.

Una planificación y programación ordenada y ajustada de los riegos es un instrumento fundamental para el uso eficiente del agua, y se orienta detrás de la idea de suministrar en el momento oportuno la cantidad necesaria de agua al cultivo, para la obtención de rendimientos crecientes y estables.

En este trabajo se presenta una línea de investigación sobre sistemas expertos, teniendo como objetivo el mejoramiento de la capacidad de administración y planificación de los recursos hídricos destinados al riego, a través del ordenamiento de los datos existentes, la investigación de técnicas de análisis de patrones, y la implementación de eficientes sistemas de análisis de datos.

2- INTRODUCCIÓN

En muchas zonas de la república Argentina, entre ellas, vastas extensiones de la Provincia de La Rioja presentan tierras para cultivo, con un clima que genera escasa disponibilidad de agua de lluvia. Ello hace que los mismos sean clasificados como áridos ó semiáridos, según las regiones.

El aporte del agua a través de precipitaciones es inferior al consumo potencial por parte de los cultivos, por lo cual el agua es un factor determinante de la producción agrícola y básica en el reequilibrio de la relación suelo-agua-cultivo en todo el territorio. Particularmente, en el Departamento Chilecito el clima es árido y las precipitaciones medias anuales no superan los 200 milímetros (Rubi García, 2006).

La disponibilidad de agua superficial para riego también es escasa, motivo por el cual, la expansión del área de cultivo y el incremento y sostenimiento de los rendimientos, genera una demanda que se satisface a través de la extracción mecánica del agua subterránea

En la zona de estudio se da la característica de que hay una expansión de la actividad agrícola en los cultivos y explotaciones del olivo, la vid y el nogal; el agua subterránea extraída, es utilizada principalmente a través de la implementación del riego presurizado (por micro aspersión y por goteo) donde el momento y la cantidad del riego es un factor crítico en la toma de decisiones.

Actualmente las parcelas enfrentan problemas, de naturaleza técnica como de gestión administrativa, relacionados con el riego de los cultivos. Los métodos de cálculo de balance de agua en el suelo, permiten estimar los cambios en la disponibilidad de agua agrónomicamente útil, a través de mediciones y/ó estimaciones, considerando los aportes por lluvias y riego, el almacenamiento en el suelo, el consumo por parte de la planta, y las pérdidas e ineficiencias del sistema.

Una programación ordenada y ajustada de los riegos es un instrumento fundamental para el uso eficiente del agua, y se orienta detrás de la idea de suministrar en el momento oportuno la cantidad necesaria de agua al cultivo, para la obtención de rendimientos crecientes y estables.

¹ Ing. en Sistemas de Información. Profesor Titular. UNdeC

² Ing. en Sistemas de Información. Profesor Titular. UNdeC

³ Doctorando Ing. Agrónomo M. Sc. Profesor Titular. UNdeC -

⁴ Becario Doctoral de CONICET UNdeC

⁵ Calle 9 de Julio 22, (CP F5360CKB) Chilecito La Rioja República Argentina Tel. (03825) 422195 / 427220

www.undec.edu.ar

Vivimos en una época en que la información es la clave para obtener una ventaja competitiva. Para mantenerse en un entorno competitivo los responsables de la toma de decisiones requieren de un acceso rápido y fácil a información útil y valiosa. Los datos son la materia prima bruta, en el momento que el usuario les atribuye algún significado especial pasan a convertirse en información. Cuando los especialistas elaboran o encuentran un modelo, hacen que la interpretación de la información y ese modelo representen un valor agregado, entonces nos referimos al conocimiento.

Las aguas que se pueden emplear para riego, sean de origen superficial o subterráneo, a diferencia de la de lluvia contienen sales en solución. Mientras el agua de lluvia solo puede arrastrar partículas y gases desde la atmósfera, la de riego tiene una concentración total de sales y composición variable. Prever las posibles modificaciones en el sistema SUELO - AGUA - PLANTA es prioritario para la planificación y ejecución del riego.

Actualmente existe una alta demanda, por parte de las empresas agrícolas, de nuevas tecnologías, como es el caso de la informática y las comunicaciones, que les permitan disponer de herramientas para la automatización de los cálculos para determinar cuándo se ha de regar y en qué cantidad.

Estas empresas van a facilitar las tareas de investigación y desarrollo que se proponen, por cuando cuentan con la información necesaria, que incluye parámetros meteorológicos y agro meteorológicos de suelo.

3- ANTECEDENTES

Según la Food and Agriculture Organization (F.A.O.), el mundo requerirá de un importante aumento en la producción agrícola en las próximas décadas para cubrir las necesidades de alimentación de la población. FAO se manifiesta sobre la necesidad de usar inteligentemente el riego, ya que éste se convertirá en un elemento crucial para el abastecimiento de alimentos al mundo.

Según el último informe de FAO, documento titulado "Agricultura Mundial hacia los años 2015/2030", la población para el año 2030 será cercana a los 8.100 millones, en consecuencia la demanda de alimentos crecerá y deberá atenderse de dos formas:

Intensificando la explotación agrícola y aumentando los rendimientos agrícolas.

Ampliando la superficie agrícola,

Es necesario optimizar la eficiencia de uso de los recursos tecnológicos disponibles para lograr una productividad elevada y estable en el cultivo de olivo, en un marco de sustentabilidad.

"El uso del agua subterránea produjo grandes cambios en lo que se refiere a utilización de recursos. En primer lugar permitió la aplicación de métodos de riego modernos como la aspersión o el goteo. En segundo lugar el elevado costo del agua determinó la introducción de métodos de conducción que redujeron las pérdidas del sistema. Fueron también los altos costos de búsqueda y explotación del agua subterránea los que permitieron avanzar considerablemente en cuanto a optimizar el uso de la tierra, la aplicación del agua y la preparación del terreno. En las zonas áridas el factor limitante de primer orden es el agua disponible..." (SAGyP, 1995)

"La agricultura de riego, en comparación con la de secano, permite multiplicar notablemente el rendimiento de los cultivos y asegurar las cosechas al desligarlas de la influencia de las lluvias. Si bien los costos requeridos para habilitar una superficie al riego son generalmente elevados, en los países desarrollados la tasa anual de expansión de la superficie de cultivos regados, cuadruplica a la de los cultivos de secano" (SAGyP, 1995)

"Además de las importantes erogaciones iniciales el mantenimiento de un sistema de riego es también costoso y exige un manejo técnico muy ajustado para evitar las graves consecuencias que puede acarrear la incorrecta utilización del suelo y especialmente del agua de riego" (SAGyP, 1995)

El cálculo del balance hídrico es una herramienta fundamental para lograr una mayor eficiencia en el riego para ello se requiere de una serie de datos o mediciones, para determinar **cuando** y **cuanto** regar:

Reserva de agua útil en el suelo.

Necesidades de agua del cultivo según estado fenológico (Coeficiente del cultivo) y demanda de agua por evapotranspiración de referencia.

Limite mínimo de agua aceptable en el suelo, según el cultivo y el estado fenológico

Precipitación efectiva (mm de lluvia realmente infiltrados).

En cuanto a programas específicamente de gestión de riego podemos mencionar el SICODE (desarrollado en México) y el PACREG (desarrollado en Cataluña- España) ambos utilizan el método del balance hídrico para determinar cuando y cuanto regar.

El SICODE es un sistema de cómputo que integra de manera modular los siguientes programas: base de datos, sistema de información geográfica, simulación de balance de agua en el suelo (pronóstico del riego, apoyado en estaciones meteorológicas automatizadas), simulador biológico y sistema experto. Surgió con el fin solucionar diversos problemas tanto técnicos como de gestión administrativa (automatizar grandes volúmenes de información) en los distritos de riego en México para maximizar la producción por unidad de agua utilizada. Este software se basa en sistemas de riego de tipo gravitacional y esta orientado a la administración de consorcios de riego.

El PACREG define a la parcela como unidad de manejo del riego y permite al programa ajustarse a las diferentes situaciones que se puede encontrar el usuario.

4- OBJETIVO

Fortaleciendo el sistema de Gestión Hídrica en la producción olivícola de la región, a través del ordenamiento de los datos existentes, la investigación de técnicas de análisis de patrones, y la implementación de eficientes sistemas de análisis de datos, que permitan la programación y pronóstico de riegos a nivel de cada parcela, en base a datos históricos y actuales, relacionados con las necesidades hídricas de las plantas, las condiciones climáticas reinantes y las características del suelo.

5- RESULTADOS ESPERADOS

Diseño y desarrollo de un sistema experto que genere, en base a datos históricos y actuales, la programación y pronóstico de riegos a nivel de cada parcela.

Modelado de la estimación del balance de agua en el suelo a nivel de cada parcela.

Disminución de la incertidumbre en la estimación y cálculo del balance hídrico considerado, y que ello redunde en un incremento de la rentabilidad y la sustentabilidad de la producción del cultivo de olivo en regiones áridas en general y en Chilecito en particular.

6- ESTADO ACTUAL DEL PROYECTO

Se ha realizado el relevamiento necesidades y análisis de requerimientos.

Actualmente se está trabajando sobre el ordenamiento, depuración y conversión de datos históricos disponibles en diferentes formatos a un único modelo relacional, para el posterior diseño y desarrollo de un primer prototipo del sistema.

7- FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

De esta línea de investigación y desarrollo se espera obtener los temas de dos tesis de maestría y al menos una tesina de grado.

De los integrantes del equipo algunos de ellos son directores de tesinas de grado, dos se encuentran realizando su doctorado.

Este proyecto involucra a cuatro integrantes haciendo estudios de postgrado, y dos alumnos avanzados, y colaboradores externos pertenecientes a una empresa privada del medio (Ingenieros agrónomos).

8- BIBLIOGRAFÍA

- Informe de FAO, documento titulado "Agricultura Mundial hacia los años 2015/2030"
- Informe Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGYP 1995)
- Informe Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGYP 2002)
- Rubí García Alberto (2006) Carta de distribución geográfica de las lluvias en el noroeste de Argentina (Región NOA) INTA.
- María José Ramírez Quintana José Hernández Orallo. Extracción Automática de Conocimiento en Bases de Datos e Ingeniería del Software. España, 2003.
- Jaume SIÓ, Antonio GÁZQUEZ, Miquel PERPINYA (2000): PAGREG, un software para mejorar la gestión del agua del riego. IV Congreso del ICEA. Tarragona, pp. 31-36
- Sistema Computarizado para la Gestión del Agua en Sistemas de Riego por Gravedad en México - Martín D. Mundo Molina y Polioptro Martínez Austria - Ingeniería del agua · vol. 9 · n° 2 junio 2002
- Knowledge Discovery in Databases: An Overview -William J. Frawley, Gregory Piatetsky-Shapiro y Christopher J. Matheus AI Magazine, AAAI, 1992 [Artículo, 1992, 189KB]
- From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases - Usama Fayyad, Gregory Piatetsky-Shapiro, Padhraic Smyth AI Magazine, AAAI, 1996 [Artículo, 1996, 316KB]

Técnicas de clasificación aplicadas al estudio del rendimiento de ingresantes universitarios

Dapozo, Gladys; Porcel, Eduardo; López, María V., Greiner, Cristina
Departamento de Informática. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura
Universidad Nacional del Nordeste. 9 de Julio N° 1449. CP 3400. Corrientes. Argentina.
TE: (03783) 423126 - (03783) 473930 Fax
{*gndapozo, eporcel, mvlopez, cgreiner*}@*exa.unne.edu.ar*

CONTEXTO

Este trabajo forma parte de las actividades definidas en el marco del proyecto “PI005/06: Análisis de Factores que inciden en el Rendimiento Académico y Desgranamiento de Alumnos de Carreras de la FaCENA”, acreditado por la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE).

RESUMEN

Varios estudios han demostrado la incidencia de la formación en Matemática sobre el desempeño de los alumnos. Esta fortaleza resulta clave para el avance en las carreras que se ofrecen en la Facultad de Ciencias Exactas de la UNNE, dado que todas ellas tienen esta asignatura en el primer año. En este trabajo se propone realizar un estudio comparativo de técnicas de clasificación del campo de la minería de datos utilizando una herramienta de software libre. Se contrastará el rendimiento de las redes neuronales versus la aplicación de técnicas estadísticas convencionales. Se espera obtener resultados que permitan generar información útil para orientar políticas institucionales que contribuyan a mejorar los indicadores preocupantes de fracaso traducidos en deserción y bajo rendimiento de los alumnos del primer año de carreras universitarias.

Palabras clave: Minería de datos. Técnicas de clasificación. Herramienta de software libre. Rendimiento académico de alumnos universitarios.

INTRODUCCIÓN

La preocupación por el desempeño de los alumnos de primer año de carrera universitaria, que surge de los desfavorables indicadores de desgranamiento, abandono y rendimiento académico, ha llevado a las universidades del país a investigar sobre las causas que subyacen en esta problemática. La Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) no es ajena a esta situación. En este sentido, ha realizado varios estudios con el objeto de aportar información que contribuya a configurar un cuadro de situación al interior de la institución [1].

La Facultad de Ciencias Exactas de la UNNE, con una matrícula de más de 6.000 alumnos, no escapa a la realidad descrita anteriormente. En esta Facultad, el Grupo de investigación en Matemática Aplicada a la Investigación Educativa, ha venido realizando desde el año 2000, trabajos de investigación que se han publicado en distintas revistas científicas y presentado, entre otros congresos, en las Reuniones Científicas que cada año organiza la Universidad, y que pueden consultarse en su página Web (<http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/presentacion.php>).

Como subproyecto de este proyecto macro, se pretende abordar el análisis de los datos a través de diversas técnicas de minería de datos.

La minería de datos es un área de estudio científico con grandes expectativas para la comunidad investigadora, principalmente por las expectativas de transferencia a la sociedad. A pesar de la cantidad de publicaciones destacadas sobre la materia, queda por delante un campo fértil y prometedor con muchos retos en investigación [2].

Las técnicas que conforman el campo de la Minería de Datos buscan descubrir, en forma automática, el conocimiento contenido en la información almacenada en las bases de datos de las organizaciones. Por medio del análisis de datos, se pretende descubrir patrones, perfiles y tendencias. Es importante que estas técnicas sean las adecuadas al problema abordado. En este sentido, se pueden establecer dos grandes grupos de técnicas ó métodos analíticos: los métodos simbólicos y los métodos estadísticos [3].

Entre los métodos simbólicos se incluyen a las Redes Neuronales, Algoritmos Genéticos, Reglas de Asociación, Lógica Difusa, entre otros. Estos derivan del campo de la Inteligencia Artificial.

Los métodos estadísticos están constituidos por las técnicas del Análisis Multivariante de Datos, tales como Regresión Lineal Múltiple, Regresión No Lineal, Regresión Logística, Análisis Discriminante, Árboles de Regresión, entre otras. Las técnicas de esta categoría, de alguna manera, constituyen la piedra basal de la Minería de Datos [3].

El modelo de Regresión Logística es un método lineal que intenta modelizar la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno. La variable dependiente es categórica dicotómica o policotómica, a los efectos de facilitar la interpretación [3]. Esta técnica resulta adecuada cuando se pretende hacer una clasificación basada en las características de los datos. Una ventaja adicional de esta técnica es que no requiere la normalidad estricta de los datos. Además, muchos estudios han evidenciado otras características que hacen de la regresión logística una buena herramienta para la categorización [4].

Una red neuronal es un sistema informático reticular (de inspiración neuronal) que aprende de la experiencia mediante la auto-modificación de sus conexiones [5], [6].

Las redes neuronales son modelos computacionales inspirados en las características neurofisiológicas del cerebro humano y están formadas por un gran número de neuronas dispuestas en varias capas e interconectadas entre sí mediante conexiones con pesos. Una neurona sobre un conjunto de nodos N es una tripleta (X, f, Y) , donde X es un subconjunto de N , Y es un único nodo de N y f es una función neuronal que calcula un valor de salida para Y basado en una combinación

$$y = f\left(\sum_{x_i \in N} w_i x_i\right)$$

de los valores de los componentes de X , es decir $y = f\left(\sum_{x_i \in N} w_i x_i\right)$. Los pesos w_i pueden ser positivos o negativos, reproduciendo el carácter excitador o inhibitorio de la sinapsis de las neuronas. Las redes neuronales usan un proceso de aprendizaje por analogía donde los pesos de las conexiones son ajustados para reproducir un conjunto de datos representativo del problema a aprender. Las redes neuronales constituyen herramientas analíticas que permiten examinar los datos con el objeto de descubrir y modelar las relaciones funcionales existentes entre las variables. Pueden comportarse como técnicas de aproximación o de clasificación universales [7].

Como antecedentes de aplicación de la técnica de redes neuronales en el ámbito de educación pueden mencionarse los trabajos de González [8], Salgueiro et al [9], Borracci y Arribalzaga [10].

El papel del software libre (SL) en la universidad es un fenómeno cuyas dimensiones éticas y sociales pueden transformar el marco académico, haciéndolo más democrático, participativo y viable en términos de recursos. A nivel académico, el SL refleja mucho mejor los valores tradicionales de la investigación universitaria desde su propia definición de “libre”: libertad para analizar cómo trabaja un programa y adaptarlo a nuestras necesidades, libertad para mejorar un programa y compartir con otros las adaptaciones, beneficiando así a toda la comunidad [11]. En la línea del software libre, está disponible el software Weka (*Waikato Environment for Knowledge Analysis*) que se encuentra de manera gratuita en Internet y contiene múltiples algoritmos para la aplicación de técnicas supervisadas y no supervisadas [12]. Es un producto con mayor orientación a las técnicas provenientes de la Inteligencia Artificial (IA) y de fuerte impacto en el contexto académico [13].

Este trabajo tiene los siguientes objetivos:

- a) Realizar un estudio comparativo del rendimiento de redes neuronales, en concreto redes multicapa de propagación hacia atrás (perceptrón multicapa), con modelos estadísticos convencionales, tales como regresión logística, en problemas de clasificación de una variable cualitativa de dos categorías de clasificación.
- b) Analizar la eficiencia predictiva de estas técnicas aplicadas al estudio particular del rendimiento académico de alumnos del primer año de universidad.

METODOLOGIA

Para llevar a cabo este trabajo se requieren dos fases bien diferenciadas: la preparación de los datos y el análisis propiamente dicho.

La metodología dentro de la *fase de preparación* de los datos no está estandarizada, existen varias versiones según los autores. Para este trabajo se seleccionó la descrita en [14] que está compuesta por tres etapas principales, las cuales se dividen en otras subetapas de propósito específico:

Etapas 1. Selección y actualización de los datos

Se dispone de los datos de los alumnos provenientes del denominado Sistema de Ingreso de Alumnos de la UNNE. Este sistema incluye un formulario, en el cual los aspirantes a ingresar a la universidad hacen constar, además de sus datos de identificación personal, sus principales antecedentes sociodemográficos tales como edad, sexo, estado civil, lugar de procedencia y de residencia y sus antecedentes educacionales tales como tipo de título y de colegio de nivel medio del cual provienen, así como el nivel educativo alcanzado por los padres y el tipo de actividad económica y categoría ocupacional de los mismos.

Etapas 2. Preprocesado de Datos

- Integración de Datos: Los datos presentan formatos diferentes en los diferentes períodos de tiempo, debido a modificaciones del instrumento de recolección, de manera que deben ser sometidos a un proceso de integración y unificación de conceptos.
- Reconocimiento y Limpieza de Datos: El objetivo es reducir el ruido y las inconsistencias.

Etapas 3. Selección de Características

- Transformación de Datos: Implica la transformación del tipo de algunos atributos, en caso que fuera necesario, teniendo presente que convertir el tipo de un atributo a otro puede cambiar la semántica de dicho atributo.
- Reducción de Datos: Se eliminan características redundantes.

En la fase de *análisis*, se realizará la aplicación de las técnicas de clasificación.

Para la generación del modelo de datos se considerará la información de los años 2004 y 2005, cruzada con la información correspondiente al desempeño académico, que será tomada de los registros correspondientes a los informes de regularidad al finalizar el dictado de cada materia y de los registros correspondientes a los exámenes finales.

Todas las carreras de la FaCENA tienen en el primer cuatrimestre del primer año una materia con contenidos matemáticos (principalmente Álgebra), que es necesario regularizar para cursar materias del segundo cuatrimestre. Por tal motivo, el rendimiento académico se medirá mediante una variable dicotómica que toma el valor 1 (uno) si el alumno regularizó o aprobó dicha asignatura, durante el primer año de estudios, y 0 (cero) en caso contrario.

Se considerará para el análisis el modelo de datos utilizado en un estudio previo [15] en el cual se aplicó la técnica de regresión logística binaria, por pasos hacia adelante, con un nivel de significación $\alpha=0.05$. De este modelo resultaron relevantes las siguientes variables: año de ingreso, carrera, sexo, tenencia de mail, orientación vocacional recibida, nivel del título secundario,

dependencia del establecimiento, cobertura de obra social, y nivel educacional del padre y de la madre.

Utilizando el mismo conjunto de datos, se aplicará una red neuronal de tipo perceptrón multicapa con la arquitectura que resulte más adecuada a los fines propuestos.

Para el proceso de entrenamiento de la red se presentará un conjunto de patrones de entrada, constituido por las variables que definen el perfil académico de los alumnos mencionadas anteriormente, y su correspondiente valor de salida esperado. Se utilizará un algoritmo de aprendizaje supervisado, ajustándose los pesos de forma que al final de este proceso, una vez aprendida la relación, la red sea capaz de clasificar correctamente un nuevo patrón que se le presente, indicando si el alumno regularizará/aprobará o no Matemática durante el primer año de estudios.

Analizando los diferentes aspectos a considerar en una herramienta de minería de datos [16], a los efectos del propósito y las condiciones de este estudio se utilizará la herramienta *open source* WEKA. Se estudiarán las distintas técnicas disponibles en la herramienta seleccionada y se aplicarán aquellas que se consideren más apropiadas al problema en estudio.

LINEAS DE INVESTIGACIÓN/DESARROLLO

Las técnicas y metodologías empleadas en esta línea de investigación, están relacionados con los siguientes campos:

- Minería de datos – Técnicas de preproceso y de clasificación
- Metodologías basadas en software libre
- Integración de datos (datawarehouse)
- Análisis estadístico
- Educación. Causas de bajo rendimiento académico en estudiantes universitarios

RESULTADOS ESPERADOS/OBTENIDOS

En esta línea de trabajo se han obtenido los siguientes resultados:

- Se han aplicado técnicas de integración de datos con la metodología de datawarehouse para mantener actualizado un repositorio con toda la información sistematizada existente en la unidad académica respecto del desempeño de los alumnos [17].
- Se ha realizado un estudio sobre técnicas de preprocesamiento que permitirá contar con información confiable y de mayor completitud [18].
- Se obtuvieron resultados preliminares sobre el perfil socioeconómico de los alumnos y su relación con el desempeño académico en el primer año de las distintas carreras de la Facena, utilizando técnicas de estadísticas clásicas [15].

Como resultados esperados se pretende:

- Profundizar el estudio de las técnicas de minería de datos para la explotación de datos, en particular los estudios de predicción y clasificación.
- Obtener información precisa sobre la controversia planteada en relación a qué modelos (estadísticos o neuronales) son más eficientes en la solución de problemas de clasificación en este modelo de datos orientado al rendimiento académico.
- Contribuir a brindar más información para orientar decisiones o acciones concretas destinadas a mejorar los preocupantes índices de desgranamiento, abandono y bajo rendimiento de los alumnos en el primer año de universidad.

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

En esta línea de investigación se encuentra en curso el desarrollo del Trabajo Final de Aplicación de una alumna de la Licenciatura en Sistemas de Información de la UNNE.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Foio, Socorro. “El perfil socioeconómico de los ingresantes en la UNNE y su relación con la deserción en el primer año, la retención y el rendimiento académico” en http://www.unne.edu.ar/Web/estadistica/temainteres/Texto/Inf_Ingres/inf_ingres.htm visualizado el 14/02/2007.
- [2] Riquelme José, Ruiz Roberto, Gilbert karina, “Minería de Datos: Conceptos y Tendencias, <http://cabrillo.lsi.uned.es:8080/aepia/Uploads/29/308.pdf>
- [3] Britos, P. Minería de Datos. 1º Ed. Buenos Aires: Nueva Librería. ISBN 987-1104-30-8. 2005
- [4] García Jiménez, M. et al. La predicción del rendimiento académico: regresión lineal versus regresión logística. *Psicothema*. Vol.12. Suplem. 2. 248-252.
- [5] Hectht-Nielsen, R. *Neurocomputing*. Addison-Wesley. Cal. 1990.
- [6] Hertz, J. Krogh, A. y Palmer, R. *Introduction tom the theory of neural computation*. Addison-Wesley. Cal. 1991.
- [7] Castillo, E.; Cobo, A.; Gutiérrez, J.M.; Pruneda, R.E. *Introducción a las Redes Funcionales con Aplicaciones. Un Nuevo Paradigma Neuronal*. Editorial Paraninfo S.A. Madrid. España. pp.5-8; 8-16; 21-24, 30-34, 53-100. 1999.
- [8] González, D.S. *Detección de alumnos de riesgo y medición de la eficiencia de centros escolares mediante redes neuronales*. Biblioteca de Económicas y Empresariales. Servicios de Internet. Universidad Complutense de Madrid. 1999.
- [9] Salgueiro, F.; Costa, G.; Cánepa, S.; Lage,F.; Kraus, G.; Figueroa, N.; Cataldi; Z. *Redes Neuronales para predecir la aptitud del alumno y sugerir acciones*. WICC2006
- [10] Borracci, R. A.; Arribalzaga , E. B. *Aplicación de análisis de conglomerados y redes neuronales artificiales para la clasificación y selección de candidatos a residencias médicas*. *Educación Médica* Vol 8 N° 1. ISSN 1575-1813. Barcelona. 2005.
- [11] Bustamante Donas, Javier. *El software libre y la universidad*. <http://www.libroblanco.com/html/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=164&mode=th read&order=0&thold=0>.
- [12] *Machine Learning Project at the Department of Computer Science of The University of Waikato, New Zealand*. <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>
- [13] Witten, IH and Frank, E: "Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques", 2nd Edition. Morgan Kaufmann, 2005
- [14] González Sánchez, G. et al. *Preprocesamiento de bases de datos masivas y multi-dimensionales en minería de uso web para modelar usuarios*. Universidad de Girona, España. En: http://eia.udg.es/~gustavog/esp/publicaciones/cedi2005_gustavo_sonia_published.pdf
- [15] Porcel, E., Dapozo, G., López, María V. “Perfil socioeconómico y análisis del rendimiento académico en el primer año de los alumnos ingresantes de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNNE”. Enviado para su publicación a la Revista FaCENA en diciembre de 2007.
- [16] Britos P, García-Martínez R., *Selección de herramientas de explotación de datos. Una propuesta metodológica*. <http://www.itba.edu.ar/capis/rtis/rtis-6-2/seleccion-de-herramientas.pdf>
- [17] Dapozo, G., Porcel, E. “Metodología de integración de datos para apoyar el seguimiento y análisis del rendimiento académico de los alumnos de la FACENA”. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la UNNE* 2005. <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2005/8-Exactas/E-032.pdf>.
- [18] Dapozo G., Porcel E., López M. V., Bogado, V., “Técnicas de preprocesamiento para mejorar la calidad de los datos en un estudio de caracterización de ingresantes universitarios”. WICC 2007. ISBN 978-950-763-075-0. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Trelew. Chubut. 2007.

TICs aplicadas en E-Government. Experiencias.

Patricia Pesado^(1,2), Armando De Giusti⁽¹⁾, Ariel Pasini⁽¹⁾, César Estrebou⁽¹⁾, Germán Osella Massa⁽¹⁾, Nicolás Galdamez⁽¹⁾, Lucrecia Moralejo⁽¹⁾, Ismael Rodríguez⁽¹⁾, Adrián Pousa⁽¹⁾, José Pettorutti⁽¹⁾, Raul Champredonde⁽¹⁾, Guillermo Feierherd⁽³⁾, Franco Chichizola⁽¹⁾

⁽¹⁾Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)
Facultad de Informática – UNLP

⁽²⁾Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC)

⁽³⁾Sede Ushuaia de la Facultad de Ingeniería de la UNPSJB

{ppesado, degiusti, apasini, cesarest, gosella, ngaldamez, l moralejo, ismael, apousa, josep, rchampre, francoch}
@lidi.info.unlp.edu.ar, feierherdge@speedy.com.ar,

CONTEXTO

Esta línea de investigación forma parte del Proyecto “Sistemas de Software Distribuidos. Aplicaciones en procesos industriales, E-government y E-learning” del Instituto de Investigación en Informática LIDI acreditado por la UNLP y de proyectos específicos apoyados por la Comisión de Investigaciones Científicas de la Pcia. de Bs. As. (CIC), ALTEC SE, Telefónica, el ESI Center, la Red Interamericana de Formación en Gobierno Electrónico y diferentes organismos públicos de la Pcia. de Buenos Aires.

RESUMEN

Este proyecto se enfoca en la investigación y desarrollo de soluciones de Gobierno Electrónico, utilizando Tecnologías de la Información y la Comunicación.

Asimismo se han iniciado procesos de formación de recursos humanos en el área de Civismo Digital y en Ingeniería de Software aplicada a E-Gov.

Especial interés tienen las experiencias concretas (tales como el voto electrónico, la certificación de calidad en sistemas y organizaciones, el estudio de sistemas distribuidos de tiempo real en aplicaciones de E-

Gov sobre VLDBs y la auditoría de equipamiento específico) realizadas con organismos públicos concretos (las Provincias de Río Negro y Buenos Aires, Universidades Nacionales, el Ministerio de Desarrollo Humano de la Pcia. de Buenos Aires y los Municipios de La Plata y Ushuaia).

En el marco de la formación de recursos humanos se trabaja en Tesis de Magister enfocadas a TICs en E-Government y también se ha firmado un Acuerdo con la Red Interamericana de Formación en Gobierno Electrónico para la capacitación de Tutores en Civismo Digital y con el ESI Center y el grupo Tekne para la aplicación de procesos de certificación de calidad en E-Gov.

Keywords: *E-Government, E-Citizen, E-Health, Civismo digital, Tecnología de la Información la Comunicación, Voto electrónico.*

1. INTRODUCCION

El desarrollo de las TICs ha permitido la generalización de aplicaciones que potencian la vinculación del ciudadano con el Estado, de modo de mejorar la gestión de la información de interés social. [1] [2] [3]

Al concepto clásico de E-Government que se ha enfocado en poner los servicios tradicionales del Estado al alcance del ciudadano (Consultas en línea, Gestión de trámites, Expedientes digitales, Voto Electrónico, Consultas populares, etc) [4] [5] [6] se agrega la concepción de un E-Citizen, es decir un ciudadano capacitado para interactuar con el Estado, empleando Tecnología. [7] [8].

Esta concepción requiere un gran esfuerzo en disminuir la brecha digital, mediante esfuerzos de capacitación en los cuales deben participar las Universidades [9] [10].

A su vez el Estado puede utilizar las TICs para integrar información (los casos típicos son las fichas de pacientes de Hospitales y los contenidos pedagógicos en Escuelas) y facilitar el proceso de toma de decisiones. [11] [12] [13].

Por último todos estos procesos requieren una cuidadosa auditoría de calidad y seguridades referidas a los derechos individuales y también a la inviolabilidad de la información crítica que maneje el Estado. [14] [15].

En síntesis con el E-Gov se abren varias líneas de Investigación y Desarrollo, asociadas con la integración de las TICs en la sociedad y que requieren un esfuerzo importante en la formación de recursos humanos.

En este proyecto se ha trabajado en estas líneas sobre casos específicos, entre los cuales podemos mencionar:

- Desarrollo de equipos específicos para Voto Electrónico.
- Desarrollo de software para diferentes modelos de elecciones.
- Desarrollo de equipos de consulta popular, aplicables en diferentes áreas.
- Estudio y aplicación de sistemas de Identificación biométrica.
- Análisis de performance en transacciones de E-Gov en tiempo real, contra grandes Bases de Datos.

- Auditoría de sistemas de voto electrónico (hardware y software).
- Evolución de la urna electrónica hacia el E-vote utilizando InterNet. Seguridad.
- Certificación de calidad en procesos de gestión pública.
- Modelos de integración de datos heterogéneos, en particular en el ámbito de la salud (E-Health).
- Modelos de integración de contenidos en redes de Escuelas.
- Redes de bibliotecas y documentación digital.
- Utilización de middleware de GRID en aplicaciones de E-Gov.
- Migración de procesos y sistemas para el “ciudadano presencial” por otros para el “ciudadano virtual”, utilizando TICs.

2. LINEAS DE INVESTIGACION y DESARROLLO

- Sistemas distribuidos. Sistemas basados en tecnología GRID. Modelos y caracterización de performance.
- Voto Electrónico y Voto por InterNet. Arquitecturas adaptadas a la legislación vigente.
- Identificación biométrica. Sistemas y performance. Aplicaciones.
- Análisis de Sistemas de Tiempo Real y estudio de tiempos de respuesta.
- Seguridad y Tolerancia a Fallas en Sistemas de E-Gov.
- Certificación de software y hardware para sistemas de E-Gov. Normas.
- Sistemas WEB y VLDB/ VLDDDB.

- Lenguajes, entornos e interfaces para sistemas de E-Gov destinados a ciudadanos sin capacitación especial.
- Formación de Tutores en Civismo Digital.
- Formación de especialistas en Certificación de Calidad para sistemas de E-Gov.
- E-Health e E-Learning como herramientas complementarias de E-Gov.

3. RESULTADOS OBTENIDOS /ESPERADOS

- ✓ Desarrollo y experimentación de una urna electrónica y su software parametrizable para elecciones en Argentina (Municipales, Provinciales, Nacionales). Estudio de Casos en Bs. As. y Tierra del Fuego. [16] [17].
- ✓ Desarrollo de una terminal integral de consulta, utilizable también como puesto de Voto Electrónico, para lugares fijos. Utilización de la misma en la UNLP. [18].
- ✓ Auditoría y certificación de los equipos de Voto Electrónico aprobados en la Pcia. de Río Negro y desarrollados por ALTEC SE. [19] [20].
- ✓ Investigación del E-Vote sobre InterNet y planificación de su utilización en ámbitos específicos para 2008 (Universidades con Sedes). [21]
- ✓ Investigación en el empleo de tecnología GRID para la vinculación de hospitales e historias clínicas en la Pcia. de Buenos Aires. Investigación en la digitalización de estudios por imágenes. (Proyecto en curso con IOMA). [22].
- ✓ Estudio sistemático del modelo de los Planes Sociales vigentes en la Pcia de

Buenos Aires (más de 20 sistemas) y el modo de utilizar TICs para su simplificación y auditoría. (con el Ministerio de Desarrollo Humano de la Pcia. de Bs. As.). [23].

- ✓ Proyecto de desarrollo de contenidos e integración de redes de Escuelas (a nivel municipal) para mejorar los procesos de E-Learning. [24].
- ✓ Estudio de diferentes equipos de identificación biométrica, en particular para huellas digitales. Experiencia de sistemas de trámites WEB basados en identificación segura con estos equipos y contra BD de tamaño creciente, centralizadas y distribuidas. [25] [26].
- ✓ Convenio para la capacitación de Tutores en Civismo Digital y desarrollo de un primer curso en la UNLP en Marzo 2008. [27].
- ✓ Convenio para constituir el ESI Center Argentina, y dentro del mismo proyecto de certificación de los procesos de Concursos, Manejo de Resoluciones y Expediente Digital en la Facultad de Informática de la UNLP. [28].
- ✓ Investigar la especificación e implementación de WEB services eficientes sobre Grid, aplicados en E-Gov.
- ✓ Acuerdo en la Asociación de Universidades del Grupo Montevideo (AUGM) para integrar una red de Bibliotecas que abarque todas las Universidades miembro. [29].

4. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

En esta línea de I/D existe cooperación a nivel nacional e internacional. Hay 4 Investigadores realizando su Posgrado en Argentina y proyectos con Universidades del Ex-

terior (en particular de Uruguay, Paraguay, Brasil y España).

Asimismo 2 alumnos avanzados están trabajando en su Tesina de Grado de Licenciatura.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Center for democracy and technology (2002) E- Government Handbook <http://www.cdt.org/egov/handbook/>
- [2] Jones, Alexandra, and Laura Williams. (2005a). Public Services and ICT - FINAL REPORT. How can ICT help improve quality, choice and efficiency in public services? London: The Work Foundation.
- [3] NAO. (2002a). Better Public Services through e-government. London: National Audit Office. April 4, Report HC 704-I Session 2001-2002.
- [4] OMB. (2002). E-Government Strategy: Simplified Delivery of Services to Citizens. Washington DC: Office of Management and Budget. February 27.
- [5] GOV3. (2006a). Citizen Centric Government: Global Best Practice in Delivering Agile Public Services to Citizens and Businesses. London: Gov3 Ltd.
- [6] Europe. (2003). The Role of eGovernment for Europe's Future. Brussels: European Commission. September 26, Report COM(2003) 567 Final.
- [7] Wang, Lili, Stuart Bretschneider, and Jon Gant. (2005). Evaluating Web-based e-government services with a citizen-centric approach Proceedings of the 38th Hawaii International Conference on System Sciences – 2005.
- [8] Scotland. (2006). Transforming Public Services: The Next Phase of Reform. Edinburgh: Scottish Executive.
- [9] Clift, Steven L. (2004). e-Government and Democracy: Representation and Citizen Engagement in the Information Age (February)
- [10] O'Donnell, Susan, Helen McQuillan, and Anna Malina. (2003). eInclusion: expanding the Information Society in Ireland. Dublin: Government of Ireland, Information Society Commission.
- [11] Juma C, Yee-Cheong L. "Reinventing global health: the role of science, technology and innovation." Lancet 2005.
- [12] A. Laguna, R. Ferri Tormo, V. Hernandez, JP Peñarrubia. "gCitizen: Uso de tecnologías Gris para la interoperabilidad entre Administraciones Públicas". IX Jornadas sobre Tecnología de la Información para la Modernización de las Administraciones Públicas. (Sevilla Junio 2006)
- [13] Brunner, José Joaquín, "Educación: escenarios de futuro. Nuevas Tecnologías y sociedad de la información." PREAL, Santiago de Chile. 2000. Disponible en: <http://www.preal.org/16brunner.pdf>
- [14] Bhutta Z. "Ethics in international health research: a perspective from the developing world." Bulletin of the World Health Organization. 2002. www.scielosp.org/pdf/bwho/v80n2/a06v80n2.pdf
- [15] Alakeson, Vidhya, Tim Aldrich, James Goodman, Britt Jorgensen, and Paul Mill. (2003). Social Responsibility in the Information Society. Brussels: DEESD - Digital Europe: e-business and sustainable development. March, Report Deliverable 7 (D7) DEESD IST-2000-28606.
- [16] "Una aproximación a los requerimientos del software de voto electrónico de Argentina". Feierherd, De Giusti A., Pesado P., Depetris. CACIC 2004
- [17] "Especificación de Requerimientos para Sistemas de Voto Electrónico". Pesado, Feierherd, Pasini. CACIC 2005.
- [18] Informe Técnico: "Terminal Integral de Consulta". III-LIDI. 2007
- [19] Acuerdo entre la Empresa del Estado Provincial de Río Negro ALTEC SE y la Facultad de Informática de la UNLP. Noviembre 2007.
- [20] Informe Técnico: "Análisis Urna Electrónica ALTEC S.E." III-LIDI. 2007
- [21] Reporte Técnico: "Voto por Internet". Feierherd. UNPSJB.

- [22] Protocolo Específico entre IOMA y la Facultad de Informática de la UNLP. Noviembre 2007.
- [23] Acuerdo entre el Ministerio de Desarrollo Humano de la Pcia. De Bs. As. Y la Facultad de Informática de la UNLP. 2007.
- [24] Informe Técnico: “Integración de contenidos para Redes de Escuelas en la Pcia. De Bs. As.” De Giusti A. 2007
- [25] Reid Paul. “Biometrics for Network-Security”. Prentice Hall 2004.
- [26] “Reconocimiento biométrico en aplicaciones de E-Government. Análisis de confiabilidad / tiempo de respuesta.” Carri J., Pasini A., Pesado P., De Giusti A. CA-CIC 2007.
- [27] Acuerdo de colaboración y cooperación entre la Facultad de Informática y la Red Interamericana de Formación en Gobierno Electrónico del COLAM-OUI. Diciembre 2007.
- [28] Acuerdo de creación de un ESICENTER en Argentina, entre European Software Institute, Grupo Tekne, Universidad Nacional de La Plata, Universidad Nacional de San Martín. Noviembre 2007.
- [29] “Red de Bibliotecas de las Universidades de AUGM”. Proyecto aprobado en el Núcleo Disciplinario “Redes Académicas” de AUGM. Octubre 2007.

Gestionando el Conocimiento y el Talento

Autores: Msc. Ing. Rosa Palavecino - Msc. Ing. Liliana Maria Figueroa
Departamento de Informática-Facultad de Tecnologías y Ciencias Exactas- Universidad Nacional de Santiago del Estero- Av. Belgrano (s)1912, CP:4200, Santiago del Estero
rosypgg@unse.edu.ar- lmvfigueroa@yahoo.com.ar

Resumen

En el nuevo contexto de las organizaciones hoy, se pueden identificar tres aspectos que se destacan por su importancia, esto es: la globalización, el cambio permanente y la valoración del conocimiento. A esto se debe agregar que la valoración del Recurso Humano hoy tiene una concepción de “indispensable” para lograr el éxito de las organizaciones. Además, se considera a los recursos humanos como el capital principal, el cual posee habilidades y características que le dan acción y vida a todas las organizaciones, esto es el talento humano.

A partir de esta cuestión es que surge el presente trabajo, el cual tiene como objetivo una estrategia que permita vincular la Gestión del Conocimiento (GC) y del Talento Humano (GTH), para lo cual se propone un modelo MGth, que está basado fuertemente en las dimensiones de la organización y los recursos humanos.

Finalmente se presenta una estrategia metodológica para el modelo propuesto cuya intención es que sirva de base para que la GC se pueda implementar eficazmente en las organizaciones, constituyendo un desafío que obligará a las mismas a un reto cultural, que requiere tiempo y una actuación coherente y decidida de la organización, que va más allá de la implementación de herramientas tecnológicas.

Palabras Claves: Talento Humano, Gestión Conocimiento, Recurso Humano.

1- Gestión del Conocimiento

La GC la podemos entender como el proceso en donde convergen la Gestión de la Información, Tecnología y Recursos Humanos, *“Encarna el proceso organizacional que busca la combinación sinérgica del tratamiento de datos e información a través de las Tecnologías de Información y las capacidades de creatividad e innovación de los seres humanos”*. [1]

Por lo tanto, las organizaciones basadas en conocimientos, se caracterizan por producir nuevos conocimientos mediante la experiencia, las aptitudes y actitudes en el desarrollo de una cultura organizacional, creando un ambiente organizacional en la cual converjan la calidad de los Recursos Humanos y su talento, la capacidad de gestionar la información y la habilidad del modelo organizativo para implementar e integrar herramientas, técnicas y métodos adecuados.

Para lograr esto, los modelos de GC tratan de representar el desarrollo del conocimiento, haciendo hincapié en sus características dinámicas, e intentando responder a la pregunta ¿cómo hay que hacer

para que el conocimiento genere una ventaja competitiva en las organizaciones?, es decir definir un proceso que permita obtener resultados a partir del conocimiento. Existen muchos modelos que difieren entre si, en amplitud y en profundidad, algunos intentan analizar todo el fenómeno de GC, otros se centran en un aspecto concreto.

Al hacer un análisis general de los modelos se puede afirmar que:

- Los elementos diferenciadores entre los modelos radica precisamente en los conceptos en los que cada uno se apoya, las nuevas ideas que proponen y los giros organizativos en los que se basan.
- La clasificación entre los distintos modelos de GC es artificial.
- No existe un modelo único y de validez universal.
- Un modelo adecuado para GC depende del tipo de organización y del trabajo que en la misma se realiza.

También, resulta importante analizar de qué manera se implementará la GC en la organización, considerando los procesos necesarios para hacer efectiva esta gestión. En este aspecto es importante determinar: el Equipo de Trabajo y el rol de sus miembros y los Procesos del Conocimiento.

2. Gestión del Talento Humano

Desde el diccionario de la lengua oficial se define al talento como una capacidad individual, que esta vinculada a la inteligencia, en un sentido más amplio, en este trabajo consideramos al talento humano como aquel que necesita una organización para desarrollarse plenamente, en este caso va más allá de la inteligencia individual.

De esta manera se considera al trabajador con talento, como un empleado comprometido que pone en práctica sus capacidades para obtener resultados superiores en un entorno y organización determinada. También desde un punto de vista económico, se considera al talento, y de esta manera define al empleado con talento como aquel que puede alcanzar resultados superiores dentro de una organización que lo ha motivado.

El talento humano actualmente se caracteriza no por la cantidad de conocimiento que dispone el trabajador, sino por la capacidad de aprender y desaprender lo conocido; a esto también se agrega el compromiso y la acción. De esta manera los tres componentes básicos del talento humano son: las capacidades, el compromiso y la acción, los cuales interactúan entre si para alcanzar resultados.

Estos tres ingredientes son fundamentales de manera tal que si el trabajador tiene compromiso y actúa, pero no dispone de las capacidades necesarias seguramente no alcanzará resultados, aun cuando se tenga buenas intenciones. Si por el contrario, dispone de capacidades y actúa en el momento pero no se compromete con el proyecto puede no alcanzar resultados previstos. Y si el

trabajador tiene, capacidades y compromiso, pero cuando actúa ha pasado el momento, tampoco alcanza los resultados porque otras organizaciones se le han adelantado.

Luego el talento se configura, como una conjunción de atributos entre los cuales merecen destacarse: el conocimiento, la creatividad y las relaciones personales. El equilibrio de estos atributos genera la capacidad organizativa que permita dar respuesta óptima a la creación de oportunidades y a la resolución de problemas.

Para conducir esta capacidad se proponen facilitadores organizativos, el cual tiene por objetivo articular el paso del talento individual al talento organizacional, estos facilitadores son: Motivación, Liderazgo, Clima laboral, Cultura y Valores.

3. Modelo MGeth

La implementación de la GC en las organizaciones constituye todo un reto en donde no solo se debe gestionar la capacidad para identificar, capturar, clasificar, acceder y transferir el conocimiento, sino que también es esencial gestionar el entorno en donde el conocimiento se va a implementar y quienes van a utilizar el conocimiento, esto es la organización y los recursos humanos.

Para atender esta cuestión sería conveniente interactuar aspectos vinculados con las características de la organización y los recursos humanos.

Surge así una estrategia que está fuertemente orientada a considerar el talento humano como una estrategia actual para hacer frente a la innovación, considerando que lo fundamental es gestionar el recurso y a la gente que es propietaria y usuaria del conocimiento y así llegar a la GC.

Para tal fin se propone el Modelo MGeth en el cual interactúan las dimensiones Organizacional y de los Recursos Humanos. Gráficamente se representa esto en la Figura 1.

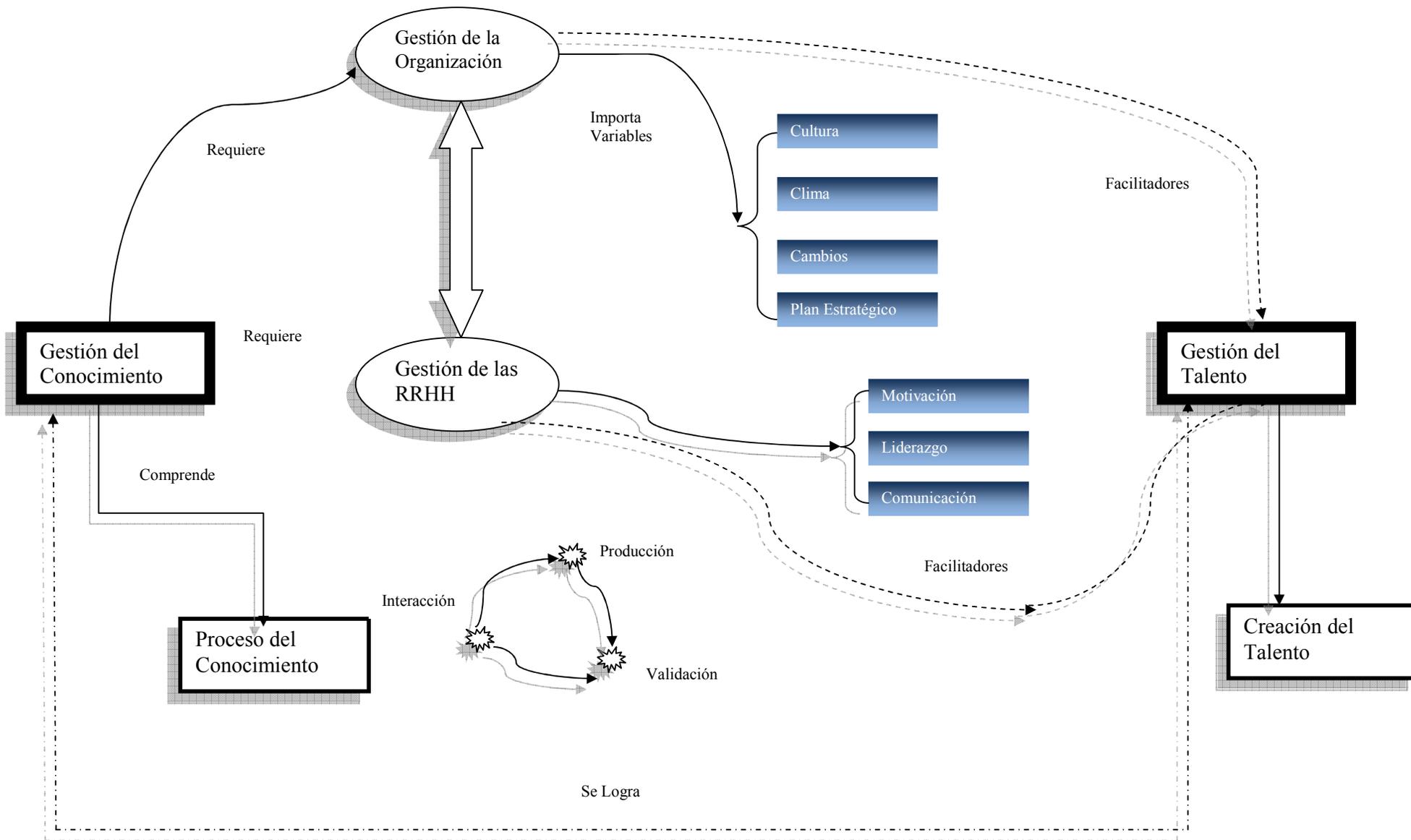


Figura 1. Modelo MGeth

En la Dimensión Organizacional se deben considerar la importancia significativa de variables como: Cultura Organizativa y valores, Clima Organizacional, Planificación Estratégica, y Cambios Organizacionales.

En la Dimensión de los RRHH el esfuerzo humano resulta vital para el funcionamiento de cualquier organización, si el elemento humano está dispuesto a proporcionar su esfuerzo, la organización podrá seguir adelante haciendo frente a los cambios que el contexto exige. Es por ello que resulta primordial atender a estos recursos considerando, aspectos como la Motivación, el Liderazgo y la Comunicación

4. Pautas metodológicas para el Modelo MGcth

Establecido el modelo que permita gestionar el conocimiento, resulta también necesario que se establezcan pautas que permitan poner en marcha el modelo propuesto, para cual sería conveniente una estructura coherente, que con una visión sistémica permita incorporar los procesos de Gestión del Conocimiento y del Talento a una organización.

Estas pautas se han organizado en tres aspectos:

- **Plan Estratégico del Conocimiento.**
- **Proceso del Conocimiento.**
- **Gestión del Talento Humano.**

5 Conclusiones.

La intención de esta propuesta es servir de base para que las organizaciones implementen la GC de manera eficaz, transformando la información en conocimiento, manejando con inteligencia sus recursos y procesos, adaptándose de manera oportuna a los cambios del ambiente, movilizándolo el talento y experiencia de su gente.

Involucrar a una organización en un proyecto de GC, supone cambios importantes, fundamentalmente tener en cuenta las tres dimensiones que hemos pergeñado en nuestro modelo, el que no se considera totalmente terminado sino que se irá nutriendo y enriqueciendo a partir de su implementación de trabajos de campo en distintas organizaciones del medio y de los avances de la investigación que se siga realizando

REFERENCIAS

- [1] **Malhotra, Yoges**; Knowledge Management, Knowledge Organizations & Knowledge Workers: A View from the Front Lines, 1988
<http://www.brint.com/interview/maeil.htm>
- [2] **Nonaka y Takeuchi**; The Knowledge-creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics For Innovation
- [3] **Tejedor y Aguirre**. "Modelo de gestión del conocimiento de KPGM Consulting", 1998
[www:// http gestiondelconocimiento.com](http://www.gestiondelconocimiento.com)
- [4] **Arthur Andersen**. "Modelo Arthur Andersen,, 1999. [www:/ http gestiondelconocimiento.com](http://www.gestiondelconocimiento.com)
- [5] **Edgar H. Schein**, Organizational Culture and Leadership, San Francisco, Jossey Bass, 1985
- [6] **Pérez López, Juan A.**. Las motivaciones humanas, División de Investigación del IESE, FHN-161, Barcelona

Streams basados en RSL para métricas de Posicionamiento Web

C. Salgado, M. Peralta, D. Riesco, G. Montejano
Departamento de Informática
Universidad Nacional de San Luis
San Luis, Capital, Argentina
Ejército de los Andes 950 – San Luis – San Luis – Argentina
C.P.: 5700
Tel.: 54-02652-424027 – Int. 251
[csalgado, mperalta]@unsl.edu.ar

1. Introducción

El constante crecimiento de la Web, y la cantidad de sitios de temáticas similares, ha llevado a una amplia difusión y utilización de los motores de búsqueda, lo que hace indispensable para el éxito o fracaso de un sitio Web poder aparecer entre las primeras páginas de los buscadores para así obtener un mayor número de visitas. Esto ha llevado a la búsqueda y creación de métodos y técnicas que permitan posicionar mejor una página o sitio web entre las primeras que aparecen en los resultados mostrados por los buscadores. La aplicación de estas técnicas es lo que se denomina Posicionamiento Web.

En este sentido, nuestro trabajo se enfoca en la obtención de parámetros que permitan medir y establecer cuán bien posicionado se encuentra un sitio web. Para ellos estamos definiendo un conjunto de métricas que nos puedan dar indicadores a tal fin. Como es sabido, toda métrica para que sea útil y aplicable debe estar definida de manera confiable y formal. Por ello consideramos que el formalismo de *Streams* [1] es una herramienta que puede ser aplicada para la especificación formal de este tipo de métricas, en conjunto con la aplicación de RAISE para especificar las distintas componentes streams [2] con la finalidad de establecer chequeos automáticos, no provistos por los streams, con las herramientas del método RAISE [3].

En este artículo presentamos la especificación, usando el lenguaje RSL, de la definición basada en el formalismo de streams [4], de una métrica web que cuenta las ocurrencias de un término dado como elemento de búsqueda en un sitio web.

En las secciones siguientes presentamos una breve introducción a los conceptos de posicionamiento Web, Streams, RAISE y RSL, como así también se describe cómo se especifica una métrica web utilizando las especificaciones RSL de los transformadores de streams .

2. Posicionamiento Web

Después de realizar una gran inversión para desarrollar un sitio Web, las empresas descubren que el mismo a menudo resulta invisible para los usuarios, ya que no aparecen en los resultados de búsqueda. **El no aparecer en las primeras posiciones de la búsqueda y no estar visible en Internet es una desventaja competitiva que las empresas buscan solucionar. Resulta muy poco productivo tener un sitio muy funcional y bien diseñado gráficamente, si los usuarios no lo encuentran en Internet.**

La mayoría de los usuarios de Internet utilizan los motores de búsqueda para encontrar la información o productos que necesitan, por lo tanto es imprescindible que encuentren su web en las primeras posiciones. Para lograrlo, es necesario desarrollar y planificar una buena estrategia que permita ubicar el sitio entre las primeras posiciones de los resultados obtenidos en las búsquedas.

En este sentido es que surge lo que se denomina *Posicionamiento Web* (PageRank) que es *el proceso de intentar maximizar la exposición de un sitio en varios motores de búsqueda y directorios, mediante la utilización de palabras claves y frases específicas. La mecánica consiste principalmente en realizar cambios al sitio (título de la página, desarrollo de un contenido rico en*

palabras clave importantes, utilización de META-datos) con la finalidad de hacerlo más atractivo para los motores de búsqueda [5]. Como resultado de su aplicación se logra una mejor ubicación de un sitio en los buscadores.

El posicionamiento y la optimización de un sitio van ligados a los esfuerzos para lograr una posición destacada en el resultado de una búsqueda realizada sobre algún tema de interés.

El posicionamiento en Internet requiere que los sitios web estén bien diseñados y sean fácilmente navegables. Por ello consideramos de mucho interés tener herramientas que permitan medir y mejorar la calidad de un sitio web de manera que los motores de búsqueda los posicionen dentro de los primeros. En este sentido nuestro trabajo apunta a proveer una herramienta que ayude a los diseñadores a crear sitios que estén bien posicionados en la web.

3. Streams

Un stream es una secuencia finita de mensajes transmitidos sobre un canal de comunicación. Dado un alfabeto A , el conjunto de streams finitos A^* esta formado por todas las n-uplas $A = \langle a_1, \dots, a_n \rangle$ de longitud $|A| \geq 0$, con cada elemento $a_i \in A$.

Entre las operaciones primitivas definidas por el formalismo de streams se encuentran: Añadir un elemento al frente del stream; dicha operación se denota por \blacktriangleleft y su funcionamiento es el siguiente: $a_0 \blacktriangleleft \langle a_1, a_2, \dots, a_n \rangle = \langle a_0, a_1, a_2, \dots, a_n \rangle$. Cabe destacar que todo stream se genera, a partir del stream vacío denotado por $\langle \rangle$, usando esta operación. La concatenación de dos streams, denotada por $\&$, trabaja como sigue: dado dos streams $\langle a_0, a_1, \dots, a_n \rangle$ y $\langle b_0, b_1, \dots, b_m \rangle$, produce el stream $A \& B = \langle a_0, a_1, \dots, a_n, b_0, b_1, \dots, b_m \rangle$.

La potencia en la definición de componentes de los streams, se ve incrementada por el uso de otra de sus construcciones primitivas: los transformadores de streams o equivalentemente funciones de procesamiento de streams. Estas funciones mapean streams de entradas en streams de salida y pueden modelar el comportamiento de componentes determinísticas de n entradas y m salidas. Simbólicamente $F: A_1^* \times \dots \times A_n^* \rightarrow B_1^* \times \dots \times B_m^*$. Con estos constructores primitivos se han definido un conjunto de estándares funcionales de streams que son de amplia utilización en la especificación de componentes de software. Por ejemplo, $\text{map}_n(f)$: aplica una función, que recibe como parámetro, a todos los elementos del stream de entrada; $\text{scan}(s, \oplus)$: aplica la función binaria \oplus a todos los elementos del stream de entrada; zip une pares de streams en un stream de pares, etc. Una descripción detallada de cada uno de estos transformadores de stream puede ser vista en [1].

El formalismo de los streams permite modelar componentes de software. Si bien, existen diferentes métodos para lograr este objetivo, los streams presentan la ventaja de hacer énfasis en el comportamiento de las entradas y salidas de las componentes de software especificadas. Esta característica presenta una perspectiva diferente y de valor en el ámbito de los métodos de especificación. Es importante destacar que el uso del formalismo de streams en la especificación de componentes de software promueve la reutilización de componentes, lo cual es una característica importante en el diseño y construcción de software.

4. El Método Formal RAISE

Hay dos actividades principales en el método RAISE: Escribir una especificación inicial y desarrollarla hasta algo que puede ser implementado en un lenguaje de programación. La especificación inicial es la tarea más crítica porque si se parte de una especificación errónea no sólo el sistema no cumplirá con los requerimientos del usuario, sino que además se gastará mucho esfuerzo en la construcción de algo incorrecto.

Los problemas de escribir especificaciones incorrectas surgen generalmente porque se parte de descripciones informales de los requerimientos del mismo, ya que los expertos en el dominio son usuarios comunes, y en sus explicaciones tienden a perder detalles que son de mucha importancia para la construcción de la especificación inicial.

Las especificaciones de los sistemas se construyen generalmente con lenguajes informales, que si bien brindan una visión que ayuda a una comprensión más estrecha del sistema de estudio, carecen de métodos para corroborar que la misma es correcta.

Esto se puede ver en casos más sencillos de especificaciones, como por ejemplo, la de un algoritmo. Usualmente para realizar esta tarea se utiliza pseudo código o lenguaje natural, éstas herramientas informales, son ampliamente utilizadas y queda a criterio de quién la escribió la evaluación de su corrección. Esta actividad dificulta la tarea del programador ya que no solo debe crear el algoritmo sino que además debe estar seguro de que lo que escribió es lo que el algoritmo realmente debe realizar.

Según el método RAISE, una especificación debe:

- Capturar los requerimientos de una manera precisa, no ambigua.
- Contener solo lo esencial del sistema.
- Ser escrita con los conceptos que el usuario maneja.
- Ser clara y se debe concentrar en aquellas cosas que son problemáticas.
- Minimizar los estados.
- Identificar condiciones de consistencia.

Si se parte de una especificación inicial que cumpla estos criterios se pueden ir derivando especificaciones más detalladas del sistema que se desea construir, en éste punto el método RAISE permite verificar que la segunda especificación sea un refinamiento de la primera.

En la siguiente sección presentamos la aplicación de estos formalismos para la definición y especificación de una métrica web que permite la valoración del posicionamiento web en los motores de búsqueda de los buscadores de un sitio web.

5. Especificación en RSL de la Métrica NTERM: Número de apariciones del término motivo de Búsqueda

Basándonos en la definición de métrica propuesta por [6] que dice que una métrica es la correspondencia de un dominio empírico (mundo real) a un mundo formal, matemático, hemos definido un conjunto de métricas que nos permitirán evaluar el posicionamiento de un sitio web. De dichas métricas presentamos en el presente trabajo *NTERM*, la cual cuenta el número de apariciones de un término motivo de búsqueda en un sitio determinado

NTERM (t,s)= Número de apariciones del término motivo de búsqueda *t* en el sitio web *s*.

Cabe destacar que el termino motivo de búsqueda para esta primer instancia consta de solo una palabra. Como próximo paso se definirá una métrica que permita analizar términos más complejos.

Para la especificación de la métrica hemos definido dos transformadores stream: *EncontrarTermino* y *Sumador*.

El transformador *EncontrarTermino* recibe como entrada un stream de streams de código html correspondientes a las páginas a analizar más el término motivo de búsqueda. Por cada página encuentra las ocurrencias del término e incorpora un stream al stream de salida indicando las ocurrencias del mismo.

El transformador *EncontrarTermino* recibe como entrada un stream de streams de código html correspondientes a las páginas a analizar más el término motivo de búsqueda. Por cada página encuentra las ocurrencias del término e incorpora un stream al stream de salida.

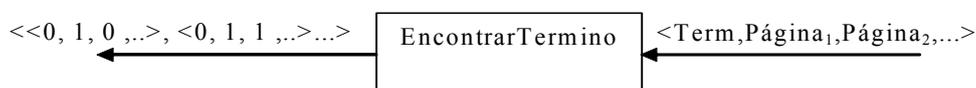


Figura 1: Visión de caja negra del transformador de stream *EncontrarTermino*

El dominio de EncontrarTermino está formado por el término motivo de la búsqueda y las páginas pertenecientes al sitio analizado. Éstas pueden expresarse como sigue:

- Palabras Claves = Palabras claves del lenguaje html.
- Identificadores = Texto definido por el usuario dentro de la página.
- Término = Palabra definida para el usuario a ser buscada.
- Página = (Palabras Claves \cup Identificadores)*
- Páginas = Página*

El rango de EncontrarTermino está formado por streams de streams de 0 y 1, donde 0 indica que el término encontrado no es el buscado y 1 indica que si lo es.

Este transformador, hace uso de la función auxiliar *Busqueda*. La cual encuentra las ocurrencias del término motivo de la búsqueda en una página.

Una vez establecido el dominio y rango del transformador se puede especificar su comportamiento en RSL [7] como sigue:

```

schema EncontrarTermino =
class
  Term, Pagina, Sitio = Pagina-list

value
  busqueda: Term x Pagina  $\rightarrow$  Int-list
  busqueda (t,p) is
    if p= $\diamond$  then  $\diamond$ 
      elseif hd(p)=t then add (1,busqueda(t,tl(p)))
      else add (0,busqueda(t,tl(p)))
    end,

  busqSitio: Term x Sitio  $\rightarrow$  (Int-list)-list;
  busqSitio (t,s) is
    if (s= $\diamond$ ) then  $\diamond$ 
      else add(busqueda(t,hd(s)),busqSitio(t,tl(s)))
    end.

Especificación 1: Transformador de streams EncontrarTermino
  
```

El transformador de streams Sumador, recibe como entrada un stream de streams de 0 y 1 producto de la salida del transformador EncontrarTermino y su rango son los enteros, indicando el número de ocurrencias en el sitio web analizado del término buscado.

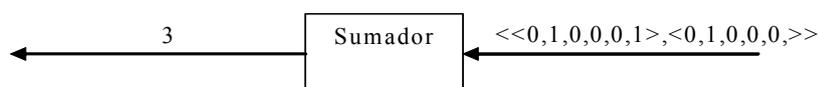


Figura 2: Visión de Caja Negra del Transformador de Streams Sumador

```

schema Sumador =

sumaAux: Int-list  $\rightarrow$  Int
sumaAux (l) is
  sumaAux( $\langle \rangle$ ) = 0
  sumaAux(l) = hd(l) + sumaAux(tl(l))
end,
suma: (Int-list)-list  $\rightarrow$  Int-list
suma (l) is
  suma( $\langle \rangle$ ) =  $\langle \rangle$ 
  suma(l) = sumaAux(add(sumaAux(hd(l)),suma(tl(l))))
end
end.

```

Especificación 2: Transformador de streams Sumador

6. Conclusiones

El objetivo de nuestra investigación radica en definir una técnica que permita medir el nivel de posicionamiento de un sitio web para, de esta manera, ayudar a los desarrolladores a mejorar la calidad del mismo. En esta primera etapa de nuestra investigación, estamos definiendo un conjunto de métricas que nos permita medir el nivel de posicionamiento de un sitio dado. En el presente trabajo se presenta el resultado de aplicar los formalismos de Streams y el lenguaje de especificación del método RAISE RSL para la especificación de una de las métricas definidas. Los streams realizan nuevos aportes en el ámbito de las especificaciones, como poder analizar una componente de software teniendo en cuenta sus historias de entrada salida, y diseñar componentes de software complejas a partir de otras más simples fomentando de esta forma el reuso de componentes.

Se pudo comprobar que la traducción de las definiciones simples realizadas con streams al lenguaje RSL presentan una complejidad media; y que el verificador de tipos y los "test case" de RSL son de gran ayuda cuando se verifican y combinan las componentes.

En la continuación de nuestro trabajo se completará el conjunto de métricas y se planificará la validación teórico-práctica de las mismas, de manera de obtener un conjunto que se útil y aplicable de métricas.

Bibliografía

- [1] W. Dosch, "Scanning Stream.," presented at ACIS. International Conference on Computer Science, Software Engineering, Information Technology, e-Business, and Application, Foz do Iguazu., 2002.
- [2] R. Stephens, "A Survey of Stream Processing.," 1997.
- [3] www.iist.unu.edu, "RAISE tools."
- [4] W. Dosch, "Views of a Bounded Stack.," presented at ACIS. International Conference on Computer Science, Software Engineering, Information Technology, e-Business, and Application, Foz do Iguazu., 2002.
- [5] A. Denning, "SEO (Search Engine Optimization): A Case Study.," *The Beach Trail Cottages, Internet Marketing Newsletter*, 2003.
- [6] N. E. Fenton, *Software Metrics: A Rigorous Approach*: Chapman & Hall, Ltd., 1991.
- [7] W. Dosch, D. Riesco, M. Beron, and G. Montejano, "Formal Specification Scanning Streams using RAISE," presented at Innovations Through Information Technology, New Orleans, Louisiana., 2004.

Motores de Búsqueda Web Síncronos/Asíncronos

Gil-Costa V. and Printista M. *

LIDIC, Dpto. de Informática
UNSL

+54 (2652) 424027 - Fax: +54 (2652) 430224

Ejército de los Andes 950

5700 - San Luis, Argentina

e-mail: {gvcosta, mprinti}@unsl.edu.ar

Resumen

Los paradigmas de programación paralela síncronos y asíncronos son considerados como dos escuelas de modelado diferentes. La mayoría de los investigadores en el área de sistemas distribuidos y paralelismo tienden a creer que los programas asíncronos son más eficientes debido a que no requieren una sincronización periódica global. Sin embargo, existen algunos casos para los cuales esta creencia puede no ser correcta. En este trabajo presentamos una comparación de las dos estrategias de búsqueda paralela más populares sobre texto para motores de búsqueda Web que son implementados para aceptar cadenas de consultas en forma on-line, y diseñados para mejorar el pasaje de mensajes en *masa (bulk)* para la cual los modelos síncronos tienden a tener un mejor rendimiento. Para la evaluación experimental utilizamos bases de datos reales sobre un cluster de computadoras de alta-performance obteniendo resultados que son consistentes a través de los modelos de computación y las máquinas. Nuestros algoritmos de procesamiento de consultas aseguran que ambas estrategias son comparados bajo las mismas condiciones.

Keywords: computación paralela, búsqueda de texto, listas invertidas.

1. Introducción

La mayoría de los investigadores tienden a creer que los métodos de comunicación asíncronos son más eficientes y permiten mejorar el tiempo de respuesta. Pero, ¿qué sucede cuando ésta conjetura no se mantiene para todos los casos de estudio? Este es un debate abierto que ha motivado el desarrollo de varios modelos de programación paralela, donde la mayoría de ellos intentan encontrar un modelo de costo con un adecuado nivel de abstracción [11, 8].

En este trabajo utilizamos dos métodos de pasaje de mensajes para implementar los algoritmos de búsqueda que se aplican sobre estructuras de indexación. El primer método es el esquema asíncrono

*Grupo soportado por la UNSL y ANPCYT (Agencia Nac. para la Prom. de la Ciencia y Tec.)

donde los procesadores trabajan independientemente, envían mensajes y reciben mensajes sin bloquearse. En este caso no se requiere una sincronización por barrera global. La librería seleccionada para implementar los algoritmos asíncronos es la bien conocida PVM [4].

Por otro lado, utilizamos el modelo de computación paralela *Bulk Synchronous Parallel - BSP* para implementar los algoritmos de búsqueda síncronos. En éste modelo, una computadora puede ser vista como una composición de P procesadores con memoria local que se comunican entre sí a través de mensajes. El cómputo se organiza en una secuencia de superpasos. Durante un superpaso, los procesadores pueden realizar cómputo secuencial local sobre los datos locales y/o enviar mensajes a otros procesadores. Los mensajes enviados se encuentran disponibles para su procesamiento al comienzo del siguiente superpaso, y cada superpaso finaliza con una sincronización por barrera [8].

El modelo de programación de BSP es SPMD, el cual se logra mediante copias de programas escritos en C y C++ ejecutados sobre P procesadores, donde la comunicación y sincronización entre las copias de programas se realizan a través de librerías tales como BSPLib [10].

BSP es un modelo una forma de computación paralela más conservativa pero igualmente efectiva. Nuestro estudio comparativo está basado en el modelo bulk-synchronous BSP [11, 8]. Éste es un modelo libre de *deadlocks* y tiene una manera particular de organizar el cómputo en superpasos, y la performance obtenida es muy similar a la obtenida con algoritmos completamente asíncronos. En este trabajo, utilizamos la librería BSPonMPI que permite ejecutar con primitivas de comunicación MPI programas diseñados mediante el modelo BSP. De esta forma, logramos obtener una comparación justa de los modelos de comunicación.

Con el objetivo de balancear la carga de trabajo y obtener un sistema de comparación justo para ambos paradigmas de programación paralela (sync/async), aplicamos el concepto de round-robin para asignar un *quantum* de trabajo a cada consulta dentro del sistema. Nos referimos a la estrategia clásica de round-robin para administrar un conjunto de tareas que compiten para obtener tiempo de CPU. Este esquema puede ser visto como una *sincronización en masa* en el sentido de que las tareas pueden realizar un número fijo de operaciones durante su *quantum*. Esta asignación limitada de un *quantum* a las consultas permite un mejor uso global de los recursos del servidor evitando la monopolización de los mismos; y a su vez mejorar el tiempo de ejecución para las consultas que requieren menos uso de estos recursos.

2. Plataforma Paralela

La plataforma seleccionada para realizar las implementaciones y los experimentos consiste en un cluster de computadoras conectadas mediante una tecnología *fast switching*. Asumimos un servidor que opera sobre un conjunto de P máquinas, cada una con su memoria local. Los requerimientos de los clientes son enviadas a una máquina broker quien a su vez distribuye uniformemente estos requerimientos sobre los P procesadores del servidor. Los requerimientos son consultas que deben ser resueltas utilizando los datos almacenados en los P procesadores. Básicamente, cada procesador debe tratar con dos tipos de consultas, aquellas provenientes de la máquina broker en cuyo caso la consulta comienza a resolverse en el procesador que recibe la consulta; y aquellas consultas asignadas a otros procesadores pero que debieron continuar su búsqueda local en éste procesador.

Cada procesador procesa una secuencia de iteraciones formadas por tres fases principales: recibir mensajes (consultas), procesar mensajes y enviar mensajes. Dentro de la fase los procesadores pueden realizar tres operaciones dependiendo del tipo de mensaje recibido: a) broadcast del mensaje, b) buscar documentos relevantes para la consulta y c) ranking de los documentos recuperados.

La implementación de los algoritmos se ha llevado a cabo a través de la programación orientada a objetos y utilizamos programas *esqueletos* para hacer los programas portables. Durante el envío de

mensajes a través de la red se evita el envío de paquetes pequeños, y se favorece el envío en masa copiando pequeños paquetes en un único mensaje por procesador.

3. Motores de Búsqueda Web para Texto

No hay duda de que la Web es un enorme desafío con el que se debe tratar hoy en día. Varios estudios han estimado el tamaño de la Web [12], y mientras la diferencia reportada por éstos es mínima, la mayoría está de acuerdo en que existe más de un billón de páginas disponibles. Los buscadores Web son aquellas máquinas que nos facilitan la búsqueda de información en este inmenso espacio. Actualmente estas máquinas sólo permiten realizar búsquedas de texto, y para ello utilizan los índices invertidos o listas invertidas como estructuras de indexación. Las listas invertidas son estructuras de datos de indexación que permiten realizar búsquedas rápidas sobre grandes colecciones de texto, y consisten de una tabla de vocabulario que posee todos los términos o palabras relevantes encontradas en la colección de documentos y una lista asociada por cada término. La lista asociada consiste de pares de identificadores de documentos y la frecuencia con la que aparece el término en el documento.

Varias publicaciones han presentado experimentos y propuestas para el procesamiento paralelo eficiente de consultas sobre las listas invertidas que están distribuidas en P procesadores [2, 3, 1, 5, 6, 9, 13, 14]. Es evidente que la eficiencia sobre un cluster de computadoras sólo se logra usando estrategias que permiten reducir la cantidad de comunicación entre los procesadores, y mantener un balance razonable sobre la cantidad de cómputo y comunicación realizada por cada procesador para resolver la búsqueda de consultas.

Existen dos estrategias de distribución de listas invertidas sobre un conjunto de procesadores predominantes: **(a)** la partición de documentos en la cual los documentos son uniformemente distribuidos sobre los procesadores y la lista invertida se construye en cada procesador usando el respectivo subconjunto de documentos, y **(b)** la partición de términos donde se construye un único índice invertido secuencial y luego se distribuye cada término con su lista invertida sobre los procesadores. Además de estas dos estrategias predominantes existen algunas estrategias híbridas que intentan mejorar el balance de carga [5, 13]. La forma en que las listas invertidas son particionadas entre los procesadores determina la manera en que se realiza el procesamiento paralelo de las consultas.

La mayoría de las implementaciones de listas invertidas presentadas hasta el momento, están basadas en la programación paralela con pasaje de mensajes en las que se pueden ver combinaciones de *multithreaded* y sistemas de solapamiento de cómputo/comunicación. Utilizando estas formas desordenadas de computación paralela es bastante riesgoso hacer afirmaciones razonables sobre la performance de los algoritmos. El problema con estas aproximaciones es que las ejecuciones son muy dependientes del estado particular de la máquina y sus fluctuaciones. Por otro lado, el uso de artefactos como los *threads* son fuentes potenciales de *overheads* y pueden producir salidas impredecibles en términos de tiempo de ejecución. La principal ventaja de *BSP* es que tiene un modelo de costo que permite evaluar los costos de cómputo y comunicación de los algoritmos paralelos.

El procesamiento paralelo de consultas está compuesto básicamente en una fase en la que es necesario obtener las listas invertidas de cada término de la consulta y realizar un ranking de documentos para producir los resultados. Las consultas llegan al servidor paralelo desde una máquina receptora llamada *broker*. Luego esta máquina *broker* envía las consultas a una máquina del servidor que es seleccionada en forma circular. Ésta máquina también será la encargada de realizar posteriormente la operación de ranking.

Cada consulta es procesada en dos etapas: la primera consiste en buscar las listas de tamaño K para cada término de la consulta y enviarlo al *ranker*. En la segunda, el *ranker* realiza el ranking de

documentos y si es necesario pide otras listas de tamaño K . A este esquema lo denominamos ranking iterativo. Para realizar el ranking de documentos utilizamos el modelo vectorial con una técnica de filtro propuesta en [7].

La Figura 1 muestra los tiempos de ejecución obtenidos con las dos estrategias de indexación de texto para máquinas de búsqueda Web más populares. A la derecha, se pueden observar los valores obtenidos con un modelo de computación paralela síncrona (BSP) y a la izquierda se muestran los tiempo de ejecución obtenidos por un modelo asíncrono (PVM). Es ésta figura se analiza el comportamiento de ambas estrategias de indexación D y T con diferentes cargas de trabajo en cada iteración o superpaso. A medida que se aumenta el tamaño del lote de consultas insertado por superpaso (eje X), el modelo síncrono tiende a mejorar su rendimiento. Caso contrario a lo que sucede con el modelo asíncrono.

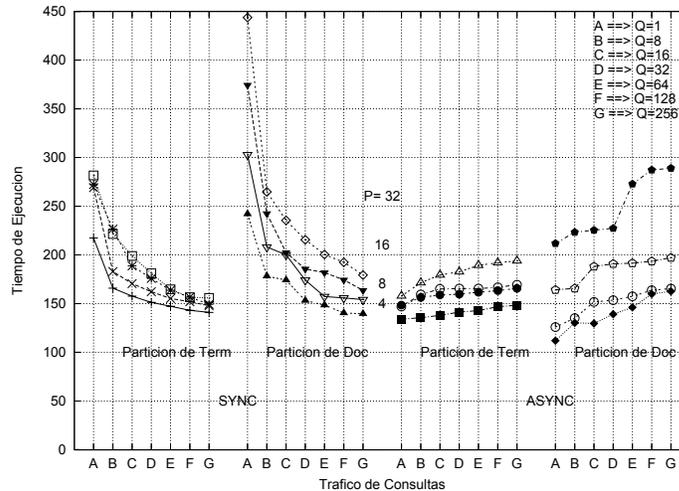


Figura 1: Sistema síncrono vs. asíncrono para una máquina de búsqueda Web utilizando listas invertidas como estructuras de indexación.

4. Conclusiones y Trabajo Futuro

Hasta el momento hemos logrado estudiar en profundidad las estrategias de indexación existentes en el contexto de búsquedas en la Web. Hemos implementado las estrategias existentes y hemos propuesto nuevas estrategias que permiten balancear no sólo la carga de trabajo que tiene cada procesador en el servidor, sino también la comunicación realizada entre estos durante la resolución de consultas.

El trabajo ha sido realizado utilizando el modelo de computación paralela BSP, que es un modelo sincrónico y censillo de utilizar. La implementación de los algoritmos se lleva a cabo utilizando la librería BSPLib y BSPonMPI que permite ejecutar códigos escritos siguiendo el modelo BSP bajo la plataforma mpi. Hemos podido comprobar que las aplicaciones en BSP son competitivas con otras implementaciones asíncronas.

Nuestro siguiente paso consiste en verificar los resultados obtenidos hasta el momento sobre estructuras no convencionales como las estructuras de indexación utilizadas en espacios métricos para la búsqueda de objetos multimediales.

Referencias

- [1] C. Badue, R. Baeza-Yates, B. Ribeiro, and N. Ziviani. Distributed query processing using partitioned inverted files. *Eighth Symposium on String Processing and Information Retrieval (SPIRE'01)*, pages 10–20, Nov. 2001.
- [2] R. Baeza and B. Ribeiro. *Modern Information Retrieval*. Addison-Wesley., 1999].
- [3] A. Barroso, J. Dean, and U. Holzle. Web search for a planet: The google cluster architecture. *IEEE Micro*, 23(2):22–28, 2002.
- [4] A. Geist, A. Beguelin, J. Dongarra, W. Jiang, R. Mancheck, and V. Sunderam. *PVM: Parallel Virtual Machine - A Users Guide and Tutorial for Network Parallel Computing*, 1994. MIT Press.
- [5] Alistair Moffat, William Webber, and Justin Zobel. Load balancing for term-distributed parallel retrieval. *Proceedings of the 29th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, pages 348–355, 2006.
- [6] S. Orlando, R. Perego, and F. Silvestri. Design of a parallel and distributed web search engine. *In Proc. 2001 Parallel Computing Conf.*, pages 197–204, 2001.
- [7] M. Persin, J. Zobel, and R. Sacks-Davis. Filtered document retrieval with frequency-sorted indexes. *Journal of the American Society for Information Science*, 47(10):749–764, 1996.
- [8] D.B. Skillicorn, J.M.D. Hill, and W.F. McColl. Questions and answers about BSP. Technical Report PRG-TR-15-96, 1996. Also in *Journal of Scientific Programming*, V.6 N.3, 1997.
- [9] A. Tomasic and H. Garcia-Molina. Performance of inverted indices in shared-nothing distributed text document information retrieval systems. *Second International Conference on Parallel and Distributed Information Systems*, pages 8–17, 1993.
- [10] URL. BSP and Worldwide Standard, <http://www.bsp-worldwide.org/>.
- [11] L.G. Valiant. A bridging model for parallel computation. *Comm. ACM*, 33:103–111, Aug. 1990.
- [12] I. H. Witten, A. Moffat, and T.C. Bell. *Managing gigabytes: Compressing and indexing documents and images*. 2nd ed. San Francisco, Morgan Kaufmann, 1999.
- [13] Wensi Xi, Ohm Sornil, Ming Luo, and Edward A. Fox. Hybrid partition inverted files: Experimental validation. In *ECDL '02: Proceedings of the 6th European Conference on Research and Advanced Technology for Digital Libraries*, pages 422–431, London, UK 2002.
- [14] J. Zobel and A. Moffat. Inverted files for text search engines. *ACM Computing Surveys*, 38(2), 2006.

Diseño e Implementación de un Portal GRID Orientado a Aspectos^{*}

Sandra Casas, Osiris Sofia

Universidad Nacional de la Patagonia Austral
Lisandro de la Torre 1070
CP 9400. Río Gallegos, Santa Cruz, Argentina
Tel/Fax: +54-2966-442313/17
{lis;osofia}@unpa.edu.ar

Resumen

En el marco del Proyecto de Investigación *Paralelización de Estructuras de Datos y Algoritmos para la Recuperación de Información*, de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral se ha abierto una línea de investigación que da continuidad al trabajo previo de dos grupos de investigación en las áreas de paralelismo y programación orientada a aspectos, integrados en esta oportunidad en la búsqueda de alternativas para la implementación del paradigma de orientación a aspectos en entornos paralelos, particularmente en entornos GRID, a través del desarrollo de un *Portal* GRID, utilizando técnicas y herramientas de la programación orientada a aspectos.

Palabras claves: Computación GRID, Programación Orientada a Aspectos, Portales GRID, Paralelismo.

1. Motivación

En los últimos años, de manera separada han surgido y crecido dos líneas de investigación en la Unidad Académica Río Gallegos de la UNPA. A partir del año 1999 se ha trabajado sobre problemas de la distribución y paralelización de bases de datos y desde el año 2005 un grupo diferente de investigadores ha estudiado el paradigma orientado a aspectos en la búsqueda de estrategias de resolución de conflictos. Ambos grupos se encuentran en un estado de consolidación suficiente para confluír sus esfuerzos en un proyecto que unifique ambas líneas de investigación.

^{*}Este trabajo fue financiado por la Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Santa Cruz, Argentina, proyecto 'Paralelización de Estructuras de Datos y Algoritmos para la Recuperación de Información'

2. Introducción

La *Computación Grid* [9] se ha establecido como un nuevo paradigma para la computación científica de gran escala (o redes de investigación): la aplicación de recursos computacionales coordinados, interconectados vía una red pública de alta velocidad, para solucionar problemas en áreas científicas tales como: astrofísica, química, física, geofísica, meteorología y climatología, neurobiología, biología molecular, etc. Las aplicaciones Grid son sistemas computacionales distribuidos que proveen mecanismos para compartir de manera controlada recursos computacionales. La Computación Grid requiere componentes middleware genéricos, que oculten a las aplicaciones específicas los detalles de acceso y usar configuraciones de recursos heterogéneos, procesadores, almacenamiento y conexiones de redes. Estos garantizan la interoperabilidad de los recursos a través del uso de protocolos estándares. El término *Tecnología Grid* [15] usualmente se refiere a éste tipo de middleware.

Uno de los enfoques más utilizados para proporcionar acceso a la Computación GRID son los Portales GRID. Los Portales GRID [7] son herramientas muy eficaces que proporcionan a los usuarios de Computación GRID interfaces simples e intuitivas para el acceso a la información y recursos GRID [9]. La construcción de un Portal GRID debe cumplir con todos los requerimientos de servicios y recursos, para lo cual se han desarrollado APIs, Toolkits, Frameworks específicos, como ser GridPort [20], GPDK [10] y P-GRADE [14].

La Programación Orientada a Aspectos [13] (POA) es un nuevo paradigma para el desarrollo de software que proporciona abstracciones para la implementación de los crosscutting concerns, de manera separada y aislada a los componentes de funcionalidad básica. La POA además proporciona mecanismos para la composición

	Grid	Webs	Comentarios
Principales Usos / Usuarios	eScience, eEngineering	Comunicación científica (inicialmente), eCommerce, eContent (multimedia)	Existen algunos solapamientos y habrán más en el futuro.
Principales funciones	Computación de alta performance, compartición de recursos computacionales	Información, comunicación, transacciones	
Aplicaciones	Problemas que requieren computo intensivo en ciencias e ingeniería	Servicios I&C, educación & entrenamiento, eBusiness, eCommerce (B2B, B2C, B2A, etc.), etc.	Las Webs son interfaces principales para acceso a las aplicaciones
Volúmenes de Datos	XXL (y mayores)	S - XL	Grid futuras pueden también trabajar sobre volúmenes más pequeños.
Recursos	Almacenamiento, ancho de banda, tiempo de procesador, ficheros, etc.	Contenido digital y relacionado a servicios.	Contenedores, transportadores & Procesadores vs. Contenido y aplicaciones
Usuarios	Grupos de usuarios especiales (científicos, ingenieros)	Publico en general, negocios, administradores, etc.	Estos son solo algunos de los grupos objetivo.
Standares	Faltan estándares para middleware	Existen algunos estándares y recomendaciones	Las comunidades Grid y Web están todavía lejanamente separadas.

Figura 1: Comparación de Portales Grids y Portales Webs Orientados al consumo/usuario.

de las diferentes unidades. En otras palabras, la Orientación a Aspectos, es una técnica que permite aplicar el principio de Separación de Concerns [6] y de esta forma, obtener los beneficios enunciados por dicho principio. La unidad de implementación que representa a la funcionalidad transversal se denomina aspecto, dando origen al nombre del paradigma. De esta forma, se suele referir casi sin distinción para indicar el mismo concepto a los términos aspecto, funcionalidad transversal y/o “crosscutting concern”.

Ciertas funcionalidades y requerimientos han sido identificados como “clásicos” crosscutting concerns. Entre estos suelen identificarse: coordinación, distribución, sincronización, concurrencia, balance de carga, seguridad, logging y autenticación. En el desarrollo e implementación de portales GRID, todos o algunos de estos concerns estarán presentes, por lo que se puede suponer a priori, que al desarrollar una aplicación GRID pueden ser implementados bajo el enfoque POA.

3. Portales GRID

Un portal GRID es en esencia una aplicación

WEB, por lo cual tiene requerimientos (o características) similares a los portales orientados al consumo o usuario (Yahoo, CNN, IBM intranet). Estos servicios suelen incluir soporte para el contexto (login, customización, personalización, etc.); soporte para interfaces de usuario basadas en navegadores; páginas dinámicas disponibles a usuarios anónimos o autenticados. En particular los portales de e-Science deben además soportar cuestiones relacionadas con la integración de aplicaciones de dominio específicas basadas en GRID. Aquí surge la principal diferencia, un portal GRID debe manejar computación que se ejecute por días o semanas sobre cientos de nodos para procesar terabytes de datos científicos. Específicamente estos portales son requeridos para manejar credenciales, lanzar trabajos, manejar ficheros y ocultar la complejidad de la GRID como los trabajos batch distribuidos. En la Figura 1 se comparan ambos tipos de portales [18].

A continuación se detallan los servicios básicos que un Portal GRID debe ofrecer, el modelo arquitectónico de base empleado en el diseño e implementación de los mismos y los conceptos relacionados de brokers y portlets.

3.1. Servicios soportados por un Portal GRID

Los servicios que un Portal GRID típicamente incluye son:

- *Seguridad*: los usuarios se loguean en un portal usando un navegador WEB y se autentican mediante un user-id y password. El portal GRID mapea el user-id a credenciales GRID.
- *Gestión de Datos*: provee acceso a ficheros, colecciones y metadatos locales y remotos, soporta transferencia de ficheros;
- *Job submission*: se refiere a la habilidad de que los procesadores conectados a la GRID ejecuten un trabajo (secuencial o paralelo) y puedan monitorear su estado. Este es un servicio clásico soportado por el portal;
- *Servicios de Información*: el acceso a directorios y estado de herramientas es un rol esencial del Portal;
- *Interfaces de Aplicación*: permite ocultar convenientemente los detalles GRID detrás de una interfaz de aplicación;
- *Colaboración*: los portales sirven como entradas a organizaciones virtuales para compartir recursos;
- *Workflow*: presenta los usuarios con sus tareas y asume la responsabilidad de integrar estas tareas en secuencias;
- *Visualización*: provee herramientas que ofrecen

a los usuarios acceso a los datos, renderización y visualización de recursos. Puede proveer algún nivel de vista de los datos o puede ser usada para ofrecer herramientas más avanzadas.

3.2. Arquitectura base de portales GRID

Un Portal GRID se puede ver como una interface WEB a un sistema distribuido. La arquitectura básica de un portal responde a un esquema de arquitectura de tres capas: (1) la capa cliente, que se ejecuta mediante un navegador WEB; (2) la capa servidor que cumple la función de representar la lógica del negocio y (3) la capa de recursos y servicios GRID. Los clientes y el servidor típicamente se comunican vía HTTP permitiendo que cualquier navegador WEB sea usado. La capa servidor simplemente accede a ficheros locales para servir páginas pero también puede dinámicamente generar páginas web mediante la ejecución de scripts CGI y/o mediante interacción directa o indirecta con los recursos back-end. La interacción con la tercera capa puede lograrse en algún protocolo o de manera apropiada. Usando esta arquitectura general, los portales pueden ser construidos para que soporten aplicaciones de una amplia variedad. Para hacerlo efectivamente, sin embargo, se requiere un conjunto de herramientas de construcción de portales que puedan ser personalizados para cada área de aplicación. En la Figura 2 se presenta gráficamente una arquitectura de tres capas aplicada al acceso y utilización de recursos y servicios GRID.

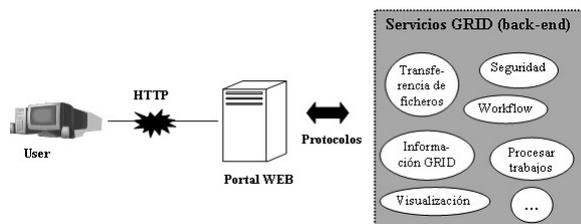


Figura 2: *Arquitectura Base de Portales Grid.*

3.3. Broker de Recursos

La utilización de *brokers* de recursos introduce una variante a la arquitectura de tres capas. Un broker es un proceso que realiza estimación de recursos (productor) o descubrimiento de recursos (consumidor) y selección de los mismos en base a varias estrategias. El broker además asigna tareas de aplicación a esos recursos, distribuye

datos o localiza datos y computación. El modelo de costos puede ser usado para negociar antes de seleccionar / petitionar recursos. Los brokers suelen localizarse en la capa del portal. En la Figura 3, se muestra gráficamente como funciona GRB (Grid Resources Broker) [1].

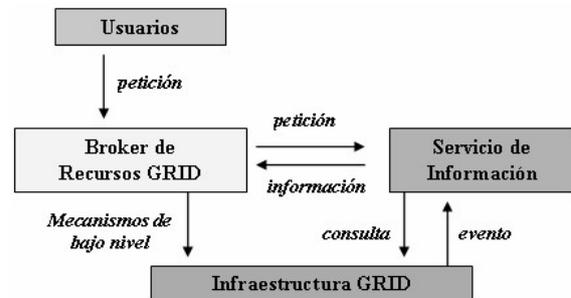


Figura 3: *Esquema de GRB.*

3.4. Portlets

Un *portlet* es un componente Web basado en Java, manejado por un contenedor de portlet que procesa peticiones y genera el contenido dinámico. El contenedor del portlet contiene portlets y provee de ellos el ambiente en tiempo real requerido. JSR 168 es una especificación para la estandarización de comunicaciones entre portlets y un contenedor de portlets definidos por un conjunto de APIs de Java. Además esta especificación hace posible que desarrolladores de portlets intercambien componentes web. Estos portlets pueden ser mostrados por el "JSR 168 compliant" contenedor de portlet, sin modificar el código fuente. Los Portales ahora se construyen con contenedores de portal, los cuales manejan el ciclo de vida del portlet.

Un típico framework de un portal generalmente proporciona funcionalidades como administración de cuentas de usuario y el despliegue de los portlets. Por lo tanto, la carga en los desarrolladores de portales se disminuye, y los desarrolladores pueden centrarse en el desarrollo del portlet, particularmente en la capa de la lógica del negocio.

La tecnología de Portlet es soportada y reusada por varios proyectos como OGCE, Jetspeed, uPortal, Sakai/CHEF, GridLab GridSphere. En la Figura 4 se muestra la arquitectura de Portlets que compone Gridsphere y Tomcat [21] usada para el Portal SUMA/G.

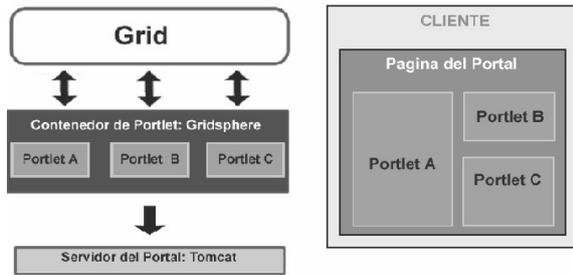


Figura 4: Portlets en Gridsphere y Tomcat.

4. Línea de Investigación

4.1. Objetivos

El objetivo del trabajo es demostrar empíricamente que la orientación a aspectos es una técnica de desarrollo de software más conveniente para la construcción de Portales GRID que las técnicas convencionales de desarrollo de software (orientadas a objetos y/o componentes).

4.2. Hipótesis

El diseño e implementación de un Portal GRID empleando la orientación a aspectos genera una aplicación más reutilizable, mantenible, escalable, evolucionable y traceable.

4.3. Método

El método de investigación es eminentemente empírico, para lo cual se seleccionará un caso de estudio particular y real.

4.4. Metodología Propuesta

Estudio del Estado del Arte: En esta etapa del trabajo se realizará una recopilación de las herramientas (toolkits, middleware, frameworks, etc.) para desarrollo de Portales GRID disponibles, los estándares y arquitecturas propuestas. El trabajo incluye la elaboración de un análisis comparativo.

Identificación de requerimientos: En esta etapa se identificarán los requerimientos del Portal GRID y se clasificarán como funcionales y no funcionales. En este sentido se definirán y representarán un conjunto de casos de uso y posibles escenarios.

Diseño Arquitectónico: En esta etapa se definirá el diseño arquitectónico del Portal GRID. Los distintos servicios se representarán como componentes y/o aspectos en cada una de las capas.

Implementación: En esta etapa se debe en principio seleccionar las herramientas de programación más adecuadas, garantizando la compatibilidad

entre las mismas. El lenguaje de componentes para la funcionalidad base y un lenguaje orientado a aspectos, además del servidor web y herramientas para servicios específicos del Portal GRID.

Pruebas: En principio se establecen pruebas funcionales que garanticen el correcto funcionamiento del Portal GRID, pero además se establecerán pruebas de performance y rendimiento.

Comparación: En esta etapa se pretende realizar diversos estudios comparativos con portales GRID desarrollados bajo enfoques diferentes.

5. Trabajos Relacionados

La orientación a aspectos ha sido empleada para la implementación de aplicaciones paralelas y/o distribuidas, en este sentido existen algunas contribuciones:

La orientación a aspectos ha sido propuesta para implementar aplicaciones paralelas en [11], [8] y [3]. Estos modelos intentan modularizar el concern de paralelización en aspectos. En [17] se presentan aplicaciones Java distribuidas usando RMI que pueden ser convertidas a aplicaciones que son funcionalmente equivalentes con el código de distribución encapsulado en aspectos. Un enfoque similar es descrito por Ceccato y Tonella [4]. En [2] y [8] se describen enfoques para generar programas combinando técnicas POA en aplicaciones paralelas y distribuidas. La implementación de algunos mecanismos de concurrencia como aspectos han sido presentados en lenguajes y frameworks orientados a aspectos como JBoss AOP [16] and AspectJ 5 Developer's Notebook [19], [5]. En [12] se presenta un enfoque para hacer los servicios GRID pluggables utilizando técnicas orientadas a aspectos. Los servicios de monitorización y administración de recursos en entornos distribuidos GRID son implementados bajo un enfoque orientado a aspectos.

6. Conclusiones

En este artículo se ha descrito el objeto de investigación que unifica las líneas de trabajo en distribución y paralelismo y orientación a aspectos. En concreto se propone el desarrollo de un Portal GRID empleando técnicas y herramientas POA. Este trabajo supone una minuciosa identificación y separación de requerimientos funcionales y transversales y su consecuente diseño e implementación.

El proyecto supone la incorporación de alumnos

avanzados de la carrera de Licenciatura en Sistemas de la UNPA-UARG que mediante los sistemas de becas o créditos realicen una experiencia inicial en investigación aplicada, como así también da marco al desarrollo de tesinas de grado y/o tesis de posgrado de los demás integrantes del proyecto.

Referencias

- [1] Blasi E. Epicoco I. Aloisio G., Cafaro M. The grid resource broker, a ubiquitous grid computing framework. *Scientific Programming*, 10(2):113–119, 2002.
- [2] Purushotham V. B. Generating parallel applications for distributed memory systems using aspects, components, and patterns. In *Workshop on Aspects, Components, and Patterns for Infrastructure Software, AOSD*, Canada, 2007.
- [3] Basmadjian R. Broto L., Bahsoun J. Sharing of threads variables on grid systems with aspect-oriented programming. In *5th AOSD Workshop on Aspects, Components, and Patterns for Infrastructure Software, ACP4IS 06*, Germany, 2006.
- [4] Tonella P. Ceccato M. Adding distribution to existing applications by means of aspect oriented programming. In *4th IEEE Int. Workshop SCAM 04*, pages 107–116, USA, 2004.
- [5] Monteiro M. Cunha C., Sobral J. Reusable aspect-oriented implementations of concurrency patterns and mechanisms. In *AOSD 06*, Bonn, Germany, March 2006.
- [6] Dijkstra E. *A Discipline of Programming*. Prentice-Hall, 1976.
- [7] Furmanski W. Fox G. *High performance commodity computing*, chapter 10. Morgan Kaufman Publishers, 1998.
- [8] J. Harbulot B., Gurd. Using aspectj to separate concerns in parallel scientific java code. In *Third International Conference on Aspect - Oriented Software Development, AOSD04*, pages 122–131, Lancaster,U.K., March 2004.
- [9] Foster I. and Kesselman C. *The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure*. Morgan Kaufman Publishers, 1998.
- [10] Novotny J. Grid computing environments special issue of concurrency and computation practice and experience. *The Grid Portal Development Kit*, pages 1129–1144, 2002.
- [11] Sobral J. Incrementally developing parallel applications with aspectj. In *IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium, IPDPS 06*, 2006.
- [12] Sobral J. Pluggable grid services. In *8th IEEE/ACM International Conference on Grid Computing, Grid 2007*, Austin, Texas, September 2007. IEEE Computer Society.
- [13] Mendhekar A. Maeda C. Lopes C. Loingtier J. Irwin J Kiczales G., Lamping L. Aspect-oriented programming. In *In Proceedings ECOOP 97*, Finland, 1997.
- [14] Lovas R. Kacsuk P. Nemeth C., Dozsa G. The p-grade grid portal. *LNCS, v. 2044*, pages 10–19, 2004.
- [15] Proyecto Globus. <http://www.globus.org/>.
- [16] Proyecto JBoss AOP. <http://www.jboss.org/products/aop>.
- [17] Laureano E. y Borba P. Soares S. Implementing distribution and persistence aspects with aspectj. In *17th Annual ACM Conf. on OOPSLA*, Washington, 2002.
- [18] Hans-Georg Stork. Webs, grids and knowledge spaces, - programmes, projects and prospects. In *Journal of Universal Computer Science*, volume 8, pages 848–868, 2002.
- [19] The AspectJ 5 Development Kit Developers Notebook. <http://eclipse.org/aspectj/doc/next/>.
- [20] y Boisseau J. Thomas M., Mock S. Development of web toolkits for computational science portals: The npaci hotpage. In *9th IEEE International Symposium on High Performance Distributed Computing*, pages 308–309, 2000.
- [21] Cardinale Y. Experiencias en la construcción de portales para grids computacionales en la usb. In *II Taller Latinoamericano de Computación Grid*, Merida, Venezuela.

Paralelización de Estructuras Métricas para Búsquedas por Similitud en Servidores Web.*

Osiris Sofia

Universidad Nacional de la Patagonia Austral
Río Gallegos, Argentina
osofia@unpa.edu.ar

and

Roberto Uribe Paredes

Departamento de Ingeniería en Computación
Universidad de Magallanes
Punta Arenas, Chile
ruribe@ona.fi.umag.cl

Resumen

La *búsqueda por similitud* consiste en recuperar todos aquellos objetos dentro de una base de datos que sean parecidos o relevantes a una determinada consulta. Este concepto tiene una amplia gama de aplicaciones en áreas como bases de datos multimediales, reconocimiento de patrones, minería de datos, recuperación de información, etc.

La posibilidad de fusionar dos líneas de investigación independiente, como es, el desarrollo de estructuras de datos para búsquedas por similitud y la necesidad de procesar grandes volúmenes de datos usando computación paralela, permitirá la utilización de estas nuevas estructuras en aplicaciones reales.

El presente artículo describe la línea de investigación conjunta de un grupo de investigadores de la Universidad de Magallanes y de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral a través del programa de investigación "Paralelización de Estructuras de Datos y Algoritmos para la Recuperación de Información", el cual permitirá el diseño, implementación y evaluación de estructuras métricas paralelas.

Palabras claves: bases de datos, estructuras de datos, algoritmos, espacios métricos, consultas por similitud, paralelismo, modelo BSP.

* Este trabajo fue financiado por la Universidad Nacional de la Patagonia Austral, proyecto "Paralelización de Estructuras de Datos y Algoritmos para la Recuperación de Información" y la Universidad de Magallanes

1. Introducción

1.1. Antecedentes

Uno de los problemas de gran interés en ciencias de la computación es el de "búsqueda por similitud", es decir, encontrar los elementos de un conjunto más similares a una muestra. Esta búsqueda es necesaria en múltiples aplicaciones, como ser en reconocimiento de voz e imagen, compresión de video, genética, minería de datos, recuperación de información, etc. En casi todas las aplicaciones la evaluación de la similitud entre dos elementos es cara, por lo que usualmente se trata como medida del costo de la búsqueda la cantidad de similitudes que se evalúan.

Interesa el caso donde la similitud describe un espacio métrico, es decir, está modelada por una función de distancia que respeta la desigualdad triangular. En este caso, el problema más común y difícil es en aquellos espacios de "alta dimensión" donde el histograma de distancias es concentrado, es decir, todos los objetos están más o menos a la misma distancia unos de otros.

El aumento de tamaño de las bases de datos y la aparición de nuevos tipos de datos sobre los cuales no interesa realizar búsquedas exactas, crean la necesidad de plantear nuevas estructuras para búsqueda por similitud o búsqueda aproximada. Asimismo, se necesita que dichas estructuras sean dinámicas, es decir, que permitan agregar o eliminar elementos sin necesidad de crearlas nuevamente, así como también que sean óptimas en la administración de memoria secundaria. La necesidad de procesar grandes volúmenes de datos obligan a aumentar la capacidad de procesamiento y con ello la paralelización de los algoritmos y la distribución de las bases de datos.

1.2. Marco teórico

La similaridad se modeliza en muchos casos interesantes a través de un espacio métrico, y la búsqueda de objetos más similares a través de una búsqueda por rango o de vecinos más cercanos.

Definición 1 (*Espacios Métricos*): Un espacio métrico es un conjunto X con una función de distancia $d : X^2 \rightarrow R$, tal que $\forall x, y, z \in X$,

1. $d(x, y) \geq 0$ and $d(x, y) = 0$ ssi $x = y$. (*positividad*)
2. $d(x, y) = d(y, x)$. (*Simetría*)
3. $d(x, y) + d(y, z) \geq d(x, z)$. (*Desigualdad Triangular*)

Definición 2 (*Consulta por Rango*): Sea un espacio métrico (X, d) , un conjunto de datos finito $Y \subseteq X$, una consulta $x \in X$, y un rango $r \in R$. La consulta de rango alrededor de x con rango r es el conjunto de puntos $y \in Y$, tal que $d(x, y) \leq r$.

Definición 3 (*Los k Vecinos más Cercanos*): Sea un espacio métrico (X, d) , un conjunto de datos finito $Y \subseteq X$, una consulta $x \in X$ y un entero k . Los k vecinos más cercanos a x son un subconjunto A de objetos de Y , donde la $|A| = k$ y no existe un objeto $y \in A$ tal que $d(y, x)$ sea menor a la distancia de algún objeto de A a x .

El objetivo de los algoritmos de búsqueda es minimizar la cantidad de evaluaciones de distancia realizadas para resolver la consulta. Los métodos para buscar en espacios métricos se basan principalmente en dividir el espacio empleando la distancia a uno o más objetos seleccionados. El no trabajar con las características particulares de cada aplicación tiene la ventaja de ser más general, pues los algoritmos funcionan con cualquier tipo de objeto [6].

Existen distintas estructuras para buscar en espacios métricos, las cuales pueden ocupar funciones discretas o continuas de distancia. Algunos son BKTTree [4], MetricTree [18], GNAT [2], Vp-Tree [22], FQTree [1], MTree [7], SAT [14], Slim-Tree [17], EGNAT [20].

Algunas de las estructuras anteriores basan la búsqueda en pivotes y otras en clustering. En el primer caso se seleccionan pivotes del conjunto de datos y se precálculan las distancias entre los elementos y los pivotes. Cuando se realiza una consulta, se calcula la distancia de la consulta a los pivotes y se usa la desigualdad triangular para descartar candidatos.

Los algoritmos basados en clustering dividen el espacio en áreas, donde cada área tiene un *centro*. Se almacena alguna información sobre el área que permita descartar toda el área mediante sólo comparar la consulta con su centro. Los algoritmos de clustering son los mejores para espacios de alta dimensión, que es el problema más difícil en la práctica.

Existen dos criterios para delimitar las áreas en las estructuras basadas en clustering, *hiperplanos* y *radio cobertor* (*covering radius*). El primero divide el espacio en particiones de *Voronoi* y determina el hiperplano al cual pertenece la consulta según a qué centro corresponde. El criterio de radio cobertor divide el espacio en esferas que pueden intersectarse y una consulta puede pertenecer a más de una esfera.

Definición 4 (*Diagrama de Voronoi*):

Considérese un conjunto de puntos $\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ (centros). Se define el diagrama de Voronoi como la subdivisión del plano en n áreas, una por cada c_i , tal que $q \in$ al área c_i sí y sólo sí la distancia euclidiana $d(q, c_i) < d(q, c_j)$ para cada c_j , con $j \neq i$.

El *EGNAT* es una estructura basada principalmente en el diagrama de Voronoi, aunque igualmente usa radio cobertor. Está basada en el *GNAT* [2] que es una generalización del *Generalized Hyperplane Tree (GHT)* [18].

1.3. Modelo de computación paralela BSP

El modelo BSP de computación paralela fue propuesto en 1990 con el objetivo de permitir que el desarrollo de software sea portable y tenga desempeño eficiente y escalable [21, 16]. BSP propone alcanzar este objetivo mediante la estructuración de la computación en una secuencia de pasos llamados *supersteps* y el empleo de técnicas aleatorias para el ruteo de mensajes entre procesadores. El computador paralelo, independiente de su arquitectura, es visto como un conjunto de pares procesadores-memoria, los cuales son conectados mediante una red de comunicación cuya topología es transparente al programador. Los *supersteps* son delimitados mediante la sincronización de procesadores. Los procesadores proceden al siguiente *superstep* una vez que todos ellos han alcanzado el final del *superstep*, los cuales son agrupados en bloques para optimizar la eficiencia de la comunicación. Durante un *superstep*, los procesadores trabajan asincrónicamente con datos almacenados en sus memorias locales. Cualquier mensaje enviado por un procesador está disponible para procesamiento en el procesador destino sólo al comienzo del siguiente

superstep. Dada la estructura particular del modelo de computación, el costo de los programas BSP puede ser obtenido utilizando técnicas similares a las empleadas en el análisis de algoritmos secuenciales. En BSP, el costo de cada superstep esta dado por la suma del costo en computación (el máximo entre los procesadores), el costo de sincronización entre procesadores, y el costo de comunicación entre procesadores (el máximo enviado/recibido entre procesadores).

En el marco del Proyecto de Investigación *Paralelización de Estructuras de Datos y Algoritmos para la Recuperación de Información*, de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral se ha abierto una línea de investigación que da continuidad al desarrollo de servidores web soportados en clusters de PC a través del modelo BSP de computación paralela y que tiene como objetivo estudiar estrategias de implementación de estructuras métricas para búsquedas por similitud tanto en la paralelización de los algoritmos como en la distribución de las estructuras de datos.

2. Resultados Preliminares

La unificación de experiencias de los equipos de las distintas Universidades está formalizada en las distintas publicaciones en las áreas de Paralelismo ([10, 9, 13, 11, 8]), como en la de implementación y evaluación de estructuras métricas ([20, 3]). También se pueden mencionar resultados preliminares en la paralelización de estructuras métricas por parte de uno de los equipos ([5, 19, 15, 12]).

Inicialmente el trabajo de los equipos estará orientado a dos problemas, la *paralelización de los algoritmos* y a las estrategias utilizadas para la *distribución de la base de datos* sobre el cluster de PCs.

El contexto común para el estudio de las distintas estrategias de distribución de las bases de datos y paralelización de los algoritmos, es que existe una máquina broker que reparte las consultas de forma circular entre todas las máquinas.

En cada superstep cada máquina toma Q consultas (enviadas desde la máquina broker) y hace el proceso de búsqueda con dichas consultas, luego recoge todas las consultas provenientes de las demás máquinas y realiza el proceso de búsqueda con ellas. Entonces se procede a repartir las Q consultas (ya procesadas anteriormente) a las demás máquinas, y también se envían los resultados de las consultas a las máquinas que corresponda.

Entre las distintas medidas de costo a considerar en los estudios están, los cálculos de distancia y los accesos a disco durante la construcción y

búsqueda de objetos. A su vez, es relevante mantener en forma adecuada el balance de carga sobre los procesadores como también un balance en la distribución de los datos entre los distintos componentes del cluster. En el análisis secuencial de las estructuras es de suma importancia mantener métodos eficientes de almacenamiento de éstas, de tal manera de evitar altos costos, tanto de accesos como de espacio en memoria secundaria.

3. Conclusiones

En este trabajo se ha presentado una de las líneas de investigación de un grupo conformado por investigadores de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Argentina y de la Universidad de Magallanes, Chile. Esto da continuidad tanto al desarrollo de servidores web soportados en clusters de PC a través del modelo BSP de computación paralela como al diseño e implementación de estructuras métricas que permitan búsquedas aproximadas más eficientes.

Estudios preliminares realizados por los equipos sobre paralelización de estructuras métricas, han generado resultados exitosos y prometedores en términos de obtener resultados que permitan soluciones adecuadas al problema presentado.

Se espera contar, al finalizar el proyecto de investigación conjunto, con el desarrollo de parte de una máquina de búsqueda por similitud, soportada sobre un cluster de PCs, que pueda ser utilizada como prototipo en aplicaciones de tipo real.

Referencias

- [1] R. Baeza-Yates, W. Cunto, U. Manber, and S. Wu. Proximity matching using fixed-queries trees. In *5th Combinatorial Pattern Matching (CPM'94)*, LNCS 807, pages 198–212, 1994.
- [2] Sergei Brin. Near neighbor search in large metric spaces. In *the 21st VLDB Conference*, pages 574–584. Morgan Kaufmann Publishers, 1995.
- [3] Nieves R. Brisaboa, Oscar Pedreira, Diego Seco, Roberto Solar, and Roberto Uribe. Clustering-based similarity search in metric spaces with sparse spatial centers. In *SOFSEM 2008: 34rd Conference on Current Trends in Theory and Practice of Computer Science*, volume 4910 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 186–197, Novy Smokovec, High Tatras, Slovakia, January, 19-25 2008. Springer.

- [4] W. Burkhard and R. Keller. Some approaches to best-match file searching. *Communication of ACM*, 16(4):230–236, 1973.
- [5] Roberto Uribe-Paredes Carlos Subiabre, Enrique Árias. Paralelización de los procesos de búsqueda y optimización en memoria secundaria para la estructura spaghetti. In *XIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (Cacic2007)*, Corrientes, Argentina, Oct. 2007.
- [6] Edgar Chávez, Gonzalo Navarro, Ricardo Baeza-Yates, and José L. Marroquín. Searching in metric spaces. In *ACM Computing Surveys*, pages 33(3):273–321, September 2001.
- [7] P. Ciaccia, M. Patella, and P. Zezula. M-tree : An efficient access method for similarity search in metric spaces. In *the 23st International Conference on VLDB*, pages 426–435, 1997.
- [8] Esteban Gesto, Daniel Laguia, Natalia Trejo, Osiris Sofia, and Jose Canumán. Implementación de un motor de búsquedas paralelo con bsp. In *32a Conferencia Latinoamericana de informática*, Santiago de Chile - Chile, Agosto 2006. CLEI 2006.
- [9] M. Marín, J. Canuman, M. Becerra, D. Laguia, and O. Sofia. Procesamiento paralelo de consultas sql generadas desde la web. In *Jornadas Chilenas de Computación 2001*, Punta Arenas-Chile, Nov. 2001.
- [10] M. Marin, J. Canumán, and D. Laguia. Un modelo de predicción de desempeño para bases de datos relacionales paralelas sobre bsp. In *VI Congreso Argentino de Ciencia de la Computación*, Ushuaia - Argentina, Oct 2000. CACIC 2000.
- [11] M. Marín and S. Casas. Procesamiento paralelo de consultas a bases de datos textuales distribuidas. In *III Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*. WICC 2001, May. 2002.
- [12] Mauricio Marín, Roberto Uribe, and Ricardo J. Barrientos. Searching and updating metric space databases using the parallel egnat. In *Proc. of International Conference on Computational Science 2007 (ICCS 2007)*, volume 4487 (1) of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 229–236, Beijing, China, May 2007. Springer.
- [13] Paula Millado, Daniel Laguia, Albert Sofia, Mauricio Marín, and Claudio Delrieux. Administrador visual de entornos bsp. In *VI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, Neuquén - Argentina, May. 2004. WICC 2004.
- [14] Gonzalo Navarro. Searching in metric spaces by spatial approximation. *The Very Large Databases Journal (VLDBJ)*, 11(1):28–46, 2002.
- [15] Eduardo Peña-Jaramillo. Estructuras métricas paralelas en la recuperación de imágenes. Master’s thesis, Escuela de Ingeniería, Departamento de Ciencias de la Computación, Pontificia Católica de Chile, Santiago, Chile, Nov. 2006.
- [16] D.B. Skillicorn, J.M.D. Hill, and W.F. McColl. Questions and answers about BSP. Technical Report PRG-TR-15-96, Computing Laboratory, Oxford University, 1996. Also in *Journal of Scientific Programming*, V.6 N.3, 1997.
- [17] Caetano Traina, Agma Traina, Bernhard Seeger, and Christos Faloutsos. Slim-trees: High performance metric trees minimizing overlap between nodes. In *VII International Conference on Extending Database Technology*, pages 51–61, 2000.
- [18] J. Uhlmann. Satisfying general proximity/similarity queries with metric trees. In *Information Processing Letters*, pages 40:175–179, 1991.
- [19] Roberto Uribe, Gonzalo Navarro, Ricardo J. Barrientos, and Mauricio Marín. An index data structure for searching in metric space databases. In *Proc. of International Conference on Computational Science 2006 (ICCS 2006)*, volume 3991 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 611–617. Springer, 2006.
- [20] Roberto Uribe-Paredes. Manipulación de estructuras métricas en memoria secundaria. Master’s thesis, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile, Abril 2005.
- [21] L.G. Valiant. A bridging model for parallel computation. *Comm. ACM*, 33:103–111, Aug. 1990.
- [22] P. Yianilos. Data structures and algorithms for nearest neighbor search in general metric spaces. In *4th ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA ’93)*, pages 311–321, 1993.

P-DIndex: Optimizando las búsquedas sobre Espacios Métricos

Gil-Costa Veronica, Perez Norma, Reyes Nora
Departamento de Informática – Universidad Nacional de San Luis
+54 (2652) 424027 - Fax: +54 (2652) 430224
Ejército de los Andes 950
5700 - San Luis, Argentina
e-mail: { *gvcosta, nperez, nreyes* }@unsl.edu.ar

Resumen

Para reducir los costos de búsqueda y acelerar los tiempos de respuestas sobre grandes colecciones de datos se utilizan índices que particionan los datos en subconjuntos de manera tal que las respuestas a las consultas pueden ser evaluadas sin examinar exhaustivamente toda la colección. A medida que crece la complejidad de los tipos de datos modernos los espacios métricos obtienen mayor popularidad como paradigma de recuperación de información. Un índice propuesto recientemente es el D-Index el cual es una estructura de múltiples niveles que permite dividir recursivamente los objetos del espacio métrico en conjuntos separables. Este índice combina técnicas de clustering y técnicas basadas en pivotes para realizar las búsquedas por similitud.

Por otro lado, la resolución de consultas sobre este tipo de índices tiende a ser muy costosa por la dificultad que implica la ejecución de la función de similitud, la cual depende del tipo de objeto multimedial utilizado (vídeo, sonido, imagen, etc.). La computación paralela es un paradigma que permite reducir los tiempos de ejecución de los algoritmos. Existen dos escuelas referentes a la comunicación en un diseño paralelo: síncrona y asíncrona. En particular en este trabajo utilizamos el modelo de computación paralela síncrono *Bulk-Synchronous Parallel - BSP* que provee un modelo de costo sencillo que permite predecir los tiempos de ejecución de los algoritmos paralelos.

Keywords: espacios métricos, búsqueda por similitud, D-Index.

1. Introducción

Con el crecimiento desmesurado de información y la evolución de las tecnologías de información y comunicación, han surgido almacenamientos no estructurados de información. No sólo se consultan nuevos tipos de datos tales como texto libre, imágenes, audio y vídeo, sino que además, en algunos casos, ya no se puede estructurar más la información en claves y registros. Aún cuando sea posible una estructuración clásica, nuevas aplicaciones tales como la minería de datos requieren acceder a la base de datos por cualquier campo y no sólo por aquellos marcados como claves. Estos tipos de datos son difíciles de estructurar para adecuarlos al concepto tradicional de búsqueda. Así, han surgido aplicaciones en grandes bases de datos en las que se desea buscar objetos similares. Este tipo de búsqueda se conoce con el nombre de búsqueda por proximidad o búsqueda por similitud y tiene

aplicaciones en un amplio número de campos. Algunos ejemplos son bases de datos no tradicionales, búsqueda de texto, recuperación de información, aprendizaje de máquina y clasificación; sólo para nombrar unos pocos.

Como en toda aplicación que realiza búsquedas, surge la necesidad de tener una respuesta rápida y adecuada, y un uso eficiente de memoria, lo que hace necesaria la existencia de estructuras de datos especializadas que incluyan estos aspectos. El planteo general del problema es: existe un universo \mathbb{U} de objetos y una función de distancia positiva $d : \mathbb{U} \times \mathbb{U} \rightarrow R^+$ definida entre ellos. Esta función de distancia satisface los tres axiomas que hacen que el conjunto sea un espacio métrico: positividad estricta ($d(x, y) = 0 \Leftrightarrow x = y$), simetría ($d(x, y) = d(y, x)$) y desigualdad triangular ($d(x, z) \leq d(x, y) + d(y, z)$). Mientras más *similares* sean dos objetos menor será la distancia entre ellos. Tenemos una base de datos finita $S \subseteq U$ que puede ser preprocesada (ej. para construir un índice). Luego, dado un nuevo objeto del universo (una query q), debemos recuperar todos los objetos similares que se encuentran en la base de datos. Existen dos consultas básicas de este tipo:

- Búsqueda por rango: recuperar todos los objetos de S a distancia r de un objeto q dado.
- Búsqueda de k vecinos más cercanos: dado q , recuperar los k objetos más cercanos a q en S .

La distancia se considera costosa de evaluar (por ejemplo, comparar dos huellas dactilares). Así, es usual definir la complejidad de la búsqueda como el número de evaluaciones de distancia realizadas, dejando de lado otras componentes tales como tiempo de CPU para computaciones colaterales, y aún tiempo de E/S. Dada una base de datos de $|S| = n$ objetos el objetivo es estructurar la base de datos de forma tal de realizar menos de n evaluaciones de distancia (trivialmente n bastarán). Un caso particular de este problema surge cuando el espacio es un conjunto D-dimensional de puntos y la función de distancia pertenece a la familia L_p de Minkowski: $L_p = (\sum_{1 \leq i \leq d} |x_i - y_i|^p)^{1/p}$. Existen métodos efectivos para buscar sobre espacios D-dimensionales, tales como kd-trees [2] o R-trees [6]. Sin embargo, para 20 dimensiones o más esas estructuras dejan de trabajar bien. Nos dedicamos en este trabajo a espacios métricos generales, aunque las soluciones son también adecuadas para espacios D-dimensionales. Es interesante notar que el concepto de *dimensionalidad* se puede también traducir a espacios métricos: la característica típica en espacios de alta dimensión con distancias L_p es que la distribución de probabilidad de las distancias tiene un histograma concentrado, haciendo así que el trabajo realizado por cualquier algoritmo de búsqueda por similitud sea más dificultoso [3, 9]. Para espacios métricos generales existen numerosos métodos para preprocesar la base de datos con el fin de reducir el número de evaluaciones de distancia [6]. Todas aquellas estructuras trabajan básicamente descartando objetos mediante la desigualdad triangular, y la mayoría usa la técnica dividir para conquistar.

Las estructuras de datos para espacios métricos se pueden clasificar en técnicas basadas en pivotes o basadas en clustering. La técnica de pivotes selecciona algunos objetos como *pivotes* y luego calcula la distancia entre los pivotes y los objetos de la colección. Para una consulta (q, r) se calcula la distancia entre la consulta y todos los pivotes y donde r es el radio usado durante la búsqueda. Los objetos x de la colección que no satisfacen la condición $|d(p_i, x) - d(p_i, q)| > r$ pueden ser descartados debido a la desigualdad triangular. Luego, se construye una lista de candidatos con los objetos que no pueden ser descartados, y éstos deben ser comparados directamente con la consulta.

Varios algoritmos como [17, 12, 1], son implementaciones basadas en esta idea, y básicamente difieren entre sí por la estructura adicional utilizada para reducir costo de CPU, pero no en el número de evaluaciones de distancias. Algunos algoritmos basados en estructuras de árbol que utilizan esta idea son [4, 15, 11] de un modo más indirecto: seleccionan un pivote como raíz del árbol y dividen el

espacio de acuerdo a las distancias de los objetos a la raíz.

Las técnicas de clustering particionan la colección de objetos en grupos llamados *clusters* de forma tal que objetos similares caen dentro del mismo grupo. Luego, se divide el espacio en zonas compactas en forma recursiva, y se almacena un “punto” representativo para cada zona llamado *centro* más alguna información adicional que permite descartar zonas completas al momento de procesar una consulta. Algunas de las estructuras más importantes son: Bisector Trees (BST) [10], Generalized-Hyperplane Tree (GHT) [15], Geometric Near-neighbor Access Tree (GNAT) [3], MTree [7], List of Clusters [5] y Spatial Approximation Tree (SAT) [13].

2. D-Index

El D-Index [8] es una estructura reciente que combina novedosas técnicas de clustering con técnicas basadas en pivotes, para acelerar la ejecución de consultas por rango o por vecino más cercano para grandes colecciones de objetos. Este índice está diseñado para minimizar la cantidad de datos accedidos y la cantidad de evaluaciones de distancias. Utiliza una técnica novedosa que recursivamente agrupa los objetos en particiones separables y se combina con una estrategia basada en pivotes, denominada técnica de filtro para reducir el costo de las operaciones de I/O.

La idea básica del D-Index es crear una estructura de almacenamiento de múltiples niveles que utiliza en cada nivel una función denominada ρ -split para separar los objetos en distintas particiones. Cada nivel se divide en buckets y uno de estos buckets, denominado bucket de exclusión, mantiene aquellos objetos que no pertenecen a ninguno de los buckets del nivel que está siendo analizado.

En el primer nivel se utiliza una función ρ -split sobre toda la colección para separar los objetos en diferentes buckets. Para el resto de los niveles, los objetos mapeados al bucket de exclusión del nivel anterior, son candidatos para ser almacenados en los buckets del nivel actual. Finalmente el bucket de exclusión del último nivel forma el bucket de exclusión de la estructura completa D-Index.

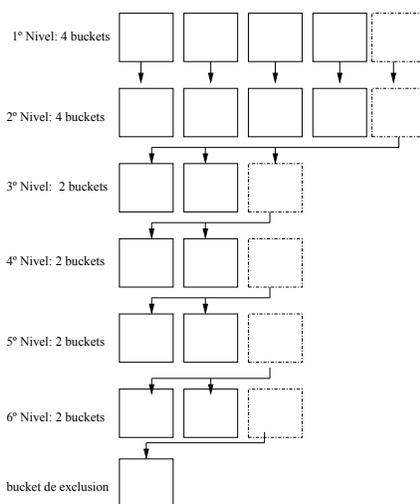


Figura 1: Ejemplo de la estructura D-Index.

La Figura 1 presenta una estructura D-Index variando el número de buckets por nivel. La estructura consiste de seis niveles. Los buckets de exclusión que son particionados recursivamente se muestran con líneas punteadas.

3. P-DIndex: Paralelizando el D-Index

La paralelización de una estructura de datos que cumple la función de índice sobre una colección de objetos, tiene como principal objetivo reducir los costos búsquedas sobre esa colección. En particular estamos trabajando con el modelo bulk-synchronous BSP [16] que es un modelo sincrónico y que puede competir con librerías de pasaje de mensajes asíncronas. La principal ventaja de BSP es que tiene un modelo de costo que permite evaluar los costos de cómputo y comunicación de los algoritmos paralelos. En este modelo una computadora es vista como un conjunto de procesador-memoria y la ejecución de un algoritmo se divide en *superpasos*. En cada superpaso se realizan las siguientes tareas: recibir mensajes, procesar datos locales y/o enviar mensajes. Cada superpaso finaliza con una sincronización por barreras de todos los procesadores.

Con el fin de obtener una paralelización eficiente de los algoritmos del D-Index, es necesario obtener ciertas características:

- Balance de carga: permite que todos los procesadores que conforman al servidor tengan la misma carga de trabajo, y evita que algunos procesadores queden ociosos. Ésta es una característica esencial en los sistemas basados en un modelo síncrono.
- Distribución uniforme de la colección de datos: esta característica permite asegurar un mejor balance de carga.
- Reducir el número de iteraciones (o superpasos): En los modelos síncronos es fundamental minimizar el número de superpasos necesarios para la resolución de las consultas. Minimizando el número de superpasos se logra reducir el número de sincronizaciones por barrera.

Otro aspecto importante en el diseño e implementación de un algoritmo paralelo síncrono es limitar la cantidad de trabajo que debe realizarse en cada superpaso. Esto ha demostrado ser una efectiva técnica para mejorar el rendimiento de los algoritmos reduciendo su tiempo de ejecución final [14].

El diseño paralelo del D-Index se puede realizar utilizando un esquema de particionado local o global. En el primer caso, la colección de datos es distribuida uniformemente entre todos los procesadores del servidor y luego cada procesador construye su propio índice D-Index utilizando los datos almacenados localmente. La resolución de una consulta, utilizando este esquema de particionado, no involucra comunicación entre los procesadores, sólo al comienzo (start-up de la consulta) y al final de la búsqueda para recolectar los resultados obtenidos.

Al utilizar un esquema de particionado global, se construye un único índice D-Index secuencial y luego se distribuyen los buckets en forma multiplexada entre los procesadores del servidor, para garantizar una distribución uniforme del índice y mejorar el balance de carga. Este esquema tiene un costo elevado de construcción y actualización. Pero en general tiende a presentar un mejor rendimiento durante la resolución de consultas.

Referencias

- [1] R. Baeza-Yates, W. Cunto, U. Manber, and S. Wu. Proximity matching using fixed-queries trees. In *Proc. 5th Combinatorial Pattern Matching (CPM'94)*, LNCS 807, pages 198–212, 1994.
- [2] J. Bentley. Multidimensional binary search trees in database applications. *IEEE Trans. on Software Engineering*, pages 333–340, 1979.

- [3] S. Brin. Near neighbor search in large metric spaces. *In Proc. 21st Conference on Very Large Databases (VLDB'95)*, page 574.584, 1995.
- [4] W. Burkhard and R. Keller. Some approaches to best-match file searching. *Comm. of the ACM*, 16(4):230–236, 1973.
- [5] E. Chávez and G. Navarro. A compact space decomposition for effective metric indexing. *Pattern Recognition Letters*, 26(9):1363–1376, 2005.
- [6] E. Chávez, G. Navarro, R. Baeza-Yates, and J. Marroquín. Searching in metric spaces. *ACM Computing Surveys*, pages 273–321, 2001.
- [7] P. Ciaccia, M. Patella, and P. Zezula. M-tree: An efficient access method for similarity search in metric spaces. In *Proceedings of the 23rd International Conference on Very Large Data Bases (VLDB'97)*, pages 426–435, Athens, Greece, August 1997. Morgan Kaufmann Publishers, Inc.
- [8] Vlastislav Dohnal. *Indexing Structure for Searching in Metric Spaces*. PhD. Thesis, Masaryk University, Faculty of Informatics, February, 2004.
- [9] A. Guttman. R-trees: a dynamic index structure for spatial searching. *In Proc. ACM SIGMOD International Conference on Management of Data*, pages 47–57, 1984.
- [10] I. Kalantari and G. McDonald. A data structure and an algorithm for the nearest point problem. *IEEE Transactions on Software Engineering*, pages 631–634, 1983.
- [11] L. Micó, J. Oncina, and R. Carrasco. A fast branch and bound nearest neighbour classifier in metric spaces. *Pattern Recognition Letters*, 17:731–739, 1996.
- [12] L. Micó, J. Oncina, and E. Vidal. A new version of the nearest-neighbor approximating and eliminating search (AESAs) with linear preprocessing-time and memory requirements. *Pattern Recognition Letters*, 15:9–17, 1994.
- [13] G. Navarro. Searching in metric spaces by spatial approximation. In *The Very Large Databases Journal (VLDBJ)*, (11(1):2846), 2002.
- [14] D.B. Skillicorn, J.M.D. Hill, and W.F. McColl. Questions and answers about BSP. Technical Report PRG-TR-15-96, 1996. Also in *Journal of Scientific Programming*, V.6 N.3, 1997.
- [15] J. K. Uhlmann. Satisfying general proximity/similarity queries with metric trees. *Information Processing Letters*, 40:175–179, 1991.
- [16] L.G. Valiant. Bulk synchronous parallel computers. In M. Reeve and S.E. Zenith, editors, *Parallel Processing and Artificial Intelligence*, pages 15–22, Wiley, Chichester, U.K., 1989.
- [17] E. Vidal. An algorithm for finding nearest neighbors in (approximately) constant average time. *Pattern Recognition Letters*, 4:145–157, 1986.

Servicios de Información y Descubrimiento de Recursos en una infraestructura Grid

Martín Chuburu* Javier Echaiz Jorge Ardenghi

Laboratorio de Investigación de Sistemas Distribuidos (LISiDi)
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación
Teléfono: +54 291 4595135, Fax: +54 291 4595136
Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca (8000), Argentina
{mic,je,jrap}@cs.uns.edu.ar

Resumen

Este artículo trata los conceptos de monitoreo y descubrimiento de recursos, los cuales son de gran importancia en una infraestructura Grid, ya que juegan un importante rol en varios aspectos relacionados con la misma.

Son variados los escenarios en los que es necesario conocer la disponibilidad o el nivel de utilización de un recurso. Como ejemplo, se puede mencionar la utilización de herramientas de diagnóstico que tienen como objetivo detectar comportamientos anómalos en el desempeño de un proceso. Así mismo, también es importante saber qué tipos y cantidad de recursos se encuentran disponibles en un Grid, por ejemplo, para un planificador que necesita obtener ciertos recursos para que una tarea se lleve a cabo.

Estos escenarios tienen en común que recurren a uno o varios servidores de información [2], los cuales proveen herramientas para el monitoreo y descubrimiento de recursos que forman parte del Grid y así obtener la información necesaria sobre los mismos.

En este artículo se tratará también sobre los trabajos realizados en este área de computación Grid, así como también las posibles líneas de investigación a seguir.

Palabras Clave: Computación Grid, Descubrimiento (Discovery), Servicios de Información, Registración.

1. Introducción

El crecimiento de Internet y la disponibilidad de poderosas computadoras, redes de alta velocidad y componentes útiles de bajo costo conformando parte de las mismas, está cambiando la forma en que se procesa y el uso de las computadoras en la actualidad [1].

De esta manera, problemas de gran escala pueden ser abordados sin la necesidad de contar de forma local con recursos de cómputo costosos, sino por medio de la suma de los recursos de cómputo disponibles en las redes interconectadas subyacentes al Grid.

*Becario de la *Comisión de Investigaciones Científicas* (CIC) de la Provincia de Buenos Aires, Argentina

Dada una aplicación con una especificación de requerimiento de los tipos de recursos que necesita, se denomina *descubrimiento de recursos* a la búsqueda de los nodos entre los disponibles que cumplen con el criterio especificado [4].

Para ésto es importante contar con algún mecanismo que aporte datos sobre estos recursos de cómputo, así como también otro tipo de recursos necesarios para el desempeño de una tarea, sin la necesidad de tratar directamente con la locación de los mismos.

Además, como se menciona anteriormente, esta información no está únicamente destinada a la alocaión de recursos para la ejecución de tareas, sino que también puede ser utilizada en beneficio de la performance del Grid, detectando los nodos que se encuentran sobrecargados, y migrando algunas tareas de estos nodos a otros menos saturados. Esta tarea de determinar el nivel de ocupación de uno o más recursos, así como también detectar cambios importantes en sus estados, se denomina comúnmente *monitoreo de recursos*.

Estas necesidades pueden verse cubiertas por la presencia de *servicios de información*, los cuales a través de colecciones de índices organizados de forma descentralizada, mantienen información relativa a los atributos de los distintos tipos de recursos que forman parte de un Grid.

Los servicios de información están constituidos por dos tipos de componentes [2]:

- Una gran colección distribuida de *proveedores de información* que permiten el acceso a información sobre recursos.
- Servicios de más alto nivel que se encargan de obtener la información proveniente de los proveedores de información. Entre este tipo de servicios, se distinguen los *servicios de directorios de agregación* que facilita el descubrimiento y monitoreo a través de la implementación de vistas genéricas y/o especializadas.

Las interacciones entre los servicios de alto nivel (o los usuarios) y los proveedores son definidas en términos de dos protocolos básicos: un *protocolo de registración* para identificar a las entidades participantes de los servicios de información, y un *protocolo de consulta* para obtener información sobre esas entidades.

En esencia, los proveedores usan la *registración* para notificar a un servicio de más alto nivel sobre su existencia y estos últimos usan las *consultas* para obtener información sobre las entidades conocidas por un proveedor y unir las en una vista que agrupe todas las entidades conocidas por todos los proveedores registrados en el servicio.

Dado que los recursos y entidades integran y dejan el grid de forma dinámica, en algunos sistemas de información [8, 10] se establece un mecanismo de registración con tiempo de vida, en el cual los proveedores de información deberán renovar su registración de forma periódica para informarle a los servicios de más alto nivel que todavía se encuentran disponibles. A su vez, estos últimos pondrán estampillas de tiempo a las entradas de registración tanto en la primera registración de los proveedores como en sus sucesivas renovaciones de forma que, cada cierto período establecido con los mismos, se recorra esta lista de entradas y aquellas que no han renovado su registración sean removidas de la lista.

Con este mecanismo se asegura que aquellas entidades que quedan fuera del grid, ya sea por propia voluntad o por una caída de nodo o de red, no figuren como disponibles, pudiendo volver a registrarse cuando lo deseen o, en el caso de una caída, cuando vuelvan a estar en línea. Una desventaja de este mecanismo es que los servicios que mantienen las registraciones no pueden distinguir cuando no llegan los pedidos de renovación dentro del período establecido debido a

un problema de congestión de red e interpretan la falta de renovación como una ausencia de la entidad o el recurso correspondiente a la entrada de registración, eliminándola de la lista.

Las sucesivas secciones de este trabajo se organizan de la siguiente manera: en la sección 2 se presentan distintos sistemas de información utilizados en Grid que hacen uso de estos conceptos presentados. En la sección 3 se exponen las conclusiones pertinentes y las posibles líneas de investigación a explorar en este área.

2. Trabajos realizados en el área

Dada la importancia de contar con sistemas de información, existen varios trabajos realizados en el área. Entre los sistemas que podemos destacar está MDS (*Monitoring and Discovery System*), el sistema de información provisto por Globus Toolkit.

En su versión MDS2 [2], este sistema utiliza el protocolo LDAP (*Lightweight Directory Access Protocol*) para la registración de recursos así como también para las consultas. Este sistema está conformado por 2 tipos de componentes: GRIS (*Grid Resource Information Services*) que actúan como proveedores de información haciendo de interfaz con los recursos, y GIIS (*Grid Index Information Services*) que son los servicios de más alto nivel que se encargan de recolectar la información de los GRIS y de otros GIIS, pudiendo conformar, de esta manera, una estructura jerárquica.

La evolución del mismo utiliza Servicios Web para la comunicación entre proveedores de información y servicios de más alto nivel (*IndexService*). A su vez agrega un servicio *TriggerService* que ofrece una funcionalidad similar a la de *IndexService* con la diferencia de que puede ser configurado para tomar determinadas acciones en base a la información recolectada. Globus puede ser configurado para que la información que manejan estos servicios pueda ser provista por otros sistemas de información externos al *toolkit*.

La última versión de MDS, es la que corresponde a la versión 4 de Globus Toolkit [3] (MDS4), que utiliza WSRF (*Web Service Resource Framework*) como plataforma para los Servicios Web utilizados, en oposición con MDS3 que utiliza OGSF (*Open Grid Services Interface*).

Otro sistema de información muy utilizado para el monitoreo de clusters es *Ganglia* [6], que está basado en un diseño jerárquico. *Ganglia* utiliza un protocolo en el que, a través de multicasting, un nodo envía su información a los otros nodos del cluster al que pertenece, a su vez también procesa la información proveniente de los otros nodos. De esta manera, cualquier nodo del cluster podría responder ante una solicitud por parte de un cliente y devolver una descripción sobre el estado de todo el cluster.

La implementación consiste de 2 demonios (*daemons*), *gmond* y *gmetad*, un programa de línea de comando *gmetric* y una librería de programación para clientes. *Ganglia Monitoring Daemon* (*gmond*) provee monitoreo sobre un cluster implementando el protocolo mencionado anteriormente y responderá a los pedidos de clientes devolviendo un XML con la representación del cluster. *gmond* corre en cada nodo del cluster. *Ganglia Meta Daemon* (*gmetad*), por otra parte, sólo corre en algunos nodos y provee *federación de clusters*: Se establece un árbol de conexiones TCP entre múltiples *gmetads*, algunos de los cuales obtendrán información provenientes de *gmonds* (representando clusters específicos) y otros la obtendrán de otros *gmetads* (representando conjunto de clusters). Por último, *gmetric* es un programa que las aplicaciones pueden usar para publicar métricas específicas de una aplicación que no estén contempladas por *gmond*.

Además existe una herramienta desarrollada por el equipo de Globus Toolkit para la integración de *Ganglia* al sistema de MDS, usando el primero como un proveedor de información y

permitiendo la publicación a través del *IndexService* de datos como nombre y ID de los hosts, tamaño de la memoria, nombre y versión del sistema operativo, datos sobre sistemas de archivos y otros datos básicos referidos al cluster.

Otro sistema importante para mencionar es MonALISA (*MONitoring Agents using a Large Integrated Service Architecture*, [8]). Este sistema está conformado por un conjunto de subsistemas autónomos y multihilados basados en agentes que son registrados como servicios dinámicos y son capaces de colaborar en aplicaciones de gran escala realizando tareas de monitoreo, y pueden ser descubiertos y utilizados por otros servicios o clientes que requieran su información. Su implementación está basada en Java JINI y servicios web, y está diseñado para integrar fácilmente herramientas de monitoreo existentes y proveer esta información en forma dinámica a otros servicios y clientes.

El núcleo del servicio de monitoreo está basado en un sistema de múltiples hilos (*threads*). Con el fin de reducir la carga del sistema en que corre MonALISA, se crea un repositorio dinámico de hilos una única vez, y los hilos son reutilizados una vez que la tarea asignada al hilo es terminada. Esto permite correr concurrentemente un gran número de tareas de monitoreo y que el sistema no se vea retrasado o afectado de alguna manera, en caso de que una de ellas falle debido a errores de I/O.

Por último, tenemos otros casos que hacen integración de algunos de estos sistemas con herramientas del área de sistemas *Peer-to-Peer* (P2P) [4, 5, 7, 9, 11]. Una de las herramientas más utilizadas en estos sistemas son las *Tablas de Dispersión Distribuidas* (DHT, por su sigla en inglés). Por ejemplo, gracias a estas tablas es posible dispersar las entradas correspondientes a los índices de registración entre los *peers* (pares) participantes del sistema haciendo una división del espacio lógico determinado por los atributos de los recursos a monitorear.

De esta forma, se evita posibles problemas de saturación en los servidores de información a la vez que se provee de robustez y escalabilidad, propiedades provistas por los sistemas P2P ya que cubren un espectro distribuido muy amplio.

3. Conclusiones y trabajos futuros

En este artículo se ha expuesto la necesidad de servicios de información en una infraestructura Grid, con el fin de contar con herramientas para el monitoreo y descubrimiento de recursos, objetivo necesario en la mayoría de las aplicaciones que puedan llevarse a cabo en la misma.

Las opciones son variadas como se pudo observar en la sección 2, destacando que no necesariamente estas tecnologías son excluyentes, sino que es posible combinarlas para optimizar el sistema de información a implementar en un Grid.

Además muchos de estos sistemas proveen librerías de programación con lo cual se simplifica la tarea de acceder a los mismos desde una aplicación en desarrollo. Es por esto, que en trabajos futuros se explorarán las posibilidades de integración de estos sistemas con el fin de experimentar y llevar la idea a la práctica sobre uno de los clusters con los que cuenta el LISiDi.

Como objetivo complementario, se investigará sobre la aplicación de técnicas provenientes del área de Sistemas *Peer-to-Peer* con el fin de proveer escalabilidad y descentralización en el manejo de la información.

Referencias

- [1] Rajkumar Buyya, Steve J. Chapin, and David C. DiNucci. Architectural models for resource management in the grid. In Rajkumar Buyya and Mark Baker, editors, *GRID*, volume 1971 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 18–35. Springer, 2000.
- [2] Karl Czajkowski, Carl Kesselman, Steven Fitzgerald, and Ian Foster. Grid information services for distributed resource sharing. *10th IEEE International Symposium on High Performance Distributed Computing*, 00:0181, 2001.
- [3] Ian T. Foster. Globus toolkit version 4: Software for service-oriented systems. *J. Comput. Sci. Technol*, 21(4):513–520, 2006.
- [4] Abhishek Gupta, Divyakant Agrawal, and Amr El Abbadi. Distributed resource discovery in large scale computing systems. *saint*, 00:320–326, 2005.
- [5] Adriana Iamnitchi and Ian Foster. On fully decentralized resource discovery in grid environments. In *International Workshop on Grid Computing*, Denver, Colorado, November 2001. IEEE.
- [6] Matthew L. Massie, Brent N. Chun, and David E. Culler. The Ganglia Distributed Monitoring System: design, implementation, and experience. *Parallel Computing*, 30(7):817–840, July 2004.
- [7] Yiduo Mei, Xiaoshe Dong, Weiguo Wu, Shangyuan Guan, and Junyang Li. SDRD: A novel approach to resource discovery in grid environments. In Ming Xu, Yinwei Zhan, Jiannong Cao, and Yijun Liu, editors, *APPT*, volume 4847 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 301–312. Springer, 2007.
- [8] Harvey B. Newman, I. C. Legrand, Philippe Galvez, R. Voicu, and C. Cirstoiu. MonALISA: A distributed monitoring service architecture. *CoRR*, cs.DC/0306096, 2003.
- [9] Rajiv Ranjan, Aaron Harwood, and Rajkumar Buyya. A Study on Peer-to-Peer Based Discovery of Grid Resource Information. Technical Report GRIDS-TR-2006-17, P2P Networks Group and Grid Computing and Distributed Systems Laboratory, University of Melbourne, Australia, November 2006.
- [10] Jennifer M. Schopf, Mike D’Arcy, Neill Miller, Laura Pearlman, Ian Foster, and Carl Kesselman. Monitoring and Discovery in a web services framework: Functionality and performance of the Globus toolkit’s MDS4. Technical Report ANL/MCS-P1248–0405, Argonne National Laboratory, 2004.
- [11] Ling-Fu Wang, Xuan; Kong. Resource clustering based decentralized resource discovery scheme in computing grid. *Machine Learning and Cybernetics, 2007 International Conference on*, 7:3859–3863, 19-22 Aug. 2007.

Automatización de la Detección de Intrusos a partir de Políticas de Seguridad

Javier Echaiz* Jorge R. Ardenghi Guillermo R. Simari
Laboratorio de Investigación de Sistemas Distribuidos (LISiDi)
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación
T.E.: +54 291-4595135 Fax: +54 291-4595136
Bahía Blanca – Buenos Aires – República Argentina
{je,jra,grs}@cs.uns.edu.ar

Resumen

La explosión de la Internet en esta última década involucra la búsqueda de “valor agregado” en las infraestructuras. Por esta razón, la seguridad de la información de los sistemas es una de las mayores preocupaciones de la actualidad. El control de acceso a un equipo, a una red, o a un dominio administrativo juega un papel esencial en un ambiente que se vuelve cada día más heterogéneo.

Las arquitecturas de seguridad en redes consisten de un número de componentes dedicados, como routers de filtrado y firewalls. El eje del enfoque tradicional de la seguridad en redes es separar la red en una zona segura y otra insegura. Típicamente, la interfase entre ellas está compuesta por un punto de único acceso que garantiza una determinada política de seguridad. Este enfoque tradicional presenta dos problemas significativos, reducida flexibilidad y escalabilidad. Adicionalmente los firewalls convencionales solamente son capaces de observar un único punto en la red y por lo tanto cuentan con información limitada (parcial) de su entorno. Por último, los ataques masivos, como el *Distributed Denial of Service* (DDoS), han demostrado categóricamente las limitaciones y debilidades de este modelo. La valoración de la seguridad en redes requiere entonces que estos problemas sean considerados profundamente.

El objetivo de esta investigación es crear metodologías de *Detección de Intrusos* efectivas que complementen a las tecnologías actuales y que sean capaces de responder a los nuevos desafíos.

Palabras Clave: Detección de Intrusos, Seguridad en Redes, Políticas de Seguridad, Sistemas Distribuidos, Computación Colaborativa, Automatización.

1. Introducción

La detección de intrusos constituye un campo de investigación que se encuentra en estudio desde hace unos 20 años. Sin embargo, las técnicas de detección de intrusos están lejos de ser perfectas. Los sistemas actuales, *Intrusion Detection Systems* (IDSs), presentan dos grandes inconvenientes: (1) suelen generar un gran número de falsos alertas (falsos positivos) y (2) no pueden detectar nuevos ataques (o variaciones de ataques conocidos). Adicionalmente, los IDSs actuales se basan en ataques (o anomalías) de bajo nivel, las cuales no pueden capturar los pasos lógicos o estrategias detrás de estos ataques. Consecuentemente, los IDSs existentes suelen generar una gran cantidad de alertas. Frente a situaciones de acciones de intrusión intensivas, no solamente los alertas reales se encontrarán mezclados con los falsos positivos, sino que

*Becario del “Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas” (CONICET), Argentina.

la cantidad de alertas a procesar puede rápidamente volverse inmanejable. Como resultado de ello, es difícil para el personal (especialmente para los Administradores de Sistemas y/o Administradores de Seguridad) o para los sistemas de respuesta a intrusos comprender las intrusiones detrás de las alertas y tomar las acciones apropiadas.

Los firewalls actuales son entidades de software o hardware que aplicando diversas formas de *Access Control Lists* (ACLs) controlan el tráfico de red entrante o saliente. Dado que se encuentran ubicados entre la red y los servidores tienden a convertirse en cuellos de botella debido a la gran cantidad de tráfico que manejan. Además, estos firewalls no tienen control sobre el tráfico interno de la red y por ende nada pueden hacer para neutralizar a uno de los tipos de ataque más frecuentes, aquellos causados por atacantes “internos” (pertenecientes a la misma organización). Los protocolos basados en estado suelen intercambiar mensajes de control para luego utilizar ports aleatorios que se emplean en la transferencia de datos. Esto indudablemente incrementa el nivel de complejidad de los firewalls en cuanto a sus ACLs y al requerimiento de mantener grandes volúmenes de información de estado.

Las transacciones electrónicas se están volviendo cada día más populares, haciendo necesaria la apertura de parte de la red a proveedores, partners y clientes. Indudablemente esto agrega una capa adicional de complejidad. Por otro lado, el *e-commerce* también afecta la criptografía *end-to-end* debido a que los firewalls deben actuar como intermediarios en las conexiones seguras. Por último, manejar la seguridad únicamente en el perímetro de la red no previene ataques masivos (como el *Distributed Denial of Service* (DDoS)).

Solamente a modo de ejemplo de la magnitud del problema que atacaremos en esta línea de investigación, basta con decir que desde el año 2000 el costo de los ataques de seguridad en el mundo se estima que es de 1600 mil millones de dólares según InformationWeek Research y PriceWaterHouseCoopers. Este estudio también indica que el 50% de todas las compañías con presencia en Internet fueron atacadas para el año 1998, pero que sin embargo este número escaló al 74% en 2002. Con el advenimiento masivo de las redes de banda ancha es de esperarse que cada día este número sea aun mayor. Por todo esto las soluciones de seguridad deben tener en cuenta las nuevas características de las redes: banda ancha generalizada, soporte de calidad de servicio (QoS), movilidad, etc. Más aun, la seguridad debe tratarse de acuerdo con una gestión de QoS y en menor medida (aunque también importante) según la heterogeneidad de las redes de acceso (fijas o móviles).

Otro problema se origina con el rápido crecimiento de nuevos servicios y protocolos (estándares abiertos o propietarios), particularmente en los dominios de la multimedia y de los juegos de video. Típicamente los proveedores y administradores actualizan los protocolos y servicios asociados, pero generalmente las soluciones de seguridad son estáticas y procesadas manualmente. Los límites de este enfoque pueden verse en la actualidad cuando aplicaciones pertenecientes a estos dominios abren canales de comunicación e introducen restricciones de tiempo real. Por simplicidad discutiremos el caso del dominio de la multimedia solamente en dos tipos de medios: medios discretos (una foto, un texto) y streams continuos (audio, video). El último caso implica restricciones de tiempo, más o menos restrictivas según el tipo de aplicación empleado. Análogamente esto mismo sucede si consideramos el dominio de los juegos, como por ejemplo los juegos de estrategia, donde los jugadores se encuentran separados geográficamente (y también en términos de red) por grandes distancias, pero que sin embargo, deben conocer constantemente las posiciones de todos los actores en el “mundo virtual” creado por el juego, prácticamente en tiempo real.

Considerando el objetivo de tener en cuenta estas aplicaciones y sus protocolos asociados, la arquitectura de seguridad de nuestro sistema completo debe replantearse. En particular, con la

tecnología de Internet 3G (aparecida en el año 2007 en nuestro país), la movilidad y el constante incremento de los anchos de banda, es necesario combinar los mecanismos de seguridad con los mecanismos de procesamiento de datos a alta velocidad y movilidad de los usuarios.

2. Línea de investigación

2.1. Objetivos generales

Esta línea de investigación incluye entonces la creación de un *framework* que gestione adecuadamente las políticas de seguridad, a su vez capaces de adaptarse efectiva y eficientemente a estos cambios. Estas políticas de seguridad deben definirse de forma flexible pero segura y deben poder aplicarse tanto a la totalidad de la red de una organización como solamente a una parte de la misma. Las relaciones con otras entidades (*partners*) deben poder traducirse a reglas dinámicas, instaladas posiblemente como un overlay, sin cambiar la seguridad “base” de los demás nodos. Adicionalmente el sistema de seguridad debe poder interactuar y tomar decisiones de forma automática en función a dichas políticas.

Por otro lado, no es suficiente contar con la capacidad de proteger únicamente a los servidores de ataques provenientes del interior trabajando con la cadena completa entre clientes y servidores, sino que también es necesario preservar cada red dentro de un dominio frente a otras redes interconectadas. Por ejemplo, nuestra investigación debería ser capaz de presentar una solución que evite la propagación de ataques DDoS entre diferentes dominios de red, fundamental desde el punto de vista de los administradores de sistemas y de vital importancia para los usuarios de sistemas distribuidos geográficamente. Esta línea permite entonces un nuevo enfoque para los intercambios entre los diferentes actores (administradores, usuarios, proveedores).

Por ultimo, buscaremos también dar respuesta a la necesidad de poder detectar/solucionar las intrusiones en los *Distributed Processing Environments* (DPEs), especialmente en aquellos sistemas cuyos nodos se encuentran distribuidos geográficamente, como por ejemplo en *grid computing*. Para este fin será también analizada la problemática del paradigma *peer-to-peer*, como el anonimato, la alta escalabilidad y la inherente distribución de recursos relacionados con la propuesta aquí planteada.

2.2. Finalidades Específicas

Las tecnologías actuales están lejos de poder solucionar de forma efectiva el problema de la seguridad en redes, básicamente los firewalls únicamente toman decisiones de muy bajo nivel y los sistemas de detección de intrusos (quienes también analizan el bajo nivel sin considerar entornos ni eventos previos) no son capaces de detectar nuevos ataques (o modificaciones de ataques conocidos). Adicionalmente la gestión de la seguridad se hace de forma manual, por parte de los administradores de sistemas.

A través del desarrollo de esta línea de investigación esperamos desarrollar una solución de seguridad nueva y general que resuelva el acuciante problema de proveer seguridad combinando las tecnologías clave pertenecientes a varias áreas, en particular:

- Algoritmos y metodologías para la detección de intrusos.
- Técnicas basadas en políticas de seguridad que apunten a la configuración automática y toma de decisiones del sistema.
- Técnicas de implementación flexible para el procesamiento de paquetes a alta velocidad.

3. Trabajos futuros

Nuestra hipótesis de partida propone generar metodologías capaces de mejorar la efectividad y eficiencia de los sistemas de seguridad actuales. Para ello se combinan principalmente firewalls (filtrado y QoS), sistemas de detección de intrusos, análisis y procesamiento automático a partir de políticas de seguridad. A todo esto se le suman metodologías provenientes del campo de la computación distribuida (clusters disponibles) y de la inteligencia artificial.

En primer término se estudiarán en profundidad las tecnologías antes mencionadas. A continuación se propondrán nuevas metodologías y algoritmos, con el correlato de medidas y experimentos a desarrollar en el *Laboratorio de Investigación en Sistemas Distribuidos* (LISiDi) de la UNS.

El objetivo general del proyecto es desarrollar nuevos componentes de red que posibiliten entornos de servicio seguro de una forma eficiente y efectiva. Esta línea de investigación incluye:

- Diseñar e implementar una nueva arquitectura que provea un ambiente distribuido controlado de detección de intrusos y que a su vez conjugue filtrado de paquetes de alta velocidad (incluyendo QoS y control de tráfico) en base a las restricciones planteadas en la política de seguridad. El objetivo en este punto es lograr una solución completa de seguridad que satisfaga las necesidades de los usuarios y de los proveedores de servicios.
- Desarrollar nuevas técnicas de detección de intrusos capaces de detectar un amplio espectro de violaciones a las políticas de seguridad preestablecidas. No sólo se tratará de minimizar la posibilidad de ataques DDoS, sino también poder detectar e identificar todo tipo de fallas, incluyendo incluso actividades no mal intencionadas que puedan causar interrupciones de servicios. Mejorar las capacidades de detección de intrusos actuales diseñando e implementando soluciones efectivas y flexibles para el monitoreo distribuido del tráfico de las aplicaciones.
- Establecer técnicas inteligentes (conceptos provenientes del área de la Inteligencia Artificial) que den respuesta a las violaciones de seguridad.
- Asegurar igualdad y coherencia en la aplicación de las políticas de seguridad gestionando y controlando los componentes del sistema propuesto.
- Crear aplicaciones y *testbeds* para esta nueva tecnología.

Referencias

- [1] S. Weber, P. A. Karger, and A. Paradkar, "A software flaw taxonomy: aiming tools at security," *SIGSOFT Softw. Eng. Notes*, vol. 30, no. 4, pp. 1–7, 2005.
- [2] V. Ahuja, *Network and Internet security*. San Diego, CA, USA: Academic Press Professional, Inc., 1996.
- [3] S. M. Bellovin, "Security problems in the tcp/ip protocol suite," *SIGCOMM Comput. Commun. Rev.*, vol. 19, no. 2, pp. 32–48, 1989.
- [4] B. Caswell, J. Beale, and A. R. Baker, *Snort Intrusion Detection and Prevention Toolkit*. Syngress Publishing, 2007.
- [5] A. Molitor, "An architecture for advanced packet filtering," in *SSYM'95: Proceedings of the 5th conference on USENIX UNIX Security Symposium*, (Berkeley, CA, USA), pp. 11–11, USENIX Association, 1995.

- [6] A. D. Keromytis and J. M. Smith, "Requirements for scalable access control and security management architectures," *ACM Trans. Inter. Tech.*, vol. 7, no. 2, p. 8, 2007.
- [7] H. Julkunen and C. Chow, "Enhance network security with dynamic packet filter," 1998.
- [8] L. M'e and C. Michel, "Intrusion detection: A bibliography," Tech. Rep. SSIR-2001-01, Sup'elec, Rennes, France, September 2001.
- [9] D. Anderson, T. Frivold, A. Tamaru, and A. Valdes, "Next-generation intrusion detection expert system (nides), software users manual, beta-update release," Tech. Rep. SRI-CSL-95-07, Computer Science Laboratory, SRI International, 333 Ravenswood Avenue, Menlo Park, CA 94025-3493, May 1994.
- [10] A. K. Jones and R. S. Sielken, "Computer system intrusion detection: A survey," tech. rep., University of Virginia Computer Science Department, 1999.
- [11] J. S. Balasubramaniyan, J. O. Garcia-Fernandez, D. Isacoff, E. H. Spafford, and D. Zamboni, "An architecture for intrusion detection using autonomous agents," in *ACSAC*, pp. 13–24, 1998.
- [12] T. Lane and C. E. Brodley, "An application of machine learning to anomaly detection," in *Proc. 20th NIST-NCSC National Information Systems Security Conference*, pp. 366–380, 1997.
- [13] S. M. Bellovin, "Problem areas for the IP security protocols," in *Proceedings of the Sixth Usenix UNIX Security Symposium*, 1996.
- [14] S. R. Snapp, J. Brentano, G. V. Dias, T. L. Goan, L. T. Heberlein, C. lin Ho, K.Ñ. Levitt, B. Mukherjee, S. E. Smaha, T. Grance, D. M. Teal, and D. Mansur, "DIDS (distributed intrusion detection system) - motivation, architecture, and an early prototype," in *Proceedings of the 14th National Computer Security Conference*, (Washington, DC), pp. 167–176, 1991.
- [15] M. Medina, "A layered framework for placement of distributed intrusion detection devices," in *Proc. 21st NIST-NCSC National Information Systems Security Conference*, pp. 76–83, 1998.
- [16] T. Lane and C. E. Brodley, "Detecting the abnormal: Machine learning in computer security," tech. rep., Department of Electrical and Computer Engineering, Purdue University, West Lafayette, IN 47907, Jan. 1997.
- [17] T. Lane and C. E. Brodley, "Sequence matching and learning in anomaly detection for computer security," in *AI Approaches to Fraud Detection and Risk Management* (Fawcett, Haimowitz, Provost, and Stolfo, eds.), pp. 43–49, AAAI Press, 1997.
- [18] R. A. Sinnappan, "A reconfigurable approach to tcp/ip packet filtering," 2001.
- [19] J. R. Vacca, *Internet Security Secrets*. Foster City, CA, USA: IDG Books Worldwide, Inc., 1995.
- [20] "Pbit, a pattern-based testing framework for iptables," in *CNSR '04: Proceedings of the Second Annual Conference on Communication Networks and Services Research*, (Washington, DC, USA), pp. 107–112, IEEE Computer Society, 2004.
- [21] C. Krügel, R. Lippmann, and A. Clark, eds., *Recent Advances in Intrusion Detection, 10th International Symposium, RAID 2007, Gold Coast, Australia, September 5-7, 2007, Proceedings*, vol. 4637 of *Lecture Notes in Computer Science*, Springer, 2007.
- [22] N. J. Puketza, K. Zhang, M. Chung, B. Mukherjee, and R. A. Olsson, "A methodology for testing intrusion detection systems," *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 22, no. 10, pp. 719–729, 1996.

ADAPTACION DE PROCODI PARA COMPUTACION PARALELA

Universidad Nacional de La Matanza, Buenos Aires, Argentina
Florencio Varela 1903 - Teléfono: 4480-8900 Interno 8630

Mg. Daniel A. Giulianelli
dgiulian@unlam.edu.ar

Ing. Rocío A. Rodríguez
rrodri@unlam.edu.ar

Ing. Pablo M. Vera
pablovera@unlam.edu.ar

RESUMEN

UML (Lenguaje de Modelado Unificado) es un lenguaje amplio de propósito general, el cual ha sido originado como un lenguaje gráfico por excelencia. Sin embargo para modelar ciertas aplicaciones con características particulares el vocabulario gráfico de UML resulta ser muy reducido, requiriendo hacer uso de mecanismos de extensibilidad tal como estereotipos los cuales no tienen una construcción gráfica y por ende le restan claridad. Es por ello que se requiere de otros lenguajes como SYS ML (aprobado por el OMG Object Management Group) el cual cuenta con un vocabulario propio que extiende a UML para atender aquellas características no nombradas por el mismo.

En éste paper se hará énfasis en la necesidad de ampliar el lenguaje de UML a fin de poder modelar aquellas características particulares de las aplicaciones con procesos concurrentes y distribuidos no nombradas, a través de construcciones gráficas que conformen un vocabulario que permita extender a UML. Este conjunto de construcciones gráficas definen la especificación de un lenguaje que hemos denominado PROCODI (Lenguaje de extensibilidad para PROCesos CONcurrentes y DIstribuidos), el que contempla todas las características de las aplicaciones con procesos concurrentes y distribuidos. Se presenta además la forma en que PROCODI logra modelar aplicaciones de computación paralela por medio de su adaptabilidad y vocabulario gráfico.

1. ANTECEDENTES

Con la necesidad de modelar aplicaciones con procesos concurrentes y distribuidos utilizando UML, se crea en el 2005 este equipo de investigación. A fin de difundir los avances de la presente tarea, se presentaron y expusieron papers en relevantes congresos nacionales e internacionales.

2. RECURSOS DE EXTENSIBILIDAD

UML es un lenguaje de propósito general el que no cuenta con la nomenclatura necesaria para todo tipo de modelado. En algunos casos particulares se hace necesario extender el vocabulario de UML para poder modelar características que no se encuentran nombradas en el mismo, ésta es la razón por la cual UML propone mecanismos de extensibilidad los cuales permiten ampliar su vocabulario:

- Estereotipos: Permiten la creación de nuevos tipos de bloques de construcción que derivan de otros existentes pero no son específicos a un problema particular.
- Valores Etiquetados: Propiedades nuevas para elementos existentes.
- Restricciones: Forma de imponer reglas (de consistencia o de negocio) sobre elementos y sus propiedades.

Dichos mecanismos implican generalmente el agregado de frases, por ejemplo: propiedades, restricciones, etc. lo que se contrapone a las características gráficas del lenguaje. Es por ello que resulta conveniente crear construcciones gráficas para representar los estereotipos. Esta práctica es soportada por UML. Los autores de UML (Booch, Rumbaugh y Jacobson), para modelar el proceso unificado

utilizan todo tipo de mecanismos de extensibilidad incluso crean construcciones gráficas para algunas características no nombradas [1]. Así mismo cabe destacar otras iniciativas como la de “SYS ML” que es un lenguaje de extensibilidad aprobado por la OMG, creado en el 2003 (para más información ver [6]). Al modelar aplicaciones con procesos concurrentes y distribuidos es necesario definir nomenclatura gráfica para ciertas características propias de este tipo de aplicaciones. Es por ello que se crea un lenguaje de extensibilidad al que se ha denominado PROCODI (PROcesos CONcurrentes y DIstribuidos), el que tiene todo el vocabulario gráfico necesario y además una especificación de la forma en que es conveniente aplicarse. A lo largo de este paper se presentan las características no contempladas en UML de las aplicaciones con procesos concurrentes y distribuidos, asignándole a cada una de ellas una construcción gráfica a fin de presentar el vocabulario simbólico de PROCODI.

3. COMO SE GENERA PROCODI

Se basa en UML e incorpora nomenclatura para:

- Acceso a los recursos Compartidos (Semáforos, Monitores).
- Diferenciación entre mensajes y RPC (Remote Procedure Call – Llamadas a procedimientos remotos).
- Identificación de área de memoria compartida.
- Diferenciación entre RPC Sincrónicos y Asincrónicos.
- Cardinalidad para tareas que se harán en forma idéntica en distintos threads.
- Timer para aquellos casos en que las acciones repetitivas tienen un tiempo establecido de repetición.
- Manejo y control de excepciones
- Identificar procesos que requieren independencia en la ejecución paralela de manera de resaltar claramente aquellos procesos cuya ejecución no puede ser segmentada en distintos procesadores

Tomando los elementos propios del diagrama de actividades es posible hacer una adaptación, la cual permitirá:

- Diferenciar Nodos mediante las Calles del Diagrama de Actividades.
- Indicar Subcalles para distinguir threads.
- Establecer tipo de conexión entre los nodos.

4. EL VOCABULARIO SIMBOLICO DE PROCODI

A continuación se presenta el vocabulario gráfico, propio de PROCODI, que permite modelar aquellas características propias de los procesos concurrentes y distribuidos, no nombradas en forma gráfica por UML.

- **Semáforos y monitores:** Cuando se utilizan hilos es muy posible que existan recursos que se deben compartir y por lo tanto es necesario administrar su acceso, ya que solamente un thread puede utilizarlo en un momento dado. Dos métodos comunes para la administración de recursos en un ambiente concurrente son los semáforos y los monitores [6].

Proponemos construcciones gráficas para indicar recursos compartidos y el método de acceso a los mismos. Dentro de estas construcciones es posible especificar el tipo de recurso al que nos estamos refiriendo. Por otra parte también se propone diferenciar entre los semáforos binarios (aquellos que controlan el acceso a un sólo recurso) de los semáforos que controlan el acceso de n recursos. Pudiendo especificarse, en el caso de que sea necesario, la cantidad de recursos. La Figura 1, a la izquierda muestra un semáforo binario y a la derecha la representación gráfica para

un semáforo que maneja N recursos. La Figura 2 muestra la construcción gráfica adoptada para un monitor.

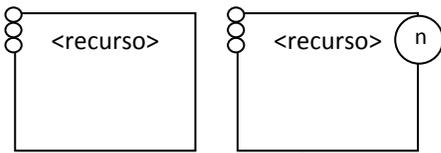


Figura 1. Semáforos

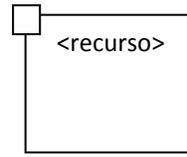


Figura 2. Monitor

- **Cardinalidad:** Cuando se cuenta con múltiples conexiones provenientes desde distintos nodos, generalmente existe un proceso principal que monitorea las conexiones y al llegar nuevas conexiones crea distintos hilos para cada una de ellas. Si las acciones que realizan cada uno de esos hilos son idénticas se propone englobarlas en la construcción gráfica mostrada en la Figura 3.
- **Timer:** Extendiendo la nomenclatura de cardinalidad es posible representar aquellas actividades que se realizan cada cierta cantidad de tiempo. Para esto se utiliza la construcción gráfica presentada en la Figura 4, siendo posible detallar el intervalo de tiempo en el cual se repetirá la rutina detallada dentro de esta construcción. Un ejemplo en donde puede observarse de forma rápida la necesidad de utilizar esta construcción es en el caso del chequeo de correo electrónico.

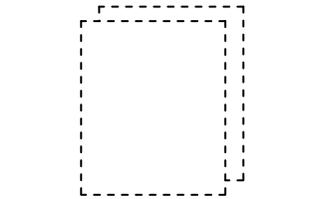


Figura 3. Cardinalidad

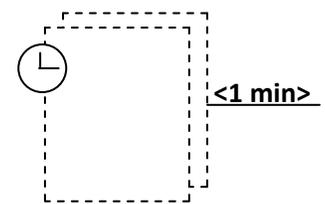


Figura 4. Timer

- **Mensajes y RPC:** El procesamiento distribuido requiere que los procesos alojados en distintos host, se comuniquen de alguna manera para poder intercambiar información. Existen dos formas distintas de realizar dicha comunicación: mediante el envío de mensajes y mediante la utilización de RPC. A su vez los mensajes pueden ser asíncronos y sincrónicos. Un mensaje sincrónico obliga al emisor a esperar una respuesta antes de continuar con sus tareas, mientras que con el asíncrono se envía el mensaje y se continúa con el resto de las tareas. En cambio los RPC son en su mayoría llamadas sincrónicas ya que actúan como simples llamadas a procedimientos como si estuvieran en una misma computadora.

Para modelar la comunicación entre los procesos se mantiene la nomenclatura habitual de UML donde un mensaje sincrónico se representa con una punta de flecha rellena y un mensaje asíncrono con una punta flecha abierta (es recomendable consultar el manual de especificación de UML 2.0 [4]). Respetando esta nomenclatura proponemos para mayor claridad diferenciar los RPC de los mensajes usando la nomenclatura mostrada en la Figura 5.

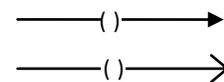


Figura 5. RPC Sincrónico y Asíncrono

- **Excepciones:** Para poder especificar las excepciones disparadas por los distintos procesos y como se manejan los mismos, se utiliza la propuesta de UML de modelado de excepciones en los diagramas de actividades (Figura 6). Para más información sobre las excepciones se recomienda ver [5]. Pero también es posible que el nodo que dispare la excepción y el nodo que contiene el manejador de la misma, no se conecten en forma directa, en ese caso proponemos especificar en los nodos intermedios que la reciben (sin atenderla) la derivación a otro nodo. Esto se indicará por medio de la construcción gráfica diseñada para utilizarse en los nodos intermedios (Figura 7).

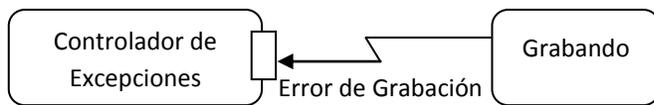


Figura 6. Controlador de excepciones

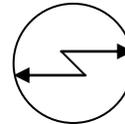


Figura 7. Reenvío de excepciones

5. ADAPTACIONES A DIAGRAMAS DE UML

A continuación se presentan recursos de modelado, que surgen de hacer adaptaciones a los elementos del diagrama de actividades. Este conjunto de recursos permitirán obtener un diagrama de actividades enriquecido con las características propias de las aplicaciones con procesos concurrentes y distribuidos.

- **Nodos:** Cada calle del Diagrama de Actividades será un nodo de la aplicación.
- **Threads:** El modelado del procesamiento concurrente puede requerir la diferenciación de los distintos hilos (threads) de ejecución del sistema. Se propone también para una notación más clara, cuando es necesario detallar varios estados dispares dentro de cada hilo, utilizar una notación de calles con líneas punteadas dentro de la calle principal del nodo, para indicar el procesamiento independiente de cada hilo (ver Figura 8).
- **Conexión entre nodos:** Los nodos que interactúan pueden tener diferentes tipos de conexiones físicas entre sí. Lo que **en** algunas ocasiones es importante destacar, ya que según sea el tipo de enlace habrá ciertas velocidades de transferencia que variarán. Con este fin se toma la notación del diagrama de despliegue y por medio de una línea que vincule los dos nodos en cuestión, se podrá aclarar el tipo de enlace (ver Figura 9).

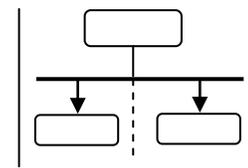


Figura 8. Subcalles para denotar hilos de Ejecución

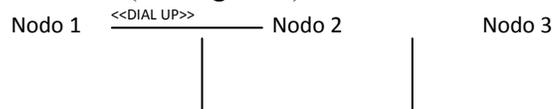


Figura 9. Conexión entre el nodo 1 y el nodo 2

6. COMPUTACION PARALELA

Una computadora estándar ejecuta instrucciones de un programa en orden para producir un resultado. La computación paralela produce el mismo resultado utilizando múltiples procesadores a fin de obtener un menor tiempo de ejecución [2].

Cada una de las distintas computadoras, se modelan utilizando calles. Dentro de cada calle, a través de las subcalles, será posible modelar la distribución de porciones de código entre los procesadores de cada computadora.

PROCODI permite modelar las diferentes arquitecturas para memoria compartida, las cuales son requeridas en desarrollos planificados para computación paralela:

- Memoria compartida: una memoria única y global accesible desde todos los procesadores (ver figura 10).
- Memoria compartida – distribuida: la memoria está físicamente distribuida pero lógicamente compartida (ver figura 11)

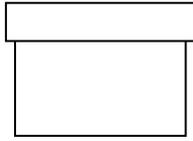


Figura 10. Memoria Compartida

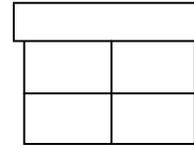


Figura 11. Memoria Compartida Distribuida

- Procesos independientes: Por otra parte existen procesos que deben resolverse en forma atómica, es decir no pueden ser divididos y ejecutados en partes distintas por diferentes procesadores. En estos casos la ejecución parcial de los mismos arrojaría un resultado distinto que su ejecución secuencial. Por ello, estos procesos deben ser manejados en forma secuencial en un procesador que trabaje independiente para los mismos. En la figura 12, se muestra un estado tradicional, el cual es posible procesarse en paralelo en (varios procesadores) y la construcción gráfica diseñada para un estado independiente.

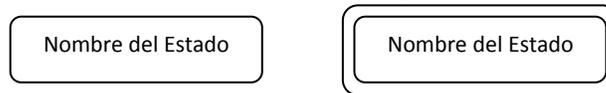


Figura 12. A la derecha se muestra la gráfica para estados con posibilidad de procesarse en paralelo y a la izquierda el caso de estado independiente

7. CONCLUSIONES

Es importante notar que PROCODI se apoya en el lenguaje de UML extendiéndolo para aplicaciones con procesos concurrentes y distribuidos. Para agregar vocabulario faltante a UML, se toma como basamento la experiencia del equipo de trabajo, junto con la interacción entre pares concentrados en ésta disciplina y se modelan diversas aplicaciones con procesos concurrentes y distribuidos a fin de evaluar las limitaciones de UML.

Como PROCODI es un lenguaje basado en UML, no propone nuevos diagramas, sino que para se utilizan los elementos del diagrama de actividades de forma favorable para las aplicaciones con procesos concurrentes y distribuidos, agregándole al mismo todos los elementos del vocabulario de PROCODI a fin de modelar las características de éste tipo de aplicaciones.

Se trabaja actualmente en el modelado de diversas aplicaciones, con distintos grados de complejidad, desarrolladas para computación paralela, tomando en cuenta la posibilidad de mantener procesos secuenciales y ejecutar en forma paralela aquellos en los que no varié por ello su resultado. Es por ello que en este paper se presentan elementos de PROCODI vinculados con el diseño de aplicaciones para computación paralela, dejando en evidencia, a través de calles y subcalles que es posible modelar aplicaciones de este tipo.

8. REFERENCIAS

- 1) Booch G, Rumbaugh J y Jacobson I. *El proceso unificado de desarrollo de software*. Addison Wesley, 2001.
- 2) Grama Ananth, *Introduction to Parallel Computing*, Addison Wesley, 2003.
- 3) OMG, *SYS ML Versión 1.0*, Septiembre 2007. <http://www.omg.org/docs/formal/07-09-01.pdf>
- 4) OMG, UML, OMG Unified Modeling Language, Infrastructure, Versión 2.1.2. Noviembre 2007, Disponible en: <http://www.omg.org/docs/formal/07-11-04.pdf>
- 5) Randy Miller, *What's New in UML 2? Model Exceptions*, Junio, 2003. Disponible en: <http://dn.codegear.com/article/30169>
- 6) Stalling W. *Operating Systems Internals and Design Principles*. Third Edition, Prentice Hall, 1998.

Técnicas de Datamining aplicadas al procesamiento de Logs

Luciano M. Guasco

Javier Echaiz

Jorge R. Ardenghi

Laboratorio de Investigación de Sistemas Distribuidos (LISiDi)
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación
Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca (8000), Argentina
{lmg,je,jra}@cs.uns.edu.ar

Resumen

En esta línea de investigación se establecen algunas técnicas que presentan soluciones eficientes a problemas presentados en [1].

El problema principal es el procesamiento de los *logs* de un nodo determinado. Los *logs* se presentan en forma de archivos de texto, y documentan eventos correspondientes a los servicios que se ejecutan en un host. Esta información existe de forma masiva, desordenada y poco legible para un administrador de sistemas y guarda información relevante sobre posibles ataques.

Se busca encontrar un método para procesar esta información y convertirla en reglas de conocimiento, útiles en el framework de [1]. Con técnicas de datamining, es posible hacer un proceso efectivo y de alta performance de esta información. Se presentan entonces varios dominios de datos a explorar en un host y las características a ser clasificadas por las técnicas mencionadas.

1. Introducción

En la línea de investigación presentada en [1], se ha establecido un framework para la Detección de Intrusos basado en la representación de conocimiento por parte de los nodos integrantes de un dominio. Este conocimiento es utilizado para crear un debate entre los nodos acerca de un posible ataque, utilizando argumentación, a través de la programación en lógica rebatible (Defeasible Logic Programming, DeLP) [2].

El tema que se presenta en este trabajo, es consecuencia de un problema a resolver para llevar a cabo la propuesta anterior. Uno de los principales inconvenientes es poder seleccionar información relevante, no redundante, y que aporte datos precisos al mecanismo de inferencia presentado en [1].

En [1], se había propuesto utilizar algunos scripts, para procesar directamente los *logs* de los servicios, y esta información transformarla en reglas que eran insertadas en la base de conocimiento común, y desde la cual se hacía la inferencia. Sin embargo, trabajar con los datos sin procesar hacía que las reglas sean muchas y no estén optimizadas, lo cual presentaba problemas de performance.

Para solucionar esto se presentan varios métodos, utilizando técnicas de datamining [3], para que cada host pueda recolectar, desde la información *raw* que este maneja, un resultado más preciso para luego aportarlo a la base de conocimiento y al mecanismo de inferencia de [1].

La elección de utilizar técnicas de datamining, recae en que los *logs* se presentan en forma de datos masivos, sin un criterio de selección previo, y de los cuales cuesta mucho obtener información útil. Además, los modelos probabilísticos que se crean reportan un alto grado de exactitud en la clasificación de los datos si se seleccionan clasificadores adecuados para el dominio de datos.

2. Diferentes modelos para el procesamiento de logs

Como se explica anteriormente, existe la necesidad de que un host pueda determinar un posible ataque, para luego argumentar esta acción con el resto de los integrantes del dominio y allí determinar la veracidad de este hecho.

Para esto se crearán distintos modelos de clasificación, que luego de una etapa de aprendizaje de las conductas normales, puedan determinar posibles ataques a partir de una clasificación de los *logs*

del sistema, que representan las conductas que un cliente o usuario está llevando a cabo con el nodo particular.

La idea principal, es tener varios módulos de aprendizaje y clasificación, que puedan integrarse para formar un método sólido para un host, en la detección de posibles atacantes. Estos módulos representan distintos dominios de datos sobre los cuales se trabajará.

La abstracción en módulos permite hacerlos configurables para las necesidades particulares de los administradores de sistemas, sin tener que modificar directamente los clasificadores. La intención es que a través de la especificación del dominio de datos, se pueda entrenar de forma dinámica a los clasificadores, para tener un modelo de clasificación perfectamente adaptado según las necesidades de cada nodo.

A continuación se presentarán distintos dominios de datos que pueden inspeccionarse con técnicas de datamining, para obtener resultados útiles que serán presentados a la base de conocimiento de [1].

2.1. Secuencia de acciones

Este módulo brindará la funcionalidad de tener un clasificador que, una vez entrenado, pueda determinar si una cierta secuencia de acciones (interacciones cliente/servidor) a un servicio determinado, que realiza un cliente con el nodo, representa un ataque.

Con acciones nos referimos a interacción entre el usuario y algún servicio disponible en el nodo. Todas las acciones se llevan a cabo a través de la red que conecta cada nodo con el resto y con la red exterior (Internet, otra LAN, etc.).

Por ejemplo, dados:

- t_1 $accion_A$: Conexión HTTP al puerto 80.
- t_2 $accion_B$: Escaneo de los puertos abiertos del nodo (herramientas como por ej. nmap).
- t_3 $accion_C$: Intento de conexión fallido SSH al puerto 22.
- t_4 $accion_D$: Intento de conexión fallido SSH al puerto 22.
- t_5 $accion_E$: Intento de conexión fallido FTP al puerto 21.

Donde cada $accion_X$, representa una acción en un tiempo t_i determinado que realiza un cliente o usuario interactuando con un nodo (en este caso un servidor).

Sería factible que esta secuencia de acciones en un lapso de tiempo determinado, se clasifique como un posible ataque, dado que la mayoría de los atacantes verifican el dominio con una conexión *web* (HTTP) y luego prueban distintas vulnerabilidades.

Este planteo implica que entrenemos el módulo para crear el modelo del clasificador. Para esto, es necesario tener conexiones seguras, que determinen las secuencias de acciones que usualmente realizan los clientes con el nodo.

2.2. Ratio *input* / *output*

Un buen método para la detección de posibles ataques es utilizar como dominio de datos la proporción de *input* / *output* en un servicio determinado. La idea principal es detectar cuando se pasa algún umbral del *ratio input / output*. Este umbral será determinado dinámicamente con el transcurso del tiempo, y cada vez que se vaya entrenando el clasificador que lo componga.

La efectividad de este módulo recae en que existe un patrón determinable en la proporción de datos de entrada sobre datos de salida, para un determinado servicio según la funcionalidad del mismo.

Por ejemplo, supongamos que tenemos un servidor Web, HTTP 80, y un sitio alojado en el servidor: www.vidscience.com.ar, y este sitio contiene una colección de *streams* de video. Entonces podemos crear un clasificador, que luego de entrenarlo con conexiones seguras al sitio, puede determinar los

umbrales normales de *ratio input / output* de conexiones con el sitio. Supongamos también que un atacante quiere correr un *exploit* sobre la videoteca mencionada, un simple script que se ejecute en el *server* remotamente con fines maliciosos. El hecho de ejecutar un *exploit* en el servidor *web*, sobre la página de videos, implica que exista una conexión desde el cliente al servidor, con un *input* de datos considerable (un script a ejecutar), y un *output* despreciable (una vez ejecutado el script, no se espera resultado por parte del *server*). Luego, tenemos una conexión con un *ratio input / output* sobre la videoteca, que no es probabilísticamente normal, según lo aprendido por el clasificador, ya que este *ratio* de conexiones con la página será de un *input* bajo (los accesos a los videos) / *output* alto (el stream de datos de cada video solicitado enviado al browser del cliente) con una probabilidad muy alta.

2.3. Conexiones globales

Otro módulo a considerar, es un clasificador que determine que el *ratio* de conexiones, y de datos *input / output* generales en el servidor ha pasado el umbral de lo normal. Es una generalización de lo mencionado en el inciso anterior.

Esto es útil cuando tenemos un servidor que corre muchos servicios, y tiene múltiples accesos desde el exterior. Si se entrena un clasificador durante mucho tiempo con conexiones seguras y normales del servidor, se puede ver que existe un patrón en los *ratios* de conexiones *input / output*, según la hora, o la época del año. Así, podemos entrenarlo para determinar si estos valores luego de ser clasificados, pueden deberse a un posible ataque o vulnerabilidad en el sistema. Nótese que este tipo de clasificador no determina específicamente un atacante particular, pero si es una alarma válida cuando el servidor está bajo ataque.

2.4. Secuencia de accesos

Una característica importante de los ataques a los sitios *web*, es la inspección previa del sitio en busca de vulnerabilidades. En el caso del ataque mediante *SQL injection*, como se menciona en [4], el cliente debe recorrer la página en busca de un acceso de *login*, o alguna consulta posible al servidor. Es interesante entonces inspeccionar los patrones de acceso a las páginas que tienen estos atacantes.

Por ejemplo, supongamos que tenemos un sitio *web* de venta de productos electrodomésticos, www.miselectrodomesticos.com, y que tiene un *link* desde la página principal al sitio del administrador. Además la página principal brinda un *link* para el personal que se encarga de mantener el *stock*, y los precios *online*. Ya que los usuarios tienen promociones y descuentos, según el historial de compras en el sitio, entonces también tienen cuentas en la misma. Estos accesos de los compradores, el personal de *stock*, y el administrador, requieren un *login* mediante *user* y *password*. Entonces un posible atacante, paseando por nuestro sitio, y tratando de ejecutar una inyección SQL, en los sistemas de logueo, podría realizar la siguiente secuencia de *links*:

1. www.miselectrodomesticos.com
2. Login Failed: www.miselectrodomesticos.com/Administrator
3. Login Failed: www.miselectrodomesticos.com/Usuarios
4. Login Failed: www.miselectrodomesticos.com/Stock

Podemos entonces desarrollar un clasificador, que a partir de estas secuencias de accesos, o *links*, determine un posible ataque, o una navegación normal del sitio. Para esto, podemos utilizar los *logs* de acceso a las páginas del servidor *web*.

2.5. Secuencia de Syscalls

Otro ataque clásico es el *command masquerade*, o enmascarado de comandos [5]. La idea es que un comando clásico del sistema operativo, enmascare código malicioso. Para esto, se debe tener acceso previo para poder reemplazar el ejecutable nativo por el nuevo binario infectado. Algunos shells presentan alguna vulnerabilidades a estos tipos de ataques, y permiten ejecución desde los directorios temporales, que mediante *links* simbólicos desde el path correspondiente ejecutan el código allí ubicado.

Como no existe forma de decidir si un comando no está haciendo nada más que lo esperado, podemos realizar un módulo que detecte con una probabilidad alta estos tipos de ataques.

Muchos estudios se han realizado en este tipo de ataques, utilizando técnicas de *Machine Learning*, como clasificadores Bayesianos, por ejemplo en [5].

Una extensión del uso de clasificadores Bayesianos para la detección de ataques de enmascarado de comandos puede hacerse considerando los *systemcalls* que cada comando realiza. Cada comando ejecuta, según los parámetros del mismo y las opciones correspondientes, una secuencia de *systemcalls* que son directivas al sistema operativo para poder llevar a cabo la ejecución de los comandos del shell. Es posible desarrollar un análisis sobre un posible ataque si se considera la secuencia de estos *systemcalls* que se ejecutarán para un determinado comando a ejecutar a partir del *shell*.

3. Características de los módulos

La decisión a tomar antes de comenzar el trabajo será sobre los clasificadores. Es necesario un análisis profundo de los distintos tipos de clasificadores, y de los dominios de datos que se están utilizando, para evaluar los mejores resultados.

Existen varios tipos de clasificadores pero los Bayesianos, los árboles de decisión, y las reglas, son los que mejor se adaptarán, según las especificaciones antes mencionadas. Ya varios trabajos se han realizado con estos clasificadores, que pueden servir para especular óptimos resultados y hacer una elección correcta, como en [6, 7, 8].

Cualquiera sea el tipo de clasificador seleccionado, lo que hay que tener en mente es que estos clasificadores se utilizarán para formar un modelo dentro de un módulo, que tendrá como datos de entrada distintos *logs* de servicios, que podrán ser transformados si el clasificador lo requiere (normalizados, discriminados, etc.), y como salida generarán reglas que formarán parte de la base de conocimiento presentada en [1], para luego ser utilizadas en una argumentación acerca de un posible ataque.

El tipo de módulos antes mencionado contará con la facilidad de adaptación y configuración para distintos ambientes de trabajo. Los módulos se presentaron en este trabajo con ejemplos simples, en general sobre servicios *webs*, pero cabe notar que esta idea es aplicable a cualquier dispositivo o nodo en la red del dominio. En [1], el framework analizaba distintas posturas frente a posibles ataques por parte de múltiples nodos y dispositivos. Esto requiere que los módulos sean adaptables a *routers*, *firewalls*, etc.

4. Escalabilidad y Performance

Este trabajo presenta un manejo eficiente de los logs, dejando atrás alternativas presentadas en [1], donde los datos eran presentados a la base de conocimiento sin ser procesados, y con la necesidad de una optimización y un podado previo de las reglas.

En el marco del trabajo [1], se ve la posibilidad de llevar el framework a un ambiente grid. Es necesario entonces mantener la performance y la robustez de la aplicación.

Existe la necesidad de realizar un análisis de los distintos clasificadores que se usarán en los módulos, para seleccionar el que obtenga mejor performance y exactitud. Para esto pueden usarse técnicas conocidas de evaluación y comparación de clasificadores para un dominio de datos determinado, como se postula en [9].

5. Trabajos Futuros

Este trabajo explora un área poco profundizada y muy importante por su repercusión en la seguridad en sistemas, agregando independencia en la administración de sistemas. Al momento de llevar este trabajo a formar de la implementación de [1], deberá hacerse un análisis más profundo de los temas aquí mencionados tratando incluso de generar nuevos clasificadores, que lleven a la efectividad de la clasificación al máximo para estos dominios de aplicación.

El siguiente paso en esta línea de investigación recae en la implementación del sistema mencionado en [1], pero utilizando técnicas como las mencionadas en este trabajo, para mejorar la performance en el procesamiento de *logs*. Además se abarcarán todos los problemas nuevos que surjan en esta adaptación, siempre buscando mejorar la performance y la eficiencia en la detección de intrusos.

Otro aspecto interesante a realizar es la adaptación de estos módulos para que todo el modelo pueda ser utilizado en servidores distribuidos, que cada día se vuelven más populares por su poder de cómputo. Notemos que el esquema distribuido requiere un análisis de los *logs* de forma remota, y que se incrementan los puntos de falla del sistema. Esto nos lleva a analizar factores como la tolerancia a fallas y la necesidad de replicación de datos.

En áreas de aplicaciones para grids con la utilización de herramientas de datamining, como en [10], y áreas de sistemas distribuidos aplicados al cómputo de herramientas de datamining, como en [11], la seguridad no se vio como un aspecto importante en los últimos años, y ahora comienza a ser un tema de alta prioridad. Por eso, este trabajo abre las puertas a inspeccionar muchos aspectos de *Grid Computing*, *Datamining* y Seguridad en Sistemas, y deja como tarea futura, el análisis detallado de las características presentadas, para poder llevar a cabo la mejor implementación de [1].

Referencias

- [1] Luciano M. Guasco, Javier Echaiz y Jorge Ardenghi, “Framework para Detección de Intrusos utilizando DeLP,” *WICC*, 2007.
- [2] A. J. García and G. R. Simari, “Defeasible Logic Programming: An Argumentative Approach,” *TPLP*, vol. 4, no. 1-2, pp. 95–138, 2004.
- [3] T. M. Mitchell, “Machine learning and data mining,” *Communications of the ACM*, vol. 42, no. 11, pp. 30–36, 1999.
- [4] William G.J. Halfond, Jeremy Viegas, and Alessandro Orso, “A Classification of SQL Injection Attacks and Countermeasures,” *International Symposium on Secure Software Engineering*, 2006.
- [5] Roy A. Maxion and Tahlia N. Townsend, “Masquereade Detection Using Truncated Command Lines,” *International Conference on Dependable Systems and Networks*, 2002.
- [6] Junbing He, Dongyang Long, Chuan Chen, “An Improved Ant-based Classifier for Intrusion Detection,” *Third International Conference on Natural Computation (ICNC)*, 2007.
- [7] J. Gomez, D. Dasgupta, “Evolving Fuzzy Classifiers for Intrusion Detection,” in *Proceedings of the IEEE*, 2002.
- [8] Paul Dokas, Levent Ertöz, Vipin Kumar, Aleksandar Lazarevic, Jaideep Srivastava, Pang-Ning Tan, “Data Mining for Network Intrusion Detection,” 2002.
- [9] T. Mitchell, *Machine Learning*. McGraw Hill, 1997.
- [10] “www.datamininggrid.org,” *Data Mining Tools and Services for Grid Computing Environments*.
- [11] I. Janciak, M. Sarnovsky, A. M. Tjoa, and P. Brezany, “Distributed classification of textual documents on the grid,” in *HPCC*, pp. 710–718, 2006.

Computación Distribuida de Alto Rendimiento y Disponibilidad: Desarrollo y Perspectiva

Jorge Ardenghi Javier Echaiz* Rafael García Karina Cenci
Luciano Guasco Martín Chuburu Guillermo Friedrich

Laboratorio de Investigación en Sistemas Distribuidos (LISiDi)

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación

Universidad Nacional del Sur – Bahía Blanca, Argentina

T.E.: +54 291-4595135 Fax: +54 291-4595136

{jra, je, rbg, kmc, lmg, mic}@cs.uns.edu.ar, gfried@frbb.utn.edu.ar

Resumen

Los avances de la tecnología informática y la baja de costos del equipamiento hicieron realidad, en las últimas décadas, el desarrollo de los sistemas distribuidos. Basados en sistemas seguros de comunicación y computadoras personales o estaciones de trabajo cada vez más veloces, han madurado en su concepción y desarrollo. Por un lado con este soporte, arquitectura física y arquitectura de programación o algorítmica, se desarrollan aplicaciones geográfica y administrativamente distribuidas. Esto presenta el desafío de lograr el mejor aprovechamiento y rendimiento de todo el sistema. En este sentido se orienta el estudio de la computación colaborativa, computación paralela y distribuida de alta disponibilidad.

En este escrito se presenta un resumen de avance del proyecto iniciado hace tres años y cuáles son las perspectivas dentro del mismo.

Palabras Claves: Sistemas Distribuidos, Peer-to-Peer, Algoritmos Distribuidos, Grid Computing

*Becario del “Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas” (CONICET), Argentina.

1. Introducción

Este proyecto es una continuación del anterior que se originó hace tres años, se abren nuevas líneas y se dan por terminadas otras, no por agotadas sino por el interés relativo de su aplicación, intentando concentrar los esfuerzos en áreas que presentan problemas abiertos o soluciones parciales como el manejo de procesos y datos en ambientes distribuidos, computación en clusters, computación colaborativa, computación en grids, middleware, computación móvil, sistemas peer-to-peer (P2P), sistemas de tiempo real y embebidos, redes de sensores y seguridad en redes.

En la medida que la tendencia, en el mundo, es hacia el emplazamiento de sistemas de computación geográfica y organizacionalmente diversos, las dificultades técnicas asociadas con aplicaciones computacionales heterogéneas y distribuidas se está convirtiendo en algo cada vez más común y están demandando nuevas infraestructuras de software.

Los sistemas distribuidos son de significación en un número de aplicaciones corrientes y futuras de tecnologías informáticas y comunicaciones (TICS). Son aplicables a: intercambio electrónico de datos, control de tráfico aéreo, automatización de la manufactura, trabajo cooperativo soportado por computadoras, banca electrónica, robótica, sistemas de información heterogéneos (web semánticas), seguridad, simulación, etc.

Es importante que estos sistemas saquen el máximo provecho de las ventajas que ofrecen o de las posibilidades que brindan estas plataformas. Algunos de estos problemas residen en lograr un buen manejo de recursos que permita hacer un adecuado balance de carga entre los sitios del sistema distribuido. Existe un interés particular en que el comportamiento de los distintos sitios para resolver dinámicamente los problemas que presenta el balance de carga (migración de procesos) sea inteligente sustentado en middleware sobre plataformas flojamente acopladas o clusters de PCs.

Otro problema, que no es menor, es resolver, en parte, el problema de la escalabilidad que sufren los sistemas cliente-servidor en la medida en que la cantidad de clientes se hacen inmanejables, una tendencia es reemplazar estos sistemas por sistemas peer-to-peer (P2P) donde la escalabilidad no es un impedimento, sumado a que estos sistemas tienen la característica de autoorganizarse.

Otro aspecto que resulta interesante es abocarse a los problemas de seguridad y anonimato que presentan los sistemas P2P y su aplicación en computación en grids.

El estudio de los sistemas distribuidos ha adquirido importancia en aplicaciones en TICS.

Las finalidades específicas se concentran en desarrollar ambientes de computación de alto rendimiento y disponibilidad logrados con elementos de uso comercial de buena relación precio/rendimiento (por ejemplo: no invertir en supercomputadoras para cálculo intensivo sino resolverlo con clusters de PCs).

2. Desarrollo

En el lapso de los tres últimos años, en el marco de este proyecto, el grupo del LISiDi ha publicado 19 trabajos en congresos nacionales, 5 en congresos internacionales indexados, 3 en revistas indexadas, ha graduado 2 magister en ciencia de la computación y ha dirigido mas de 20 tesinas y/o proyectos finales de carrera.

El proyecto ha contado con cinco integrantes activos durante estos tres años.

3. Perspectiva

El proyecto se continuará desarrollando durante los próximos tres años. Dadas las distintas líneas de trabajo planteadas hay tareas se realizarán concurrentemente.

3.1. Líneas de Investigación

Las distintas líneas son:

Memoria Compartida Distribuida: Se ha implementado un sistema de memoria compartida distribuida controlada por el compilador y no por el sistema operativo. La proyección es ir hacia el estudio más profundo de la problemática, continuar con la búsqueda de información y estudiar aquellos sistemas académicos implementados. Se espera finalizar una tesis de magister sobre este tema en abril de 2008, cerrando esta línea de trabajo.

Tolerancia a las fallas: Este tema está en desarrollo continuo (hay un tesista de magister) y se continuará en esa línea en la forma que se venía haciendo con el fin de analizar, en función de los paradigmas actuales, la posibilidad de utilizar nuevas arquitecturas de software (eventualmente agentes) para resolver los problemas que se presentan. La migración de procesos datos y replicación se torna importante cuando se hace necesario sustituir las funciones de un sitio caído.

Exclusión Mutua Distribuida: Se desarrollan algoritmos para implementación de la exclusión mutua en sistemas distribuidos en grupos con aplicación sobre sistemas de conferencias o comunicación en grupos cerrados. Se espera finalizar una tesis de magister sobre el tema en junio de 2008, cerrando esta línea de trabajo

Balance de Carga y Clustering: Esta línea apunta al aprovechamiento integral de la capacidad ociosa que exhiben algunos computadores en redes locales o amplias (LANs o WANs). Este es un tema que involucra migración de procesos, un tema por cierto no resuelto o resuelto parcialmente. El clustering es la técnica de "pilar" máquinas conectadas con una red de alto rendimiento que permita paralelizar cálculo o desarrollar estrategias de speed-up.

Grids: En esta línea se trata de: Monitoreo y Descubrimiento de Recursos en un entorno Grid. Los objetivos son:1) Relevamiento de los sistemas de información existentes en las distintas plataformas de Grid Computing con el fin de analizar similitudes y diferencias para conformar un "estado del arte" sobre monitoreo y descubrimiento;2) Investigación de las posibilidades de integración de estos sistemas. Diseño y posible implementación de un módulo que interactúe con uno o más de estos sistemas, previa instalación de los mismos en el cluster.3) Análisis de técnicas del área de sistemas peer-to-peer y su utilización para el manejo de información en los sistemas de monitoreo y descubrimiento. Hay un becario de CIC abocado a esta línea de estudio.

Conjunción Grids-P2P: Los sistemas peer-to-peer y grid son dos propuestas de computación distribuida, ambas concernientes con la organización de recursos compartidos en sociedades computacionales en gran escala. En tanto que un sistema grid se incrementa en escala comienza a requerir soluciones para la autoconfiguración, tolerancia a las fallas y escalabilidad para lo cual la investigación en peer-to-peer tiene mucho para ofrecer. Los sistemas peer-to-peer, por otro lado, se enfocan en tratar con la instantaneidad, las poblaciones transitorias, la tolerancia a las fallas y la autoadaptación. En resumen, se puede decir que la computación grid apunta a infraestructura pero no a fallas, mientras que peer-to-peer apunta a fallas pero no a infraestructura. En adición a esto, la forma de compartir inicialmente apuntada por peer-to-peer tiene una limitada funcionalidad, proveyendo una distribución de contenidos global y un espacio de archivos compartidos sin ninguna forma de control de accesos. En tanto que las tecnologías peer-to-peer avancen hacia aplicaciones más sofisticadas y complejas, tales como distribución de contenido estructurado, colaboración por desktop y computación en la red, se espera que habrá una fuerte convergencia entre peer-to-peer-computación grid.

Detección de intrusos: La detección de intrusos constituye un campo de investigación que se encuentra en estudio desde hace unos 20 años. Sin embargo, las técnicas de detección de intrusos están lejos de ser perfectas. Los sistemas actuales, Intrusion Detection Systems (IDSs), presentan dos grandes inconvenientes: suelen generar un gran número de falsos alertas y no pueden detectar nuevos ataques (o variaciones de ataques conocidos). Adicionalmente, los IDSs actuales se basan en ataques (o anomalías) de bajo nivel, las cuales no pueden capturar los pasos lógicos o estrategias detrás de estos ataques. Consecuentemente, los IDSs existentes suelen generar una gran cantidad de alertas. Frente a situaciones de acciones de intrusión intensivas, no solamente los alertas reales se encontrarán mezclados con los falsos positivos, sino que la cantidad de alertas a procesar puede rápidamente volverse inmanejables.

Se propone desarrollar una solución de seguridad nueva y general que resuelva el acuciente problema de proveer seguridad combinando las tecnologías clave pertenecientes a varias áreas de la seguridad propiamente dicha.

3.2. Formación de Recursos Humanos

La formación de recursos humanos es otro de los objetivos del proyecto. Además de los investigadores que se van formando en el grupo, da lugar para tener becarios, tesis de postgrado, de licenciatura e ingeniería desarrollando temas que están enmarcados en el proyecto. En este proyecto se propone graduar a cuatro tesis de magister (dos de ellos van a obtener su grado durante 2008) y dos de doctorado en el término de su duración.

3.3. Medios

Se cuenta con un cluster de ocho máquinas y un servidor, con la posibilidad de ser conectado, via internet 2 de dos megabits, con cluster y grids en el país (UNLP, UNSL) o en el extranjero. Redes de equipos Sun y Alpha.

3.4. Bibliografía

Se cuenta con bibliografía propia y acceso a librerías digitales del IEEE y ACM.

En este escrito no se indica una bibliografía completa particular sobre la que se soporta el proyecto porque es muy amplia y excedería el espacio del mismo.

En las referencias se indican solamente algunas publicaciones que sirven de esqueleto al proyecto.

Referencias

- [1] V. Ahuja. *Network and Internet security*. San Diego, CA, USA: Academic Press Professional, 1996.
- [2] S. Androutsellis Theotokis and D. Spinellis. *A Survey of Peer-to-Peer Content Distribution Technologies*. ACM Computing Surveys, Vol. 36(4), 2004.
- [3] Dejan S. Milojivčić, Fred Douglass, Yves Paindaveine, Richard Wheeler Songnian Zhou. *Process migration*, ACM Comput. Surv., 32(3), 2000
- [4] Eduardo F. Nakamura, Antonio A. F. Loureiro, Alejandro C. Frery. *Information fusion for wireless sensor networks: Methods, models, and classifications*, ACM Comput. Surv., 39(3), 2007.
- [5] N. J. Puketza, K. Zhang, M. Chung, B. Mukherjee, R. A. Olsson. *A methodology for testing intrusion detection systems*, IEEE Transactions on Software Engineering, 22(10), 1996.
- [6] J. Van Der Merwe, D. Dawound, S. Mc Donald. *A Survey on Peer-to-Peer Key Management for Mobile ad hoc Networks*, ACM Computing Survey, 39(1), 2007.
- [7] Vijayaraghavan Soundararajan, Mark Heinrich, Ben Verghese, Kourosh Ghara-chorloo, Anoop Gupta, John Hennessy. *Flexible use of memory for replication/migration in cache-coherent DSM multiprocessors*, ACM SIGARCH Comput. Archit. News, 26(3), 1998.
- [8] R. Steinmetz and K. Wehrle (Eds). *Peer-to-Peer Systems and Applications*. Lecture Notes in Computer Science, LNCS 3485, Springer. 2005.

CICLO DE VIDA PARA EL APRENDIZAJE POR COMPARTICIÓN DE CONOCIMIENTOS ENTRE SISTEMAS INTELIGENTES AUTÓNOMOS

Ierache, J.^{1,2}, Garcia Martinez, R.^{3,2}

¹ Facultad de Informática, Ciencias de la Comunicación y Técnicas Especiales. UM

² Laboratorio de Sistemas Inteligentes. Facultad de Ingeniería. UBA

³ Centro de Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento. Escuela de Postgrado. ITBA

jierache@unimoron.edu.ar , rgm@itba.edu.ar

Resumen

En este artículo se describe el trabajo de investigación que en la actualidad se está desarrollando dentro del área de “Sistemas Inteligentes Autónomos”. El objetivo principal de este trabajo es la continuación y profundización de la arquitectura LOPE (Learning by Observation in Planning Environments) con la incorporación de un ciclo de vida de aprendizaje compuesto de distintos layers que acompañan el aprendizaje del agente desde las teorías del creador, las teorías que se generan como producto de su entrenamiento y las que surgen de la interacción del agente con otros agentes y con el mundo de actuación.

1. Introducción

Dados ambientes desconocidos, los sistemas autónomos reales deben generar teorías de cómo sus ambientes reaccionan a sus acciones, y cómo las acciones afectan al ambiente. Usualmente estas teorías de aprendizaje son parciales, incompletas e incorrectas, pero pueden ser usadas para modificar esas teorías o para crear nuevas. Trabajos anteriores basados en aprendizaje de máquinas eran aplicados a resolución de problemas que principalmente estaban enfocados en aprendizaje de conocimientos cuya meta era mejorar la eficiencia de la tarea de resolución de problemas [Borrajo y Veloso 1997, Laier et al, 1986, ; Minton, 1988; Veloso, 1994].

Hay también, un actual interés en aprendizaje de estados de transición probabilísticos en el contexto de aprendizaje de refuerzo [Sutton, 1990; Watkins and Dayan, 1992]. Sin embargo pocos investigadores han abordado el problema de adquisición de operadores de manera generalizada [Carbonell and Gil, 1990; Wang, 1996], describen técnicas para la adquisición automática de descripciones generalizada de la teoría de un dominio.

Este problema es crucial cuando se está tratando con sistemas que deben "autonómicamente" adaptarse a un ambiente dinámico y desconocido. LOPE (Learning by Observation in Planning Environments) es una arquitectura de agente que integra planificación, aprendizaje y ejecución en un reiteración cerrada, mostrando cómo funciona el comportamiento de inteligencia autónoma [García-Martínez and Borrajo, 1997, 2000].

En nuestras investigaciones anteriores hemos presentado una arquitectura de agente simple. Este trabajo se concentra en el comportamiento de múltiples agentes bajo un ciclo de vida de aprendizaje sobre la base inicial de LOPE. Más precisamente, trabajaremos en el mecanismo de aprendizaje, generalización del mismo y una extensión de este a través de la demostración de cómo el conocimiento debe compartirse a través de muchos agentes.

2. Objetivo y Metodología de la Propuesta

Uno de los principales objetivos de cada agente LOPE [García-Martínez and Borrajo, 1997, 2000], consiste en determinar cómo los operadores aprenden automáticamente (modelos de acción), que predice los efectos de acciones en el ambiente de actuación del agente por observación de las consecuencias de sus acciones.

Para poder aprender estas descripciones, éste agente es capaz de lograr metas auto-definidas, ejecutar los planes, encontrar los comportamientos correctos o incorrectos, y aprender de la interacción con el ambiente y otros agentes.

Cada agente recibe la percepción desde el ambiente, llamado situaciones, aplica acciones y aprende desde su interacción con el mundo externo (el ambiente y otros agentes). Al principio, el agente percibe la situación inicial, y selecciona una acción al azar para ejecutar en el ambiente. Entonces, entra en un loop para la ejecución de una acción, percibiendo las situaciones resultantes y la utilidad de la situación, aprendiendo de la observación los efectos de aplicar las acciones en el ambiente y la planificación de próximas interacciones con el ambiente cuando el plan anterior ha finalizado su ejecución, o el sistema observa una diferencia entre la situación predicha por el operador del agente y la situación que es percibida desde el ambiente.

La Figura 1 muestra una vista esquemática de la arquitectura, donde puede haber n agentes LOPE. Cada uno de estos agentes recibe un input: percepciones desde el ambiente (situaciones y utilidades); un conjunto de acciones que pueden ejecutarse, y operadores aprendidos de otros agentes. La salida de cada agente es una secuencia de acciones sobre el tiempo (para el ambiente) y regularmente ese conjunto de operadores que él aprende (a través de otros agentes).

Sobre la base de LOPE (Learning by Observation in Planning Environments) [García-Martínez y Borrajo, 2000; García-Martínez et al., 2006], se trabaja en el ciclo de vida de aprendizaje del agente como aportación principal del presente trabajo, el que considera tres Layers: [a] el layer de BI (Built-In Operators) sobre la que se desarrolla el aprendizaje del agente a partir de los operadores implantados por el programador o creador, [b] el layer TB (Trained Base Operators) es la capa de aprendizaje en los que los operadores evolucionan en el contexto de entrenamiento del agente sobre la base inicial de los operadores implantados previamente y [c] el layer WI (World Interaction Operators) es la capa de aprendizaje en la que los operadores se aprenden por la interacción con el mundo y otros agentes. El ciclo de vida de aprendizaje del agente se muestra en la Figura 1.

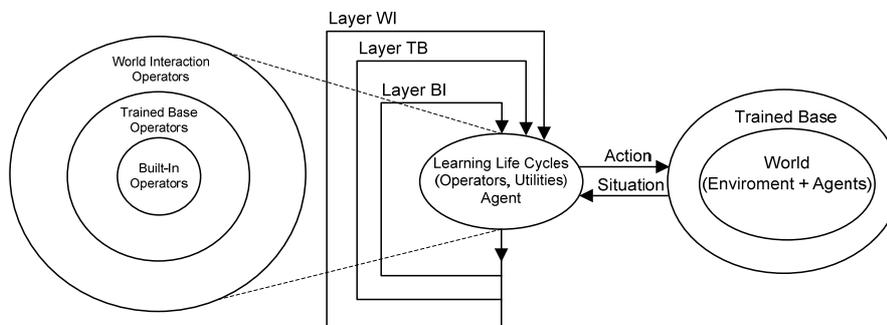


Figura 1. Ciclo de vida del aprendizaje del Agente

El sistema inteligente autónomo (AIS) "nace" con los operadores implantados por su programador. Estos representan a los operadores que conforman el conocimiento basal que permiten el comportamiento inicial de los agentes. La formación adquirida por los operadores facilita la evolución de éstos, mediante un mecanismo de refuerzo de los exitosos y de castigo sobre aquellos operadores que tuvieron mal funcionamiento.

Uno de los principales objetivos de la propuesta LOPE-LLC (LOPE-Learning Life Cycle) es que el agente aprenda autónomamente sobre la base de los operadores (modelos de acción) que predicen los efectos de las acciones en el medio ambiente mediante la observación de las consecuencias de esas acciones, conocer el comportamiento correcto o incorrecto, y aprender de los operadores [a] BI (Built-In Operators) iniciales, reforzados por la generación de los operadores de [b] TB (Trained Base Operators) y enriquecidos por el intercambio de operadores [c] WI (World Interaction Operators), basados en la interacción del agente con el mundo de actuación y otros agentes. La

Figura 2 muestra una vista esquemática de la arquitectura para la actuación de n-LOPE LLC agentes, que aprenden.

El ciclo de vida en estudio considera el aprendizaje de los agentes sobre los layers correspondientes a los operadores (BI, TB, WI) los que reciben como entrada: la percepción del medio ambiente, el conjunto de acciones que pueden ejecutar, y los operadores obtenidos de otros agentes por compartición de conocimientos. La salida de cada agente es una secuencia de acciones en el tiempo (que se ejecutan en el ambiente de actuación del agente) y con regularidad el conjunto de los operadores que ha aprendido (para compartir con los demás agentes).

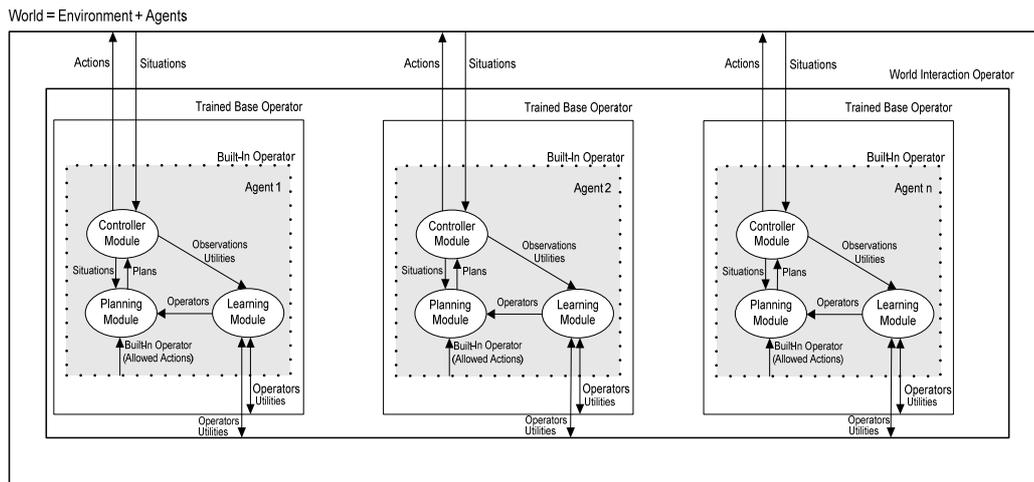


Figura. 2. Arquitectura de agentes LOPE-LLC

3. Resultados Esperados

Se llevará a cabo la experimentación del ciclo de vida propuesto que se muestra en la Figura 3 sobre la base de LOPE-LLC, considerando la compartición de operadores entre agentes y la valoración de éstos como eje principal del trabajo en el contexto de actuación de agentes simulados y reales. Para poder mejorar la convergencia de aprendizaje y para probar la generalización del conocimiento compartido, se llevarán a cabo experimentos en los cuales los sistemas se acuerdan de los operadores aprendidos con estos experimentos; mostraremos cómo el conocimiento previo brinda una más rápida convergencia de aprendizaje que cuando no se lo usa.

En la configuración de múltiples agentes, los agentes compartirían su conocimiento entre ellos. Se espera comparar aquí distintos experimentos, partiendo con un agente solo aprendiendo en un ambiente (grilla single), en la cual los operadores son generalizados, para luego experimentar con un agente solo LOPE-LLC aprendiendo de una grilla single donde un estimador probabilístico es asignado a cada operador. Las decisiones del agente estarán basadas en entrada de sensores solamente cuando no hay plan de ejecución. Se continuará con la experimentación sobre la base de la actuación de grupos de agentes LOPE-LLC con la misma configuración de grilla con una estrategia de compartimiento completa y donde un estimador de probabilidad es asignado a cada operador para asignar un grado de confianza a los planes generados, y los planes con baja confianza son descartados. Se realizarán experimentos conformados por grupos de agentes LOPE-LLC aprendiendo al mismo tiempo con una estrategia de compartición de operadores completa.

La experimentación se llevará a cabo con la aplicación de los primeros resultados sobre la base del simulador de Khepera, para extenderlo en ambientes de actuación real con robots Khepera, y en otros ambientes de robots y bípedos de bajo costo [Ierache, J., Bruno, M., Mazza, N., Dittler, M., 2008]. En estas aplicaciones se trabajará en conjunto con el Instituto de Investigaciones en Informática LIDI de la Universidad Nacional de La Plata.

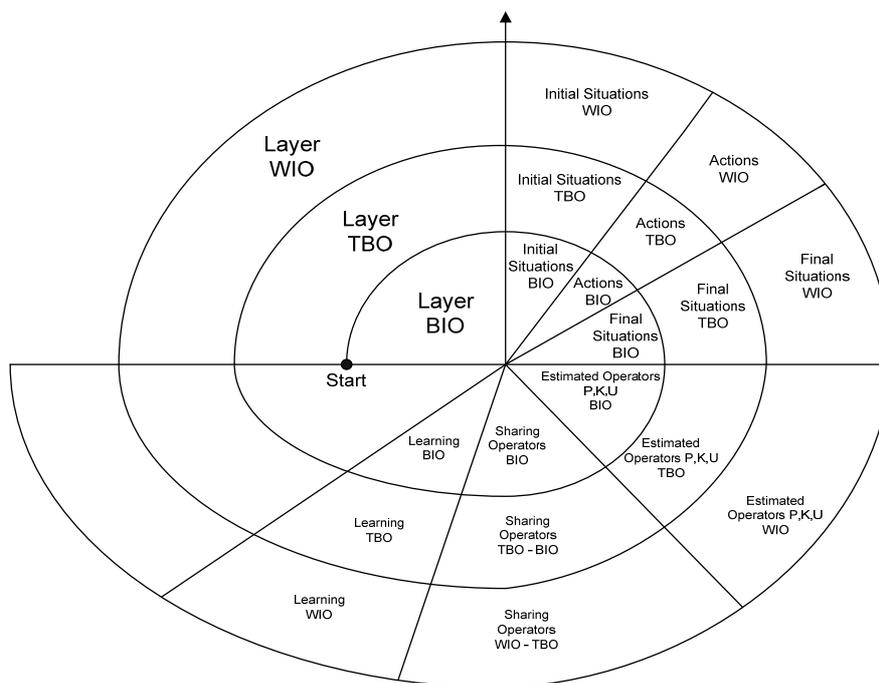


Figura 3. Ciclo de vida de aprendizaje propuesto

Para llevar adelante el proyecto se desarrollará un framework basado en la propuesta para el aprendizaje y compartición de conocimiento entre sistemas inteligentes autónomos distribuidos [Ierache, J., Naiouf, M., García Martínez, R., De Giusti A., 2008], para experimentar con la inclusión de nuevos agentes de un mismo tipo, aprendiendo y compartiendo lo que ellos aprendieron en la misma configuración de grilla y prueba, a fin de evaluar cómo esto afecta el comportamiento de aprendizaje y planificación. Sobre el framework cada agente continuamente aprende, planifica y ejecuta, como también se podrán configurar distintas estrategias de comunicación entre los agentes, para poder intercambiar lo que han aprendido, y las descripciones del operador. Conforme al desarrollo del trabajo se espera realizar publicaciones en congresos y revistas de la especialidad con los resultados de investigación obtenidos.

4. Formación de Recursos Humanos

En la línea de investigación cuyos resultados parciales se reportan en esta comunicación, se encuentran trabajando: un tesista de doctorado.

5. Referencias

- Borrajo, D. and Veloso, M. (1997). Lazy incremental learning of control knowledge for efficiently obtaining quality plans. *AI Review Journal*, 11, 371-405.
- Carbonell, J. G. and Gil, Y. (1990). Learning by experimentation: The operator refinement method. In (Michalski and Kodratoff, eds) *Machine Learning: An AI Approach*, Vol. III (pp. 191-213). San Francisco: Morgan Kaufmann.
- García Martínez, R. y Borrajo, D. (2000). An Integrated Approach of Learning, Planning and Executing. *Journal of Intelligent and Robotic Systems*, 29, 47-78.
- García-Martínez, R. and Borrajo, D. (1997). Planning, learning, and executing in autonomous systems. *Lecture Notes in Artificial Intelligence*, 1348, 208-220.
- García-Martínez, R., Borrajo, D., Britos, P. y Maceri, P. Learning by Knowledge Sharing in Autonomous Intelligent Systems *Lecture Notes in Artificial Intelligence* Vol. 4140. Pág. 128-137. Springer-Verlag. 2006

- Ierache, J., Bruno, M., Mazza, N., Dittler, M., “Robots y Juguetes Autónomos una Oportunidad en el Contexto de las Nuevas Tecnologías en Educación”, VII Jornadas Iberoamericanas de Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento IIISIC Febrero 2008 Guayaquil Ecuador, , Proceedings VII Ibero-American Symposium on Software Engineering. Pag 371-379.
- Ierache, J., Naiouf, M., García Martínez, R., De Giusti A., “Un modelo de arquitectura para el aprendizaje y compartición de conocimiento entre sistemas inteligentes autónomos distribuidos” VII Jornadas Iberoamericanas de Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento IIISIC 2008 Guayaquil Ecuador. Proceedings VII Ibero-American Symposium on Software Engineering Pag 179-187
- Sutton, R. (1990). Integrated architectures for learning, planning, and reacting based on approximating dynamic programming. Proc. 7th Int. Conf. on ML: 216-224. Kaufmann.

Algoritmos de planificación dinámica en entornos Grid

Bertogna, Leandro
Departamento de Ciencias de la Computación
Universidad Nacional del Comahue
mlbertog@uncoma.edu.ar

Naiouf Marcelo , De Giusti Armando
Instituto de Investigación en Informática LIDI
Universidad Nacional de La Plata
{degiusti,mnaiouf}@lidi.info.unlp.edu.ar

Resumen

Debido a la gran cantidad de recursos de hardware y software que componen los sistemas Grid, cada uno con características y políticas propias, la gestión del sistema se torna compleja. Un aspecto clave que permite obtener la máxima potencia del sistema de manera eficiente se encuentra en el algoritmo de planificación de tareas. Debido al dinamismo de los recursos y las organizaciones que los contienen los planificadores tradicionales no son una opción válida. Los nuevos planificadores deben contemplar aspectos tales como heterogeneidad de recursos, adaptación dinámica al entorno y altos costos de comunicación. En este trabajo se presenta una línea de investigación sobre algoritmos de planificación Grid, se analiza una propuesta de planificación y se describen aspectos que se encuentran en desarrollo.

1. Introducción

Debido a la gran cantidad de recursos de hardware y software que componen los sistemas Grid, cada uno con diferentes características y complejidades, se torna imperioso simplificar y automatizar de manera eficiente su administración. Tareas de gestión rutinarias que requieren recursos humanos especializados deberían disminuir en forma considerable para transformarse sólo en definición de políticas, que sistemas autónomos de gestión de infraestructura cumplieran o hicieran cumplir.

Recursos pertenecientes a varios dominios administrativos son compartidos bajo políticas definidas localmente. Estas políticas regulan cómo se debe compartir, a quién se le permite acceder y bajo qué condiciones se accede a los recursos. El problema que se encuentra detrás del concepto Grid es cómo coordinar estos recursos compartidos y solucionar problemas en organizaciones virtuales, dinámicas, multi-institucionales [1, 2].

Un punto clave para la gestión de recursos en los sistemas Grid se encuentra en la capa intermedia (*middleware*): esta coordina recursos e intercambia información sin importar su ubicación física. Cuando alguna aplicación utiliza Grid y realiza requerimientos de hardware para su ejecución esta capa de software es la encargada de buscar, seleccionar e instanciar los recursos apropiados en donde realizar su despliegue.

La componente que interviene de forma activa de este proceso es el planificador de Grid o metaplanificador. Este permite acceder a los recursos distribuidos en distintas organizaciones físicas y comunicarse con los distintos administradores de recursos locales. Los administradores de recursos se convierten de esta manera en los proveedores de servicio y el metaplanificador los coordina y utiliza, en base a criterios preestablecidos.

Para lograr el máximo potencial de los recursos distribuidos, de manera efectiva y eficiente, los algoritmos que utilice el metaplanificador son de fundamental importancia. Desafortunadamente los algoritmos de planificación de sistemas paralelos y distribuidos tradicionales en general disponen de recursos homogéneos y dedicados, y por lo tanto no logran satisfacer los requerimientos de este nuevo entorno.

Este trabajo presenta una línea de investigación relacionada con el análisis e implementación de un modelo de planificación dinámico para sistemas Grid. En la segunda sección se describirán conceptos de planificación para estos entornos, en la tercera sección se presentan la arquitectura y el algoritmo en el que se trabaja actualmente finalizando con aspectos abiertos de la investigación y resultados esperados.

2. Algoritmos Grid

Los algoritmos de planificación han sido estudiados como problemática en los sistemas tradicionales de paralelismo y sistemas distribuidos, como los sistemas de multiprocesadores simétricos (SMP), masivamente paralelos (MPP) o clusters de Workstation (COW). Cada uno de estos algoritmos de planificación tomó en cuenta características propias de los sistemas para lograr máxima eficiencia. En la Tabla 1 se puede observar la evolución de estas características [3].

Arquitectura	DSM/MPP	COW	GRID
Cronología	Fines de los 70's	Fines de los 80's	Mediados de los 90'
Conexión de los sistemas	Bus, switches	LAN, ATM	WAN/Internet
Costo de Interconexión	Muy Bajo / Despreciable	Bajo/ Usualmente no despreciable	Alto/ No despreciable
Heterogeneidad de Conexión	No	Bajo	Alto
Heterogeneidad de Nodos	No	Bajo	Alto
Grupo de Recursos	Predeterminado y Estático	Predeterminado y estático	Indeterminado y dinámico
Política de administración de recursos	Única	Única	Múltiple
Única Imagen del sistema	Si	Si	No

Tabla 1. Características de los sistemas de cómputo paralelos y distribuidos

Si bien se pueden tomar algunos modelos de planificación tradicional, las características propias de los sistemas Grid hace que esta tarea en muchos casos sea difícil de implementar. A continuación se describen en detalle las particularidades de entornos Grid:

Heterogeneidad y Autonomía

A pesar de que la heterogeneidad no es nueva en los algoritmos de planificación, aún es un gran desafío para su diseño. En los sistemas Grid debido a que los recursos son distribuidos en múltiples dominios sobre Internet, los nodos de cómputo, datos e interconexión varían entre organizaciones.

En los sistemas paralelos y distribuidos tradicionales, los recursos de computación generalmente están administrados en un punto central. El planificador tiene información completa de las tareas en ejecución y pendientes, y la carga de trabajo de los nodos, además de administrar colas de tareas y el grupo de recursos. De esta manera puede predecir el comportamiento de los recursos y es capaz de asignar tareas de acuerdo a requerimientos de rendimiento. En los sistemas Grid los recursos son autónomos y el planificador no tiene control de los recursos, y no puede influir en las políticas de las organizaciones, por lo que se torna difícil estimar el tiempo de ejecución de cada tarea en los distintos nodos de cómputo.

Dinamismo de Rendimiento

Realizar una planificación depende de las estimaciones de rendimiento que pueden proveer recursos candidatos, especialmente cuando el algoritmo es estático. Los algoritmos Grid trabajan en ambientes dinámicos donde el rendimiento de los recursos disponibles cambia constantemente. El cambio proviene de la autonomía de los recursos de cómputo, y de la competencia de las aplicaciones por estos recursos. En el caso de los sistemas Grid los recursos no son asignados con exclusividad a las aplicaciones Grid.

Selección de recurso y Separación de Datos

En los sistemas tradicionales, el código de ejecución y los datos de entrada/salida se encuentran generalmente en el mismo sitio, o las fuentes de datos y el destino de salida se determinan antes de que la aplicación inicie su ejecución. De esta manera, el costo de la transferencia de datos es mínimo o es constante, y en los algoritmos de planificación rara vez se considera. Los sistemas Grid involucran distintos recursos de cómputo, sitios de almacenamiento y redes de ancho limitado. Los sitios de cómputo son seleccionados por el planificador de acuerdo a modelos de rendimiento y estatus de los recursos. Además, la capacidad de conexión cobra mayor importancia ya que no solo es limitada sino que es compartida por otras tareas que no necesariamente son de la aplicación Grid.

Los desafíos que se han mencionado ponen obstáculos significativos al diseño e implementación eficiente y efectiva de los sistemas de planificación Grid. A pesar de esto, algunos de los conceptos de los planificadores tradicionales pueden servir en aspectos puntuales a medida que se desarrollan nuevos planificadores Grid [4].

3. Línea de Investigación

La contribución de esta línea de trabajo se encuentra en el desarrollo de un planificador de sistemas Grid. El desarrollo del planificador consta de distintos módulos, donde los dos más importantes son los que tienen la responsabilidad de asignar las tareas. El primero, único en el sistema y con una visión completa y el segundo, con tantas instancias como organizaciones componen al sistema Grid, con una visión local de los recursos.

En este trabajo de investigación se analiza un entorno para aplicaciones paralelas. El sistema grid selecciona e interconecta un grupo de máquinas donde la aplicación pueda ejecutarse de manera eficiente. La eficiencia se mide desde el punto de vista de la aplicación y del uso de los recursos que consume. Para que sea factible instanciar máquinas con parámetros y configuración determinados, en cada máquina física del sistema se instancian una o mas máquinas virtuales, siendo estos los recursos que administran los planificadores.

El modelo de aplicación paralela es master-worker. Todas las tareas realizan el mismo tipo de cálculo y envían /reciben la misma cantidad de datos todo esto en forma independiente una de otras. Este esquema es muy común en simulaciones o aplicaciones graficas. Se asume también que cada vez que un nuevo grupo de máquinas se publica el sistema se caracteriza y se realizan pruebas de rendimiento.

3.1 Metaplanificador

En el trabajo [5] el metaplanificador, según el requerimiento de cómputo y comunicación de una aplicación paralela, selecciona recursos y los conecta en una red virtual. Encontrar un grupo de recursos que puedan trabajar cooperativamente en un entorno distribuido de manera eficiente no es

una tarea trivial. Uno de los objetivos es que esta búsqueda fuera lo más rápida y la solución fuera lo más aproximada a la óptima.

Para solucionar el problema de una manera analítica, los recursos disponibles tanto de cómputo como de red fueron mapeados a un grafo: los recursos de cómputo como nodos y los enlaces de comunicación como aristas. El peso de los nodos y aristas correspondieron a características de las máquinas y ancho de banda respectivamente. Las aristas recibieron menos peso cuanto mas ancho de banda disponían y el peso de los nodos se calculó a través de una función, por ejemplo costo económico, poder de cómputo, etc.

La estrategia se divide en dos etapas, donde la primera consiste en seleccionar a un grupo de clusters. En esta etapa se usa una heurística para encontrar al grupo de equipos óptimo, tomando en cuenta la comunicación y el poder de cómputo. Una vez que se obtiene este grupo comienza la segunda etapa: por cada cluster se realiza un análisis y se evalúa cuántas máquinas será conveniente tomar del grupo en cada caso. Para este caso, se calcula la tasa de transferencia de la red y se compara con la cantidad de datos que el conjunto de máquinas transmitirá. Si se tomaran más máquinas de lo debido el umbral de rendimiento caería, habiendo máquinas que deban esperar para poder transmitir los datos computados estando ociosas en ese momento.

3.2 Planificador local

El planificador local [5,6] también conocido en algunos trabajos como “*binder*” es el módulo determinado de instanciar las aplicaciones en los recursos seleccionados. Provee los datos de entrada, inicia la ejecución y monitorea la ejecución de las aplicaciones. Un ejemplo de este caso es Globus GRAM (Grid Resource Allocation and Management) [7].

En esta investigación además de tener la funcionalidad básica, el planificador local hace también de gestor de los clusters de máquinas virtuales. En los planificadores tradicionales de cluster, como Torque o SGE, los recursos son estáticos y predeterminados. En este caso, el planificador local coordina con el metaplanificador para asignar recursos en forma dinámica.

Otra funcionalidad que brinda el planificador local es la de gestión dinámica en tiempo de ejecución aprovechando la funcionalidad de migración en vivo de máquinas virtuales. Esta característica se aplica sin interrupción de las aplicaciones que se estuvieran ejecutando en ese momento sobre las máquinas migradas. Si el metaplanificador ofreciera la ejecución de nuevas tareas con bajo requerimiento de entrada y salida de red, y el planificador local tuviera gran porcentaje de máquinas ociosas podría liberar ancho de banda consolidado máquinas virtuales en un solo equipo. Este desplazamiento reduciría el rendimiento de las aplicaciones liberando ancho de banda, y como resultado de esta capacidad libre en la red el planificador sería capaz de instanciar máquinas ociosas con máquinas virtuales para la nueva aplicación. Esta solución aumenta el porcentaje de utilización de equipos y reduce el tiempo total de ejecución del sistema, siempre y cuando el tiempo de penalización en la baja de rendimiento sea menor que la ganancia de la incorporación de nuevas máquinas.

Esta implementación en las condiciones adecuadas llega a una mejora del 20% en el tiempo de cómputo de una aplicación paralela con las máquinas a un 100% de ejecución por el tiempo que se ejecuta la aplicación paralela.

4. Estudios Actuales y Resultados esperados

Actualmente se esta encuentra en desarrollo un simulador para probar distintos entornos y lotes de tareas y observar el comportamiento del planificador global y local. Se encuentra en estudio la

incorporación de nuevas heurísticas de planificación para tareas independientes con el objetivo de realizar una comparación más exhaustiva de la propuesta contra las alternativas habituales. Algunos de los algoritmos que se están analizando son Min-Max y Min-Min [10, 11].

Los trabajos que se están llevando a cabo actualmente en el módulo de administración local son la extensión no solo a relación cómputo comunicación sino a fijar parámetros para una caracterización más detallada del uso de máquinas virtuales como interferencia de rendimiento [8, 9]. Los resultados esperados de la incorporación de este conocimiento como nuevas reglas de inferencia en los módulos locales brindarán una mejor adaptación dinámica redundando en un mayor incremento en el rendimiento global del sistema.

4. Referencias

- [1] I. Foster, C. Kesselman and S. Tuecke, The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations, in the International J. Supercomputer Applications, 15(3), pp. 200-220, fall 2001.
- [2] I. Foster and A. Iamnitchi, On Death, Taxes, and the Convergence of Peer-to-Peer and Grid Computing, in Proc. of 2nd International Workshop on Peer-to-Peer Systems (IPTPS'03), Berkeley, CA, SA, February 2003.
- [3] F. Dong and S. G. Akl, "Scheduling Algorithms for Grid Computing: State of the Art and Open Problems," Technical Report of the Open Issues in Grid Scheduling Workshop, School of Computing, University Kingston, Ontario, January 2006
- [4] A. Andrieux, D. Berry, J. Garibaldi, S. Jarvis, J. MacLaren, D. Ouelhadj and D. Snelling, "Open Issues in Grid Scheduling", Official Technical Report of the Open Issues in Grid Scheduling Workshop, Edinburgh, UK, October 2003.
- [5] Bertogna Leandro, Naiouf Marcelo, De Giusti Armando E., Luque Emilio. "Planificación dinámica de clusters a demanda en entornos Grid". CACIC 2007.
- [6] Y. Zhu, A Survey on Grid Scheduling Systems, Department of Computer Science, Hong Kong University of science and Technology, 2003
- [7] K. Czajkowski, I. Foster, N. Karonis, C. Kesselman, S. Martin, W. Smith, and S. Tuecke, A Resource Management Architecture for Metacomputing Systems, In D.G. Feitelson and L. Rudolph, editors, in Proc of the 4th Workshop on Job Scheduling Strategies for Parallel Processing, LNCS Vol. 1459 pp. 62–82, Orlando, Florida USA, March 1998.
- [8] Younggyun Koh, Rob Knauerhase, Paul Brett, Mic Bowman, Zhihua Wen, and Calton Pu, "An Analysis of Performance Interference Effects in Virtual Environments" in the IEEE International Symposium on Performance Analysis of Systems and Software. 2007.
- [9] J. N. Matthews, W. Hu, M. Hapuarachchi, T. Deshane, D. Dimatos, G. Hamilton, M. McCabe, and J. Owens, "Quantifying the performance isolation properties of virtualization systems," in ExpCS '07: Proceedings of the 2007 workshop on Experimental computer science, ACM, 2007
- [10] X. He, X. Sun and G. Laszewski, A QoS Guided Min-Min Heuristic for Grid Task Scheduling, in J. of Computer Science and Technology, Special Issue on Grid Computing, Vol.18, No.4, pp.442-451, July 2003
- [11] M. Wu, W. Shu and H. Zhang, Segmented Min-Min: A Static Mapping Algorithm for Meta-Tasks on Heterogeneous Computing Systems, in Proc. of the 9th Heterogeneous Computing Workshop HCW'00), pp. 375--385, Cancun, Mexico, May 2000.

Sistemas Paralelos sobre Arquitecturas Distribuidas. Aplicaciones en Clusters, Multiclusters y GRID.

Armando E. De Giusti, R. Marcelo Naiouf, Laura C. De Giusti, Franco Chichizola, Mónica Denham, Ismael Rodriguez, Adrián Pousa, José E. Pettoruti, Diego Montezanti, Diego Encinas, Luciano Iglesias, Horacio Villagarcía Wanza.

Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)
Facultad de Informática – UNLP

{degiusti, mnaiouf, ldgiusti, francoch, mdenham, ismael, apousa, josep, dmontezanti, dencinas, li, hvw}
@lidi.info.unlp.edu.ar,

CONTEXTO

Esta línea de Investigación forma parte de dos de los Subproyectos dentro del Proyecto “Sistemas Distribuidos y Paralelos” acreditado por la UNLP y de proyectos específicos apoyados por CyTED, CIC, Agencia, IBM, Telefónica y Fundación YPF.

RESUMEN

Esta línea de I/D se enfoca en la especificación, desarrollo y evaluación de sistemas paralelos utilizando esquemas multiprocesador, configurados en arquitecturas distribuidas tales como Clusters, Multiclusters y GRIDs.

Los temas fundamentales se relacionan con el estudio de los esquemas multiprocesador (desde los multicore a las redes) como soporte para diferentes paradigmas de programación paralela, las técnicas de implementación de algoritmos paralelos sobre arquitecturas distribuidas débilmente acopladas, el desarrollo de modelos para predicción de performance de estas configuraciones, el desarrollo y utilización de middleware de grid como soporte para el uso de esquemas multicluster y el desarrollo de aplicaciones concretas.

En este proyecto cooperan otras 3 Universidades Nacionales de Argentina (UN Comahue, UN Sur, UN San Luis) y se está traba-

jando con la red de Universidades iberoamericanas del proyecto CyTED “Tecnología grid como motor de desarrollo regional”. También el III-LIDI forma parte (desde la Facultad de Informática) de la iniciativa LAGrid (LatinAmerican Grid) de IBM y el proyecto EELA2 (E-infrastructure shared between Europe and Latin America).

Keywords: *Sistemas Paralelos. Cluster, Multicluster y Grid. Modelización de arquitecturas distribuidas. Paradigmas de programación paralela. Aplicaciones.*

1. INTRODUCCION

La investigación en Sistemas Distribuidos y Paralelos es una de las líneas de mayor desarrollo en la Ciencia Informática actual [1][2][3]. En particular la utilización de arquitecturas como clusters, multiclusters y grid, comunicadas vía mensajes y soportadas por redes de diferentes características y topologías se ha generalizado, tanto para el desarrollo de algoritmos paralelos como para el de servicios WEB distribuidos [4][5]. Los desarrollos tecnológicos imponen la investigación de modelos mixtos donde se tienen multiprocesadores con memoria compartida que pueden configurarse en redes (clusters, multiclusters, grids) comunicadas por mensajes.

Es importante en este contexto investigar la modelización del comportamiento de esta clase de sistemas paralelos, así como des-

arrollar nuevos paradigmas para la programación eficiente de aplicaciones.

1.1 Definiciones básicas

Un *cluster* es un tipo de sistema de procesamiento paralelo compuesto por un conjunto de computadoras interconectadas vía algún tipo de red, las cuales cooperan configurando un recurso que se ve como “único e integrado”, más allá de la distribución física de sus componentes. Cada procesador puede tener diferente hardware y sistema operativo, e incluso el “procesador” puede ser un “multiprocesador” [6][7]. Cuando se conectan dos o más clusters sobre una red tipo LAN o WAN, se configura un *multicluster* [8]. La configuración más simple a considerar es la conexión de clusters homogéneos sobre una red LAN o WAN, utilizando un sistema operativo común [9].

Un *Grid* es un tipo de sistema distribuido /paralelo que permite seleccionar, compartir e integrar recursos autónomos geográficamente distribuidos que pueden ser computadoras, software, bases de datos, instrumentos, dispositivos especiales y recursos humanos. Un Grid es una configuración colaborativa que se puede adaptar dinámicamente según lo requerido por el usuario, la disponibilidad y potencia de cómputo de los recursos conectados [10]. El Grid puede verse como un “entorno de procesamiento virtual”, donde el usuario tiene la visión de un sistema de procesamiento “único” y en realidad trabaja con recursos dispersos geográficamente [11] [12].

Algunos autores consideran que un Grid es un “*Cluster de Clusters*”, lo que resulta una definición algo restrictiva pero útil para el desarrollo de un proyecto relacionado con Sistemas Paralelos que migren aplicaciones paralelas de Clusters a Grid.

1.2 Similitudes y Diferencias

- En un cluster normalmente se configura una única máquina paralela virtual que puede estar ejecutando una aplicación dedicada. Un Grid permite configurar múltiples máquinas paralelas virtuales para varios usuarios/aplicaciones simultáneas.

- Tanto clusters como Grids se basan en procesadores heterogéneos. Sin embargo en Grid esta heterogeneidad se extiende a la red de comunicaciones y al tipo de componentes en cada nodo que pueden ser procesadores (mono o multi core), instrumentos, sensores, etc.
- El middleware necesario para Grid es más complejo que el de los clusters [13]. Fundamentalmente, para configurar la máquina paralela virtual es necesario una etapa de identificación de recursos físicos y su ubicación. Además en el Grid es necesario monitorear la ejecución de tareas sobre múltiples máquinas virtuales con usuarios de diferente nivel y con distintos derechos de acceso a los recursos.
- Las herramientas para el desarrollo de aplicaciones requieren un mayor nivel de abstracción en Grid, por la complejidad y variedad de los múltiples usuarios que pueden utilizar la arquitectura [14].
- Por último la interfaz de acceso a un sistema geográficamente distribuido y “reconfigurable por demanda” como un Grid requiere investigación y desarrollo en portales / entornos/ lenguajes de diálogo con el usuario.

Es interesante notar que una estructura de multicluster, visualizada como un *número limitado de clusters dedicados que cooperan en una única aplicación paralela*, es un punto intermedio entre clusters y Grid y requerirá algunos servicios especiales en su middleware.

Este tipo de configuración es especialmente interesante para las aplicaciones a investigar desde las Universidades que forman parte de este proyecto.

1.3 Sistemas Paralelos sobre arquitecturas distribuidas

El desarrollo de sistemas paralelos sobre arquitecturas distribuidas (normalmente débilmente acopladas y comunicadas por una red heterogénea) presenta algunos desafíos, entre los que pueden mencionarse:

- La heterogeneidad de las comunicaciones y su costo variable según los nodos a

conectar dificulta la asignación óptima de tareas a procesadores y el balance dinámico de la carga.

- La incorporación de procesadores con diferente potencia y velocidad, que en algunos casos aparecen como multiprocesadores con memoria compartida, hace especialmente complejo el problema del balance de carga y muy crítica la localidad de datos y/o procesos.
- Los modelos para predicción de performance son complejos y agregan la incertidumbre del ancho de banda efectivo en el caso de emplear Internet.
- La granularidad óptima a emplear depende de la relación entre potencia de cómputo local y remota. Muchas veces la configuración efectiva de los nodos remotos a utilizar no es conocida a priori.
- De mínima se requiere un soporte de middleware para la interfaz de usuario, la autenticación de los mismos y la identificación de los recursos remotos a utilizar.
- El modelo cliente-servidor (paradigma muy empleado en algoritmos paralelos sobre clusters) se torna ineficiente al incrementar el número de nodos. Esto requiere la reformulación de algoritmos que ejecutan sobre clusters. En particular el paradigma “peer to peer” resulta atractivo para investigar, así como esquemas mixtos dentro del mismo sistema paralelo [15].
- Las herramientas de software más generalizadas en clusters están evolucionando para ser utilizables en multicluster y Grid. (ej. MPI o PVM) ya que tienen restricciones al tratar de emplearlas en topologías que conectan diferentes redes.

2. LINEAS DE INVESTIGACION y DESARROLLO

- Sistemas distribuidos y paralelos. Cluster, multicluster y grid. Modelos y Caracterización de performance.

- Paradigmas para el desarrollo de algoritmos paralelos sobre arquitecturas distribuidas.
- Optimización de algoritmos sobre arquitecturas distribuidas heterogeneas.
- Lenguajes para procesamiento paralelo sobre sistemas distribuidos.
- Modelos de arquitectura híbrida (memoria compartida localizada con mensajes sobre una red).
- Análisis (teórico y práctico) de los problemas de migración y asignación óptima de procesos y datos a procesadores. Métricas de paralelismo.
- Predicción de performance en arquitecturas multicluster y grid.
- Administración y monitorización de recursos en arquitecturas distribuidas sobre las que se implementan sistemas paralelos.
- Análisis de rendimiento de cómputo y comunicaciones en clusters, multiclusters y grid.
- Tolerancia a fallas y seguridad en multicluster y grid.
- Portales WEB orientados a servicios grid.
- Optimización de las arquitecturas y procesadores, considerando la migración de algoritmos a hardware.
- Aplicaciones de tratamiento masivo de datos y simulación paramétrica sobre multicluster y grid.

3. RESULTADOS OBTENIDOS /ESPERADOS

- ✓ Modelizar el comportamiento de clusters y multiclusters homogéneos y heterogéneos, sobre redes LAN y WAN.
- ✓ Estudiar el modelo de comportamiento de arquitecturas multicore, su inserción en sistemas paralelos y la migración de servicios de procesamiento paralelo al hardware.
- ✓ Estructurar un GRID vinculando Universidades del país y del exterior (está activo)

- ✓ Estudiar predicción de performance de sistemas paralelos sobre arquitecturas distribuidas, realizando estudios experimentales para optimizar los mismos.
- ✓ Desarrollar primitivas de comunicaciones orientadas a cómputo paralelo en multicluster.
- ✓ Estudiar el overhead introducido por el middleware de Grid y como reducirlo para aplicaciones específicas.
- ✓ Investigar aplicaciones concretas de procesamiento masivo de datos y simulación paramétrica sobre Grid.
- ✓ Investigar la especificación e implementación de WEB services eficientes sobre Grid.

4. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

En esta línea de I/D existe cooperación a nivel nacional e internacional. Hay 6 Investigadores realizando su Doctorado en Argentina y 1 en el exterior. Asimismo 4 alumnos avanzados están trabajando en su Tesina de Grado de Licenciatura.

En cooperación con las Universidades miembros del proyecto CyTED "Tecnología Grid como motor de desarrollo regional" se ha implementado una Especialización en Cómputo de Altas Prestaciones y Tecnología Grid que se inició en 2007 en la UNLP con Profesores europeos y de las 4 Universidades vinculadas al proyecto.

5. BIBLIOGRAFIA

1. Grama A, Gupta A, Karypis G, Kumar V. "Introduction to parallel computing". Second Edition. Pearson Addison Wesley, 2003.
2. Jordan H, Alagband G. "Fundamentals of parallel computing". Prentice Hall, 2002.
3. Dongarra J, Foster I, Fox G, Gropp W, Kennedy K, Torczon L, White A. "The Sourcebook of Parallel Computing". Morgan Kauffman Publishers. Elsevier Science, 2003.
4. Z. Juhasz (Editor), P. Kacsuk (Editor), D. Kranzlmuller (Editor). "Distributed and Parallel Systems: Cluster and Grid Computing" (The International Series in Engineering and Computer Science). Springer; 1 edition (September 21, 2004).
5. Di Stefano M. "Distributed data management for Grid Computing". John Wiley & Sons Inc (29 Jul 2005).
6. Grid Computing and Distributed Systems (GRIDS) Laboratory - Department of Computer Science and Software Engineering (University of Melbourne). "Cluster and Grid Computing". 2007. <http://www.cs.mu.oz.au/678/>.
7. Lei Chai, Qi Gao, Dhableswar K. Panda. "Understanding the Impact of Multi-Core Architecture in Cluster Computing: A Case Study with Intel Dual-Core System". IEEE International Symposium on Cluster Computing and the Grid 2007 (CCGRID 2007), pp. 471-478 (May 2007).
8. A. E. De Giusti. "Tutorial Grid Computing". June 2006.
9. T. Anderson, D. Culler, D. Patterson, NOW Team. "A Case for NOW (Networks of Workstations)". IEEE Micro, 15(1), 1995, pp. 54-64.
10. Joseph J., Fellenstein C. "Grid Computing". On Demand Series. IBM Press. 2003.
11. Foster I., Kesselman C., Kaufmann M. "The Grid 2: Blueprint for a New Computing Infrastructure". The Morgan Kaufmann Series in Computer Architecture and Design. 2 edition (November 18, 2003).
12. Berman F., Fox G., Hey A. "Grid Computing: Making The Global Infrastructure a Reality". John Wiley & Sons (April 8, 2003).
13. The Globus Alliance: <http://www.globus.org>
14. Grid Computing Infocentre: <http://www.gridcomputing.com/>
15. Ghosh S. "Distributed System. An Algorithmic Approach". Chapman & Hall/CRC Computer and Information Science Series.

Procesamiento distribuido y paralelo. Fundamentos y aplicaciones.

R. Marcelo Naiouf, Armando E. De Giusti, Laura C. De Giusti, Franco Chichizola,
Adrian Pousa, Victoria Sanz

Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)

Facultad de Informática – UNLP

{mnaiouf, degiusti, ldgiusti, francoch, apousa, vsanz}@lidi.info.unlp.edu.ar

CONTEXTO

La línea de Investigación que se presenta es parte del Proyecto “Algoritmos Distribuidos y Paralelos. Aplicación a Sistemas Inteligentes y Tratamiento Masivo de Datos” del Instituto de Investigación en Informática LIDI acreditado por la UNLP y de proyectos apoyados por CIC, IBM, Telefónica y Fundación YPF.

RESUMEN

El eje central de esta línea de I/D la constituye el estudio de los temas de procesamiento paralelo y distribuido, tanto en lo referente a los fundamentos como a las aplicaciones. Esto incluye los problemas de software asociados con la construcción, evaluación y optimización de algoritmos paralelos y distribuidos sobre arquitecturas multiprocesador.

Los temas de interés abarcan: paralelización de algoritmos, paradigmas paralelos, métricas, escalabilidad, balance de carga, y modelos de computación paralela para la predicción y evaluación de performance sobre diferentes clases de arquitecturas de soporte. Tales arquitecturas pueden ser homogéneas o heterogéneas, como cluster, multicluster y grid.

Se trabaja en la concepción de aplicaciones paralelas numéricas y no numéricas sobre grandes volúmenes de datos y cómputo intensivo, y en el desarrollo de laboratorios remotos para el acceso transparente a recursos de cómputo paralelo.

Palabras clave: *Sistemas paralelos. Algoritmos paralelos y distribuidos. Clusters. Multicluster. Grid. Balance de carga. Evaluación de performance.*

1. INTRODUCCION

El procesamiento paralelo y distribuido se ha convertido en un área de gran desarrollo actual dentro de la Ciencia de la Computación, produciendo en muchos casos profundas transformaciones en las líneas de I/D [1][2][3][4][5][6].

Interesa realizar investigación es la especificación, transformación, optimización y evaluación de algoritmos distribuidos y paralelos. Esto incluye el diseño y desarrollo de procesos paralelos, la transformación de algoritmos secuenciales en paralelos, y las métricas de evaluación de performance sobre distintas plataformas de soporte (hardware y software). En esta línea de I/D la mayor importancia está dada en los *algoritmos paralelos*, y en los métodos utilizados para su construcción y análisis [7][8][9].

Si bien utilizar múltiples procesadores para resolver problemas, en general de complejidad creciente y para obtener resultados en menor tiempo, resulta un concepto intuitivo, los fundamentos subyacentes a los mecanismos y soportes de paralelización presentan numerosas variantes. Pueden encontrarse diferentes formulaciones paralelas para un problema, y la eficiencia de cada una dependerá del algoritmo y de la arquitectura utilizada.

Entre las numerosas áreas de la ciencia y la industria que requieren la resolución de aplicaciones de cómputo intensivo pueden citarse: simulaciones, modelización, optimización discreta, análisis molecular, búsquedas en grafos, aprendizaje en redes neuronales, tratamiento de imágenes, reconocimiento de patrones, procesamiento de consultas en BD, etc. [10][11][12][13][14][15].

1.1. Algoritmos y Sistemas Paralelos

La creación de algoritmos paralelos y distribuidos, o la transformación de un algoritmo secuencial en paralelo, no es un proceso directo. El costo del paralelismo puede ser alto en términos del esfuerzo de programación: debe pensarse en la aplicación de técnicas nuevas reescribiendo totalmente el código secuencial, y las técnicas de debugging y tuning de performance no se extienden de manera directa al mundo paralelo [10][12][13][14].

Un *sistema paralelo* (SP) es la combinación de un algoritmo paralelo y la máquina sobre la cual éste se ejecuta; ambos factores poseen numerosas variantes y de un adecuado “matching” entre ambos depende el éxito de la solución. Los algoritmos pueden ser especificados utilizando diversos paradigmas, o diferenciando paralelismo de datos y de control. Las arquitecturas pueden diferir en varias dimensiones

como el mecanismo de control, la organización del espacio de direcciones, la granularidad de los procesadores, la red de conexión, la sincronización, y la clase de procesadores (homogéneos o heterogéneos) [16][17].

Las arquitecturas para procesamiento paralelo y distribuido han evolucionado, y en la actualidad las redes de computadoras constituyen una plataforma de cómputo paralelo muy utilizada por sus ventajas en términos de la relación costo/rendimiento. La noción de sistema distribuido como máquina paralela es común a las denominaciones redes de computadoras, NOW, redes SMP, clusters, multiclusters y grid. En estos casos, se deben identificar las capacidades de procesamiento, interconexión, sincronización y escalabilidad [18].

El concepto de multicluster es una generalización que permite que redes dedicadas a una aplicación paralela se interconecten y puedan cooperar en un algoritmo, compartiendo recursos e incrementando la potencia de cómputo. Esto implica clusters dedicados interconectados, a diferencia de *grid computing* en que cada procesador puede realizar otras tareas independientes del algoritmo, brindando alta disponibilidad de procesamiento y/o de almacenamiento [19][20][21][22][23][24][25][26]. En estos casos, existe un bajo grado de acoplamiento de los procesadores y, en general, un bajo rendimiento de la red de interconexión.

La caracterización y estudio de rendimiento del sistema de comunicaciones es de particular interés para la predicción y optimización de performance de los algoritmos, así como la homogeneidad o heterogeneidad de los procesadores que componen la arquitectura [27][28].

1.2. Métricas del paralelismo

La diversidad de opciones en los SP torna complejo el análisis de performance, ya que los ejes sobre los cuales pueden compararse dos sistemas son varios. En el mundo serial se puede realizar la evaluación a través de los requerimientos de tiempo y espacio, pero en las aplicaciones paralelas pueden interesar una cantidad de medidas que están ligadas tanto al algoritmo como a la arquitectura paralela.

La performance obtenida en el sistema paralelo está dada por una compleja relación en la que intervienen factores como el tamaño del problema, la arquitectura, la distribución de procesos en procesadores, la existencia o no de un algoritmo de balance de carga, etc.

Existe un gran número de métricas para evaluar sistemas paralelos. Las más conocidas son el tiempo de ejecución paralelo, el speedup (o ganancia

efectiva en velocidad de cómputo usando más de un procesador) y la eficiencia (uso efectivo de los recursos de cómputo). Pero existen otras medidas que pueden ser útiles tales como costo, overhead paralelo, grado de concurrencia, escalabilidad, isoeficiencia, etc. [29]

Al tratar con multiclusters y grid, los problemas clásicos que caracterizan el análisis de los algoritmos paralelos, reaparecen potenciados por las dificultades propias de la interconexión a través de una red que en general es no dedicada.

La noción de “cluster de clusters” puede llevar a ver a cada uno de los clusters como un nodo donde la potencia de cómputo equivalente puede calcularse considerando las potencias individuales de los procesadores y la heterogeneidad. Esta medida impacta directamente sobre el balance de carga y el máximo speedup alcanzable por las aplicaciones.

1.3 Escalabilidad en Sistemas Paralelos

El tema de la escalabilidad, y su relación con la isoeficiencia, es de importancia ya que permite capturar las características de un algoritmo paralelo y de la arquitectura en la que se lo implementa. Permite testear la performance de un programa paralelo sobre pocos procesadores y predecir su performance en un número mayor, y caracterizar la cantidad de paralelismo inherente en un algoritmo.

Resulta de interés el estudio del efecto que producen las características de las arquitecturas de multicluster y grid sobre la escalabilidad de los algoritmos paralelos y la eficiencia global.

1.4 Balance de carga

El objetivo primario del paralelismo es reducir el tiempo de ejecución haciendo uso eficiente de los recursos. La manera de asignar o *mapear* procesos lógicos a procesadores físicos es fundamental para la eficiencia: el uso desigual (o *desbalance*) de los procesadores puede degradar fuertemente la eficiencia del procesamiento paralelo.

El *balance de carga* es un aspecto central del cómputo paralelo. Consiste en, dado un conjunto de tareas que comprenden un algoritmo y un conjunto de procesadores donde ejecutarlas, encontrar el mapeo de tareas a procesadores que resulte en que cada una tenga una cantidad de trabajo que demande aproximadamente el mismo tiempo.

Un mapeo que balancea la carga de trabajo de los procesadores incrementa la eficiencia global y reduce el tiempo de ejecución. Este objetivo es particularmente complejo si los procesadores (y las

comunicaciones entre ellos) son heterogéneos, y deben tenerse en cuenta las distintas velocidades.

El problema general de asignación es *NP*-completo para un sistema con n procesadores, y por lo tanto la tarea de encontrar una asignación de costo mínimo es computacionalmente intratable salvo para sistemas muy pequeños (métodos *óptimos*). Por esto pueden utilizarse enfoques que brindan soluciones subóptimas aceptables, como relajación, desarrollo de soluciones para casos particulares, optimización enumerativa, u optimización aproximada (métodos *heurísticos*) [30][31].

Si el tiempo de cómputo de una tarea dada puede determinarse “a priori”, se puede realizar el mapeo antes de comenzar la computación (balance de carga *estático*). En muchas aplicaciones la carga de trabajo para una tarea particular puede modificarse en el curso del cómputo, y no puede estimarse de antemano; en estos casos el mapeo debe cambiar durante el cómputo (balance de carga *dinámico*), realizando etapas de balanceo durante la ejecución de la aplicación.

El balance estático, en general, es de menor complejidad que el dinámico, pero también menos versátil y escalable. Los métodos dinámicos requieren alguna forma de mantener una visión global y algún mecanismo de análisis para la migración de procesos y/o datos, lo que agrega overhead de cómputo y comunicaciones. Las técnicas deben estudiarse y adecuarse en el marco de arquitecturas con características heterogéneas de procesadores, red, comunicaciones, etc.

No puede establecerse un método efectivo y que sea eficiente en *todos* los casos. Siempre la elección depende de la aplicación y la plataforma de soporte, y en muchos casos es necesario adaptar o combinar métodos existentes para lograr buena performance [30][32][33]

1.5 Modelos de representación, predicción y análisis de performance

Es importante referirse a un algoritmo paralelo mencionando el modelo de computación para el que fue diseñado. Uno de los objetivos en la definición de un modelo de computación es la posibilidad de *predicción de performance* que brinde el mismo. En el cómputo monoprocesador, la existencia de un modelo teórico simple (RAM) hizo posible desarrollar algoritmos y establecer correctitud y performance esperada de manera relativamente independiente de la máquina. Pero al tratar las máquinas paralelas, se encuentran un gran número de modelos (LogP, BSP, PRAM, etc), aunque no tan simples y precisos como RAM, y ninguno puede usarse para *todas* las máquinas paralelas. Deben

tenerse en cuenta conceptos tales como comunicación, sincronización y arquitectura física. Las dificultades para la formulación de un modelo único se desprenden de las variantes en las arquitectura.

Un elemento fundamental de los multiclusters y grid es la heterogeneidad de los procesadores (y eventualmente de la red de interconexión), lo que agrega aún más complejidad. El desarrollo de nuevos modelos de predicción y análisis de performance para estas arquitecturas requiere caracterizar el contexto de comunicaciones entre los procesadores y la asociación entre los algoritmos de aplicación, el paradigma de cómputo paralelo elegido y la arquitectura de soporte.

Respecto de la representación de las aplicaciones paralelas en arquitecturas distribuidas, existen diferentes modelos basados en grafos para caracterizar el comportamiento de las mismas [34]. Entre los modelos se pueden mencionar el modelo TIG (Grafo de Interacción de Tareas), TPG (Grafo de Precedencia de Tareas) y TTIG (Grafo de Interacción Temporal de Tareas) [35]. Sin embargo, estos modelos consideran que la arquitectura es homogénea, situación que en general no se da en cluster, multicluster y grid, lo que hace necesaria la investigación en esta área.

1.6 Evaluación de performance. Aplicaciones

Es de interés la evaluación de performance de distintas clases de aplicaciones sobre las arquitecturas disponibles. Muchos sistemas paralelos no alcanzan su capacidad teórica, y las causas de esta degradación son muchas y no siempre fáciles de determinar. El análisis permite estudiar el impacto que tienen algunos de estos factores sobre las implementaciones, y adecuar las métricas a las mismas. Interesa estudiar la influencia de las estrategias de distribución de procesos y datos, y la carga (estática o dinámica) asignada a cada procesador sobre el speedup, la eficiencia y la escalabilidad.

Desde el punto de vista de la relación costo/rendimiento, el cómputo paralelo sobre arquitecturas distribuidas ha ganado rápidamente espacio en el campo de las aplicaciones reales dado el bajo costo de los procesadores y estaciones de trabajo estándares junto con su alto rendimiento. Si bien existe una amplia gama de posibilidades estudiadas y publicaciones con todo tipo de aplicaciones resueltas, se acepta que es necesario continuar con la investigación en esta área [36].

Entre las aplicaciones de interés se encuentran las numéricas y no numéricas, el tratamiento de

imágenes y video, reconocimiento de patrones en secuencias de ADN, bases de datos distribuidas, sistemas inteligentes, data mining, etc.

Por otro lado, interesa el desarrollo de laboratorios remotos para el acceso a recursos de cómputo paralelo. Esto implica software de administración de recursos físicos, comunicaciones y software disponible en clusters, multiclusters y grid, con el objetivo de permitir acceso transparente.

2. LINEAS DE INVESTIGACION y DESARROLLO

- Paralelización de algoritmos secuenciales. Diseño de algoritmos paralelos. Optimización de algoritmos.
- Lenguajes y bibliotecas de comunicaciones para procesamiento paralelo y distribuido.
- Sistemas paralelos como combinación de software y arquitectura.
- Modelos y paradigmas de computación paralela.
- Modelos de representación y predicción de performance de algoritmos paralelos.
- Métricas del paralelismo. Speedup, eficiencia, rendimiento, isoeficiencia, granularidad, superlinealidad.
- Escalabilidad de algoritmos paralelos en arquitecturas distribuidas.
- Análisis (teórico y práctico) de los problemas de migración y asignación óptima de procesos y datos a procesadores. Migración dinámica.
- Balance de carga estático y dinámico. Técnicas de balanceo de carga.
- Implementación de soluciones sobre diferentes modelos de arquitectura homogéneas y heterogéneas (clusters, multiclusters y grid). Ajuste del modelo de software al modelo de hardware, a fin de optimizar el sistema paralelo.
- Evaluación de performance de las soluciones paralelas.
- Laboratorios remotos para el acceso transparente a recursos de cómputo paralelo

3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

- Formar recursos humanos en los temas del Subproyecto, incluyendo tesis de grado y tesis de postgrado.
- Desarrollar y optimizar algoritmos paralelos sobre los diferentes modelos de arquitectura multiprocesador.
- Realizar la migración de soluciones paralelas en cluster a multicluster y grid.
- Evaluar la eficiencia, rendimiento, speedup y escalabilidad de las soluciones propuestas.

- Mejorar y adecuar las técnicas disponibles para el balance de carga (estático y dinámico).
- Estudiar los modelos de predicción/evaluación de performance con diferentes paradigmas de interacción entre procesos, en esquemas multicluster y grid. Proponer las adecuaciones necesarias.

En este marco, pueden mencionarse los siguientes resultados:

- Se han utilizado diferentes tipos de arquitecturas (cluster, multicluster y grid), donde cada cluster puede ser homogéneo o heterogéneo:
 - Clusters comunicados en la misma LAN (cada cluster con un nodo principal que maneja las comunicaciones hacia los otros)
 - Clusters en redes diferentes con una conexión directa entre los nodos principales de cada uno vía fibra óptica.
 - Clusters en redes distintas conectadas por Internet en una WAN compartida y por Internet 2 con ancho de banda asegurado.
 - Infraestructura grid experimental en el marco del despliegue del Proyecto CyTEDGrid.
- En cuanto a modelos de representación y predicción de performance:
 - Desarrollo del modelo TTIGHa para representar aplicaciones paralelas de manera más realista considerando la heterogeneidad de los procesadores y de la red de interconexión. El modelo está basado en el TTIG [37], que es de aplicación en una arquitectura homogénea.
 - Desarrollo del algoritmo de mapping MATEHa [38], que permite obtener una mejor distribución de procesos en procesadores y una mejor performance predicha.
 - Se probó la robustez del modelo ante valores no exactos en los parámetros (tiempos de cómputo y comunicación)
 - Se está trabajando sobre las modificaciones necesarias al modelo y el algoritmo de mapping para adecuar su uso sobre un grid.
- Respecto de los algoritmos implementados, básicamente se trabajó con soluciones paralelas previamente tratadas en clusters:
 - *N*-Queens: consiste en ubicar *N* reinas en un tablero de *N*x*N* sin generar un ataque (esto ocurre cuando dos reinas están en la misma fila, columna o diagonal). Para resolver este problema se utilizó un modelo asincrónico, en el cual un porcentaje del trabajo es distribuido inicialmente considerando la potencia de cómputo de cada procesador/cluster. Cuando los procesadores terminan su trabajo le piden

más al master. Se estudiaron speedup, eficiencia y balance de carga [37]. Se migró la aplicación a un grid con el objetivo de estudiar el overhead generado por el middleware incorporado (Globus Toolkit 4.0.4). Para esto se configuraron dos clusters interconectados con el soporte para Grid que incluía los servicios GridFTP, RFT, GRAM, WS-GRAM, RLS, MDS.

- N-Puzzle: consiste en N^2-1 piezas numeradas de 1 a N^2-1 colocadas en un tablero de tamaño $N \times N$, quedando una casilla vacía la cual se denomina "hueco". El objetivo es repetidamente llenar el hueco con una pieza adyacente a él en sentido horizontal o vertical, hasta alcanzar un tablero donde en la casilla (i,j) se encuentra la pieza numerada como $(i-1)*N + j$ y en la casilla (N,N) el hueco [40][41][42]. Se utilizó una variante de la heurística clásica de predicción de trabajo a realizar para llegar a una solución y se demostró que su empleo mejora notoriamente el tiempo del algoritmo secuencial A*. Posteriormente se realizó una solución paralela sobre una arquitectura distribuida para analizar el speedup en función del número de procesadores, la eficiencia y la superlinealidad al escalar el problema. Se está trabajando sobre la migración al grid.
- En cuanto a los laboratorios para acceso remoto a recursos de cómputo paralelo:
 - Se ha desarrollado una aplicación que permite el acceso a los clusters de la Facultad de Informática de manera remota vía WEB (para investigadores y alumnos). Esto implica una capa de software de administración de los recursos y acceso transparente.
 - Se está trabajando en la generalización de la herramienta a clusters que no se encuentran en la misma red

4. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

Existe cooperación con grupos de otras Universidades del país y del exterior. Dentro de la temática de la línea de I/D se ha concluido una tesis doctoral a defenderse en abril y se espera concluir otras 3 tesis que se encuentran en curso (2 en 2008) y 2 tesis de maestría. También se concluyó una Tesina de Grado de Licenciatura y se espera finalizar otras 2. Además, se participó en la definición y el dictado de la carrera de Especialización en Cómputo de Altas Prestaciones y Tecnología Grid de la Facultad de Informática de la UNLP.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] J. Basney, M. Livny. "Deploying a High Throughput Computing Cluster". R. Buyya Ed., High Performance Cluster Computing: Architectures and Systems, Vol. 1, Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, USA, pp. 116-134, 1999.
- [2] Vijay K. Garg. "Elements of Distributed Computing". Wiley-IEEE Press, 2002.
- [3] M.L. Liu. "Distributed Computing: Principles and Applications". Addison Wesley; 1st edition, 2003.
- [4] A. Grama, A. Gupta, G. Karypis, V. Kumar. "Introduction to Parallel Computing", Pearson Addison Wesley, 2nd Edition, 2003.
- [5] Vijay K. Garg. "Concurrent and Distributed Computing in Java". Wiley-IEEE Press, 2004.
- [6] Hagit Attiya, Jennifer Welch. "Distributed Computing: Fundamentals, Simulations, and Advanced Topics", (Wiley Series on Parallel and Distributed Computing). Wiley-Interscience; 2nd edition, 2004.
- [7] Kenneth A. Berman, Jerome L. Pau. "Algorithms: Sequential, Parallel, and Distributed". Course Technology; 1st edition, 2004.
- [8] Barry Wilkinson, Michael Allen. "Parallel Programming: Techniques and Applications Using Networked Workstations and Parallel Computers (2nd Edition)". Prentice Hall, 2004.
- [9] L. Ridgway Scott, Terry Clark, Babak Bagheri. "Scientific Parallel Computing". Princeton University Press, 2005
- [10] S. Akl. "Parallel Computation. Models and Methods", Prentice-Hall, Inc., 1997.
- [11] R. Miller, Q. F. Stout. "Algorithmic Techniques for Networks of Processors", CRC Handbook of Algorithms and Theory of Computation, M. J. Atallah, ed, 1998.
- [12] G. Andrews. "Foundations of Multithreaded, Parallel and Distributed Programming", Addison Wesley, 2000
- [13] C. Leopold. "Parallel and Distributed Computing. A survey of Models, Paradigms, and Approaches", Wiley Series on Parallel and Distributed Computing. Albert Zomaya Series Editor, 2001
- [14] H. F. Jordan, G. Alaghand, H. E. Jordan. "Fundamentals of Parallel Computing", Prentice Hall, 2002
- [15] www.EMNet.org. Sitio WEB del European Expertise in Biocomputing.
- [16] K. Hwang, "Advanced Computer Architecture. Parallelism, Scalability, Programmability", McGraw Hill, 1993.
- [17] D. Sima, T. Fountain, P. Kacsuk. "Advanced Computer Architectures. A Design Space Approach", Addison Wesley Longman Limited, 1997.

- [18] T. Anderson, D. Culler, D. Patterson, NOW Team, "A Case for NOW (Networks of Workstations)", *IEEE Micro*, 15(1), 1995, pp. 54-64.
- [19] Ahmar Abbas. "Grid Computing: Practical Guide To Technology & Applications (Programming Series)". Charles River Media; 1st edition, 2003.
- [20] IEEE Task Force on Cluster Computing (www.ieeetfcc.org)
- [21] F. Berman, G. Fox & A. Hey (Eds). "Grid Computing: Making The Global Infrastructure a Reality". John Wiley & Sons, 2003.
- [22] A. Chervenak, I. Foster, C. Kesselman, C. Salisbury, S. Tuecke. "The data Grid: Towards and Architecture for the Distributed Management and Analysis of Large Scientific data Sets". *Journal of Network and Computer Applications*, 2001. pp. 187-200.
- [23] Ian Foster, Carl Kesselman. "The Grid 2: Blueprint for a New Computing Infrastructure". (The Morgan Kaufmann Series in Computer Architecture and Design). Morgan Kaufmann; 2nd edition, 2003.
- [24] Zoltan Juhasz, Peter Kacsuk & Dieter Kranzlmuller (Eds), "Distributed and Parallel Systems: Cluster and Grid Computing". (The Intl Series in Engineering and Computer Science). Springer; 1st edition, 2004
- [25] Daniel Minoli. "A Networking Approach to Grid Computing". Wiley-Interscience, 2004.
- [26] Vladimir Silva. "Grid Computing For Developers" (Programming Series). Charles River Media; 1st edition, 2005.
- [27] Goldman. "Scalable Algorithms for Complete Exchange on Multi-Cluster Networks". CCGRID'02, IEEE/ACM, Berlin, pp. 286-287, 2002.
- [28] C. Kurmann, F. Rauch, M. Stricker. "Cost/Performance Tradeoffs in Network Interconnects for Clusters of Commodity PCs". Technical Report 391, Swiss Federal Institute of Technology Zurich, Institute for Computer Systems, January 2003
- [29] X-H Sun. "Scalability versus Execution Time in Scalable Systems". *Journal of Parallel and Distributed Computing*, Number 12, 2002, pp 173-192
- [30] C. Bohn, G. Lamont. "Load Balancing for Heterogeneous Clusters of PCs", *Future Generation Computer Systems*, Elsevier Science B.V., Vol 18, 2002, pp 389-400
- [31] A. Cortés, A. Ripoll, F. Cedó, M.A. Senar, E. Luque. "An Asynchronous and Iterative Load Balancing Algorithm for Discrete Load Model", *Journal of Parallel and Distributed Computing*. Academic Press., Vol 62, 2002, pp 1729-1746
- [32] F. Baiardi, S. Chiti, P. Mori, L. Ricci. "Integrating Load Balancing and Locality in the Parallelization of Irregular Problems", *Future Generation Computer Systems*, Elsevier Science B.V., Vol 17, 2001, pp 969-975
- [33] Z. Lan, V. Taylor, G. Bryan. "A Novel Dynamic Load Balancing Scheme for Parallel Systems", *Journal of Parallel and Distributed Computing*, Vol 62, Number 12, December 2002, pp 1763-1781.
- [34] A. Kalinov, S. Klimov. "Optimal Mapping of a Parallel Application Processes onto Heterogeneous Platform". *Proceedings of the 19th IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS'05)*, April 2005
- [35] Roig C., Ripoll A. Guirado F. "A New Task Graph Model for Mapping Message Passing Applications". *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*. Vol. 18 (12). Diciembre 2007. Páginas 1740-1753.
- [36] Timothy Mattson, Beverly Sanders, Berna Massingill. "Patterns for Parallel Programming". Addison Wesley Professional, 2004.
- [37] C. Roig, "Algoritmos de asignación basados en un nuevo modelo de representación de programas paralelos", Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona, 2002.
- [38] De Giusti L. C., Chichizola F., Naiouf M. R., Ripoll A., De Giusti A. E.. "A Model for the Automatic Mapping of Tasks to Processors in Heterogeneous Multi-cluster Architectures". *Journal of Computer Science and Technology (JCS&T)*. Vol. 7 (1) - Marzo 2007. Páginas 39-44.
<http://journal.info.unlp.edu.ar/journal/journal19/papers/JCST-Mar07-7.pdf>
- [39] Naiouf M., De Giusti L. C., Chichizola F., De Giusti A. E. "Dynamic Load Balancing on Non-homogeneous Clusters". G.Min et al. (Eds.): *ISPA 2006 Ws, LNCS 4331*, pags. 65-73, 2006. Springer – Verlag. Berlin Heidelberg 2006.
- [40] Hart Lambur, Blake Shaw. "Parallel State Space Searching Algorithms". May 2004.
- [41] Sanz V., Chichizola F., Naiouf M., De Giusti L., De Giusti A. "Superlinealidad sobre Clusters. Análisis experimental en el problema del Puzzle N^2-1 ". *Proceeding of the XIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*. Octubre 2007. Páginas 1300—1309.
- [42] Sergienko I., Shylo V. "Problems of discrete optimization: Challenges and main approaches to solve them". *Cybernetics and Systems Analysis*. Vol. 42 (4). Páginas 465--482. Springer, New York (2006).

Sincronización de Relojes Orientada a Evaluación de Rendimiento en Clusters

Fernando L. Romero, Fernando G. Tinetti¹
Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)
Facultad de Informática – UNLP
fromero@lidi.info.unlp.edu.ar, fernando@info.unlp.edu.ar

CONTEXTO

Esta línea de Investigación forma parte de dos de los Subproyectos dentro del Proyecto “Sistemas Distribuidos y Paralelos” acreditado por la UNLP y de proyectos específicos apoyados por CyTED, CICPBA, Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica e IBM.

RESUMEN

En el presente trabajo se exponen avances en las líneas de investigación sobre la sincronización de relojes en ambientes distribuidos, orientada a implementar herramientas que permitan realizar pruebas de rendimiento a través de la instrumentación de código, inicialmente en ambientes de clusters, para ser luego extendida a otros ambientes distribuidos. Se han desarrollado herramientas específicas para los casos en que las existentes no satisfacen los requerimientos.

Keywords: *Sincronización de Procesos, Relojes Distribuidos, Rendimiento e Instrumentación, Sistemas Paralelos y Distribuidos, Paralelismo en Clusters e Intercluster, Sincronización Interna y Externa .*

1. INTRODUCCION

En la actualidad, tanto los sistemas de cómputo como los de comunicación con los que interactúan, disponen de hardware orientado a la medición del tiempo. Dichos dispositivos de hardware en algunos casos se utilizan para disponer de una referencia horaria en alguna escala de tiempo. Para estos casos, se hace necesaria la sincronización de esta referencia. Los requerimientos de exactitud con que se realizan esta sincronización y las mediciones han ido creciendo desde el segundo, milisegundo [6][7], hasta llegar a exigir microsegundos [10][9] [8].

Dicha exactitud es necesaria en el caso de la presente línea de investigación a fin de lograr cotas de errores aceptables que hagan posible estimaciones de rendimiento en ambientes de red local de aplicaciones paralelas. Se debe tener en cuenta que en una red local Ethernet los tiempos de comunicación son del orden de decenas de microsegundos, por lo que determinaciones de tiempo transcurrido entre la partida y el arribo de un mensaje requieren sincronizaciones con diferencias de microsegundos en las máquinas que intercambian mensajes, para poder contar con una medida con un error aceptable.

Por otro lado, en los últimos tiempos ha aparecido la necesidad de determinar la posición de equipos móviles con respecto a otros nodos fijos con los que tienen comunicación, sin necesidad de utilizar GPS (geoposicionamiento satelital) y para ello también se requiere una resolución del orden de microsegundos en la sincronización entre dichos nodos [10].

¹ Investigador Asistente, Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires

En todas las circunstancias es deseable que el registro de tiempos implique la menor carga posible de procesamiento, como también conocer la magnitud del error que se comete en la medición. En el caso de mediciones de rendimiento, sería deseable que la tarea de sincronización se lleve a cabo fuera del tiempo en que se ejecuta el programa que se está monitorizando. Por otro lado, la cantidad de máquinas a sincronizar puede llevar a que el tiempo que se insume en la sincronización sea excesivo. Debido a esto, se ensaya la posibilidad de sincronización mediante mensajes de *broadcast*, para dar solución a los problemas de escalabilidad.

Para el presente proyecto, la sincronización se lleva a cabo sin incluir hardware adicional al del sistema. Las comunicaciones involucradas en la sincronización deberán utilizar la red de interconexión entre computadoras que ya existe, y las mediciones de tiempo deben utilizar lo que provee cada sistema de cómputo para ese fin.

El objetivo final es contar con una herramienta de instrumentación para programas paralelos que:

- Pueda ser usada inicialmente en un cluster de PC's, con la posibilidad de ser extendido a clusters en general y luego en plataformas distribuidas aún más generales.
- Sea de alta resolución, es decir que se pueda utilizar para medir tiempos cortos, del orden de microsegundos.
- No altere el funcionamiento de la aplicación bajo prueba, o que la alteración sea mínima y conocida por la aplicación.
- Utilice en forma predecible la red de interconexión. Más específicamente, se puedan determinar, desde la aplicación, los intervalos de tiempo en los cuales se utilizará la red. De esta forma, se puede *desacoplar* el uso de la red de interconexión, ya que habrá intervalos de tiempo usados para la sincronización e intervalos de tiempo utilizados para la ejecución de programas paralelos.

2. LINEAS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

La posibilidad de realizar evaluación de rendimiento sin introducir hardware especial exige como requisito previo que cada computadora cuente con un oscilador físico de frecuencia relativamente constante. A partir de este oscilador físico se derivan los relojes lógicos que son los que se sincronizan [4]. De las limitaciones de estos relojes dependerá lo que se pueda lograr, por lo que se realizan experimentos a fin de caracterizar estos relojes en cuanto a exactitud, estabilidad, confiabilidad, resolución y demás atributos.

Se trata de determinar una referencia fija en el tiempo a partir de la cual se contabiliza el tiempo en cada computadora. Dicha referencia se debe comunicar a través de la red de interconexión. Debido a la varianza en los tiempos de comunicaciones, es difícil determinar este valor más allá de cierta exactitud. Para la medición de este valor se puede recurrir a la estadística de los valores de ida-vuelta (*round trip time*) de un mensaje y asumir que solo serán válidos los valores de referencia transmitidos en un tiempo de transmisión igual a la moda de los tiempos de transmisión. Ello lleva a un necesario intercambio de mensajes entre una máquina *servidora* que proporciona la referencia y los *clientes* que la reciben, intercambio que complica la escalabilidad del modelo. Dicha complicación tiene dos razones:

- 1) El modelo cliente/servidor implica centralizar tareas en el servidor, lo que al aumentar la cantidad de clientes, el servidor se transforma en un cuello de botella.
- 2) Las confirmaciones en los intercambios de mensajes con referencias de tiempo y la consiguiente bidireccionalidad de los mismos produce una saturación de mensajes en la red.

Por ello se realizan estudios para lograr la comunicación de las referencias a través de mensajes *broadcast*.

Otro aspecto a tener en cuenta son las diferentes frecuencias de los relojes de las computadoras que se sincronizan. Suponiendo que dichas frecuencias difieren proporcionalmente en una constante, para el cálculo de dicha constante se realizan mediciones sobre la evolución de los ciclos en cada reloj de cada computadora para un periodo determinado por el servidor que fija la referencia inicial. Dicho periodo debe ser lo más grande posible para poder apreciar con la necesaria precisión la constante a calcular. A partir del momento de determinar esta constante, por tratarse de relojes de cuarzo cuya frecuencia de oscilación puede ser alterada por cambios ambientales tales como la temperatura, se debe establecer qué estabilidad a largo plazo tiene la frecuencia. Para hallar esta estabilidad en forma absoluta debiera disponerse de un reloj perfecto o lo más exacto posible. Pero como lo que interesa en estimaciones de rendimiento es la estabilidad en la relación entre los relojes, se realizaron experimentos de estabilidad a corto, mediano y largo plazo sobre dicha estabilidad.

La finalidad de las mediciones de rendimiento es la de lograr optimizar código de aplicaciones paralelas. Estas aplicaciones deben intercambiar datos, lo cual significa que en el caso de la recepción, se bloquea el proceso hasta que el encargado de transmitir el mensaje no lo envía. Para saber en qué lugar del código se encuentra una máquina respecto de otra, se debe contar con una referencia única de tiempo en todas las máquinas, o sea relojes sincronizados.

3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

A partir del estudio de los algoritmos básicos e implementaciones existentes [1] [2] [6], se realizaron un conjunto de experimentos a fin de poder compararlas. Como conclusión de dichos experimentos se desarrolló una biblioteca *timings* para mediciones de tiempo a nivel local y una biblioteca *synchro*, que funciona en forma distribuida y permite sincronizar en hora y frecuencia los relojes de *timings*. Estas bibliotecas además proveen una caracterización del error, dada por sus diversos componentes:

- Error en la estimación del tiempo de comunicación entre máquinas de las referencias.
- Error debido a la precisión del reloj local de la biblioteca desarrollada (*timings*).
- Error debido a latencia propia del sistema operativo.

Como extensiones futuras, siempre es deseable la sincronización externa de los relojes [3]. Este paso está muy ligado también a la posibilidad de utilizar más de un cluster de computadoras para cómputo paralelo y en este contexto la sincronización de los relojes va más allá del análisis de rendimiento con el objetivo de optimizarlo.

Por otro lado, se realizaron experimentos tendientes a estimar los problemas de escalabilidad del algoritmo implementado en la biblioteca *synchro*. Si bien se sabe que por el modelo cliente/servidor que utiliza la biblioteca de sincronización desarrollada (*synchro*) se presentará un problema de escalabilidad, se trata de determinar cuantitativamente el grado de incidencia del aumento de la cantidad de clientes a sincronizar. En estos experimentos se mide:

- El tiempo para sincronizar de 2 a 16 máquinas entre sí, mostrando un mínimo de 50 milisegundos y un máximo de 176.
- Se midió el tiempo de inicio del sistema, lo cual implica la creación de interfaces de comunicaciones y mediciones a nivel local y de la red para la puesta en marcha de la biblioteca de referencias de tiempo a nivel local (*timings*). Estos tiempos van de un mínimo de 1290

milisegundos para 2 máquinas hasta 6558 milisegundos para 16 máquinas.

También se realizaron pruebas tendientes a verificar la estabilidad de frecuencia de los relojes de cuarzo en el tiempo similares a las reportadas en [5]. El experimento requeriría de una referencia de tiempo perfecta o al menos con la menor deriva de frecuencia posible, tal como un reloj atómico o la hora UTC. Debido a que no se cuenta con estos elementos, se toma como referencia el reloj de cuarzo del *timer* de una PC, y con el se miden las variaciones del reloj TSC (*Time Stamp Counter*). Si bien no se puede medir el error en términos absolutos, se puede determinar cuánto varía la diferencia de deriva. Dado que en la línea de investigación que se sigue no se requiere de referencias externas, sino solo que las referencias estén ajustadas a la escala de tiempos que determine el servidor, es válido medir esta variación de frecuencia y pensar que el error será proporcional a dicha diferencia. Los resultados obtenidos son similares a los de [5], de menos de 10 ppm (partes por millón) en un período de varias horas.

Para la definición de futuras extensiones, se tienen planificados algunos experimentos para estimar:

- La mejora proporcionada por la comunicación de la referencia de tiempo utilizando comunicación *broadcast*.
- Más exhaustivamente la estabilidad de los relojes de las máquinas y su deriva, a fin de determinar la relación del intervalo entre sincronizaciones con el error de sincronización esperado.
- La utilidad de un servidor de hora con sistema operativo de tiempo real para disminuir la latencia impuesta por el SO al menos del lado del servidor.

4. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

En esta línea de I/D existe cooperación a nivel nacional e internacional. Inicialmente se tiene una posible tesis de maestría y está abierta la posibilidad para varias Tesinas de Grado de Licenciatura.

5. BIBLIOGRAFIA

[1] G. Coulouris, Dollimore J., Kindberg T., *Sistemas Distribuidos. Conceptos y Diseño*, 3ª edición. Pearson Educación, 2001, ISBN: 8478290494.

[2] F. Cristian. "Probabilistic Clock Synchronization", *Distributed Computing*, 3: 146–158, 1989.

[3] Fetzer C., Christian F., "Integrating External and Internal Clock Synchronization", June 1996.

[4] K. H. Kim, Im C., Athreya P, "Realization of a Distributed OS Component for Internal Clock Synchronization in a LAN Environment", Proc. ISORC 2002, IEEE 5th Int'l Symp on Objectoriented Realtime distributed Computing, Washington, D.C., April 2002, pp. 263270.

[5] X. Luo, "TSC-I2: A Lightweight Implementation for Precision-Augmented Timekeeping", reporte técnico de University of Illinois at Chicago, http://tsc-xluo.sourceforge.net/TSC-I2_Tech_Report.pdf

[6] D. L. Mills, "Measured performance of the Network Time Protocol in the Internet System". ACM Computer Communication Review 20, Jan. 1990. pp. 6575.

- [7] D. L. Mills, "A Brief History of NTP Time: Confessions of an Internet Timekeeper". ACM Computer Communications Review 33, 2 (April 2003), pp 922.
- [8] D. L. Mills, Kamp P.H., "The Nanokernel", Proc. Precision Time and Time Interval (PTTI) Applications and Planning Meeting (Reston VA, November 2000).
- [9] F. L. Romero, W. Aróztegui, F. G. Tinetti, "Sincronización de Relojes en Ambientes Distribuidos", XII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (XII CACIC) Octubre 2006.
- [10] A. Vallat, D. Schneuwly, "Clock Synchronization in Telecommunications via PTP (IEEE 1588)", Frequency Control Symposium, 2007 Joint with the 21st European Frequency and Time Forum. IEEE International. May 29 2007-June 1 2007. pp. 334-341. ISSN: 1075-6787. ISBN: 978-1-4244-0647-0

Programación Paralela con Esqueletos: fundamentos e implementación

F. Saez, M. Printista

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN PARALELISMO

LIDIC- UNSL

Ejército de los Andes 950, San Luis, Argentina.

e-mail: {bfsaez@unsl.edu.ar, mprinti@unsl.edu.ar}

Resumen: Los sistemas de programación paralela con esqueletos han sido desarrollados para simplificar la tarea de desarrollo de software paralelo. Esta forma de programación permite reducir los tiempos de diseño, codificación, testeo y mantenimiento.

Dentro de la línea de investigación dedicada a metodologías de programación paralela se tiene como objetivo el desarrollo de una librería que permita no sólo desarrollar soluciones paralelas a problemas científicos comunes (regulares), sino que además tenga la flexibilidad suficiente para resolver problemas complejos (irregulares).

Keywords: Programación Paralela Estructurada, Esqueletos, Conceptos de Diseño

1 Introducción

La principal motivación de la programación enfocada en esqueletos es abstraer un patrón común de paralelismo y ofrecer al programador una herramienta de alto nivel que acelere el desarrollo de software paralelo. Esta metodología de programación reduce los tiempos de diseño, pruebas y de codificación, a cambio de un mínimo conocimiento de los principales constructores de esta metodología.

Entre los sistemas representativos basados en esqueletos podemos nombrar al sistema P3L de la Universidad de Pisa [11], su análogo comercial SKIECL de QSW Ltd. [10], la librería eSkel desarrollada por Cole en la Universidad de Edinburgo [3], y más recientemente el entorno de programación paralela en java completamente basado en esqueletos Lithium y los entornos ASSIST [8] y Muskel [9] orientados al uso de grid. Todos estos sistemas proveen al usuario con un número fijo de esqueletos de alto nivel, que pueden ser configurados para solucionar una aplicación particular en forma paralela.

2 Programación con esqueletos

Un esqueleto es una herramienta genérica que permite solucionar un problema concreto, a partir de la instanciación de una aplicación específica. Desde estos programas esqueletos pueden ser derivados modelos que ilustran como el paradigma resuelve problemas específicos [2]. El paradigma de programación tiene como premisa, que los programas paralelos están compuestos de componentes paralelas que implementan un patrón (Ej. Divide y vencerás, pipeline, Automata Celular, etc.) y componentes secuenciales específicas de una aplicación (Ej. La división binaria en Quicksort, el producto escalar en la multiplicación de matrices, etc). En esta sociedad entre el programador y el esqueleto, el programador codifica las componentes secuenciales de un problema específico, y los aspectos de comunicación y sincronización entre procesadores son solucionados por el esqueleto.

Dentro del marco de la programación paralela, y específicamente el desarrollo de sistemas de programación esquelética, nuestro interés esta enfocado en los siguientes aspectos:

1. Desarrollar e implementar una librería de constructores de alto nivel que permita cubrir una amplia gama de soluciones.
2. Ampliar el catálogo existente de aplicaciones modelos que pueden resolverse con la librería.
3. Estudiar e implementar las características fundamentales que debe poseer un sistema de programación esquelética para ampliar el soporte a la solución de problemas algorítmicamente complejos.
4. Definir una terminología estandar que permita una clarificación de los conceptos fundamentales en el diseño de esqueletos.

5. Considerar no tan solo la performance de un esqueleto, sino también la usabilidad como métricas importante en el diseño de los mismos.
6. Trabajar en la búsqueda de un modelo que permita obtener predicciones acerca del comportamiento de los programas.

Con el propósito de formalizar las propiedades fundamentales de diseño que debe satisfacer un sistema de programación con esqueletos, nos adherimos a la terminología expuesta por Cole [1], la cual es clara y simplifica la comprensión de los conceptos.

Entre los conceptos fundamentales de diseño que se han tenido en cuenta en nuestros esqueletos, se pueden citar el *Anidamiento* (Nesting), el *Modo de interacción* y el *Spread*.

El anidamiento de esqueletos es una propiedad importante que debe satisfacer un sistema esquelético para poder combinar e integrar las distintas facilidades formando así estructuras no convencionales que permitan resolver algoritmos más complejos. También permite que el sistema simplifique la expresión de algoritmos paralelos que operan sobre estructuras de datos irregulares, ya que permite expresiones directas de conceptos como “En paralelo, por cada vértice en un grafo, buscar su vecino mínimo” o “En paralelo, por cada fila en una matriz, sumar sus elementos”. En ambos casos las acciones internas (Buscar el vecino mínimo o sumar la fila) también pueden ser realizadas en paralelo.

El modo de interacción es otro aspecto que debe tenerse en cuenta si lo que se requiere es flexibilidad. la estructura de un esqueleto también debería permitir que se produzcan interacciones no contempladas por el patrón y de esa manera atender necesidades excepcionales de la aplicación.

En sistemas de programación paralela como *MPI*, el programador necesita especificar el tipo, la cantidad de datos y un buffer para la transferencia de datos (para envío o recepción). Esta forma de especificar los datos es insuficiente a la hora de tener un dato distribuido entre un conjunto de procesos y que se considere lógicamente completo. Esta carencia de *MPI* y otros sistemas es solucionada a través del *Spread*, el cual especifica como las distintas contribuciones de datos que los distintos procesos que conforman el esqueleto, deberan ser tratadas (como por ejemplo, como datos completos o como una parte de una ”variable distribuida”).

La implementación de la librería de esqueletos se desarrolla en *MPI*. Esta interfase de programación nos permite, como implementadores de esqueletos, controlar la descomposición de tareas y la administración de la comunicación y sincronización entre procesos. La opción de trabajar con *MPI* surge de su calidad de

estándar, ya que es un requisito fundamental lograr implementar una herramienta que sea adoptada rápidamente por los programadores.

La librería cuenta con un prototipo para el patrón Divide y Vencerás y distintas versiones del mismo; como son los Hipercubos Binarios y las cláusulas paralelas *forall* [6, 4, 7, 5]. Para el diseño de los mismos se han analizado aspectos fundamentales como lo son la usabilidad, aplicabilidad y performance. Para poder obtener medidas de la ejecución de estas implementaciones, se han desarrollado un amplio conjunto de aplicaciones modelos que cubren las distintas opciones a las que se pueden adaptar el esqueleto. Entre las aplicaciones desarrolladas podemos nombrar algoritmos de ordenamiento, suma de vectores, transformada rápida de Fourier, búsqueda de componentes conexas, etc.

3 Conclusiones y Trabajos Futuros

En este trabajo, se comentaron algunos de los conceptos de diseño que deben soportar los sistemas esqueléticos si se desea obtener un entorno de programación flexible que ayude al programador a resolver una amplia gama de problemas irregulares y complejos en forma paralela.

Como trabajos a cumplir en forma próxima se encuentran la incorporación de nuevos esqueletos a la librería, la ampliación del catálogo con problemas complejos del mundo real, el estudio y análisis de características avanzadas (balance de carga, tolerancia a fallos, portabilidad, etc.) y la búsqueda de un modelo unificado que permita obtener predicciones acerca del comportamiento de los programas.

Cada uno de estos puntos deben ser desarrollados y mejorados si queremos que un sistema de programación esquelético alcance los objetivos de programabilidad, portabilidad, performance y lo más importante, que demuestre que se puede obtener beneficios con su uso.

Agradecimientos

Los autores deseamos agradecer a la Universidad Nacional de San Luis, la ANPCYT y el CONICET por su continuo soporte en el desarrollo de nuestras investigaciones.

Bibliografía

- [1] M. I. Cole. A. Benoit. *Two Fundamental Concepts in Skelletal Parallel Programming*. ICCS 2005, LNCS 3515, 2005.
- [2] M. I. Cole. *Algorithmic Skeletons: Structured Management of Parallel Computation*. *Research Monographs in Parallel and Distributed Computing*. Pitman, London, UK., 1989.
- [3] M. I. Cole. *eSkel: The edinburgh Skeleton library Version 2.0*. Draft API reference manual. Internal Paper, School of Informatics, University of Edinburgh, 2003.
- [4] C. Rodriguez León F. Piccoli, M. Printista. *Dynamic Hypercubic Parallel Computations*. Proceeding (466) Parallel and Distributed Computing and Systems, 2005.
- [5] M. Printista F.D. Saez. *Programación Paralela Esqueletal*. XIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, Corrientes and Resistencia, Argentina, October 2007.
- [6] M. Printista F.D. Saez, R. Gallard. *Paradigms of Parallel Programming*. Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2003), Tandil, Argentina, May 2003.
- [7] M. Printista J.G. Zanabria, F. Piccoli. *Hypercubic Communications in MPI*. Tesis submitted for UNSL, 2005.
- [8] Danelutto M. Aldinucci M. *Algorithmic skeletons meeting grids*. Parallel Computing Volume 32 , Issue 7 , Elsevier Science B. V. publisher Amsterdam, The Netherlands, 2006.
- [9] Danelutto M. Aldinucci M. Dazzi P. *Muskel: an expandable skeleton environment*. 2007.
- [10] B. Bacci M. Danelutto S. Pelagatti and M. Vanneschi. *SkIE: A Heterogeneous Environment for HPC Applications*. , 1999.
- [11] Danelutto M. Vanneschi M. Bacci B. Pelagatti S. Orlando S. *P3L: A structured high level programming language and its structured support*. *Concurrency: Practice and Experience*, 7(3):225-255, May 1995., 1995.

Simulación paramétrica paralela. Aplicación a modelos de predicción de inundaciones.

Adriana A. Gaudiani¹, Armando De Giusti², Emilio Luque³, Marcelo Naiouf²

¹ Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento, Bs. As., Argentina - agaudi@ungs.edu.ar

² Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI), Universidad Nacional de La Plata, Bs. As., Argentina – {degiusti, mnaiouf}@lidi.info.unlp.edu.ar

³ Depto. de Arquitectura de Computadores y Sistemas Operativos, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra (Barcelona) España- Emilio.Luque@uab.es

RESUMEN

El modelado y la simulación de inundaciones provocadas por el desborde de ríos brinda sistemas computacionales para el estudio y la predicción de estos fenómenos naturales, con el objetivo de pronosticar su comportamiento. Estos sistemas necesitan tomar gran cantidad de datos de entrada para aumentar su precisión, como también deben generar múltiples escenarios para cubrir todas las situaciones de riesgo. Por esto, son de cómputo intensivo y pueden tomar días de procesamiento hasta lograr resultados. A este problema se le suma la falta de certeza en los valores de los datos de entrada del proceso.

Mediante la programación paralela y los avances en cómputo de alto rendimiento en clusters de computadoras, se pretende atenuar el problema de la incertidumbre de los datos de entrada y optimizar el proceso de predicción mediante la simulación de múltiples escenarios.

Con este trabajo se pretende desarrollar una metodología para optimizar la predicción de inundaciones provocadas por el desborde de ríos, en principio de llanuras o planicies, y en particular en la Cuenca del Río Salado o en el Paraná Medio.

MARCO TEÓRICO

Muchos investigadores afirman que el cómputo se ha convertido en el tercer método para hacer investigación detrás de la teoría y la experimentación para las ciencias y la ingeniería. Aunque no existe un total acuerdo sobre el lugar destinado al cómputo científico junto a las otras dos partes de esta tríada, es innegable que los métodos de cómputo son una herramienta indispensable en la mayoría de la disciplinas.

El cómputo científico, utilizando los métodos de las ciencias de la computación, hace posible el estudio de problemas que son demasiado complejos para ser tratados de manera analítica, o de aquellos muy costosos o peligrosos para estudiarlos de manera natural mediante experimentación.

Habitualmente los problemas del mundo real son sistemas muy complejos para ser evaluados mediante modelos analíticos, y requieren de una simulación numérica para su estudio. La simulación con computadoras provee de un recurso para imitar el comportamiento de sistemas complejos del mundo real. Como afirman Law y Kelton, “en una simulación usamos una computadora para evaluar el modelo numéricamente y los datos son reunidos para estimar sus verdaderas características” [14].

Los modelos de simulación son una abstracción de la realidad: se basan en una representación matemática en tiempo y espacio del sistema real, que existe o podría existir. Todos los modelos pueden comparar las salidas alternativas antes de seleccionar

un curso de acción y brindan un entorno virtual dinámico de experimentación o de formación.

El modelo es una representación más simple del problema, y uno de sus propósitos es predecir los efectos de variaciones en el sistema. Un buen modelo debe equilibrar realismo y simplicidad. La simulación del sistema es la operación del modelo. Este puede reconfigurarse y volver a experimentar, algo que puede no ser posible en el sistema que representa [2].

La simulación de problemas categorizados como de gran tamaño y complejidad constituyen un desafío debido a la gran cantidad de disciplinas involucradas y al grado de dificultad que presenta su modelización. Una definición ampliamente aceptada acerca de este tipo de problemas es la que brinda The Office of Science and Technology Policy: “*Grand Challenges are... fundamental problems in science and engineering, with potentially broad social, political, and scientific impact, that could be advanced by applying high performance computing resources*”. La simulación de inundaciones provocadas por ríos de planicie está clasificada como uno de estos problemas.

El estado del arte en modelos computacionales nos dice que un buen modelo de un sistema complejo usualmente es una herramienta cara para la ciencia. Día a día crece la demanda de recursos de hardware, mucho tiempo de procesamiento y mucha memoria para seguir la evolución del sistema o para mejorar las salidas gráficas. Actualmente los sistemas de cómputo que ofrecen un alto rendimiento son cada vez más accesibles, algo en parte posible gracias a los clusters de PC's y la computación grid[5] [6][17][18].

No se debe perder de vista que los modelos utilizados en simulaciones de la ciencia y la ingeniería nunca ofrecen un modelo perfecto de la naturaleza, y sólo son un subconjunto de la realidad. Siempre los experimentos y las observaciones de los expertos en cada área serán imprescindibles como puntos de referencia para comprender los fenómenos naturales.

MOTIVACION

Las inundaciones de ríos de planicie son un fenómeno natural que ocurre habitualmente y con el rápido cambio del clima global se espera que acontecimientos extremos más severos y más frecuentes ocurran en el futuro cercano. El control de las inundaciones es una preocupación primordial, junto con la necesidad de supervisar las inundaciones en situaciones de crisis.

Por estas razones, los modelos de simulación basados en este fenómeno físico son necesarios para permitir una comprensión mejor de los procesos implicados en él. Modelos globales o locales y toda la información necesaria sobre el entorno que se pretende estudiar deberán integrarse para lograr un sistema de simulación que pueda predecir eficientemente la evolución en tiempo y espacio del escurrimiento del agua durante la inundación.

En particular, estos fenómenos agravados por el fenómeno El Niño, tuvieron graves consecuencias en el litoral argentino como sucedió en el año 1997 en el río Paraná, y como sucedió en el 2003 con la trágica crecida del cauce del Salado.¹

El país cuenta con varios modelos de predicción, pero muy poco sobre simuladores de inundaciones [7][8][9]. Existen abundantes datos de las crecidas del Paraná y en menor cantidad respecto al Salado. El trabajo de Giampieri *et.al.* [13] presenta una interesante reconstrucción numérica del desastre provocado por la cuenca del Salado en el 2003. Esta situación representa un desafío al brindar una metodología de optimización y el

¹ <http://ultra31.unl.edu.ar/noti/noticia.php?idnoticia=1480>

desarrollo de un DSS que permitan predecir de la manera más certera posible y tomar decisiones anticipadas sobre estos eventos.

Por otro lado, los avances en Computer Science y en High Performance Computing son muy valiosos y pueden ponerse al servicio de este desarrollo para incrementar la eficiencia del DSS y así lograr la predicción de manera confiable y rápida [5] [6].

OBJETIVOS

Este trabajo busca proveer de una metodología y una herramienta que permita buenas predicciones y ayudar en la prevención de los desastres que provocan estos fenómenos naturales.

Se pretende desarrollar una metodología para la predicción de inundaciones provocadas por el desborde de ríos, en principio de llanuras o planicies y, en particular en la Cuenca del Río Salado o en el Paraná Medio.

Se espera brindar las herramientas necesarias para atenuar el problema de la incertidumbre de los datos de entrada y optimizar el proceso de predicción mediante métodos estadísticos basados en experimentación factorial.

Con el desarrollo de un framework de experimentación se espera estudiar y evaluar la posibilidad de implementar un sistema de soporte para la toma de decisiones ante el desarrollo de este tipo de eventos.

Mediante el aporte de la programación paralela sobre clusters de PC's (y eventualmente distribuida sobre grid) se pretende ir algunos pasos más allá de la metodología clásica provista por los modelos de predicción de inundaciones, aprovechando el paralelismo inherente en algunas técnicas de optimización. Gracias a los avances en High Performance Computing se busca estudiar su aplicación en este trabajo para intentar proveer al simulador potencia de cómputo que mejore el proceso de predicción.

DESARROLLO

En la primera etapa se hará un intenso estudio de los modelos numéricos de uso actual buscando evaluar su confiabilidad al ser utilizados en sistemas de simulación y predicción de inundaciones.

El desarrollo del framework se hará reuniendo optimización y simulación manteniendo como Solver o Modelo Numérico del problema hidrodinámico alguno de los utilizados actualmente y de dominio público, como son RMA2 y HEC-RAS.²

La predicción a corto plazo se logra aumentando la cantidad de parámetros de entrada, pero, debido a la inevitable falta de precisión que se produce en dichos valores, es necesario implementar técnicas de optimización con el fin de definirlos con la máxima exactitud. Una manera de lograrlo es mediante la programación paralela tratando con sus técnicas de posibilitar una mayor certeza en las predicciones.

Algunas de las técnicas a investigar para su utilización son algoritmos genéticos, máximo gradiente, búsqueda Taboo, entre otras posibles. Se generará una función de ajuste para evaluar el grado de predicción lograda.

Debido a la necesidad de cubrir los riesgos posibles que se generarían ante una situación real de desborde del río, se contemplan múltiples escenarios. Cada escenario es el resultante de la combinación de los factores que determinan el comportamiento del

² <http://www.hec.usace.army.mil/>
http://smig.usgs.gov/cgi-bin/SMIC/model_home_pages/model_home?selection=rma2

sistema. Se desarrollará una metodología adecuada utilizando experimentación factorial utilizando para su implementación técnicas de cómputo de altas prestaciones.

La gran cantidad de datos consumidos por este tipo de simulación y los métodos utilizados en la optimización, como por ejemplo la basada en experimentación factorial, requieren una gran potencia de cómputo pues es necesario ejecutar un gran número de simulaciones. Debido a esto, se buscará mejorar la velocidad de convergencia de la optimización utilizando un esquema de programación paralela del tipo Master-Worker o peer-to-peer implementado sobre un cluster de PC's, una colección de clusters de PC's o sobre un grid. Un procesador puede calcular cada combinación de parámetros y enviarlos a los Workers para que desarrollen la simulación, construyendo un mapa de riesgo o impacto ambiental.

La mejora en el rendimiento general del sistema mediante los aportes logrados con los avances en High Performance Computing hace factible el análisis de escenarios hipotéticos, como los vinculados al cambio climático.

Por otro lado, se estudiará la distribución del área de datos durante el proceso de simulación aprovechando los aportes del cómputo distribuido y su impacto en la mejora del tiempo de procesamiento.

Respecto a la relación establecida con Instituciones Académicas y grupos de investigación:

- Este trabajo se construye en base a la relación de trabajo establecida con investigadores del Departamento de Arquitectura de Computadores y Sistemas Operativos (DACSO-CAOS) de la Universidad Autónoma de Barcelona - España, donde se llevan adelante investigaciones sobre simulación de propagación y predicción de incendios forestales, y sobre aplicaciones paralelas en ciencia computacional, entre otras. Especialmente con el grupo dirigido por el Dr. Emilio Luque, con quienes se ha participado en trabajos de predicción y sintonización de aplicaciones en entornos multi-cluster [3].

- El trabajo es desarrollado en el Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI) de la Universidad Nacional de La Plata, bajo la dirección del Ing. De Giusti y del Dr. Naiouf. El avance del mismo se ve favorecido por la relación establecida entre el Instituto y el Departamento DACSO-CAOS de la UAB, respecto a sus actividades de investigación.

- Desde el III-LIDI se ha establecido contacto con el Dr. Vionnet de la Fac. de Ingeniería y de Ciencias Hídricas de la Universidad Nacional del Litoral, lo que ha permitido relevar los programas que utilizan en la simulación y predicción de inundaciones quedando abierta la posibilidad de cooperación entre ambas Instituciones.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos los comentarios de la Dra. Dolores Rexachs, los cuales ayudaron a mejorar esta presentación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Anna Morajko, Paola Caymes-Scutari, Tomàs Margalef, Emilio Luque: *Automatic Tuning of Data Distribution Using Factoring in Master/Worker Applications*. International Conference on Computational Science (2) 2005: 132-139
- [2] Anu Maria: *Introduction to modeling and simulation*. Proceedings Winter Simulation Conference of the 1997.

- [3] Argollo, Gaudiani, Rexachs, Luque. *Tuning application in a multi-cluster environment*. Springer - Lecture Notes in Computer Science, Volume 4128/2006, p. 78-88 (2006)
- [4] Baker Abdalhaq, Ana Cortés, Tomàs Margalef, Emilio Luque: *Enhancing wildland fire prediction on cluster systems applying evolutionary optimization techniques*. Future Generation Comp. Syst. 21(1): 61-67 (2005)
- [5] Baker Abdalhaq, Ana Cortés, Tomàs Margalef, Emilio Luque: *Accelerating Wildland Fire Prediction on Cluster Systems*. International Conference on Computational Science 2004: 220-227
- [6] Baker Abdalhaq, Germán Bianchini, Ana Cortés, Tomàs Margalef, Emilio Luque: *Improving Wildland Fire Prediction on MPI Clusters*. PVM/MPI 2003: 520-528
- [7] Clause, Dalponte, Rinaldi, Vénere, Cazenave, Varni, Vives. *Simulación de inundaciones en llanuras aplicación a la cuenca del arroyo Santa Satalina – Azul*”, Mecánica Computacional Vol. XXIII, G.Buscaglia, E.Dari, O.Zamonsky (Eds.) Bariloche, Argentina, Noviembre 2004.
- [8] Clause, Euillades, Vénere,, Vives, *Modelos de elevación de precisión y su importancia para la simulación de inundaciones*. Congreso Nacional del Agua, Córdoba (2002).
- [9] Clause, Vénere, A computational environment for water flow along floodplains. International Journal on Computational Fluid Dynamics, Vol. 16, pp. 327-330 (2002).
- [10] Germán Bianchini, Ana Cortés, Tomàs Margalef and Emilio Luque. *S2F2M - Statistical System for Forest Fire Management*. Departament d'Informàtica, E.T.S.E, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193-Bellaterra (Barcelona), Spain. 2005.
- [11] Germán Bianchini, Ana Cortés, Tomás Margalef, Emilio Luque and Emilio Chuvieco: *Wildland Fire Propagation Danger Maps Based on Factorial Experimentation*. ITEE 2005: 173-185
- [12] Gene Golub and James M. Ortega. *Scientific Computing, An Introduccion with Parallel Computing*. Academic Press – 1993.
- [13] Giampieri R.C., P.A. Tassi, L.B. Rodríguez, y C.A. Vionnet. *Simulación Numérica de la Crecida Extraordinaria del Río Salado en la Ciudad de Santa Fe*. Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil, Puerto Rico. ISSN 1535-0088. Vol. 4, No.1, Mayo 2004. 85-102.
- [14] Law, Kelton. *Simulation Modeling and Analisis*. McGraw-Hill International Series, Third Ed. ISBN 0-07-116537-1. 2000.
- [15] Pablo Jacovski, *Computadoras, Modelización Matemática y Ciencia Experimental, Mecánica Computacional*. Vol. XXIII. G.Buscaglia, E.Dari, O.Zamonsky (Eds.) Bariloche, Argentina, Noviembre 2004.
- [16] Sixto Rios Insua, Bielza Lozoya, Alfonso Caballero: *Fundamentos de los Sistemas de Ayuda a la decisión*. RaMa 2002 ISBN 84-7897-494-6
- [17] A. Chervenak, I. Foster, C. Kesselman, C. Salisbury, S. Tuecke, “The data Grid: Towards and Architecture for the Distributed Mannagement and Analysis of Large Scientific data Sets”. Journal of Network and Computer Applications, 2001,pp.187-200.
- [18] Ian Foster, Carl Kesselman. “The Grid 2: Blueprint for a New Computing Infrastructure” (The Morgan Kaufman Series in Computer Architecture and Desing). Morgan Kaufmann; 2nd edition, 2003.

Control de LegoNxt desde Squeak

Lic. Gonzalo Zabala

gonzalo.zabala@vaneduc.edu.ar

Ricardo Morán

richi.moran@gmail.com

Sebastián Blanco

sebastiangabrielblanco@gmail.com

Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática

Facultad de Tecnología

Universidad Abierta Interamericana

TE / FAX: (5411) 43015240

Abstract: De los diversos kits educativos para la enseñanza de la robótica, la última versión de Lego, Lego Nxt, es la que proporciona mayor versatilidad a un costo razonable para instituciones educativas de nivel medio y universitario. Entre otras ventajas, tiene la posibilidad de comunicarse vía bluetooth, lo que permite un control remoto sumamente eficaz. Hasta el momento, no se han desarrollado herramientas educativas que permitan vincular una interfaz amigable con dicho control remoto. En este paper presentamos un primer modelo desarrollado en Squeak que permite el control de robots en forma inalámbrica, con una interfaz gráfica amigable, y con un conjunto de herramientas de bajo nivel que abre las puertas a futuro a desarrollos más complejos en este campo.

Keywords: robótica educativa, Squeak, Lego Nxt, entorno de objetos, morphs, bluetooth.

1. Introducción

Tanto Squeak como los kits de robótica de Lego tienen grandísimas posibilidades en el campo educativo y es allí donde más se han desarrollado.

Squeak es una implementación open-source de Smalltalk, el primer ambiente de objetos puro. Fue pensado desde el principio como un laboratorio donde expresar ideas, como una herramienta que potencie la creatividad y la imaginación. Grandes proyectos han surgido de ello (ejemplos sobran, sólo para citar algunos: Croquet¹, Etoys², Scratch³, Sophie⁴, Skeleton⁵, ODEco⁶). Sin embargo, desde el punto de vista pedagógico, existe la limitación de estar trabajando en un universo virtual accesible sólo a través de la computadora. Los kits educativos de Lego, por el contrario, permiten construir (literalmente) ideas y plasmarlas en forma de robots reales que realicen una determinada tarea. Queda claro entonces el inmenso valor pedagógico que tiene unir estas dos plataformas: experimentar y crear en un mundo virtual como Squeak, y luego ver dichas creaciones plasmadas físicamente en la vida real, constituye una experiencia pedagógica completa.

2. Características de Squeak y Lego Nxt

La última versión de Lego (Nxt) trae ventajas con respecto a sus antecesores, destacándose las siguientes:

¹ Croquet: <http://www.opencroquet.org>

² Etoys: http://swiki.agro.uba.ar/small_land/18

³ Scratch: <http://scratch.mit.edu/>

⁴ Sophie: <http://www.sophieproject.org/>

⁵ Skeleton: <http://languagegame.org:8080/ggame/11>

⁶ ODEco: <http://languagegame.org:8080/ggame/15>

- Comunicación bidireccional vía Bluetooth: permite un mayor alcance y facilita el control del robot desde la computadora en tiempo real (por medio de Direct Commands) así como la transmisión desde el Nxt hacia la computadora de los datos de los sensores.
- Motores servo: incorporan encoders que miden ángulo de rotación, permitiendo el control del motor con gran precisión.
- Nuevos sensores: (ultrasónico, sonido, tacto, luz, rotación, etc.) Con la posibilidad de añadir sensores de creación propia gracias a que la información del hardware se encuentra disponible.

Por su parte, Squeak posee las siguientes características:

- Conexión por puerto serie: de esta manera podemos comunicarnos con los robots debido a que Windows representa al Bluetooth como un puerto COM.
- Herramientas de programación en objetos: Squeak, como entorno de programación, responde al paradigma de objetos y posee todas las herramientas para hacerlo altamente productivo.
- Posibilidad de desarrollos en prácticamente cualquier área (Internet, sonido, música, gráficos 2D, gráficos 3D, procesamiento numérico, procesamiento de texto, procesamiento de vídeo, simulaciones, etcétera).
- Portabilidad: trabaja sobre una máquina virtual que ha sido portada a casi cualquier sistema operativo.
- Open-source: es completamente abierto, con una comunidad activa, y permite hacer todo tipo de modificaciones en tiempo de ejecución.

Estas características hacen de Squeak un ambiente que potencia la creatividad y la imaginación, y permite al usuario trabajar con completa libertad.

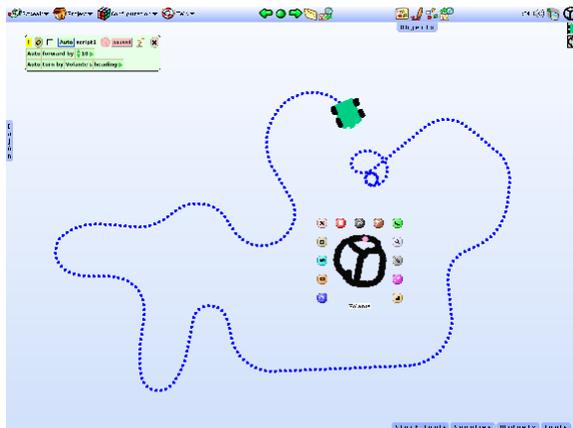


Figura 1 - Ejemplo de etoy



Figura 2 - Croquet

Gracias a las características anteriormente citadas de ambas plataformas, la conexión entre los dos mundos se ha facilitado. Sin embargo, nos encontramos con algunos inconvenientes: Por alguna razón, Squeak no puede conectarse a puertos COM mayores al décimo (esto está especificado en la máquina virtual y, si bien la modificación es trivial, se decidió no arreglarlo a fin de mantener la compatibilidad con otras versiones). A este problema se suma la ineficiencia de Windows a la hora de administrar los puertos COM libres. Se descubrió que, aún habiéndose liberado los puertos, Windows no refresca el registro, manteniéndolos ocupados, y, por lo tanto, inutilizables. Sin encontrar mejor solución se decidió liberar, cuando fuera necesario, los puertos a mano. Para hacerlo, se deben modificar los valores de la siguiente dirección del registro:

Mi PC\HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\ControlSet001\Control\COM Name Arbiter\ComDB

Los puertos se representan con un 1, si están ocupados, y con un 0 si están libres. Así, el valor *1F 00 00 ...*

significa que los puertos 1 a 5 se encuentran ocupados y todos los demás están libres. Es necesario saber qué puertos realmente estoy utilizando, para liberar los otros sin afectar ningún dispositivo en funcionamiento. Seguramente, desde el puerto 6 en adelante podré liberar sin problemas colaterales.

3. Desarrollo del núcleo (Core)

El proyecto se organizó en capas para maximizar su reusabilidad. La capa base, el "Core", abstrae todo el protocolo de comunicación con Lego y los comandos primitivos, representando al robot como un objeto capaz de responder mensajes como: #forward, #turn:, etc. Sobre este objeto se desarrollan las demás aplicaciones.

Controlado	Etoy	Fútbol de robots	Otras aplicaciones...
Core			

Básicamente, el Core se compone de una clase, llamada LegoNxt.

Posee dos variables de instancia:

Variable	Descripción
- puerto	Un objeto SerialPort que representa el puerto de comunicaciones entre el Squeak y el Lego.
- miCom	El número de COM por el que está conectado

También responde a un protocolo que facilita el control del robot (así como la conexión). Se presenta aquí de forma resumida:

Métodos	Descripción
#forward:#reverse:	Mueve el robot a una velocidad dada.
#girarIzquierda:#girarDerecha:	Gira a una velocidad dada.
#vl:#vr:	Modifica la velocidad de las ruedas.
#conectar:	Conecta el robot al número de COM dado.
#enviar:	Envía un mensaje al robot con el formato correspondiente al protocolo dispuesto por Lego.

Tomando como base el Core se desarrollaron aplicaciones más amigables para controlar los robots. Algunas de las cuales son: Controlado, Etoy, y Fútbol de robots.

4. Desarrollo de otras aplicaciones (Controlado, Etoy y Fútbol de robots)

Controlado es una muy simple aplicación con interfaz gráfica que permite controlar el movimiento del robot con el teclado y con la posibilidad de conectar un joystick.



Figura 3 – Controlado

Su única responsabilidad es hacer de intermediario entre el usuario y el LegoNxt.

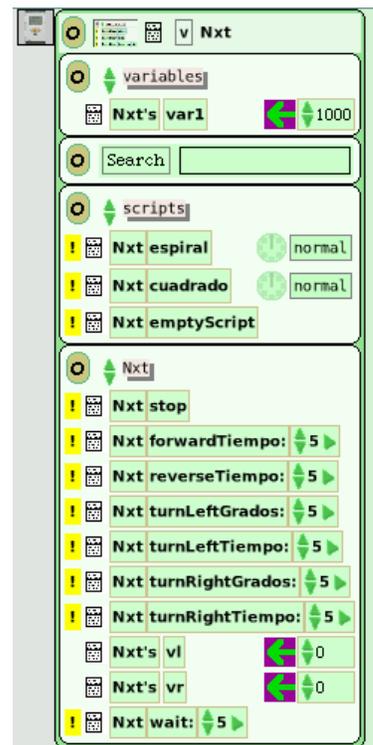
Para usarlo sólo tenemos que conectar un Nxt y elegir para la opción que más nos guste: manejo por teclado o por joystick (si tenemos alguno disponible).

Este proyecto se realizó debido a la necesidad de disponer de una forma fácil y rápida de interacción con los robots, y, dado que permite controlarlos en tiempo real, resultó de mucha utilidad (aparte de ser entretenido).

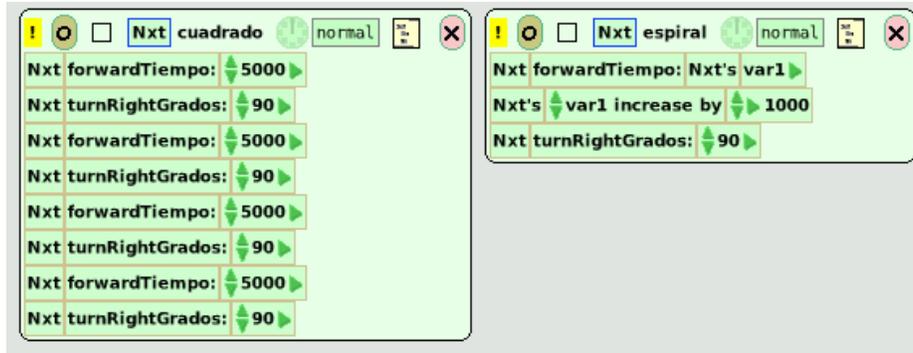
Etoy es una aplicación interesante de las posibilidades educativas de Squeak. Los eToy son pequeños programas "construidos" con cajitas, donde cada cajita representa una instrucción. Esto permite realizar cosas muy interesantes simplemente "ensamblando" cajitas, sin la necesidad de tener conocimientos de programación y en forma muy amena. Los eToy son ampliamente utilizados en ámbitos educativos pues permiten la experimentación por medio de simulaciones por computadora a chicos de edades muy tempranas, quienes en muchos casos asombran a sus maestros con la calidad de los trabajos que realizan. Su uso es muy sencillo: todo objeto gráfico de Squeak (un rectángulo, un círculo, un dibujo, una ventana, etc.) muestra, al hacer click con el botón derecho, un halo con distintas opciones. Entre ellas está el visor, que abre una pestaña con todas las herramientas para poder generar programas arrastrando y soltando las cajitas.

Manteniendo la orientación educativa del proyecto se realizó un eToy capaz de comunicarse con un robot y generar programas que determinen su comportamiento. Algunas de las cajitas que se diseñaron para controlar a los robots son las siguientes:

- **vl/vr**
Modifica la velocidad de las ruedas.
- **wait:**
Suspende la ejecución del programa por un tiempo determinado, manteniendo la última velocidad en las ruedas.
- **stop**
Frena todos los motores.
- **forwardTiempo:/reverseTiempo:**
Mueve el robot por un tiempo determinado.
- **turnLeftGrados:/turnRightGrados:**
Gira en un ángulo dado.
- **turnLeftTiempo:/turnRightTiempo:**
Gira por un tiempo determinado.



Como ejemplo de sus posibilidades de uso se adjuntan las imágenes de dos pequeños programitas "ensamblados" con el eToy. El primero, si se ejecuta una vez, mueve el robot dibujando un cuadrado en el suelo. El segundo (un poco más complejo porque utiliza variables) mueve el robot dibujando una espiral.



Otra aplicación que se desarrolló en base al Core es un framework para la investigación en fútbol de robots. Este desarrollo no se describirá extensamente pues excede los límites de este trabajo.

5. Conclusiones

Squeak y Lego son perfectos aliados. Su conjunción representa un cambio y ventaja fundamental en el ámbito educativo. Sin embargo, aún queda mucho por hacer. Entre las cosas que creemos que hacen falta se encuentran:

- terminar la comunicación con los robots a fin de recibir la información que capturan los sensores;
- generalizar tanto el Core como el eToy para cualquier tipo de robot;
- realizar un traductor de Smalltalk a código intermedio de Lego para generar programas directamente en Smalltalk;
- realizar un firmware para el Nxt completamente en Smalltalk a fin de que el Lego interprete código Smalltalk.

6. Referencias

1. Squeak: Open Personal Computing and Multimedia, Prentice Hall, 2002.
2. B. J. Allen Conn y Kim Rose, "Powerful ideas in the Classroom", Viewpoints Research Institute, 2003.
3. Diego Gómez Deck y José L. Redrejo Rodríguez, "Squeak en España como parte del Proyecto LinEx", 2003.
4. Stephan Ducasse, "Learning Programming in Squeak", Morgan Kaufman Publisher, 2003.
5. Fernando Fraga y Adriana Gewerc, "Una experiencia interdisciplinar en Ed. Primaria mediante el uso de Squeak", Universidad de Santiago de Compostela, 2004.
6. Ana Pizarro Galán y otros, "Un mundo para aprender", Editorial Editlin, 2005.
7. Gonzalo Zabala, "Squeak, el laboratorio infinito", Revista Novedades Educativas Edición 185, Editorial Novedades Educativas, Mayo 2006.
8. Gonzalo Zabala, "Desarrollo en un entorno educativo de objetos para el control de una interfaz de domótica", Anales de WICC 2007 [668-673], Mayo 2007.
9. The Lego Group, "LEGO MINDSTORMS NXT Bluetooth Developer Kit", 2006.
10. The Lego Group, "LEGO MINDSTORMS NXT Hardware Developer Kit", 2006.

Estrategias Inteligentes aplicables a un Sistema Educativo

Laura Lanzarini¹

{laural@lidi.info.unlp.edu.ar }

Instituto de Investigación en Informática LIDI⁴

Facultad de Informática. UNLP.

Julia M. Denazis²

{jdenaz@fi.uba.ar}

Secretaría Académica⁵

Facultad de Ingeniería. UBA.

María Delia Grossi³

{mdg7501@yahoo.com.ar}

Departamento de Computación⁶

Facultad de Ingeniería. UBA.

RESUMEN

Esta línea de investigación se centra en el estudio y desarrollo de estrategias pertenecientes al área de la Inteligencia Artificial que sean aplicables a Sistemas Educativos. Interesan especialmente aquellos enfoques que permiten obtener y brindar conocimiento, de una manera adaptativa, a partir de la información disponible. Por tal motivo, se estudian estrategias pertenecientes a la Minería de Datos así como a los Sistemas Hipermedia Adaptativos.

Además, se analizan las estrategias de enseñanza actuales del docente, haciendo énfasis en los logros obtenidos a través de la incorporación de recursos tecnológicos como herramientas de apoyo a las clases presenciales así como en las falencias detectadas.

Los resultados obtenidos hasta el momento han sido aplicados en cursos de la asignatura Computación que se desarrollan en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.

Palabras Clave: Sistemas Hipermedia Adaptativos basados en WEB, Minería de Datos Educativa, Enseñanza de Computación.

1. INTRODUCCIÓN

La aplicación de la Inteligencia artificial (IA) a la enseñanza a través de computadoras tiene como objetivo final construir sistemas de enseñanza inteligentes que simulen a un buen profesor. Existen diferentes sistemas educativos que aplican la Inteligencia Artificial, cada uno de ellos con sus puntos fuertes y débiles. Entre ellos, se pueden mencionar:

- los Sistemas Tutoriales Inteligentes (STI) que basan su funcionamiento en la modelización separada del conocimiento pedagógico (el “*qué enseñar*”), la estrategia didáctica a utilizar (el “*cómo enseñar*”) y las características del alumno a quien va dirigido. Una de las críticas que numerosos autores le plantean a los STI es que, pese a la interacción de estas tres

¹ Profesor Titular. Facultad de Informática. UNLP.

² Profesor Adjunto. Facultad de Ingeniería. UBA.

³ Jefe de Trabajos Prácticos con funciones de Profesor Adjunto. Facultad de Ingeniería. UBA.

⁴ Calle 50 y 115 1er Piso, (1900) La Plata, Argentina, TE/Fax +(54) (221) 422-7707. <http://weblidi.info.unlp.edu.ar>

⁵ Paseo Colón 850, C1063ACV, Argentina, TE/Fax +(54) (011) 4342-2659. <http://www.fi.uba.ar>

⁶ Paseo Colón 850, 4 ° Piso, Ala Sur, C1063ACV –Bs.As., Argentina Tel: +(54) (011)4343-0891 <http://www.fi.uba.ar>

partes, convierten a la tarea educativa en excesivamente restringida a las órdenes del tutorial [1].

- Los Sistemas Hipermedia Adaptativos buscan resolver los problemas observados en los STI permitiendo adaptar el contenido hipermedial al usuario. De esta forma, concreta la idea de una lectura interactiva que permite reforzar el mensaje y permite que el alumno tenga una función activa en el proceso de enseñanza/aprendizaje. Una desventaja que se plantea a este tipo de sistemas es que el alumno puede encontrarse “*muy libre*”, es decir, puede llegar a recorrer caminos que no le permitan apropiarse de los principios procedimentales y conceptuales planteados por el docente. Por otro lado, no tienen la capacidad para determinar el grado de avance del alumno en el aprendizaje ni para personalizar la enseñanza [1].
- Sistemas Hipermedia Adaptativos basados en la WEB pueden definirse como “*todos los sistemas hipertextos e hipermedia que reflejan algunas características del usuario en el modelo del usuario y aplican este modelo en la adaptación de varios aspectos visibles del sistema al usuario*” [2]. El término adaptación se refiere a la capacidad de un sitio WEB de cambiar de estrategia o de respuestas de acuerdo a las características del usuario. La adaptación puede aplicarse a un alumno o a un grupo de alumnos con intereses en común. En particular, en el ámbito de la educación, la adaptación permitirá individualizar las presentaciones y las actividades como así también la recomendación de enlaces relevantes que le permitan al alumno (o grupo) ampliar el conocimiento.

Resulta de interés para esta línea de investigación, el uso de Sistemas Hipermedia Adaptativos basados en la WEB permitiendo de esta forma aproximarse al objetivo de una enseñanza individualizada y flexible.

Los resultados obtenidos hasta el momento han sido aplicados en cursos de la asignatura Computación que se desarrollan en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires. En dicha Universidad, todas las carreras de Ingeniería, excepto Ingeniería en Informática e Ingeniería Electrónica, incluyen la asignatura Computación. Es una materia de carácter obligatorio que generalmente se cursa en el Ciclo Básico de la Carrera, ciclo en el que se desarrollan materias de formación científica general y de formación tecnológica básica orientada a cada carrera.

Sus objetivos son:

1. Lograr que el alumno adquiera una visión global de la computación siendo capaz de comprender el aspecto científico de la actual sociedad informatizada. [3].
2. Compenetrar al alumno con las tecnologías y herramientas fundamentales de la computación de manera que aprenda a usar la computadora como herramienta de trabajo, conociendo su precisión, capacidad y limitaciones
3. Enseñar al alumno de Carreras de Ingeniería el Análisis, la Sistematización, Programación y Procesamiento de distintos problemas de tipo técnico-científico, a fin de que dichos conocimientos le resulten de utilidad ya sea en el desarrollo de la carrera como así también en su actividad profesional. Concientizar al alumno de la importancia de la Algoritmia como paradigma de resolución de problemas y de la Programación como práctica y ejercitación en la resolución de problemas.

La masa crítica de los estudiantes posee una edad comprendida entre los 18 y 19 años.

En términos generales, la mayoría de los alumnos han adquirido conocimientos básicos de la operación de computadoras y de Internet en los niveles educativos previos, en cursos realizados individualmente por iniciativa propia o a través del aprendizaje informal en el hogar. Los cursos tienen un promedio de 60 alumnos y generalmente se desarrollan en aulas con bancos de capacidad para cinco alumnos.

De acuerdo al escenario planteado y, considerando que la relación de enseñanza es una relación ternaria en la cual intervienen el docente, el alumno y el contenido inmersos en un contexto, la modalidad actual de enseñanza adoptada procura que el alumno logre un aprendizaje por recepción pero significativo.

A partir del contenido de la materia, el docente transforma el conocimiento académico en conocimiento didáctico, es decir, en contenido a enseñar (transposición didáctica).

Actualmente, la estrategia llevada a cabo para vehicular el conocimiento académico consiste en organizar la materia en tres módulos teóricos y en tres módulos prácticos. En los primeros, se procura abarcar los objetivos 1 y 2 mencionados anteriormente. En tanto que, en los módulos prácticos, se intenta cumplimentar el objetivo 3. Cada módulo, teórico o práctico, comienza con una presentación multimedia. Al respecto, Daniel Prieto Castillo [4] sostiene que se logra una mayor relación de aprendizaje cuando un material es elaborado aprovechando al máximo las posibilidades comunicacionales del lenguaje en que está armado el mensaje y del medio a través del cual se lo ofrece. Utilizar todas las capacidades expresivas de un lenguaje y comunicativas de un medio, constituye un modo de acercarse a los interlocutores y, por lo tanto, acompañar y promover el aprendizaje. A través de las presentaciones multimedia se busca considerar la presencia de los estilos cognitivos posibles, y de las capacidades cognitivas a poner en juego procurando desarrollar una organización de la información según colores títulos, diagramas, imágenes, ítems, listados, redes conceptuales y puesta en contexto de conceptos.

Otros recursos utilizados para el aprendizaje son las herramientas basadas en la WEB, como grupos, correo electrónico y foros que permiten profundizar las relaciones docente-alumno y alumnos entre sí.

La incorporación de recursos tecnológicos como herramientas de apoyo a las clases presenciales, constituye, sin lugar a dudas, una de las estrategias con mayor impacto en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia, permitiendo incrementar la participación de los alumnos en el proceso educativo.

Sin embargo, se continúan observando falencias en el aprendizaje de los alumnos según se detalla a continuación:

- Bajo porcentaje de alumnos que aprueban la cursada (aproximadamente un 30% de los inscriptos),
- Bajo porcentaje de consultas (mejorado a través de la asesoría virtual),
- Elevado porcentaje de alumnos que no alcanzan a cumplimentar la totalidad de instancias de evaluación (aproximadamente un 30% del total de inscriptos)

A través de un cambio de mediación, basado en estrategias adaptativas inteligentes, que permita llevar a cabo un mayor seguimiento del proceso de enseñanza y aprendizaje y que trate de impulsar un tipo de enseñanza centrada en el estudiante, se considera que se puede reducir la brecha entre los resultados esperados y los resultados obtenidos.

2. TEMAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

- Enseñanza de Computación para alumnos de Carreras de Ingeniería.
- Técnicas de resolución de problemas (“*problem solving*”).
- Educación basada en la WEB.
- Relación entre procesos cognitivos e informáticos.
- Estudio e investigación de Sistemas Hipermedia Adaptativos basados en WEB existentes.

- Estudio e investigación de aquellas tareas y técnicas pertenecientes a la Minerías de Datos más utilizadas en Educación.
 - Estudio de los diferentes métodos que permiten modelar la información disponible a través de Reglas de Asociación.
 - Identificación de las variables más relevantes del espacio de entrada a fin de determinar las reglas más significativas.
 - Estudio e investigación de distintas técnicas de agrupamiento (clustering) y clasificación de los datos como herramienta tanto de modelización como de reducción de la dimensión del espacio de entrada.
 - Estudio e investigación de distintas estrategias evolutivas. Interesa especialmente aquellas soluciones basadas en algoritmos genéticos que permiten evolucionar reglas de clasificación y/o asociación.
- Enseñanza de la tecnología en la Universidad y su articulación con la Escuela Media.

3. RESULTADOS OBTENIDOS/ ESPERADOS

- Diseño e implementación del material didáctico de los módulos teóricos y prácticos de la materia computación. Actualmente se cuenta con el prototipo del material multimedial de los módulos teóricos.
- Diseño de un curso de Computación basado en un sistema hipermedia adaptativo.
- Experiencias de incorporación de TIC's (Tecnologías de Información y las Comunicaciones) al ámbito de la Escuela Media.
- Aplicación de técnicas de Minería de Datos a la información extraída de sistemas educativos para la posterior evaluación de los mismos.
- Mejoramiento de los sistemas de enseñanza utilizados.

Esta línea de investigación corresponde al proyecto UBACYT I050 y prevé su continuación en el proyecto de Enseñanza en la Universidad y su Articulación con la Escuela Media, continuación del proyecto UBACYT I034, y en el proyecto Explotación de Información basada en Sistemas Inteligentes, continuación del proyecto UBACYT I050.

4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Dentro de los temas involucrados en esta línea de investigación se está desarrollando actualmente una tesis de Especialista en Tecnología Informática Aplicada en Educación. También participa en el desarrollo de las tareas una becaria de la UBA.

5. REFERENCIAS

- [1] Fernández Palacios, Arenas Gutiérrez, and Pérez LLanes. Sistemas hipermedia adaptativos: una aproximación al tema. 2002.
- [2] Peter Brusilovsky. Methods and techniques of adaptive hypermedia. User Model.User-Adapt. Interact., 6(2-3):87-129, 1996.
- [3] Brookshear J. G. Introducción a las ciencias de la Computación. ADDISON-WESLEY IBEROAMERICANA, 1995.
- [4] Prieto Castillo, D. "Comunicación con los medios y materiales". CICCUS la Crujia, 1999.

- [5] Lanzarini, Laura: Apuntes de la materia Almacenamiento, representación y recuperación del conocimiento (Parte II). Facultad de Informática. Universidad Nacional de la Plata, 2006.
- [6] Merceron and K. Yacef. A web-based tutoring tool with mining facilities to improve learning and teaching. Procs of 11th International Conference on Artificial Intelligence in Education (AIED03), page 201-208, 2003.
- [7] Selma Pimenta Garrido. Educação, pedagogia e didática. Anais do VII Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino, 1:44-64, 1994.
- [8] Cabero Almenara Julio. Navegando, construyendo: la utilización de los hipertextos en la enseñanza. II Jornadas sobre Medios de Comunicación, Recursos y Materiales para la Mejora Educativa : Sevilla, 2:201-243, 1996.
- [9] Chen Gwo Dong, Chen Chung Liu, Kuo Liang Ou, and Ming Song Lin. Discovering decision knowledge from web log portfolio for managing classroom processes by applying decision tree and data cube technology. Educational Computing Research, 2000.
- [10] Maite Urretavizcaya Loinaz. Sistemas inteligentes en el ámbito de la educación. inteligencia artificial. Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial, (12):5-12, 2001.
- [11] O. Zaine and R. Luo. Towards evaluating learners' behaviour in a web-based distance learning environment. Procs. of the Advanced Learning Technologies, 2001.
- [12] Cristóbal Romero Morales, Sebastián Ventura Soto, Carlos de Castro. Construcción de cursos hipermedia adaptativos basados en web utilizando AHA. RIED: revista iberoamericana de educación a distancia, 5(2): 99-115, 2002.
- [13] G. Pérez Llanes, L. Fernández Palacios, R. Arenas Gutiérrez Sistemas hipermedia adaptativos: una aproximación al tema. 2002.
- [14] Sebastián Ventura Soto y César Hervás Martínez Cristóbal Romero Morales. Aplicación de algoritmos evolutivos como técnica de minería de datos para la mejora de cursos hipermedia adaptativos basados en web. RIED: revista iberoamericana de educación a distancia, 6(2): 142, 163, 2003.
- [15] P De Bra, A. Aerts, B. Berden, B. de Lange, B. Rousseau, T. Santic, D. Smits, and N. Stash. Aha! the adaptive hypermedia architecture. ACM Conference on Hypertext and Hypermedia, page 81-84, 2003.
- [16] M. Kilfoil et al. Toward an adaptive web: the state of the art and science. Procs of the Annual Conference on Communication Networks and Services Research, pages 119-130, 2003.
- [17] Neil Heffernan y Carolina Ruiz Jonathan E. Freyberger. Using association rules to guide a search for best fitting transfer models of student learning. Master's thesis, Worcester Polytechnic Institute, 2004.
- [18] César Hervás y Sebastián Ventura Soto, C. Romero, Descubrimiento de reglas de predicción en sistemas de e-learning utilizando programación genética. Tendencias de la Minería de Datos en España, 2004.
- [19] Carina Soledad González. Sistemas inteligentes en la educación: una revisión de las líneas de investigación y aplicación actuales. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa RELIEVE, 10(1):3-22, 2004.
- [20] Luis Talavera y Elena Gaudioso. Mining student data to characterize similar behavior groups in unstructured collaboration spaces. Artificial Intelligence in Computer Supported Collaborative Learning, Workshop 21, ECAI04, pages 17-23, 2004.

LA TEORÍA TRIÁRQUICA DE LA INTELIGENCIA DE STERNBERG APLICADA A LA CREACIÓN DE PROGRAMAS

Elizabeth JIMÉNEZ REY (ejimenezrey@yahoo.com.ar)

Gregorio PERICHINSKY (gperichinsky@acm.org)

Departamento de Computación. Facultad de Ingeniería (Sede Paseo Colón). UBA.

(C1063ACV) Av. Paseo Colón 850, 4° Piso, Tel. 4343-0891 Int. 140/142, Fax 4345-7261.

Ciudad Autónoma de Buenos Aires. República Argentina.

Resumen

En una publicación anterior se propuso el uso del Mapa Conceptual para abordar la enseñanza de la materia Computación en la Facultad de Ingeniería de la UBA. El Mapa Conceptual es utilizado por el Docente, como instrumento para el desarrollo del contenido temático que debe enseñar y por el Alumno, como guía para la resolución de problemas con la computadora que debe aprender.

En este trabajo se presenta una nueva mirada a la estrategia de enseñanza y aprendizaje mencionada anteriormente, desde la Teoría Triárquica de la Inteligencia Humana de Sternberg, como promotora del desarrollo de habilidades analíticas, creativas y prácticas en el Alumno. El presente artículo integra una línea de trabajo en el área de Educación, dentro del Proyecto de Investigación Acreditado UBACYT I015 "Manufactura Integrada por Computadora en Sistemas Complejos para el Desarrollo Social, Industrial y de Tecnología".

Desde el punto de vista del procesamiento de la información, se considera factible la transferencia al medio de una nueva manera de comunicar la forma en que se aprende, mantiene, aplica y transfiere la actividad cognitiva en la resolución de problemas con la computadora, que tiene en consideración las tres formas de la inteligencia exitosa: analítica, creadora y práctica.

Palabras Clave

Teoría Triárquica de la Inteligencia, Modelo de Polya, Creación de Programas.

Presentación de la Materia

La materia de grado Computación en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires es considerada de formación básica obligatoria para alumnos de todas las carreras de Ingeniería, excepto para aquellos que cursan Ingeniería Electrónica e Ingeniería en Informática. Los alumnos pueden cursarla en distintas etapas de avance en sus planes de estudio, pues la única materia correlativa posterior es Análisis Numérico. Algunos alumnos provienen de escuelas técnicas y tienen conocimiento y experiencia previa en programación pero la mayoría de los alumnos nunca programó. La materia es cuatrimestral y tiene una carga horaria de cuatro horas por semana.

La coexistencia de alumnos de distintas carreras y niveles de formación dificulta el abordaje y elaboración de contenidos por parte de los docentes, así como la constitución de grupos de trabajo por parte de los alumnos. La algoritmia representa para los alumnos un nuevo paradigma para resolver problemas y les produce un fuerte impacto en su predisposición al aprendizaje que, en muchos casos, se traduce en falta de motivación o en rechazo.

Son los objetivos de la materia:

- Concientizar al alumno de la importancia de la Algoritmia como paradigma de resolución de problemas y de la Programación como práctica y ejercitación en la resolución de problemas.
- Promover en el alumno el desarrollo de la capacidad de abstracción, la capacidad de relacionar esquemas de solución con la resolución de problemas algorítmicos haciendo hincapié en el método científico.
- Analizar, Sistematizar, Programar y Procesar distintos problemas de tipo técnico-científicos para que dichos conocimientos resulten útiles al alumno tanto en el desarrollo de la carrera como en la actividad profesional.
- Sustentar la estrategia de enseñanza y de aprendizaje de los conceptos y procedimientos en los recursos tecnológicos como mediadores de los procesos y las habilidades cognitivas a inducir en el alumno.
- Comprender conceptos y técnicas de la disciplina que en su presente académico y su futuro profesional habilite al alumno a interactuar en forma interdisciplinaria con pares y profesionales en informática sin problemas de comunicación. [5]

Contextualización de la Enseñanza y el Aprendizaje

Las computadoras electrónicas constituyen una herramienta esencial en muchas áreas: industria, gobierno, ciencia, educación...en realidad, en casi todos los campos de nuestras vidas. Uno de los objetivos fundamentales de las Ciencias de la Computación es la resolución de problemas con la computadora.

Los modelos funcionales, sistémicos, holísticos y homeostáticos hipotético-deductivos, mantienen una acomodación en estado de equilibrio determinando paradigmas que se suceden conformando la historia de la disciplina y sus teorías [7]. El reduccionismo metodológico (resolución de problemas siguiendo los

cuatro pasos: 1. Simplificar el problema descomponiéndolo en partes más simples mediante la eliminación de lo accesorio 2. Resolver y entender cada uno de estos problemas más simples 3. Componer las soluciones de estos problemas simples 4. Entender el todo, es decir, el problema original) en las Ciencias de la Computación se sustenta en una gramática y una máquina abstracta como la de Alan Mathison Turing, con la que formalizó los conceptos de algoritmo y computación. Turing además formuló su propia versión de la hoy ampliamente aceptada tesis de Church-Turing, la cual postula que cualquier modelo computacional existente (paradigma de programación) tiene las mismas capacidades algorítmicas, o un subconjunto, de las que tiene una máquina.

La práctica de la Ingeniería, como disciplina tecnológica, requiere capacidad creativa para inventar soluciones a los problemas y para utilizar múltiples criterios en la evaluación de las soluciones; es decir, el ingeniero debe ser capaz de identificar las características básicas de los problemas que tenga que resolver y diseñar buenas soluciones a los problemas. Una de las formas de garantizar la calidad de las soluciones es aplicar para la resolución de problemas el proceso PDCA ("Plan-Do-Check-Act"), también conocido como Ciclo de Deming, Ciclo de Shewhart, Rueda de Deming o Plan-Do-Study-Act, un proceso iterativo de cuatro pasos consistente en planificar: establecer los objetivos y procesos necesarios para obtener resultados de acuerdo a las especificaciones, hacer: implementar el proceso, verificar: monitorear y evaluar los procesos y resultados en relación a los objetivos, y actuar: revisar los pasos y modificar el proceso para mejorarlo antes de su próxima aplicación. [2]

La enseñanza y el aprendizaje de la materia Computación se aborda focalizando la estrategia de enseñanza y de aprendizaje en el principio procedimental para la creación de programas, el cual se sustenta en el proceso de resolución de problemas del matemático George Polya que consta de cuatro fases: 1) Comprender el problema. 2) Idear un plan (formular una estrategia general). 3) Ejecutar ese plan (formular una prueba detallada). 4) Mirar hacia atrás (verificar los resultados), como se muestra en la Figura 1. [5]

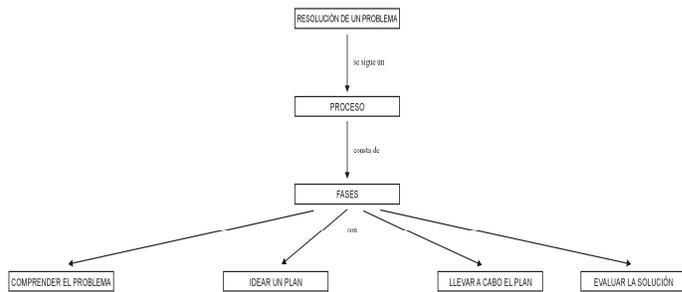


Figura 1

En el marco del Modelo de Polya aplicado al ámbito de la construcción de programas, el Docente inicia al Alumno en el conocimiento operativo necesario para la creación de un programa Pascal (parte práctica de la materia). El Docente interactúa con el Alumno y juntos navegan en forma evolutiva a través de las fases del proceso para desarrollar un programa hasta completarlas: 1) Análisis. 2) Diseño. 3) Codificación. 4) Evaluación, como puede visualizarse en la Figura 2. [5]

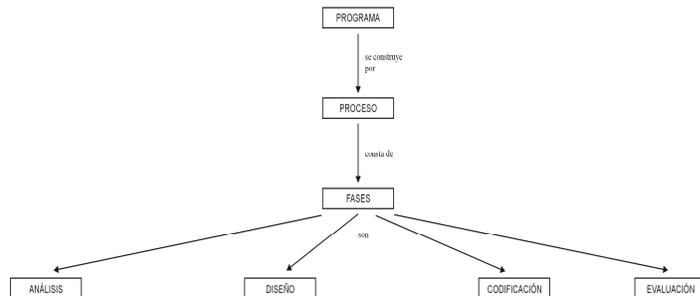


Figura 2

En la Figura 3 se representa el esquema detallado del proceso, en el contexto de la creación de programas, por medio de un Mapa Conceptual. Se presenta el Mapa Conceptual como el instrumento que, utilizado en forma iterativa durante el curso para la enseñanza y el aprendizaje de cada nueva herramienta de

programación a manera de ciclo, permite el desarrollo del contenido (el qué y el cómo enseñar y aprender) en forma evolutiva e incremental, teniendo como eje la mediación electrónica y atendiendo a los procesos y habilidades cognitivas implicados. [5]

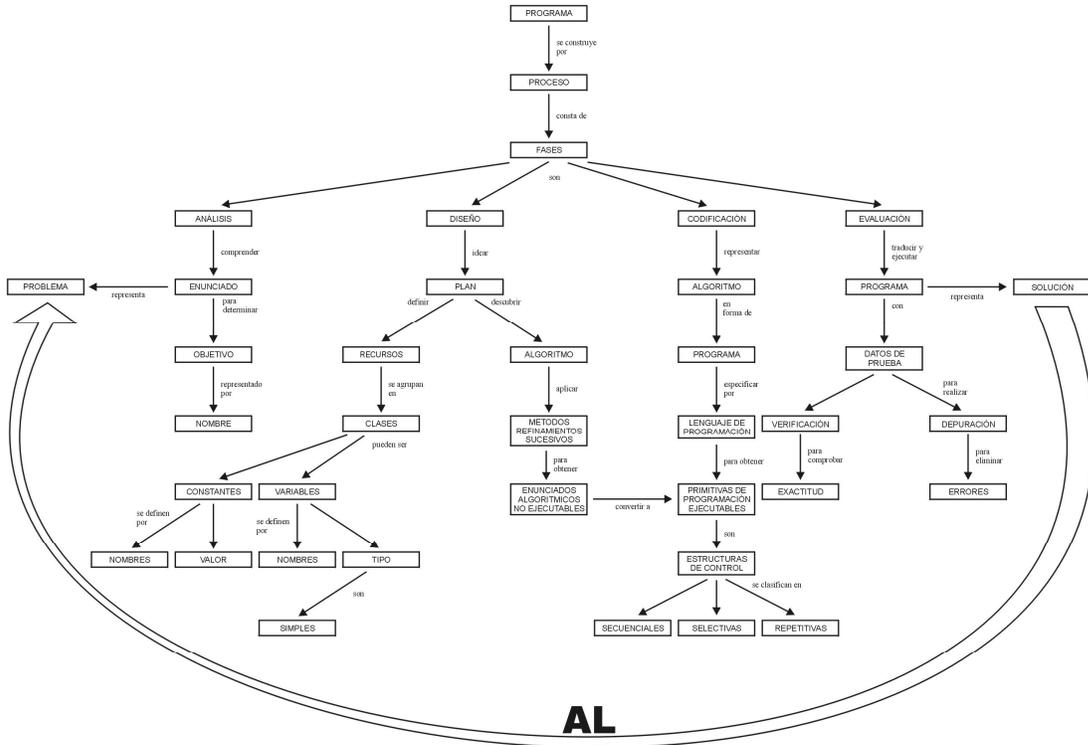


Figura 3

Teoría Triárquica de la Inteligencia

El profesor R J. Sternberg (1949-), una de las personalidades científicas más destacadas en el panorama psicológico mundial, es bien conocido por la formulación íntegra de la llamada Teoría Triárquica de la Inteligencia y por ser uno de los principales impulsores del movimiento renovador del estudio de la inteligencia humana. Sus intereses se centran en el estudio de la inteligencia desde el punto de vista de la moderna psicología cognitiva.

La Teoría Triárquica de la Inteligencia considera tres aspectos [3]:
A.-La relación de la inteligencia con el mundo interno del individuo: los componentes de la inteligencia

La Teoría Triárquica de la Inteligencia pretende describir la relación de la inteligencia con el mundo interno del individuo a través de los componentes o procesos mentales que están implicados en el pensamiento. Estos componentes son de tres tipos: 1) metacomponentes, 2) componentes de ejecución, y 3) componentes de adquisición del conocimiento. Los metacomponentes son los procesos ejecutivos usados para planificar, controlar y evaluar la solución de los problemas o tareas. Los componentes de ejecución son los procesos de nivel más bajo de todos los procesos implicados en hacer efectivos (o ejecutar) todos los mandatos de los metacomponentes. Y los componentes de adquisición del conocimiento son aquellos procesos utilizados, en primer lugar, para aprender a solucionar los problemas. Estos tipos de componentes son altamente interdependientes como se puede ver en la Figura 4.

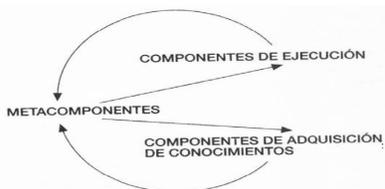


Figura 4

B. La relación de la inteligencia con la experiencia individual: facetas de la inteligencia humana

Los tres tipos de componentes de procesamiento de la información se aplican a tareas y situaciones que varían en cuanto a los niveles de experiencia individual para con ellos. Cuando la tarea se presenta por primera vez es novedosa. Por medio de sucesivas experiencias se va automatizando. En la Figura 5 se muestra la relación entre tareas novedosas y automatizadas.

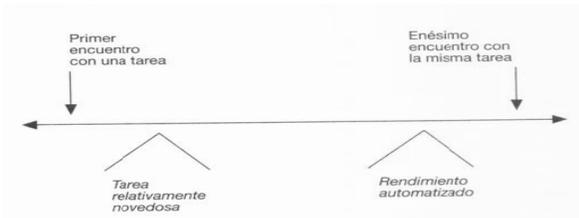


Figura 5

C. El contexto de la inteligencia: funciones del autogobierno mental

En esta teoría, la inteligencia cotidiana, de cada día, se define «como la finalidad adaptativa a, selección de, y modificación de los ambientes del mundo real que son relevantes en nuestra vida y para nuestras aptitudes». Primero se elige la adaptación y, si ésta falla, se opta por la selección o moldeamiento. Se puede observar en la Figura 6 las relaciones entre adaptación, selección y moldeamiento.

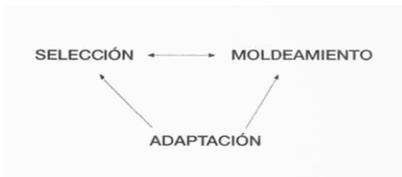


Figura 6

Otra visión de la Propuesta Educativa

El objetivo didáctico de la Propuesta es la utilización del Mapa Conceptual por los dos tipos de usuario que intervienen en el Modelo Interactivo: El Docente y el Alumno.

La función del Mapa Conceptual en la estrategia didáctica consiste en el uso:

- Por parte del Docente, como herramienta de enseñanza del contenido temático, porque el Mapa representa el proceso de creación de un programa; y de aprendizaje, porque el Mapa constituye el soporte para introducir el nuevo conocimiento en cada clase.
- Por parte del Alumno, como guía para el desarrollo de un programa, realizando el tránsito cognitivo a través del Mapa desde la presentación del problema (enunciado) hasta la obtención de la solución (programa).

La utilización del Mapa Conceptual como material educativo estratégico, en cuanto a la actividad cognitiva del alumno, permite alcanzar los siguientes objetivos:

- Promover el aprendizaje constructivista.
- Explicitar, clarificar, dar sentido, elaborar, organizar, estructurar la información, proveer recursos, entrenar y motivar al Alumno para facilitar los procesos de atención, percepción, almacenamiento y recuperación, repaso y refuerzo del conocimiento (modelo de la memoria de dos almacenes). [6]
- Activar el desarrollo de habilidades cognitivas **analíticas**: *definición* de la naturaleza de un problema (observación, comprensión, interpretación, comparación, relaciones concretas-abstractas, relaciones implícitas-explicitas, identificación de vacíos en la información, “identifique el problema”), *selección* de una representación mental para el problema, de los componentes o pasos para resolverlo (clasificación), de una estrategia para ordenar los componentes en la resolución del problema (ordenación), *distribución* de los recursos mentales (“actúe con lo que se tiene”), *implementación* del plan estableciendo relaciones de jerarquías entre los componentes (“evalúe las perspectivas”), *monitoreo* de la solución (“reitere el problema”), *síntesis*, *razonamiento* (deductivo, inductivo, crítico), *reflexión* metacognitiva (“¿está atascado! reimponga la solución”); **creativas**: *identificación* de componentes automatizados (entrenamiento resolución de problemas típicos simples, “ataque de los problemas auxiliares”), *relación* de la información nueva con la disponible o existente (“busque problemas relacionados”), *búsqueda* de nuevos elementos o extensiones, *identificación* de

relaciones no evidentes, *aplicación* de la técnica a situaciones novedosas (capacidad resolución de problemas originales complejos), *creación, invención, exploración, descubrimiento, imaginación, suposición*; **prácticas**: *aplicación* del conocimiento a problemas de la vida cotidiana, *detección* de los aspectos prácticos del nuevo conocimiento, *implementación* de informaciones recientemente adquiridas, *identificación* de las fortalezas y debilidades para enfrentar las dificultades y tratar con ellas. [1] [4]

Conclusiones y Trabajo Futuro

La propuesta de enseñanza y aprendizaje expuesta: 1) Posibilita el acercamiento al rol del Docente facilitador del aprendizaje en el Alumno y el alejamiento del rol del Docente transmisor del conocimiento pues el Mapa Conceptual ayuda al Docente a enseñar y presentar de manera explícita, directa, continua e integrada el nuevo conocimiento [8]. 2) Contribuye al logro del aprendizaje efectivo en los alumnos de los conceptos y procedimientos para la creación de programas, al darle sentido, organización (distribución jerárquica) y elaboración a la información nueva relacionándola explícitamente con la información previa a través del Mapa Conceptual (almacenamiento y recuperación memoria largo plazo)[6]. 3) Promueve el aprendizaje cooperativo y la participación activa del alumno en la construcción de su conocimiento, desarrollando habilidades analíticas, creativas y prácticas mediante la resolución de problemas con la computadora [4]. 4) Facilita la comprensión en el Alumno del conocimiento procedimental y operativo pues el material educativo lo asiste en la aplicación del método científico de resolución de problemas a través de cada fase del proceso de creación de un programa. 5) Focaliza el aprendizaje de la resolución de problemas con la computadora no solamente en base a los principios de algoritmia y programación para obtener un resultado sino también como un medio para entrenar a los alumnos en la elaboración de nuevas y cada vez más eficientes estrategias para decidir y actuar, partiendo de un pensamiento autónomo, creativo, crítico y productivo. “El pensamiento productivo produce la solución del problema; el pensamiento creativo produce medios para resolver problemas futuros” [1].

Se considera reformular la propuesta en un futuro cercano para migrar a un Mapa Conceptual Hipermedial que contribuya más efectivamente al despliegue de procesos y habilidades cognitivas en el Alumno.

Bibliografía

- [1] *Información sobre Solución de Problemas: El Problema se resuelve Aplicando el método de Polya a un Trabajo de Referencia*. Perichinsky, G. (desarrollado de los escritos de George Polya). 2007. Base de Conocimiento Proyecto I015. UBACYT.
- [2] *Concepto factual de Walter Andrew Shewhart y Ciclo de Calidad: Basados en el Conocimiento y Objetivos lograr la Acción Sistémica para la Solución*. Perichinsky, G. (desarrollado de los escritos de George Polya). 2007. Base de Conocimiento Proyecto I015. UBACYT.
- [3] *Síntesis de la Teoría Triárquica de la Inteligencia Humana formulada por R .J. Sternberg*. Jiménez Rey, E. (desarrollado de los escritos de Robert Sternberg). 2007. Base de Conocimiento Proyecto I015. UBACYT.
- [4] *Pensamiento analítico, creativo y práctico*. Malbrán, M. (síntesis desarrollada para el Seminario sobre Psicología Cognitiva Aplicada a la Informática Educativa). 2007. Maestría en Informática Aplicada en Educación. Facultad de Informática. UNLP.
- [5] *Un Enfoque Procedimental para la Enseñanza de Computación en Carreras de Ingeniería*. Jiménez Rey, E. 2005. Proceedings de las Primeras Jornadas de Educación en Informática y TICs en Argentina, JEITICs 2005. (pp 35-39). Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires, Argentina.
- [6] *Teorías del aprendizaje*. Schunk, D. 1997. Capítulo 5. Prentice – Hall Hispanoamérica. México.
- [7] *Las desventuras del conocimiento científico*. Klimovsky, G. 1994. A-Z. Buenos Aires.
- [8] *Capacidad de resolución de problemas*. Chi, M. y Glaser, R. 1986. En: Sternberg, R. Las capacidades humanas. Un enfoque desde el procesamiento de la información. Labor Universitaria. Barcelona:

Un proyecto de docencia, extensión e investigación en la asignatura “Modelos y Simulación”

Sonia I. Mariño y María V. López

Departamento de Informática. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura.
Universidad Nacional del Nordeste. 9 de Julio N° 1449. CP: 3400. Corrientes. Argentina.
TE: (03783) 423126. e-mail: msonia@exa.unne.edu.ar; mvlopez@exa.unne.edu.ar

RESUMEN

La asignatura "Modelos y Simulación" es una asignatura optativa en el Plan de estudios de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional del Nordeste. El objetivo general de la asignatura es proporcionar una formación sólida en el manejo de los conceptos y técnicas utilizados en la simulación de sistemas mediante el procesamiento digital de modelos matemáticos.

En este trabajo se describe un proyecto de docencia, extensión e investigación desarrollado en la mencionada asignatura.

Las acciones conjuntas del plantel docente proporcionan a los alumnos una sólida formación en los conocimientos fundamentales para modelizar y simular situaciones basadas en casos reales empleado las potencialidades ofrecidas por la computadora. Se propicia un ámbito de formación continua en temas específicos de la asignatura, aplicación de las tecnologías de la información y comunicación plasmadas en innovaciones pedagógicas -complementarias para acompañar el proceso de enseñanza-, elaboración de materiales didácticos en diversos formatos e integración de temas abordados en la asignatura con otras disciplinas, otros dominios del conocimiento y/o la práctica profesional.

Se mencionan los resultados concretados, las líneas de trabajo y las acciones previstas con el propósito de consolidar un equipo de recursos humanos altamente calificados.

Palabras clave: educación superior, modelos y simulación, formación de recursos humanos.

1. INTRODUCCIÓN

La formación universitaria sin duda tiene la misión de ayudar a ordenar, seleccionar, clasificar, comprender la información y decodificarla. Tiene en definitiva la misión de capacitar a los futuros profesionales tornándolos competentes, responsables y reflexivos frente al mundo de la información y sus problemas (Estayno et al, 2005).

Perez Lindo et al. (2005) mencionan que la Universidad es la institución donde se producen, se contrastan y se fundamentan los conocimientos a través de comunidades científicas y profesionales.

La asignatura Modelos y Simulación, objeto de estudio del presente trabajo, pertenece al Plan de estudios de la Carrera de Licenciatura en Sistemas de Información, de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (Universidad Nacional del Nordeste). Esta asignatura nació con la puesta en marcha de la Carrera de Licenciatura en Sistemas (Plan anterior) en el año 1988, y tuvo siempre el carácter de optativa, entre las asignaturas: “Introducción al diseño digital y los microprocesadores”, “Computación gráfica” y “Diseño de compiladores y traductores”, implementadas recientemente.

Los docentes de la asignatura iniciaron su actividad académica en esta asignatura, y poseen una trayectoria de doce años participando activamente en el desarrollo de la misma, elaborando numerosas propuestas y aplicando seguimientos en las distintas cohortes como se mencionan en los trabajos realizados por las autoras entre 1999 a 2007 (López et al., 1999), (Pace et al., 1999), (López et al., 2000), (Mariño y López, 2001), (López y Mariño, 2002a), (López y Mariño, 2002b), (Mariño, 2002), (Mariño y López, 2002a), (Mariño y López, 2002b), (López y Mariño, 2003), (López, 2004), (López y Mariño, 2004), (Caballero et al., 2005), (López, 2005), (Mariño, 2005),

(Mariño y López, 2005), (López, 2006), (López y Mariño, 2007), (Mariño y López, 2007). Se tiene como objetivo el logro del mayor grado de coherencia entre los objetivos, las estrategias metodológicas y los contenidos de la misma.

El objetivo general de la asignatura es proporcionar una formación sólida en el manejo de los conceptos y técnicas utilizados en la simulación de sistemas mediante el procesamiento digital de modelos matemáticos. Se enfatiza la búsqueda y solución de problemas científicos y profesionales aplicando técnicas específicas.

Para cumplimentar el objetivo general se establecen los siguientes objetivos de cátedra que son concretados mediante las actividades definidas: i) Organizar, coordinar y trabajar en conjunto con los integrantes de la asignatura “Modelos y Simulación”, para proporcionar a los alumnos una sólida formación en el manejo de los conceptos y técnicas empleadas para simular modelos matemáticos. ii) Elaborar materiales didácticos de apoyo para la asignatura. iii) Diseñar, desarrollar e implementar innovaciones pedagógicas, mediante la elaboración de espacios virtuales tendientes a apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los temas abordados en las instancias presenciales. iv) Formar recursos humanos mediante: la dirección de alumnos realizando Trabajos Finales de Aplicación (TFA), la incorporación de pasantes, becarios y/o adscriptos; la coordinación de las actividades desempeñadas por el personal docente, y la promoción de actividades de docencia, extensión y/o investigación aplicada. v) Propiciar actividades de extensión, plasmadas en proyectos de capacitación y actualización, orientados a alumnos universitarios y graduados interesados en las técnicas de modelado y simulación. vi) Generar espacios favorecedores de formación y/o actualización inter-cátedras, inter-áreas y/o inter-departamentos. vii) Desarrollar acciones de servicios y transferencias en asignaturas, departamentos, institutos de la Facultad, la Universidad y/o el medio. viii) Elaborar escritos de difusión y/o publicaciones.

En Mariño y López (2007) se mencionan las estrategias didácticas aplicadas con el objeto de cumplimentar la planificación prevista.

En este trabajo se describen las actividades desarrolladas en el marco de un proyecto, cuyos temas centrales son el diseño y elaboración de herramientas complementarias para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, plasmados en materiales didácticos e innovaciones pedagógicas.

2. AVANCES y RESULTADOS OBTENIDOS

En esta sección se mencionan los resultados obtenidos en la ejecución del proyecto y los avances logrados.

2.1. Elaboración de material didáctico. Desde el año 1999, se trabaja con los integrantes de la asignatura en el diseño, desarrollo y actualización de los materiales didácticos empleados como recursos en el dictado de la misma. Con la incorporación de la carrera de Licenciatura en Sistemas de Información a la RED UNCI, y previendo el próximo proceso de Acreditación, se tiene previsto someter los contenidos abordados a una constante evaluación en pro de enseñar las tendencias de la modelización y simulación acordadas por la mencionada red. El material didáctico de apoyo a la asignatura, consiste en los denominados documentos de cátedras, en guías impresas y material didáctico interactivo. Se continuará con la elaboración de guías de trabajos prácticos de laboratorio. Estas guías serán sometidas a un continuo proceso de validación con el objeto de mejorarlas y lograr los resultados esperados. Desde el año 2005, las producciones son recopiladas y compiladas en un CD interactivo, entregado como material complementario. Actualmente, el personal docente de la asignatura se encuentra elaborando un cuaderno didáctico, que aborda los contenidos teóricos e incluye aplicaciones prácticas de los temas tratados.

2.2. Innovaciones pedagógicas. Se ha diseñado, desarrollado e implementado un entorno virtual favorecedor de los temas abordados en el dictado de las clases expositivas y de las clases de trabajos prácticos de laboratorio. Existe una diversidad de herramientas informáticas las cuales facilitan la construcción de entornos virtuales. Se han evaluado las más adecuadas atendiendo a las disponibilidades de recursos para el acceso a las mismas por parte de los alumnos. Actualmente se

encuentran ampliamente difundidos los espacios virtuales accesibles desde la web. Sin embargo, es imprescindible evaluar las posibilidades reales de acceso a los mismos por los potenciales usuarios, los estudiantes. Es por ello que se propone el desarrollo e implementación de espacios virtuales basados en plataformas web y los denominados CD-ROM interactivos. Es de destacar que la incorporación de simuladores de los temas abordados en las unidades de la asignatura, constituyen elementos favorecedores orientados a afianzar la comprensión de los mismos, ya que en algunas situaciones la interpretación de un procedimiento puede resultar dificultosa de entender. Otro aspecto importante a mencionar, son las acciones de difusión para lograr el uso adecuado de los denominados entornos virtuales. En este sentido, es importante asegurarse que los estudiantes conozcan las características y posibilidades que estas herramientas ofrecen para obtener el máximo beneficio en pro de acrecentar y/o afianzar sus conocimientos.

2.3. Actividades de extensión. Desde el año 1997, se participa en actividades de extensión en la Unidad Académica, a través del Laboratorio de Programación Multimedial, que surgió como proyecto conjunto de las cátedras “Modelos y Simulación” e “Introducción a la Informática”. Desde el año 2005 se integra proyectos de extensión acreditados en el marco del Programa de Extensión “La Universidad en el Medio” de la UNNE. Actualmente, se están evaluando alternativas para la transferencia de productos generados en el ámbito de la asignatura a otros espacios de acción.

2.4. Difusión de las actividades y resultados alcanzados. Los resultados alcanzados en las distintas etapas de la puesta en marcha del plan de actividades, especialmente las innovaciones pedagógicas propuestas, se difundieron en distintos eventos como congresos o reuniones científicas, reuniones académicas y/o tecnológicas y revistas, dando a conocer las actividades en el ámbito nacional y/o internacional. En estos trabajos, que se encuentran citados en la sección 1 de este trabajo, se describieron estrategias, innovaciones y el empleo de herramientas de software presentadas en diversos formatos como complemento del proceso de enseñanza–aprendizaje de la modelización y simulación de problemas, en la mencionada cátedra.

2.5. Dictado de cursos semipresenciales o con modalidad b-learning. Los contenidos y materiales didácticos elaborados en la asignatura constituyen la base para el dictado de una asignatura de la Carrera del Ciclo de Articulación “Licenciatura en Sistemas de Información”, Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Departamento de Informática. Universidad Nacional de Misiones.

2.6. Acciones de investigación aplicada, desarrollo y transferencia. Esta línea de trabajo se concreta en: i) Búsqueda, selección y evaluación de herramientas de programación de software libre o propietario para la generación de modelos de simulación. Entre las herramientas de software libre se mencionan los productos Octave y Java, cuyas primeras experiencias fueron realizadas con alumnos en el segundo semestre del año 2007. En referencia a herramientas propietarias se continuó trabajando con el producto Mathematica, previéndose la introducción de MatLab en las clases de laboratorio. ii) Identificación de problemas reales para su tratamiento con la metodología de modelado y simulación. Los problemas se sintetizaron para su tratamiento por parte de los alumnos en una primera etapa. iii) Elaboración de un repositorio o biblioteca digital especializada de “casos de estudio de modelos y simulaciones”. Reconociendo la importancia que tiene la presentación de distintas problemáticas basadas en situaciones reales y a los efectos de avanzar en el desarrollo del pensamiento crítico y autónomo, los trabajos de seminario presentados por los alumnos, con el seguimiento de los docentes, se recopilan, y manteniendo la autoría, se inició en el año 2007 la elaboración del reservorio de materiales y conocimientos de la temática.

2.7. Formación de recursos humanos. La formación de recursos humanos en el ámbito académico es un punto considerado esencial. Se propicia la formación de recursos humanos, mediante la ejecución de actividades desempeñadas por el personal docente de la cátedra, adscriptos, becarios, jóvenes profesionales y alumnos, interesados en iniciarse en la docencia, investigación y/o extensión. Desde la cátedra se desarrollan las siguientes actividades: i) Seleccionar temas de interés para la organización de cursos, talleres y seminarios. ii) Coordinar y

participar en el desarrollo de los cursos, talleres y seminarios en el ámbito de la Facultad. iii) Coordinar y participar en la organización y dictado de cursos para organizaciones de la región, atendiendo a la reglamentación de Servicios a Terceros y/o Programa de Extensión “La Universidad en el Medio”. iv) Incentivar el empleo adecuado de las herramientas informáticas en los alumnos que cursan la asignatura, promoviendo la iniciación en la carrera docente. v) Planificar y desarrollar seminarios de cátedra abordando temas tratados en la asignatura o buscando aplicaciones de la simulación de modelos. vi) Definir y dirigir las actividades de adscriptos, pasantes no rentados y/o becarios de prestación de servicios. vii) Generar un ámbito de investigación aplicada, transferencia y/o extensión, incorporando en las actividades a los integrantes de la asignatura. viii) Actualmente se dirigen los Trabajos finales de Aplicación de tres alumnos de la Licenciatura en Sistemas. A continuación se mencionan los mismos: i) Nancy Lilian Bogado. Nombre del Trabajo: “Software interactivo para el aprendizaje de modelos de existencias”. ii) Cristian Carrillo. Nombre del Trabajo: “Software interactivo para el aprendizaje de números pseudoaleatorios y pruebas de hipótesis”. iii) Laura Roxana Fusz. Nombre del Trabajo: “Desarrollo de un software educativo para el aprendizaje de modelos de colas de espera”.

3. CONCLUSIONES

A modo de síntesis, se comenta que se prevé continuar el trabajo en conjunto con los integrantes de la cátedra: docentes, adscriptos y alumnos que realizan el Trabajo Final de Aplicación de las carreras de Licenciatura en Sistemas y Licenciatura en Sistemas de Información. Se tiene previsto incorporar alumnos, becarios con prestación efectiva de servicios y/o pasantes. Las acciones conjuntas y coordinadas proporcionarán a los alumnos una sólida formación en los conocimientos fundamentales para modelizar y simular situaciones basadas en casos reales, empleando las potencialidades ofrecidas por la computadora.

Se propicia un ámbito de formación continua en temas específicos de la asignatura, aplicación de las tecnologías de la información y comunicación plasmadas en innovaciones pedagógicas (alternativas complementarias para acompañar el proceso de enseñanza), elaboración de materiales didácticos en diversos formatos e integración de temas abordados en la asignatura con otras disciplinas, otros dominios del conocimiento y/o la práctica profesional.

Asimismo, se favorecerá la formación de recursos humanos y un ámbito de actualización para los integrantes de la asignatura, mediante la realización de seminarios relacionados con temas vigentes, en los cuales se desempeñarán como asistentes y/o disertantes.

4. REFERENCIAS

- Caballero, M. C., Mariño, S. I. López. M. V. (2005). "Software para el aprendizaje de las técnicas de modelado y simulación". I Congreso en Tecnologías de la Información y Comunicación en la Enseñanza de las Ciencias TICEC05, Universidad Nacional de La Plata, Bs As, Argentina.
- Estayno, M., Grinsztajn, F. (2005): "Hacia un nuevo paradigma en la formación de profesionales de informática y TICS". Primeras Jornadas de Educación en Informática y TICs. RED UNCI.
- López. M. V., Mariño, S. I. y Petris R. H. (1999): "Un análisis comparativo de generadores de números Pseudoaleatorios en Mathematica 3.0". Revista de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. UNNE. ISSN: 0325-4216 - Vol.15- pgs. 119-136.
- López. M. V., Mariño, S. I. y Petris R. H. (2000): "Desarrollo de modelos de simulación en Mathematica". Reunión Anual de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2000. UNNE..
- López. M. V., Mariño, S. I. (2002a): "Software interactivo para la enseñanza-aprendizaje de muestras artificiales de variables aleatorias continuas". VIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2002). Red UNCI. Universidad de Buenos Aires. Bs As, Argentina.
- López. M. V., Mariño, S. I. (2002b): "Aplicación del método de montecarlo para el cálculo de integrales definidas". IV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2002). Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Bs As, Argentina.

- López. M. V., Mariño, S. I. (2003): "Pruebas de hipótesis para generadores de números pseudoaleatorios". IX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2003). Red UNCI. Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Bs As, Argentina.
- López. M. V. (2004): "Simulación de variables climáticas en java. Un ejemplo práctico". V Encuentro Regional de Docentes de Matemática. FACENA. UNNE
- López. M. V., Mariño, S. I. (2004): "Desarrollo de software como estrategia para afianzar el aprendizaje en la asignatura "Modelos y Simulación". Reunión Anual de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2004. UNNE.
- López. M. V. (2005): "Software para la generación de variables aleatorias empleadas en simulación". Anales del VII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Río Cuarto, Córdoba. ISBN: 950-665-337-2.
- López. M. V., (2006). "Software de simulación de un modelo de inventario". Anales del VIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Morón, Buenos Aires, ISBN: CD: ISBN13: 978-950-9474-35-2. Obra impresa: ISBN13: 978-950-9474-34-5.
- López. M. V., Mariño, S. I. (2007): "Desarrollo y evaluación de un modelo *b-learning* de enseñanza-aprendizaje en una asignatura de la carrera de sistemas". Anales del Congreso EDUTEC 2007. Bs As, Argentina.
- Mariño, S. I., López. M. V. (2001): "Aprendizaje de muestras artificiales de variables aleatorias discretas asistido por computadora". VII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2001). Red UNCI. UNPA. El Calafate, Santa Cruz, Argentina.
- Mariño, S. I. (2002): "Un paquete de Mathematica para el aprendizaje de métodos de muestras artificiales de variables aleatorias no uniformes". IV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2002). Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Bs. As, Argentina.
- Mariño, S. I. López. M. V. (2002a): "Desarrollo de Programas Educativos para el modelado y la Simulación de Sistemas. Algunos Estudios de Casos". IV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2002). Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Bs As, Argentina.
- Mariño, S. I. López. M. V. (2002b): "Entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje: el proyecto de la asignatura "Modelos y Simulación"". VIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2002). Red UNCI. Universidad de Buenos Aires. Bs As, Argentina,
- Mariño, S. I. (2005): "Software para modelizar y simular sistemas en Java". VII Simposio de Educación Matemática, FACENA. UNNE.
- Mariño, S. I., López. M. V. (2005): "Asignatura Modelos y Simulación. Material didáctico Año 2005." Material didáctico (versión en CD-ROM e impresa) utilizado como complemento al proceso de enseñanza-aprendizaje. Res. N° 2320/05 C.D. FACENA. UNNE.
- Mariño, S. I. y López. M. V. (2007): "Aplicación del modelo *b-Learning* en la asignatura "Modelos y Simulación de las carreras de sistemas de la FACENA- UNNE". EDUTEC: Revista Electrónica de Tecnología Educativa. España. ISSN: 1135-9250. Núm. 23. En: <http://edutec.rediris.es/Revelec2/revelec23/revelec23.html>
- Pace, G. J. López, M. V. Mariño, S. I. Petris, R. H. (1999): "Programación de un paquete de simulación con Matemática". Reunión Anual de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 1999. UNNE.
- Pérez Lindo A., Ruiz Moreno, L. Varela, C., Grosso, F., Camós, C., Trottini, A, M, Burke, M. L. y Darin, S. (2005): "Gestión del conocimiento. Un nuevo enfoque aplicable a las organizaciones y la universidad". Grupo Editorial Norma. Bs. As.

Líneas de Investigación del Laboratorio de Informática Educativa y Medios Audiovisuales. FIUBA.

Zulma Cataldi, Fernando Lage

Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires. FIUBA.
C1063ACV. Paseo Colón 850 Cuarto Piso.
Teléfono 54-11-4343-0891 Interno 142: liema@fi.uba.ar

I. Introducción

El Laboratorio de Informática Educativa y Medios Audiovisuales (LIEMA) fue creado hace casi una década buscando generar proyectos de investigación centrados en la aplicación de la tecnología informática en educación y el uso de la tecnología para el mejoramiento de la enseñanza universitaria. De este modo se constituye en un ámbito propicio para que los estudiantes de grado y posgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires puedan realizar sus trabajos finales y de tesis en alguna de sus líneas de investigación.

II. Líneas de Investigación

Se desarrollan desarrolla tres líneas de investigación que se enfocan en:

1) *Enseñanza de la algoritmia en ingeniería*, 2) *Sistemas Tutores Inteligentes* y 3) *Tecnología informática en educación*, que se describen a continuación:

1) Enseñanza de la algoritmia en ingeniería

Esta línea de investigación se orienta en la búsqueda de las formas de enseñanza más adecuadas que faciliten los aprendizajes de los estudiantes de las carreras de ingeniería en asignaturas básicas, tales como Computación y Algoritmia. Se propicia el trabajo grupal en forma cooperativa y colaborativa mediado a través de tecnología informática y de redes orientado a la promoción aprendizajes más duraderos que conlleven al desarrollo de las competencias que los estudiantes requerirán en su mundo laboral. En esta línea se han trabajado en los siguientes proyectos:

a) *Enseñanza de la Tecnología: Sus Concepciones en la Universidad*, UBACYT 2004-2007 (I034) con prórroga 05-2008. En este proyecto analiza cómo enseñan los docentes ingenieros desde su concepción de la tecnología. A partir de la valoración de casos concretos, se busca por un lado, conocer las concepciones didácticas y epistemológicas de profesores ingenieros para construir categorías didácticas que resulten un aporte para la enseñanza de las ingenierías y, por otro lado, a partir de las categorías construidas inductivamente desde una perspectiva cualitativa, histórica y social, orientar la acción pedagógica de los docentes ingenieros [9,23,24]. Este proyecto se desarrolló con el Grupo de Investigación para la Enseñanza de la Tecnología en la Universidad de la FIUBA dirigido por la MD Julia Denazis de la Secretaría Académica de FIUBA.

b) *Estilos de aprendizaje y estilos de enseñanza en las ingenierías*. 2005-2006. VAPRBA 429T (LIE-FI-0404). Esta investigación se encara debido al alto grado de desgranamiento observado a lo largo de las carreras de ingeniería y en especial por el índice de deserción grande en el primer año. Esto se debe a diversas causas, las que en muchos casos se combinan para producir estos efectos. Dentro de las ingenierías, Informática es una de las carreras con mayor población y no está exenta de esa

problemática. Se tomó como base los trabajos del Dr. Roger Felder de la Universidad de Carolina del Norte, quien determinó en sus investigaciones en alumnos de ingeniería que el rendimiento académico de los estudiantes mejoraba cuando la práctica docente estaba orientada hacia el estilo de aprendizaje de los mismos. Esto significa buscar evidencias para orientar las prácticas en función de los estilos resultantes. Actualmente se está clasificando la población estudiantil en ingeniería según su estilo de aprendizaje. Esta información correlacionada con los resultados del rendimiento académico, permitirá elaborar estrategias para el docente a fin de actuar sobre los grupos de interés [14, 17, 26, 30].

2) Sistemas Tutores Inteligentes

Los Sistemas Tutores Inteligentes (STI) comenzaron desarrollarse en la década de los 80, y fueron diseñados con la idea de proveer un conocimiento, basado en alguna forma de inteligencia que permitiera guiar al estudiante en su proceso de aprendizaje. Un tutor inteligente es un sistema software que emplea técnicas de inteligencia artificial para representar el conocimiento e interactúa con los estudiantes a fin de enseñárselo. En los 90, con los avances de la psicología cognitiva, las neurociencias y los nuevos paradigmas de programación, los STI han evolucionado de ser meras propuestas instruccionales a ser verdaderos ambientes de aprendizaje donde tienen lugar el descubrimiento de nuevos conocimientos y la experimentación, desde una visión constructivista del proceso de aprendizaje.

En esta línea se están ejecutando los proyectos siguientes:

a) *Metodología para diseño y evaluación de sistemas tutores inteligentes (LIE-FI-0401):*

Los STI no han recibido todavía una aceptación generalizada debido a la complejidad implicada en su diseño, lo que ha limitado su aplicación práctica, su desarrollo ha sido frenado por la falta de madurez en el área de la cognición humana y por lo que no ha sido posible modelarla computacionalmente dado que la complejidad de los modelos involucrados requiere un alto desempeño en términos de cálculos. Así, se busca definir un marco teórico que sustente el diseño y la evaluación de los STI, presentando las diferentes visiones existentes acerca de los diseños y desarrollos, desde un marco teórico general con base en la ingeniería de software, los sistemas inteligentes, la psicología cognitiva y las ciencias de la educación. De este modo se elaborará una extensión metodológica específica que cautele los aspectos para diseño de STI orientados al tutorizado para la resolución de problemas. Debido a ello, las investigaciones se orientan en la búsqueda de un *framework* de desarrollo. Hasta el momento se propuso una arquitectura de STI buscando identificar modelos del estudiante para la selección del tutorizado. Se ha investigado en el uso de redes neuronales para selección del protocolo pedagógico [10,17,18,20,22,32-37]. Este proyecto de investigación se desarrolla en cooperación con el Laboratorio de Sistemas inteligentes de la FI-UBA.

b) *Metodología de diseño de Sistemas Tutores Inteligentes con Tecnología de agentes. SeCyT 2005-2007. VAPRBA 432T.* Se delineó una metodología de diseño de STI (Sistemas Tutoriales Inteligentes), a través de agentes. Esta visión sostiene que la inteligencia genuina sólo es posible si se cuenta con un cuerpo situado dentro de un entorno, donde para interactuar con el medio ambiente, el agente debe ser capaz de percibir, razonar y actuar, es decir debe poseer sensores que le permitan recolectar información, a fin de convertir esa información en conocimiento para alcanzar su objetivo razonando y actuando para modificar el entorno. La investigación en metodologías orientadas a agentes es un campo incipiente. Debido a la relación del paradigma de la orientación a agentes con la orientación a objetos y con los sistemas basados en conocimiento las metodologías orientadas a agentes no han surgido como metodologías totalmente nuevas, sino que se han planteado como extensiones tanto a metodologías existentes. Finalmente, un STI, a través del cual se ha capturado la experticia de los especialistas, podrá

ayudar a la formación de los novatos, adecuando estrategia didáctica que mejor responda a las características del aprendiz en cualquier área del conocimiento: por ejemplo, desde educación a *intelligent business* [3,12,16,21]. Este proyecto de investigación se desarrolla en cooperación con SeCyT-UTN-FRBA.

3) Tecnología informática en educación

a) *Sistemas inteligentes para la predicción del comportamiento de los estudiantes y diagnóstico* (LIE-FI-0407). Se piensa que las redes neuronales son una herramienta adecuada para llevar a cabo esta predicción y diagnóstico ya que no se detectaron herramientas informáticas aplicadas a este problema o similares. Se tomaron como datos los resultados de las evaluaciones de alumnos de Programación Básica y a partir de su análisis se buscó efectuar un diagnóstico para sugerir estrategias de refuerzo. De este modo, a partir de los primeros exámenes se podrían predecir futuros errores, sugiriendo la ejercitación correctiva a fin de mejorar su rendimiento, y encauzar su aprendizaje hacia conceptualizaciones incorporadas de forma más duraderas. A partir de los datos iniciales, el sistema debería ser capaz de predecir las próximas fallas de un alumno, y como consecuencia de esto, determinar cuál debería ser la siguiente secuencia de problemas y ejercicios que el estudiante debería realizar para mejorar. Esta investigación se transfirió a la Universidad de Morón para su ejecución conjunta en el área de matemáticas [8,14,18,25,29].

b) *Los aportes de la tecnología informática a la educación especial, El caso de la Escuela N° 9 Keoken de Río Turbio*. PPIT2. SeCyT-UART-UNPA. 2006-2008. 29/C024/2. Este proyecto busca describir e interpretar aquellos factores que facilitan el aprendizaje asistido por la tecnología informática en la educación especial, tomando como punto de partida el abordaje de las necesidades de una institución escolar. Su objetivo es dar a conocer los posibles aportes de la informática que, puestos en práctica desde la escuela, permitirán el desarrollo global de las personas, ofreciendo la posibilidad de desarrollar las capacidades intelectuales de cada una de ellas, independientemente de las dificultades físicas y/o mentales que puedan padecer. [1-2,4-6,11,31]. Este proyecto se ejecuta en la UART de la UNPA en convenio con FIUBA.

III. Formación de Recursos Humanos

A la fecha de esta comunicación se han radicado en el Laboratorio dos tesis de doctorado, seis tesis de magíster, catorce tesis de grado en tecnología educativa, ciencias aplicadas e ingeniería informática y los planes de investigación de tres docentes.

IV. Referencias

- [1] Alaniz, M.; Oyarzún, M., Sandoval, G.; Adolfo, S., Rivadeneira, G.; Cataldi, Z., García, M. y Salvo, S. 2006 *Los aportes de la tecnología informática aplicada a las necesidades educativas especiales de alumnos con discapacidad visual o auditiva*. 4ta. Jornada de Informática y Educación. 9-10 de noviembre. Villa María.
- [2] Alaniz, M.; Oyarzún, M.; Cataldi, Z.; Rivadeneira, G.; Sandoval, G.; Adolfo, S.; García, A.; Salvo, S. 2007. *Los aportes de la Tecnología Informática a las NEE de los alumnos con disminución auditiva y disminución visual*. IV Congreso Nacional y II Internacional de Investigación Educativa. Cipolletti. 18-20 de abril.
- [3] Calvo, P., Salgueiro, F; Cataldi, Z. y Lage; F. 2006. *Sistemas Tutores Inteligentes Multiagentes: Los agentes Docentes en el módulo tutor*. XII Argentine Congress on Computer Science. October 17-21. ISBN 950-609-050-5 Potrero de los Funes, Universidad Nacional de San Luis.
- [4] Cataldi, Z, Alaniz, M, Oyarzún, M., Sandoval, G., Adolfo, S. y Rivadeneira, G. 2007. Reflexiones sobre la gestión del cambio en la incorporación de tecnología informática en la educación especial. *Quaderns Digitals* ISSN 1575-9393 N° 47, junio, 14 páginas.

- [5] Cataldi, Z, Alaniz, M.; Oyarzún, M.; Sandoval, G. Adolfo, S. y Rivadeneira, G. 2007. *Gestión del cambio en el uso de tecnología informática en la educación especial. Un momento crítico*. EDUTIC. 29-31 de agosto. Buenos Aires. Hotel Panamericano.
- [6] Cataldi, Z, Alaniz, M.; Oyarzún, M.; Sandoval, G. Adolfo, S. y Rivadeneira, G. 2007. *La relación entre la Universidad y una escuela de Educación Especial*. II Jornadas Nacionales y I Latinoamericanas de Pedagogía Universitaria . 6 y 7 de setiembre. Universidad Nacional de San Martín.
- [7] Cataldi, Z., Calvo, P.; Salgueiro, F. y Lage, F. 2007. Diseño de Sistemas Tutores Inteligentes con tecnología de agentes: Los agentes Docentes en el módulo tutor. *RESI Revista Eletrônica de Sistemas de Informação*, ISSN 1677-3071. Edição 10, Nº1. Junio. Págs. 1-9.
- [8] Cataldi, Z., Figueroa, N.; Vigliecca, M.; Kraus, G.; Dominighini, C. y Lage, F. 2007. *Estilos de aprendizaje y estilos docentes en la enseñanza de la ingeniería*. II Jornadas Nacionales y I Latinoamericanas de Pedagogía Universitaria . 6 y 7 de setiembre. Universidad Nacional de San Martín.
- [9] Cataldi, Z., Lage, F., Denazis, J. y Alonso, A. 2006. Las TIC's en educación superior: Su implicancia en la enseñanza de ingeniería. *Quaderns Digitals* ISSN 1575-9393 Nº 44 diciembre. Págs. 1-13.
- [10] Cataldi, Z., Salgueiro, F., Lage, F. y García-Martínez, R. *Sistemas Tutores Inteligentes. Los Estilos del Estudiante para Selección del Tutorizado*. Proceedings del VII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Pág. 66-70. 2005.
- [11] Cataldi, Z.; Alaniz, M.; Oyarzún, M.; Sandoval, G.; Adolfo, S., Rivadeneira, G.; García, M. y Salvo, S. 2008. Posibilidades y perspectivas en el uso de TIC en la Escuela de Educación Especial Nº9 "Keoken" de Río Turbio. *Comunicación y Pedagogía*. Nro. 224 páginas 22-29. enero.
- [12] Cataldi, Z.; Calvo, P. y Lage, F. 2008. *Sistema Tutor Inteligente con Tecnología de Agentes: La Elección del Método de Enseñanza*. VII Jornadas Iberoamericanas de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento. Ecuador. 30-31 enero y 1 de febrero.
- [13] Cataldi, Z.; Figueroa, N. y Lage, F. 2007. *Tecnologías Inteligentes para predicción de la aptitud del alumno: Una visión desde la práctica docente*. EDUTEC 2007. UTN. 23-26 octubre. Buenos Aires.
- [14] Cataldi, Z.; Figueroa, N.; Méndez, P., Vigliecca, M.E; Kraus, G. A. y Lage, F. 2006. *Herramienta automatizada para la determinación de los estilos de aprendizaje en ingresantes a cursos de Programación Básica*. XII Argentine Congress on Computer Science. October 17-21. ISBN 950-609-050-5 Potrero de los Funes, Universidad Nacional de San Luis.
- [15] Cataldi, Z.; Kraus, G., Lage, F., Salgueiro, F.; Costa, G. Figueroa, N. 2007. *Los sistemas basados en redes neuronales para predecir el comportamiento del alumno: una reflexión desde la interdisciplinariedad*. IV Encuentro Morón de Educación superior. 21-22 de mayo. Universidad de Morón.
- [16] Cataldi, Z.; Salgueiro, F. y Lage, F. 2006. *Sistemas tutores multiagentes con modelado del estudiante y del tutor*. Revista Edutec. *Revista de Tecnología Educativa*. ISSN: 1135-9250. Núm. 20. Enero. Pág.1-22.
- [17] Cataldi, Z.; Salgueiro, F.; Lage, F. J. y García-Martínez, R. 2005. *Sistemas tutores inteligentes: los estilos del estudiante para selección del tutorizado*. WICC 2005. Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. 13 y 14 de mayo. Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba. RED UNCI. Págs. 66-70.
- [18] Cataldi, Z; Salgueiro, F. y Lage, F. 2007. *Fundamentos para el Submódulo Evaluador en Sistemas Tutores Inteligentes: Diagnóstico, predicción y autoevaluación*. CACIC 2007. 1-5 de octubre.
- [19] Cataldi, Z; Salgueiro, F. y Lage, F. 2007. *Predicción del rendimiento de los estudiantes y diagnóstico usando redes neuronales*. JENUI 2007. Actas de las XIII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática. Páginas 187-194. 16-18 de Julio. Universidad de Zaragoza.
- [20] Cataldi, Z; Salgueiro, F. y Lage, F. 2007. *Sistemas Tutores Inteligentes: El submódulo de Lenguaje Natural*. CACIC 2007. 1-5 de octubre. Universidad Nacional del Nordeste Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Corrientes y Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia.
- [21] Cataldi, Z; Salgueiro, F.; Costa, G., Calvo, P; Méndez, P., Rendón Zander, J y Lage, F. 2006. *Sistemas Tutores Inteligentes basados en agentes*. Anales del VIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Págs. 671-675. ISBN 13: 978-950-9474-34-5, 1 y 2 de junio.
- [22] Costa, G., Salgueiro, F., Cataldi, Z., García-Martínez, R. y Lage, F. *Sistemas Inteligentes para el Modelado del Estudiante*. Global Congress on Engineering and Technology Education. Pag.63. 2005.

- [23] Denazis, J. M.; Cataldi, Z.; Alonso, A.; Ayam, V.; Lage, F. J. 2004. *Las concepciones epistemológicas y didácticas en la enseñanza de la ingeniería*. IV CAEDI. Cuarto Congreso de Enseñanza de la Ingeniería. 1-3 de setiembre. Instituto Tecnológico de Buenos Aires. págs. 257-265.
- [24] Denazis, J.M.; Cataldi, Z.; Lage, F.J.; Alonso, A. y Ayam, V. 2004. *El impacto de las concepciones epistemológicas y didácticas en la enseñanza de la ingeniería*. WCETE: World Congress on Engineering and Technology Education. Índice pág. 111. 14-17 de marzo. Guaruyá, Brasil. Disponible en <http://www.copec.org.br/wcete2004/Inglês/index.html>
- [25] Figueroa, N.; Cataldi, Z. y Lage, F. 2007. *La tecnología informática como aporte interdisciplinario al mejoramiento de las herramientas de la evaluación*. II Jornadas Nacionales y I Latinoamericanas de Pedagogía Universitaria “Enseñar y aprender en la Universidad. Culturas y educación en la Universidad: problemas y perspectivas”. 6 y 7 de setiembre. Universidad Nacional de San Martín.
- [26] Figueroa, N.; Cataldi, Z.; Costa, G.; Rendón, J.; Salgueiro, P. Méndez; F. y Lage, F. 2004. *Los estilos de aprendizaje y el desgranamiento universitario en Ingeniería Informática*. X CACIC. X Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Universidad de la Matanza. 4-8 de octubre. p.903-912.
- [27] Lage, F., Cataldi, Z. y Figueroa, N. 2007. *Redes neuronales para predecir la aptitud del alumno y sugerir acciones*. ICECE 2007: International Conference on Engineering and Computer Education. Monguaguá and Santos, Brazil. March 11-14. Book of Abstracts published by Claudio da Rocha Brito (ISBN 85-89120-43-0) & Melany M. Ciampi (ISBN 85-89549-39-9).
- [28] Lage, F.; Cataldi, Z.; Salgueiro, F.; Kraus, G. y Figueroa, N. 2006. *Aplicaciones informáticas para la predicción de la aptitud del alumno*. Segundo Congreso Internacional Educación y TICS. Salto, República Oriental del Uruguay, 3 y 4 de noviembre. Anales en CD-ROM
- [29] Lage, F.J.; Cataldi, Z.; Salgueiro, F.; Kraus, G. A. y Figueroa, N.N. 2006. *Herramientas informáticas para predecir la aptitud del alumno y sugerir acciones*. Jornadas de Jornadas de Ciencia y Tecnología. Universidad de Morón. 30 y 31 de octubre.
- [30] Lage, F.J.; Figueroa, N.N.; Viglicca, M.E.; Kraus, G. A. y Cataldi, Z. 2006. *Instrumentos y herramientas para la determinación de los estilos de aprendizaje en ingresantes a ingeniería*. V Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería. V CAEDI 2006. Págs. 835-842. Tomo II, ISSN 978-05-1360-3. Universidad de Cuyo. Mendoza. 6-8 de setiembre.
- [31] Rivadeneira, G; Alaniz, M.; Oyarzún, M.; García, M.; Adolfo; S.; Salvo, S. y Cataldi, Z. 2006. *Las TIC aplicadas a las NEE de alumnos de la EE 9*. 4º Congreso de Tecnología Educativa y Atención a la Diversidad (Tecnoneet) y 6º Congreso Iberoamericano de Informática Educativa Especial (CIIEE). “Las tecnologías en la Escuela Inclusiva: nuevos escenarios, nuevas oportunidades”. Centro de Congresos “Victor Villegas” de Murcia (España), 28-30 de septiembre. ISBN: 84-932433-6-1. Págs. 269-279.
- [32] Salgueiro, F. 2005. *Sistemas Inteligentes para el Modelado del Tutor*. Tesis de Grado en Ingeniería Informática. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires.
- [33] Salgueiro, F., Cataldi, F., Lage, F., García-Martínez, R. *Sistemas Tutores Inteligentes: Redes Neuronales para Selección del Protocolo Pedagógico*. Proceedings del IV Workshop de Tecnología Informática Aplicada en Educación del X Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Pág. 255-266. 2005.
- [34] Salgueiro, F., Cataldi, Z., Britos, P., Sierra, E. y García Martínez, R. 2006. *Selecting Pedagogical Protocols using SOM*. Research in Computing Science Journal, 21: 205-214.
- [35] Salgueiro, F., Cataldi, Z., García-Martínez, R. 2005a. *Los Estilos Pedagógicos en el Modelado del Tutor para Sistemas Tutores Inteligentes*. Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales 2(4):70-79
- [36] Salgueiro, F., Costa, G., Cataldi, Z., Lage, F. García-Martínez, R. 2005b. *Nuevo Enfoque Metodológico para el Diseño de los Sistemas Tutores Inteligentes a partir de un Acercamiento Distribuido*. Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales 2(5):25-32
- [37] Salgueiro, F., Costa, G., Cataldi, Z., Lage, F. y García-Martínez, R. 2005c. *Redefinition of Basic Modules of an Intelligent Tutoring System: The Tutor Module*. Proceedings del VII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Pág. 444-448.

“LA ENSEÑANZA DE ALGEBRA CON NTIC’S EN LA UNIVERSIDAD”

TEMA: Tecnología Informática Aplicada en Educación

ACOSTA, Julio C. – Dptos. Matemática – Informática – julioa@exa.unne.edu.ar – Tel. 03783-431103.

MACIAS, Dora A. – Dpto. Matemática – dmacias@exa.unne.edu.ar – Tel. 03783-466509

LA RED MARTINEZ, David – Dpto. Informática – lrmdavid@exa.unne.edu.ar – Tel. 03783-446613

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Av. Libertad N° 5600. Campus UNNE. CP 3400. Corrientes (Corrientes).

ABSTRACT

Se trata de un proyecto de investigación en educación a distancia en un curso de Algebra en la Universidad, usando los recursos tecnológicos disponibles; este trabajo explica desde la realidad de la Asignatura Matemática I (Algebra) y de nuestros alumnos -destinatarios del curso-, el diseño de un material multimedia con los contenidos propios de la asignatura, que se usa como herramienta en el proceso de enseñanza – aprendizaje y cómo funciona nuestra aula virtual y nuestro curso a distancia. Se describen un material multimedia diseñado al efecto y el inicio de la segunda etapa de la experiencia – innovación, con el diseño y puesta en servicio del sitio web de la asignatura y se publican conclusiones y recomendaciones y las pautas y líneas de acción futuras del proyecto.

INTRODUCCION

Esta experiencia se realiza en la asignatura Matemática I (Algebra) correspondiente al 1^{er} año de la Licenciatura en Sistemas de Información (LSI); pertenece al Área Álgebra del Departamento de Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (FACENA) de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Trabajamos en la misma los autores de esta ponencia en el marco del proyecto de investigación de educación a distancia en temas de matemática denominado “*La Enseñanza del Algebra a Distancia en la Universidad con Recursos Informáticos. Un desafío utilizando las NTICs.*” PI 102-06 SCyT UNNE.

La modalidad de cursado de esta asignatura, hasta la aparición del sistema a distancia, era exclusivamente de asistencia a 4 hs semanales de clases teóricas y 5 hs semanales de clases prácticas, todas presenciales; para regularizar la asignatura en el sistema presencial se debe cumplir con un 75% de asistencia a las clases prácticas y aprobar dos evaluaciones parciales de ejercicios y problemas en forma presencial.

La problemática que dio origen a nuestra iniciativa fue fundamentalmente la superpoblación de las aulas; en clases de trabajos prácticos de la asignatura, un docente atiende aproximadamente a 120 alumnos, con una totalidad de aproximadamente 1100 alumnos cursando la asignatura; esta situación instaló el problema de la *masividad ante la falta de recursos*. Hemos buscado resolver este problema con alguna solución *innovadora, realizable en el corto tiempo y de bajo costo*.

Dado que las experiencias a nivel nacional e internacional dan cuenta de beneficios de los sistemas educativos virtuales -acortan y mejoran los ciclos de aprendizaje, favorecen nuevas formas de comunicación docente-alumno, minimizan los problemas de espacio físico, favorecen la responsabilidad del alumno y lo independizan del tiempo y del lugar de estudio-, entendimos que nuestra solución pasaba por la incorporación de NTIC’s, pero nos encontrábamos con el primer inconveniente: todo el material disponible en la web no se halla suficientemente clasificado de manera acorde a los alcances de contenidos de nuestra asignatura. Trabajamos en la primera etapa en la elaboración de MaDiMAC, “Material Didáctico para Matemática I (Álgebra) *asistido* por Computadora”; que consiste en un material multimedia que contiene la digitalización de la totalidad de los trabajos prácticos que se resuelven en clases presenciales de cada una de las unidades temáticas de la asignatura en módulos autocontenidos, más toda la información necesaria para el alumno, referente a la asignatura, como: programa analítico, bibliografía, condiciones de regularidad, fechas de exámenes y las instrucciones y recomendaciones para operar MaDiMAC, las

que se imparten en solamente cuatro diapositivas; con ello dejamos a salvo nuestra premisa “*un programa de fácil operación, que no sea necesario aprender a usarlo*”, de instalación simple.

Nos encontramos actualmente trabajando en la creación y puesta en servicio de un espacio virtual, donde los actores de la cátedra puedan expresarse y estrechar vínculos, el cual consiste en la habilitación de un sitio web propio de la asignatura en el servidor de la UNNE, en el espacio destinado a FaCENA ubicado en <http://exa.unne.edu.ar/depar/areas/matematica/matematica1>.

Ma.Di.M.A.C. –Material Didáctico para Matemática I (Algebra) Asistido por Computadora-

MaDiMAC se halla contenida en una carpeta de 50MB, organizada en dos subcarpetas: una con los archivos Word (.doc) de guías de trabajos prácticos y apuntes para imprimir, y otra con los sonidos que se usan al final de cada trabajo práctico y en la presentación del material, que ofician de momento recreativo y en ningún caso son determinantes de contenidos; más de 500 diapositivas interactivas distribuidas en 9 archivos de Power Point (.ppt); un archivo de Power Point y un ícono de acceso a la presentación. En los temas en que fue necesario apelar a procedimientos gráficos, se importaron secuencias de gráficos generados en Advanced Grapher 2.08, previo retoque de detalles en Paint, para luego ser pegados en sucesivas superposiciones sobre la diapositiva en la cual se trate el tema, generando así la animación.

Como docentes del siglo XXI, no podemos dejar de *valorar* el aporte a nuestro trabajo de los “recursos didácticos” de la animación multimedia –con sus efectos de imágenes y sonidos- y tiempos de pausa-espera; esto muy por encima de la facilidad para graficar, del despliegue de imágenes y colores inclusive, pero los efectos que provocamos hoy con las pausas en Power Point por ejemplo, donde la presentación se detiene, son innovadores y hacen de esta tecnología herramientas insustituibles cuando se desea proponer un aprendizaje interactivo, donde el alumno (*cada uno de ellos en su PC*) solicita la continuidad de cada explicación cuando clikea, transformándose en un protagonista activo de la gestión de sus conocimientos. Asimismo hemos aprovechado la graficación que ofrece la informática para abundar en situaciones que con los recursos tradicionales de tiza y pizarrón suelen resultar tediosos en el aula, y a veces de difícil visualización para los alumnos.

Apelamos frecuentemente al uso de hipervínculos para enlazar diferentes temas que el alumno eventualmente quiera consultar y navegar dentro de la presentación, como así también para interactuar con total comodidad entre los conceptos teóricos vertidos en el glosario y las explicaciones de los trabajos prácticos. Rescatamos los hipervínculos como un verdadero recurso didáctico, como una herramienta que nos permite acceder al material didáctico digital de manera no lineal, utilizando conexiones asociativas para visitar diferentes pantallas de información desde palabras, íconos, gráficos, con pasajes de ida y vuelta inclusive. Los hipervínculos en estos materiales multimedia se suman a los paradigmas de nuestra época, en tanto “rompen” con la linealidad de los contenidos y potencian los aprendizajes transversales, dentro de los contenidos de la misma asignatura, toda vez que nos permiten establecer contactos entre los diferentes temas en momentos oportunos.

El material dotado de cierta informalidad “acorta” las distancias entre el alumno y el tutor para el momento de las consultas; esto se logró cuidando los fondos de diapositivas, usando gifts y además, al finalizar cada trabajo práctico con una diapositiva con temas que “personalizan-humanizan” la comunicación, con algún mensaje extraprogramático de optimismo, con música y animación.

En este material hemos maximizado el aprovechamiento de los recursos que nos ofrece la computación interactiva, tendiendo a que: a) El alumno encuentre en el material un instrumento apropiado para facilitar su aprendizaje desde los niveles cognitivos elementales a los más altos, recurriendo con frecuencia a la computación gráfica interactiva; b) El alumno deba utilizar las herramientas informáticas que le ofrece MaDiMAC para resolver los problemas cotidianos de sus tareas de descubrimiento, construcción del conocimiento y aprendizaje; c) Los contenidos sean presentados en forma amena, “amigable”, pero no por ello carente de rigor científico; d) Los alumnos que, por alguna razón no han comprendido las lecciones regulares impartidas en clases presenciales o hayan estado ausentes, tengan en MaDiMAC la posibilidad de “autoinstruirse”.

En su diseño y desarrollo se consideraron las siguientes fases: a) Indagación y análisis de la realidad de los destinatarios del material; b) Selección del soporte digital a usar y del medio de distribución del material; c) Elección de los componentes concretos (textos, secuencias de textos, gráficos y sus secuencias, ilustraciones estáticas o dinámicas y audio) que van a formar parte de la exhibición multimedia; d) Intercambio de opiniones con alumnos avanzados de la carrera LSI, recabando principalmente aportes sobre la comprensión de los contenidos y las herramientas usadas; y con alumnos de la asignatura (cohorte 2004) sobre comprensión de contenidos; e) Corrección y readecuación de la presentación a las demandas detectadas; f) Puesta en servicio del material.

De las primeras fases de nuestro trabajo a través de un relevamiento realizado a la totalidad de los alumnos de la cohorte 2004 surgió que los destinatarios de nuestra producción operan mayoritariamente el procesador de textos Word y la planilla de cálculos Excel de Windows y en menor proporción Power Point, pero el 95% reveló no conocer algún software de Matemática como Derive o Mathematica. Esto nos llevó a decidir que el material debía hacerse en Power Point, ya que el equipamiento que revelaron poseer nuestros alumnos en grandes proporciones no puede ser considerado de última generación, ello sumado a que un 57,43% reveló no poseer PC propia; estos estudiantes –más de la mitad de los alumnos de la asignatura- si quisieran optar por la modalidad, necesariamente lo harían desde PC de cybers de uso público.

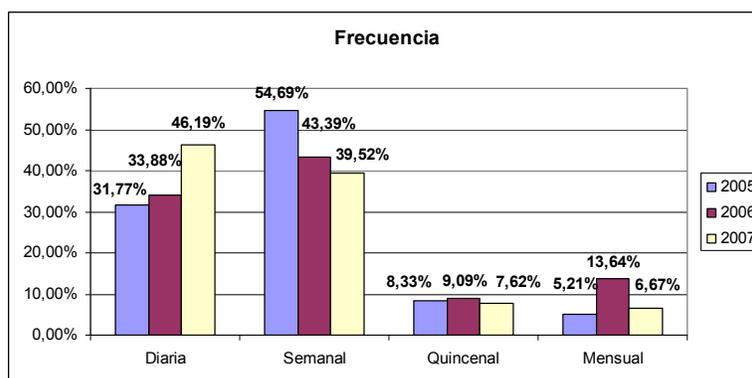
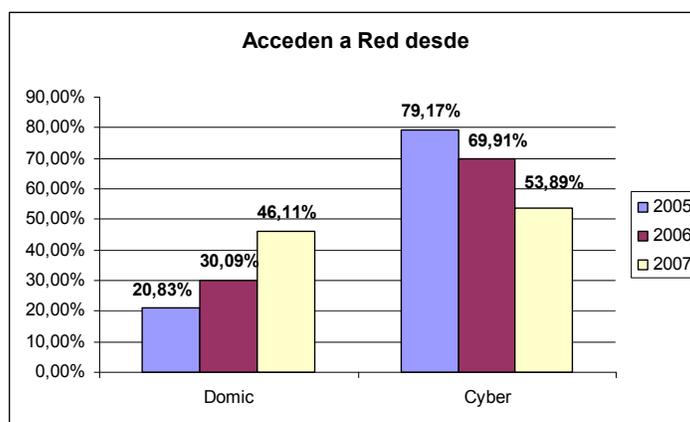
AULA VIRTUAL

La primera cohorte de alumnos virtuales de Matemática I (Algebra) en el año 2005 quedó conformada con 91 alumnos que optaron por el sistema; el “vínculo” con la cátedra fue la obligatoriedad de al menos un contacto semanal vía e-mail de cada uno o en grupos conformados por hasta 4 alumnos. Quienes han sido capaces de “aprovechar” el sistema, tuvieron el apoyo y acompañamiento permanente del tutor, envío de ejercicios, con devolución, servicio de consultas diarias y hasta aclaraciones de asuntos administrativos; los alumnos no manifestaron “necesidad” de contactos on-line, entendemos que la respuesta diaria -a quienes lo demandaban- cubrió las expectativas; en las cohortes 2006 y 2007 el porcentual de alumnos que optaron por la modalidad a distancia se mantuvo, habiéndose registrado una merma en la matriculación del año 2007 que cayó a 867 alumnos inscriptos (1100 aproximadamente en el 2004).

Del Aula Virtual podemos decir: a) *Respecto de su arquitectura*: La tecnología usada fue suficiente para las funciones educativas que nos propusimos (prioritariamente comunicativa y organizadora); b) *Respecto de la interacción con el tutor*: Al entablarse toda la comunicación a través de la dirección de e-mail: madimac@exa.unne.edu.ar el acceso fue sin restricciones de ningún tipo -con la sola particularidad de que no existió contacto en tiempo real-; los horarios de entrada de los e-mail de los alumnos se registraban en una banda que va preferentemente desde las 10,30 hs hasta las 1,30 hs del día siguiente; las diferentes características, necesidades e intereses de los alumnos en las consultas reflejaron la diversificación de los itinerarios de trabajo en el uso del material multimedia; c) *Respecto del tutor*: Se detectó que el acompañamiento y el apoyo del profesor en las tareas virtuales es imprescindible principalmente en el inicio del curso en Aula Virtual; fue posible establecer normas y criterios claros tanto para el seguimiento como para la evaluación de la actividad realizada virtualmente por los alumnos y los exámenes parciales; d) *Respecto al tipo de actividad desarrollada*: La modalidad adoptada respondió a las realidades específicas que la tecnología disponible puede aportar en nuestro medio a este proceso educativo, de manera que no resulte excluyente por falta de recursos mínimos necesarios.

INCORPORACION DEL SITIO WEB

En los cuadros que siguen se aprecia la evolución de los alumnos de la asignatura en lo que hace al lugar desde el cual acceden a Internet y la frecuencia con que lo hacen; se observa que entre el año



2005 y el año 2007 se registró un incremento importante de acceso desde el domicilio y en forma diaria, no obstante es de resaltar que en el año 2005 lo hacían en forma diaria o semanal un 86,46% y en el año 2007 lo hicieron un 85,71%; es posible pensar que hay un 15% aproximadamente de alumnos de LSI que no terminan de incorporar el uso de Red a su vida cotidiana.

En función de esto, se trabajó en 2007 en el diseño y puesta en servicio del sitio web de la asignatura; de las encuestas y entrevistas realizadas, surgió que: a) Los alumnos usan Internet mayoritariamente para la comunicación personal (chat y tráfico de e-mails), y b) Cuando acceden a sitios web, lo hacen mayoritariamente en términos de recreación. Esta situación, principalmente la segunda, nos llevó a decidir el diseño de un sitio de fácil navegación, con toda la información rápidamente accesible y de formato atractivo y en ello radica también uno de los principales beneficios que aporta nuestra innovación a los alumnos, cual es entrenarlos, incentivarlos y en algunos casos iniciarlos en el uso de Internet para la búsqueda y gestión del conocimiento.

El sitio web -que se halla en etapa de prueba- está conformado por una página de inicio donde se observan fotografías de nuestra facultad y nuestro departamento, posee 12 botones de vínculos con otros tantos espacios que a continuación se mencionan: Presentación, Docentes, Programa, Horarios y Aulas, Fechas de Parciales, Resultados, Apuntes Didácticos, Bibliografía. El sitio posee además otros tres vínculos: i) MaDiMAC, ii) Entretenimientos y iii) Investigación, a través de los cuales se accede a: la presentación, condiciones y participación del curso semi-presencial de la asignatura; problemas interesantes que proponen una mirada especial a los contenidos ofrecidos por la asignatura desde situaciones problemáticas que resultan atractivas y motivadoras, y a una página donde se informan las actividades y resultados del grupo de investigación MaDiMAC.

El trabajo de programación fue realizado con las siguientes herramientas: Macromedia Dreamweaver, Macromedia Fireworks MX, Macromedia Flash MX, Word, Excel, Adobe Acrobat, resultando a la fecha una carpeta de 120 MB, con 6 carpetas y más de 120 archivos de fácil navegación y mantenimiento; el material fue diseñado, programado y codificado por un docente de la asignatura, quién también realiza su mantenimiento. Identificamos en este último hecho un motivo de reflexión para los educadores: ¿hasta qué niveles será necesaria la capacitación en el uso de las NTIC's en el futuro para los docentes?; *un docente sin conocimientos de programación*

¿puede realmente aprovechar todo el potencial que las NTICs ofrecen en la actualidad para la construcción de conocimiento desde el puesto de operador de programas realizados por otros?.

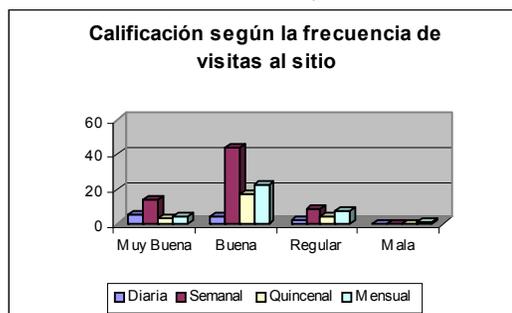
Las principales ventajas que apreciamos se centran en el hecho de que los estudiantes tienen la oportunidad de “aprender a aprender” dentro de esta organización, ya que se transforman en protagonistas de la gestión de sus conocimientos. En particular, con el uso de la innovación que presentamos, los tiempos de los alumnos y de los docentes son mejor aprovechados, ya que usamos un medio de comunicación que siendo masivo puede ser percibido por el usuario como personal porque entre otras razones, a) se usa a demanda del usuario, b) en la intimidad de la pantalla del mismo, c) requiere la interacción constante de la búsqueda y aceptación de la información.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Hemos realizado una encuesta para obtener una descripción de algunos aspectos del impacto de la aparición del sitio web en la cohorte 2007; con preguntas que fueron respondidas de la siguiente manera: ¿Con qué frecuencia accedió Ud. al sitio web de la asignatura?. Nunca: 82 casos (37,61%); Diaria: 11 casos (5,05%); Semanal: 67 casos (30,73%); Quincenal: 24 casos (11,01%); Mensual: 34 casos (15,60%). Al indagar los motivos entre los 82 casos que nunca accedieron al sitio web de la asignatura, las respuestas fueron las siguientes: No pudo acceder: 10 casos (12,20%); No fue necesario: 16 casos (19,50%); Olvidó hacerlo: 29 casos (35,37%); No sabía que existía: 21 casos (25,61%); No sabe/no contesta: 1 caso (1,22%); Respuestas inconsistentes: 5 casos (6,10%).

La opinión del sitio web entre los que dijeron haber accedido al mismo se distribuyó así:

	Diaria	Semanal	Quincenal	Mensual	Total
Muy Buena	5	14	3	4	26
Buena	4	44	17	22	87
Regular	2	9	4	7	22
Mala	-	-	-	1	1
	11	67	24	34	136



De los valores expuestos resulta que en el primer año de prueba, y con un nivel de difusión que calificamos como bajo (una en clase de teoría y una en clase de trabajos prácticos), casi el 50% de los alumnos (46,79%) usó el sitio con una frecuencia variable entre diaria y quincenal; y que los alumnos que dicen haber accedido al sitio lo califican en una mayoría absoluta de Muy Bueno y Bueno (83,09%).

Disponemos de información que aún no ha sido analizada, como los temas en que los alumnos “virtuales” han tenido mayores y menores dificultades y el rendimiento de los grupos virtuales v.s. grupos testigos.

Trabajamos actualmente en la puesta en servicio definitiva del sitio web, la institucionalización de la modalidad de curso a distancia y la formulación de un método para la enseñanza a distancia del Álgebra con NTIC's. y la formulación de un anteproyecto de método de enseñanza a distancia de Álgebra en la Universidad.

Bibliografía

- Acosta, J. - Macías D. - La Red Martínez, D. (2005) “*Ma.Di.M.A.C –Material Didáctico Para el e-Learning del Álgebra*”. III Simposio Internacional de Sistemas de Información en la Sociedad del Conocimiento. Vol. I. Pág. 221 - 224. Santo Domingo. República Dominicana. Universidad Pontificia de Salamanca (España) ISBN: 84-689-3411-9.
- Barbera, E. - Badía, A. (2005). "*Hacia el Aula Virtual: Actividades de Enseñanza y aprendizaje en la Red*". Revista Iberoamericana de Educación. Publicaciones OEI. 36/9. ISSN: 1681-5653

Agradecimientos: A la Prof. Liliana E. Mata y al CPN Jorge González por el trabajo en la recolección y tratamiento de datos.

“Tecnología para la enseñanza de bases de datos : Un entorno de desarrollo enfocado a la enseñanza del diseño de bases de datos

Enzo Del Ben Marcelo D. Vinjoy
Email: {edelben, mvinjoy}@unimoron.edu.ar

Facultad de Informática Ciencias de la Comunicación y Técnicas
Especiales (FICCTE)
Universidad de Morón

Cabildo 134, (B1708JPD) Morón, Buenos Aires, Argentina Tel.: 54-11-5627-2000 (int. 272) - Fax:
54-11-5627-2002

1. CONTEXTO

Este trabajo propone la construcción de herramientas para ser utilizadas en el proyecto denominado “Tecnología para la enseñanza de bases de datos de la Universidad de Morón (TEBDUM) de la Facultad de Informática, Ciencias de la Comunicación y Técnicas Especiales (FICCTE), que consiste en crear un entorno de desarrollo enfocado a la enseñanza del diseño de bases de datos, y surge ante la necesidad de contar con un conjunto de herramientas automatizadas que permitan al alumno adquirir y afianzar los conocimientos en el área de las bases de datos, abarcando todos los pasos para la creación de una base de datos eficiente.

2. RESUMEN

El objetivo principal es proporcionar un entorno de aprendizaje en el diseño eficiente de bases de datos. Relacionales , Objeto-Relacionales y Orientadas a Objetos), creando un **prototipo de investigación** con código abierto para que los alumnos que lo utilicen en las cátedras propongan y realicen mejoras. La herramientas están siendo desarrolladas para ser ejecutadas en una plataforma .NET utilizando el lenguaje de programación C#.

Los objetivos planteados en su desarrollo son:

1. Cubrir las etapas de análisis conceptual, diseño lógico y diseño físico
2. Amigable interfaz gráfica
3. Incorporación de validación de esquemas ER
4. Generar documentación del diseño en soporte visual e impreso
5. Incorporación de algoritmos y reglas para refinamiento del diseño
6. Proveer ingeniería inversa de datos, construyendo el diagrama ER a partir de un script de la base de datos
7. Reutilización de diseños obtenidos

Palabras clave: bases de datos, diseño lógico, diseño físico, documentación, algoritmos, esquemas eficientes

3. INTRODUCCIÓN

A partir de los años setenta comienzan a aparecer metodologías y técnicas destinadas a ofrecer soporte al desarrollo de los sistemas de información.

Con el advenimiento de las herramientas **CASE** (*Computer Aided Software/System Engineering*) la automatización de algunas etapas del ciclo de vida es posible.

En la actualidad existen herramientas generales que incluyen junto a técnicas para el desarrollo de procesos, otras para el diseño de bases de datos.

Las herramientas comerciales de uso específico en el diseño de bases de datos son desarrolladas por los fabricantes de sistemas de gestión de bases de datos, y se integran con otras herramientas y lenguajes generadores de código. Éstas suelen no asistir al diseñador durante el proceso de integración.

Los **prototipos de investigación** resultan ser los más completos al momento de asistir al diseñador, pero lamentablemente no cuentan con el soporte y la documentación adecuada.

Entre las deficiencias de las herramientas CASE para el diseño de bases de datos podemos citar:

- Ausencia de modelado de restricciones (algunas sólo se limitan a soportar las cardinalidades)
- No ofrecen medidas de rendimiento
- Los gráficos carecen de semántica, aunque “provean” una gran cantidad de gráficos distintos con una gran cantidad de notaciones.

Cabe reproducir lo señalado en GOTTHARD *et al.* (1992), “*todos estos entornos sufren de las mismas debilidades que los entornos de diseño de otras áreas, enfatizan la mecanización del trabajo*

rutinario y tedioso como el dibujo..., pero dan poco soporte a los procesos creativos y de toma de decisiones”.

TEBDUM (Tecnología para la enseñanza de bases de datos de la Universidad de Morón), es el entorno enfocado a la enseñanza del diseño de bases de datos que pretendemos contemple la siguiente arquitectura:

- Modelado Conceptual
- Modelado ER Extendido
- Validación esquemas ER Extendido
- Obtención de esquemas Relacionales
- Restricciones de Integridad
- Generación de Dependencias Funcionales a partir del modelo ER
- Normalización de Esquemas relacionales
- Modelado OO
- Obtención de esquemas OO

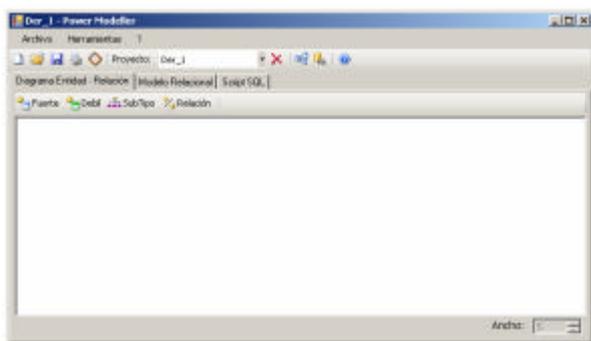
4. RESULTADOS OBTENIDOS

Se ha finalizado con el desarrollado de una herramienta CASE que contempla las primeras etapas del modelado de datos, utilizando los objetos del Modelo Entidad Relación Extendido de Teorey, Yang y Fry.

La herramienta debe ser ejecutada en una plataforma .NET utilizando el lenguaje de programación C#.

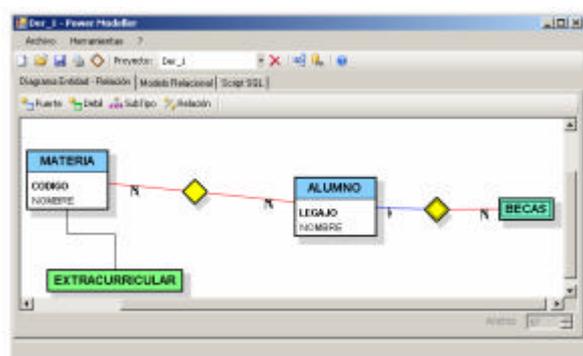
Genera de forma automática el Modelo-Relacional (MR) y el script SQL necesario para la creación de tablas y sus correspondientes restricciones.

Cuenta con una interfaz amigable y sencilla para realizar el DER y las tareas complementarias necesarias.



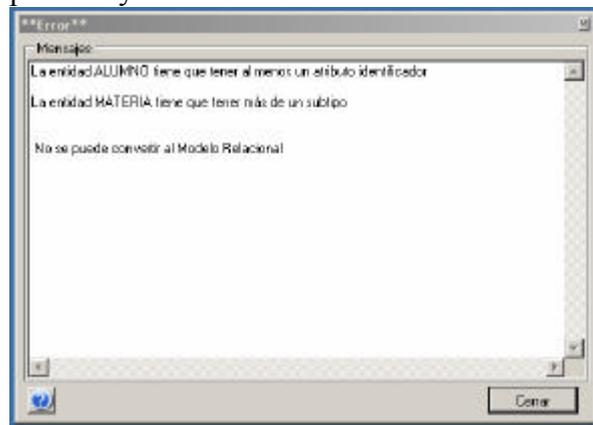
La herramienta permite crear los objetos: Entidades Fuertes, Entidades Débiles, Subtipos, y Relaciones con sus diferentes grados y cardinalidades.

Asigna distintos colores a los objetos para diferenciarlos “visualmente” con mayor facilidad.

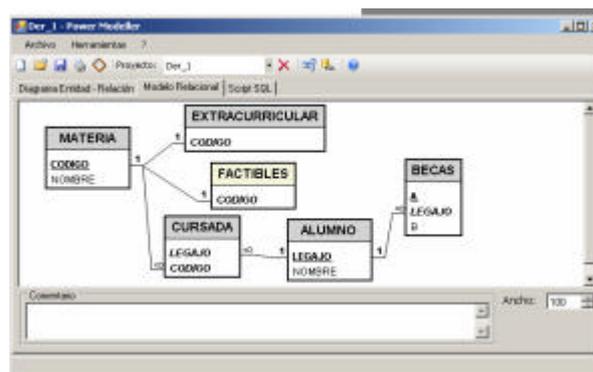


Antes de generar el Modelo Relacional, se realiza una validación del DER, para

comprobar si su construcción responde a los criterios preestablecidos (validación). Si se produce un “error”, se muestra por pantalla y se indican sus correcciones.



Efectuadas las correcciones “sugeridas” por la herramienta, se procede a generar el Modelo Relacional y el posterior Script.



```

CREATE TABLE MATERIA
(
  CODIGO BIGINT,
  NOMBRE CHAR(10),
  PRIMARY KEY
  (
    CODIGO
  )
)
  
```

5. TRABAJOS FUTUROS

El grupo de docentes y alumnos continúan desarrollando el entorno **TEBDUM**

(Tecnología para la enseñanza de bases de datos de la Universidad de Morón de la Facultad de Informática, Ciencias de la Comunicación y Técnicas Especiales (FICCTE), actualmente está abocado al desarrollo de las aplicaciones que analizan el nivel de normalización de los esquemas de relación, utilizando los algoritmos conocidos de la teoría de las dependencias funcionales.

Asimismo, se están desarrollando aplicaciones para proveer ingeniería inversa de datos, construyendo el diagrama ER a partir de un script de la base de datos .

6 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Teorey, Yang, Fry “A Logical Design Methodology for Relational Databases Using the Extended Entity-Relationship Model Computing Surveys, Vol. 18, No. 2, June 1986
- [2] Chen, P.; “The Entity-relationship Model: Toward a Unified View of Data” ACM Transactions on Database Systems. 1(1), pp. 9-36.1976.
- [3] Chen, P.; “The Entity/Relationship Model: A bases for the enterprise view of data” AFIPS Conference Proceedings, Vol. 46. 1977.
- [4] Codd, E.; “The Relational Model for Database Management” Version 2. Addison Wesley Publ.Co, Reading, MA. 1990.
- [5] Connolly, T.; Begg, C.; Strachan, A.; “Database systems: A practical approach to design, implementation and management” 2Ed. Addison Wesley. 1999.
- [6] De Miguel, A.; Piattini, M.; Marcos, E. “Diseño de Bases de Datos Relacionales”. Alfaomega –RaMa. 2000.
- [7] Elmasri, R. & Navathe, S.; “Fundamentals of Database Systems”. Addison-Wesley, 3Ed. 2000.
- [8] Teorey, T. J.; “*Database Modeling and Design: The Entity-Relationship*

Approach”. Morgan Kaufmann Publishers, San Mateo, California. 1990.

- [9] Date, C. “Sistemas de Bases de Datos 7ma Ed. Prentice Hall. . 2001
- [10] Elmasri, R. “The category Concept: An extensión to the ER Model” Data & Knowledge Engineering, vol I pp. 75-116”
- [11] Ullman J.D. “Principles of database and Knowledge Base Systems. Computer Science Press 1990
- [12] Ullman J.D. “Principles of Database Systems. Computer Science Press 1982

HACIA LA MODELIZACIÓN DEL APRENDIZAJE CON TECNOLOGÍA MÓVIL: UNA VISIÓN PEDAGÓGICA

Leda Beatriz DIGIÓN

Departamento de Informática, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías.
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Santiago del Estero (4200), Argentina
{ldigion, kereyes}@unse.edu.ar

RESUMEN

La educación actual y los ambientes de aprendizaje interactivos han tenido su mayor punto de convergencia gracias a los avances de la tecnología personal, “la que está al alcance de la mano”; por ejemplo, el computador portátil y computadores de bolsillo también conocidos por su sigla en inglés *PDA* o *Personal Digital Assistant*, más la expansión de conexiones inalámbricas. Debido a la flexibilidad de las plataformas de *m-learning* es posible integrar nuevas teorías instruccionales y didácticas especiales, con las clásicas. Por ejemplo, una de las más conocidas, denominada *estrategia instruccional*, se aplica en la creación de plataformas móviles, combina teorías cognitivas con las técnicas de mapeo mental (en inglés *mind mapping*). En función a lo expuesto, en este trabajo se abordará el estudio de estrategias educativas para el desarrollo de educación con tecnología móvil, con la finalidad de definir lineamientos pedagógicos- didácticos para el diseño de ambientes de educación móvil. Finalmente, se quiere analizar distintas teorías de aprendizaje que puedan aplicarse en la educación móvil y definir desde ellas, lineamientos a tener en cuenta en el diseño de sistemas de aprendizaje con *PDA*.

Palabras clave: tecnología móvil, educación móvil, teoría instruccional, diseño educativo.

ABSTRACT

The major convergence of actual education and interactive learning environments have been pointed where personal technology advances today, so it is called the “technology by hand”; for example, handheld learning devices named *PDA* or *Personal Digital Assistants* more the enlargement of wireless communication are examples of this technology.

Due to the flexibility of mobile learning platforms, now it is able to integrate new instructional theories with traditional ones. For example, the *instructional theory* used for the design of mobile platforms is a best recognized one; it studies cognitive theories with *mind mapping* techniques.

In this work, educational strategies will be studied to develop mobile education environments, in order to define pedagogical and didactic baselines for the design of mobile learning environments. Finally, different learning theories will be evaluated to identify which one could be applied in mobile education, and also promote pedagogic considerations for the design of mobile learning environments.

Keywords : mobile technology, mobile learning, instructional theory, educational design.

1. INTRODUCCIÓN

La tecnología *PDA* en la educación crea nuevos ambientes de aprendizaje que posibilita la integración de mapas de conocimiento visual, bancos de imágenes y establecer contacto con profesores o expertos en la materia de estudio en cualquier momento y lugar. Uno de esos ambientes, es el aprendizaje móvil o *m-learning* que disminuye la brecha entre la clase tradicional y la clase a distancia, sin barreras de espacio ni de tiempo. El objetivo de *m-learning* en educación, radica precisamente en su capacidad de estar disponible dónde y cuando se necesite. Desde su creación por Jeff Hawking, se asoció a los sistemas móviles de comunicación con el funcionamiento de la inteligencia y el aprendizaje basado en el cerebro [11].

La fusión entre la tecnología móvil y la educación formal tiene origen en la teoría descrita por [8] llamada Teoría de Presentación de Componentes (*Component Display Theory CDT*). Esta teoría ha sido ampliamente aplicada a los programas de enseñanza basados en computadores o por medios electrónicos, como el proyecto educativo denominado *Time-shared Interactive Computer Controlled Information Television*, bajo las siglas TICCIT [13]. Además debido a la flexibilidad de las plataformas de *m-learning* es posible integrar nuevas teorías instruccionales y didácticas especiales, con las clásicas. Por ejemplo, una de las más conocidas, denominada estrategia instruccional, se aplica en la creación de plataformas móviles, combina teorías cognitivas con las técnicas de mapeo mental (en inglés *mind mapping*) [9].

En función de lo expuesto en este trabajo, se abordará el estudio de estrategias o perspectivas educativas para el desarrollo de educación con tecnología móvil, con la finalidad de definir lineamientos pedagógicos - didácticos para el diseño de ambientes de educación móvil. Finalmente, se quiere analizar distintas teorías de aprendizaje que puedan aplicarse en la educación móvil y definir, desde ellas, lineamientos a tener en cuenta en el diseño de sistemas de aprendizaje con *PDA*.

Este documento se estructura del siguiente modo: en la sección dos se explican definiciones y se referencian antecedentes de la educación móvil; en la sección tres se presentan modelos educativos que introdujeron características en la educación móvil. En la sección cuatro se presentan las estrategias educativas propuestas para el diseño de *mobile learning*. Finalmente en la sección cinco se redactan las conclusiones.

2. ANTECEDENTES EN LA EDUCACIÓN MÓVIL

El aprendizaje móvil puede ser definido de diversas formas. Para algunos, el “aprendizaje móvil” se distingue por *PDA*s y teléfonos celulares; para otros *iPODs* y reproductores de medios; y aún también como cámaras digitales y puertos USB. No obstante, la mayoría de las personas asocian aprendizaje móvil con los últimos *gadgets* (dispositivos) portables. Esto hace que la visión de aplicar aprendizaje móvil parezca “temeroso” para algunos educadores, y quizás bastante “atractivo” para otros.

De todos modos, en contraste con tales visiones, en [5] se identifica el aprendizaje móvil como un subconjunto del *e-learning* o “aprendizaje electrónico”; mientras que [9] sostiene los vínculos del aprendizaje móvil debido al modelo “suficiente, justo a tiempo, y solo para mí” del aprendizaje flexible mencionado en [10]; y se respalda a una de las salidas reflexivas del proyecto *2004 European MobiLearn* que dice: “es el usuario estudiante quien es móvil, no la tecnología” [18].

De los numerosos proyectos de educación móvil han surgido modelos de procesos de diseño, basados en cómo las personas piensan, aprenden, perciben, trabajan e interactúan con respecto a un tema

específico. Uno de los más utilizados es el modelo de Engeström [4], que evalúa el desarrollo tecnológico en un ciclo de diseño interactivo.

Por otra parte [14], describe los requerimientos generales que debe tener una aplicación *m-learning* como:

- Desarrollar un programa con alta capacidad de movilidad.
- Realizar un diseño para asistir el aprendizaje personalizado.
- Lograr disponibilidad, adaptabilidad, persistencia y utilidad de la aplicación.
- Buscar el resguardo de fuentes de conocimiento, a pesar de cambios de la tecnología.
- Desarrollar una interfase amigable, de fácil usabilidad personal y que no requiera experiencia en tecnología.

En el campo de las teorías que sustentan los proyectos de desarrollo educativos, se pueden diferenciar dos claras tendencias. La primera corresponde a las teorías educativas generalizadas en amplios campos filosóficos, psicológicos, ontológicos y epistemológicos, que han sido desarrolladas desde los años cincuenta mucho antes del advenimiento de la teleducación. La segunda, son denominadas teorías instruccionales, que como mínimo involucran tres partes: conceptos, definiciones y proposiciones [12], o mejor como se expone en [12], deben tener tres partes básicas como son (en su orden): pronóstico, métodos y condiciones. Estas teorías son más susceptibles al cambio, más puntuales y claras con respecto al desarrollo de programas de educación móvil. Las plataformas de *mobile learning* (*m-learning*) son tan flexibles que permiten integrar nuevas teorías instruccionales con las clásicas. Una estrategia instruccional en la creación de plataformas móviles, consiste en aplicar teorías cognitivas con las técnicas de mapeo mental (en inglés *mind mapping*) [9].

Hace cuatro años [17] describió la llamada teoría *COLL* (de las siglas en inglés *Contextual life-long learning*), que es una reconceptualización del aprendizaje, donde el conocimiento es entendido como una enseñanza que no está sujeta a un lugar o sitio dentro del desarrollo profesional o vocacional, y que pasa a ser un proceso dinámico, individual e interactivo de los estudiantes.

Desde el punto de vista pedagógica, la teoría *CDT* se fundamenta en una estructura cognitiva compleja y sofisticada; sin embargo, se puede concluir que se sustenta en dos principios básicos: el contenido y el desempeño. Dentro del primero se incluyen los hechos, conceptos, procedimientos y principios, mientras que en el segundo se ubican las generalidades y las aplicaciones. Según su propio autor, la *CDT* tiene como principio fundamental que “una instrucción que no enseña, no tiene valor”.

En 1994, [8] presentó una nueva versión de la teoría llamada *Component Design Theory*, donde pone mayor énfasis en las estructuras y algoritmos del aprendizaje que en lecciones escritas o magistrales. Esta teoría representa una contribución importantísima al campo de la educación tecnológica; se muestra como el primer intento de separar la estrategia educativa de su contenido, con lo que el estudiante puede seguir su propia manera de elaborar conocimientos a partir de reglas básicas.

La Teoría del Uso [6] es un análisis de la educación que puede informar sobre el diseño de un sistema operativo desde el punto de vista pedagógico, cognitivo y social, y que se puede resumir como las 3 *C*'s de construcción, conversación y control. Estos conceptos se definen como:

- Construcción: por ser un proceso de elaboración que trae soluciones a problemas relacionados con nuevas experiencias del conocimiento [3].
- Conversación: por que es el método de cuestionamiento de conceptos de aprendizaje que se expresan con profesores o con otros estudiantes [9].
- Control: donde se realiza un ciclo de experimentación y reflexión activa de los procesos de aprendizaje [6].

3. MODELOS EDUCATIVOS CON TECNOLOGÍA MÓVIL

El proyecto *Classroom 2000* del Instituto de Tecnología de la Universidad Georgia, según [1], desarrolló una tecnología educativa móvil que permite a los estudiantes leer las diapositivas del profesor directamente sobre sus *PDA's* en tiempo real. Otro proyecto desarrollado en la Universidad de Birmingham, es el llamado *Handheld Learning Resource (HandLeR)* [15], en el que personas de todas las edades pueden desarrollar una educación personal a través de la experiencia a lo largo de sus vidas. Dicho proyecto fue aplicado en el área de radiología, en donde una residente de radiología en su primer año de entrenamiento en neuroradiología revisaba los casos del día de resonancia magnética a través de su *PDA* o *Tablet PC*; por medio de una red inalámbrica con posibilidad de seleccionar casos y hacer reportes o descripciones previas, que podían compararse con las descripciones de los *fellows* o profesores, y capacidad de revisar casos después del trabajo con otros colegas, o solicitar aclaraciones al profesor para el siguiente día con el tutor de Resonancia Magnética [16].

Según [21], los componentes de un software educativo multimedia móvil son:

- El contenido que debe ser enseñado;
- Los elementos mediales usados para proporcionar la información;
- La interfase de usuario, como la forma en que el software educativo se presenta al usuario;
- Los dispositivos de interacción, a través de los que el usuario interactúa con la computadora, haciendo elecciones, respondiendo a preguntas o desarrollando actividades, y proporcionando feedback sobre todas ellas;
- La estrategia instruccional adoptada;
- El acceso que hace referencia a los caminos de navegación, por los cuales el usuario puede solicitar el contenido de su interés;
- La plantilla de presentación que proporciona una guía para definir las estrategias de representación del contenido, y las operaciones visibles para el usuario;
- La operación del sistema que no es visible para el usuario, pero es esencial para la construcción del requerimiento que demanda el mismo.

Existen proyectos como *EngageMe* (<http://www.engageme.net/>), y *Australian Flexible Learning Framework New Practices 2004 (AFLF 2004)* que usan dispositivos portátiles en horticultura, más un rango de proyectos de aprendizaje móvil que se desarrollan en Europa (Ultralab y CTAD 2005) [18]. Estos tienden a la enseñanza diaria más allá de la institución, y reconoce al alumno como el “ciudadano del aprendizaje” [18].

4. ESTRATEGIAS EDUCATIVAS PARA EL DISEÑO DE APRENDIZAJE MÓVIL

En función de lo expuesto, se presentan a continuación estrategias educativas para el desarrollo de educación con tecnología móvil, con la finalidad de definir lineamientos pedagógicos- didácticos para el diseño de ambientes de educación móvil:

- Una de las estrategias pedagógicas posibles de utilizar en un ambiente virtual es la de *scaffolding*, que surge desde la teoría social de Vigotsky [7]. Aunque ya ha sido aplicada en los últimos años, en las áreas de aprendizaje basado en la web, se puede trabajar sobre el rol y los mecanismos de interacción estudiante-tutor orientador, más la búsqueda de conocimiento autorregulado por el alumno. De este modo, se propone un desafío en la confección del modelo del alumno (como usuario) y su interacción con el tutor (también usuario), en etapas tempranas del ciclo de vida del software, como lo es el diseño de usuarios.

- Otra estrategia pedagógica que se ha estudiado en los últimos años, en su interacción con la tecnología, son las *múltiples representaciones externas (MER)* y la forma en que ellas mejoran el aprendizaje; no se han observado estudios que relacionen su utilización en ambientes virtuales, en lo que concierne a que el alumno arme su propio material de estudio [2].
Se propone contemplar esta estrategia en la definición de los requisitos no funcionales del producto educativo, a modo de lograr calidad del proyecto; se debe disponer para ello, una base de conocimiento donde los requerimientos no funcionales del proyecto educativo sean priorizados a través de las perspectivas de los *stakeholders*, en este caso, el usuario y el tutor.
- La teoría de la Flexibilidad Cognitiva [19] quiere demostrar que el uso del hipertexto puede fomentar no sólo el aprendizaje de contenidos, sino también el pensamiento crítico y la autorreflexión sobre la naturaleza del aprendizaje. Esta teoría sostiene que el tratamiento de un tema complejo no puede limitarse a una sola dirección, porque entonces se generará un sistema relativamente cerrado, con muy poca flexibilidad y con muchas posibilidades de generar concepciones erróneas. Es necesario recurrir al hipertexto que diseñado en forma apropiada, puede ser suficiente y mucho más eficaz para transmitir áreas complejas de conocimiento que un texto lineal.
Entonces, el papel de estos sistemas debe orientarse a facilitar o promover procesos de pensamiento y el uso de estrategias de aprendizaje cognitivas y metacognitivas, pero también se debe cuestionar la determinación de enseñar únicamente destrezas cognitivas.
Se propone investigar sobre qué principios y métodos subyacen a estos sistemas, como desarrollar la autorregulación del proceso de aprendizaje en los alumnos, cómo se puede evitar el sentimiento de desorientación del usuario, qué procesos cognitivos y metacognitivos subyacen a estos procesos, cómo diseñar tareas efectivas, etc. todo esto destinado a mejorar el rendimiento de sistemas hipermediales.
Finalmente, la Teoría de la Flexibilidad Cognitiva [19] permite estudiar qué grado de control puede llegar a tener el usuario sobre el entorno de aprendizaje, y cómo influye la interfaz del usuario y el modo de presentación de la información en el usuario.
- La ingeniería socio-cognitiva [15] es un enfoque coherente para describir y analizar las interacciones complejas entre los usuarios y la tecnología basada en computador, así como para informar el diseño de sistemas socio-técnicos (la tecnología en su contexto social y técnico). Se extiende a trabajos previos que incorporan ingeniería de software, ingeniería de tareas, ingeniería de conocimiento e ingeniería organizacional, todos ellos con una base pedagógica e interdisciplinaria.
- Un agente pedagógico virtual inteligente (APVI) es una personificación para la figura del tutor, que instruye, guía y define las estrategias pedagógicas a aplicar, en un ambiente virtual de aprendizaje. Las bases en que se apoya su desarrollo están en los sistemas tutoriales inteligentes (STI), los entornos virtuales (EV), la pedagogía y la psicología [4]. Se propone realizar una simulación para evaluar el efecto de la personificación del tutor y de su comportamiento, en el momento de supervisar al estudiante; se busca averiguar el efecto que esto tiene en el proceso de aprendizaje, y determinar con que forma de visualización del tutor el estudiante se siente más cómodo en el momento de realizar las tareas encomendadas dentro del entorno virtual. La visualización del tutor se refiere a tres variaciones del agente: la ausencia visual del tutor dejando sólo mensajes textuales ó de audio; la presencia del tutor siempre a una cierta distancia del estudiante, es decir la presencia del tutor más próxima al lugar en el que está trabajando el estudiante. Finalmente, visualizar al tutor como un icono minimizado, siempre disponible cuando se lo requiera.

- University of Birmingham, Edgbaston, Birmingham B152T. 2000.
- [16] Sharples, Jeffery, Teather, and du Boulay. *Magnetic Resonance Imaging (MRI) Tutor*. University of Birmingham (in collaboration with De Montfort University, University of Sussex and the Institute of Neurology. 1997.
- [17] Sharples, M., Jeffery, N., Teather, D., Teather, B. and du Boulay, H. *Socio-cognitive engineering: a methodology for the design of human centered technology*. European Journal of Operational Research 2000a.
- [18] Sharples, M., Taylor, J. and Vavoula, G. *Towards a theory of mobile learning*. Paper presented at mLearn 2005, Capetown South Africa. 2005.
Disponible en: <http://www.mlearn.org.za/CD/papers/Sharples-Theory of Mobile.pdf>
- [19] Spiro, R., Feltovich, P. and Coulson, R. *Cognitive Flexibility. Constructivism, and Hypertext: Random Access Instruction for Advanced Knowledge Acquisition in III Structured Domains*. Educational Technology. 31(5) 24-33. 1991.
- [20] Stein, D. (1998). *Situated learning in adult education. ERIC digest*. Retrieved July 3, 2006 from <http://www.ericdigest.org/1998-3/adult-education.html>.
- [21] UWA Consortium. *The UWA Approach to Modelling Ubiquitous Web Applications*. In Proceedings of Conference “IST Mobile & Wireless Telecommunications Summit 2002, towards Ubiquitous Communications”. Thessaloniki, Greece. 2002.

Enseñanza virtual y Estilos de aprendizaje. Consideraciones para el mejoramiento del rendimiento académico.

Adriana C. Fantini

Lic. en Informática. UNLP.

MG. Enseñanza y Aprendizaje Abiertos y a Distancia. UNED

Profesor Asociado – Investigador Dedicación Exclusiva FCE - UNPSJB

Directora de Programa para la Organización y Gestión de la EaD en la Facultad de Ciencias

Económicas. UNPSJB

afantini@infovia.com.ar

Resumen

La enseñanza virtual se presenta como una oferta académica centrada en el estudiante, destinada a satisfacer sus necesidades de formación y actualización. Pero, a pesar de su gran auge, no hay que caer en la falsa idea de que es la panacea, ya que no garantiza un aprendizaje más eficaz por sí sola. Se ha comprobado que persisten a su alrededor graves problemas como el importante porcentaje de abandono y fracaso académico.

Por ello, en la búsqueda de herramientas para optimizar las propuestas educativas, de modo de que resulten confiables y de calidad en la práctica, partiendo de una concepción de calidad educativa multidimensional, se propone una estrategia para la mejora continua de la calidad en el proceso de enseñanza aprendizaje virtual, adoptando la práctica de identificar los estilos de aprendizaje de los estudiantes con el fin de diseñar estrategias de enseñanza adecuadas al perfil del grupo, bajo la convicción de que esto contribuirá a lograr un mejor rendimiento académico.

Introducción

En este artículo se presentan las líneas generales del trabajo de investigación "Estilos de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNPSJB"

Actualmente las instituciones educativas y empresariales se encuentran bajo un proceso de cambio, que implica la migración de la concepción de enseñanza como "transmisión de conocimientos" a una nueva concepción de "construcción del conocimiento".

En la búsqueda de una mejor educación es necesario establecer criterios para identificar propuestas educativas confiables y de calidad en la práctica. Identificando a la enseñanza virtual como una oferta académica centrada en el estudiante, en su aprendizaje y destinada a satisfacer sus necesidades de formación y actualización; se puede establecer calidad como: satisfacción de usuarios, excelencia del sistema, efectividad del proceso, buen impacto social, lo que se puede resumir en el logro de un buen rendimiento académico.

Conociendo la predominancia de algún estilo se podrán utilizar metodologías y recursos que estén al alcance de los docentes y estudiantes concientes de sus preferencias en cuanto a cada estilo de aprendizaje, de modo que se hagan esfuerzos por optimizarlos, reeditando en un mejor rendimiento.

El instrumento de diagnóstico del estilo personal de aprendizaje seleccionado para esta investigación es el Cuestionario Honey-Alonso de Estilos de Aprendizaje (CHAEA) (Alonso y otros, 1999). Basado en teorías del aprendizaje de tipo cognitivo, este cuestionario coincide con el inventario ya clásico de Kolb (1984) al atender a dos dimensiones principales durante el proceso de aprendizaje: por un lado el cómo percibimos la nueva información y por otro cómo procesamos lo que percibimos. En función de la primera dimensión, el proceso de aprendizaje se presenta como el indicador constructor "Activo" en un extremo y el indicador constructor "Teórico" por el otro. En el segundo caso nos encontramos ante otro indicador en cuyos extremos se encuentran las categorías "Pragmática" y "Reflexiva".

Objetivo del proyecto

El proyecto de investigación que aquí se presenta tiene por objetivo realizar un estudio descriptivo interpretativo para determinar la relación entre los estilos de aprendizaje (de acuerdo a la clasificación de Honey Alonso) y el rendimiento académico en aquellos estudiantes que acceden a cursos virtuales de las diferentes carreras profesionales en la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

Establecer las bases para la construcción de un repositorio de metodologías y recursos, acordes con sus preferencias en cuanto a cada estilo de aprendizaje, de modo que estén disponibles para los docentes y estudiantes, para apoyar los esfuerzos para optimizar el rendimiento académico.

Contexto institucional

La FCE con Sede en la ciudad de Trelew y Delegaciones académicas en las ciudades de Comodoro Rivadavia, Esquel y Ushuaia; actualmente imparte carreras de grado y posgrado bajo la modalidad presencial; cuenta con una planta docente integrada por profesores y auxiliares de docencia de los cuales aproximadamente un 5% tienen dedicación exclusiva, un 25% tienen dedicación semiexclusiva y el resto (70%) son docentes con dedicación simple. Con la planta actual, se da una relación docente alumno promedio, en los tres primeros años (comunes a las carreras de grado) de 53 alumnos por docente en 1º año, de 37 alumnos por docente en 2º año y de 33 alumnos por docente en 3º año. Otro dato relevante es el desgranamiento de los estudiantes según las cohortes: tomando los últimos 8 años, se observa que el desgranamiento es mínimo entre primero y segundo año, pero se mantiene alrededor del 70% entre el segundo y el tercer año. Este hecho asociado a la situación laboral de los estudiantes que en un 44% trabajan a la vez que completan sus estudios; y el 78% de ellos, lo hacen cumpliendo una jornada de entre 20 y 35 horas semanales; justifica la escasa cantidad de graduados (alrededor de 10 en Contador Público y entre 1 y 3 para las demás carreras de grado) en Trelew, con un promedio de edad por sobre los 30 años y una duración promedio de estudios sobre los 10 años.

Dadas las características de la institución y de su alumnado, la enseñanza virtual surgió como una alternativa atrayente para llegar con equidad, tendiendo a satisfacer las necesidades específicas de cada sede. Pero en las primeras experiencias, se pudo observar que el rendimiento académico no mejoraba significativamente. Fue por ello que se decidió constituir a través del Programa un Plan estratégico de intervención educativa a distancia respondiendo a las necesidades de la oferta académica de la Facultad en todas sus delegaciones; acompañado de un sistema de evaluación para la mejora continua que hiciera posible su implementación y mantenimiento a futuro y paralelamente pudiera asistir a las cátedras del sistema presencial, que así lo requieran, en la integración de las TICs y la capacitación de los docentes.

En el marco de este Programa institucional, con el objetivo a mediano y largo plazo de consolidar y adecuar la oferta educativa a las necesidades del contexto, rápidamente se tuvo la convicción de que era necesario proveerla de estrategias tendientes a lograr la mejora en el rendimiento académico de sus destinatarios.

La enseñanza virtual

Actualmente, con el desarrollo de las nuevas tecnologías, los saberes escapan de las aulas y de la autosuficiencia de los materiales preparados para la educación; el conocimiento aparece diseminado (des-localización) y se dispersa de los lugares y los tiempos legitimados socialmente para su distribución (des-temporalización). La Enseñanza virtual combina distintos elementos pedagógicos, sustentándose en las TICs. Así permite contactos en tiempo real, ya sean presenciales, o a través de

videoconferencias o chats; contactos diferidos con los tutores y compañeros a través de foros de debate y correo electrónico, y una diferente interacción con materiales de estudio a través de los multimedia. Además, aporta unas ventajas que pueden justificar su rápida expansión: la interactividad, el acceso al curso desde cualquier lugar y en cualquier momento, la existencia de información de retroalimentación inmediata, de manera que el profesor conoce si el alumno responde al método y alcanza los objetivos fijados inicialmente.

Pero, si bien es cierto que, aporta unas ventajas respecto a la enseñanza tradicional, no hay que caer en la idea de que la enseñanza virtual es la panacea. No se debe confundir el medio con el contenido. Internet no forma, sólo transmite; y la formación tiene destinatarios que esperan calidad, por tanto no hay que caer en el error de tratar de reproducir en la red la clase tradicional, sino que hay que aprovechar las opciones que brinda la enseñanza virtual para utilizar herramientas que favorecen el aprendizaje y que son difíciles de utilizar en el aula tradicional.

Las perspectivas pedagógicas actuales, ponen el énfasis en el apoyo a la construcción del conocimiento y los procesos reflexivos. En este marco, el docente genera propuestas de actividades para la reflexión, apoya su resolución, sugiere fuentes de información alternativas, ofrece explicaciones, favorece los procesos comprensivos; es decir, guía, orienta, ofrece andamios, y en ello consiste su enseñanza.

En la comunidad virtual las interacciones se intensifican, el Foro, por ejemplo, se presenta como un espacio con múltiples posibilidades de interacción, que favorece un juego de relaciones y la construcción social de significados a través de formas de interacción y colaboración.

Por tanto, en un sistema en el que el docente debe guiar, orientar y acompañar, dónde el eje fundamental es el alumno, es lógico suponer que conocer las variables que influyen, y que pone en juego el alumno cuando aprende, puede ayudar mucho a los profesores en la eficacia de su trabajo: “que el alumno aprenda”.

En los últimos tiempos se han desarrollado numerosas investigaciones estudiando las variables que se cree pueden afectar al aprendizaje. Una de ellas, y que cobra mayor relevancia en la enseñanza virtual, es el estudio de los llamados estilos de aprendizaje.

Los Estilos de aprendizaje

La corriente pedagógica del cognitivismo, considera al aprendizaje como un proceso de modificación interna, con cambios no sólo cuantitativos sino también cualitativos; se produce como resultado de un proceso interactivo entre la información que procede del medio y el sujeto activo.

Las diferencias o variaciones en un proceso de aprendizaje son el resultado de muchos factores, como por ejemplo la motivación, el bagaje cultural previo y la edad. Pero esos factores no explican porque con frecuencia se encuentran alumnos que con la misma motivación, de la misma edad y bagaje cultural, aprenden de distinta manera, de tal forma que, mientras a uno le va muy bien, al otro le resulta mucho más difícil. Esas diferencias podrían deberse, a su distinta manera de aprender. Tanto desde el punto de vista del alumno como del punto de vista del profesor el concepto de los estilos de aprendizaje resulta especialmente atrayente porque ofrece grandes posibilidades de actuación para conseguir un aprendizaje más efectivo.

La idea de *estilo de aprendizaje* viene de la psicología, y se refiere a la manera característica como las personas se orientan hacia la solución de problemas, pero también al comportamiento afectivo, cognitivo y fisiológico característico de una persona, que sirve como un indicador estable de cómo los aprendices perciben, interaccionan con y responden al entorno de aprendizaje.

El término estilos de aprendizaje se refiere a las estrategias cognitivas, que son, las formas de recopilar, interpretar, organizar y pensar sobre la nueva información (Gentry, 1999). Las personas perciben y adquieren conocimiento de manera distinta, tienen ideas y piensan de manera distinta y actúan de manera distinta. Además, las personas tienen preferencias hacia unas determinadas estrategias cognitivas que les ayudan a dar significado a la nueva información. Así podemos definir

los estilos de aprendizaje como *la tendencia relativamente estable, que muestran las personas a utilizar la misma estrategia en situaciones de aprendizaje.*

Alonso, Honey y Mumford (1986) basándose en teorías y cuestionarios de Kolb – Learning Style Inventory (1984), establecieron una taxonomía a partir de la aplicación a de su propio cuestionario CHAEA. Para ellos los estilos son cuatro: activo, reflexivo, teórico y pragmático. Siendo la clasificación que se presenta la siguiente:

ESTILO ACTIVO, Las personas que tienen predominancia en estilos activos se implican plenamente sin perjuicio en nuevas experiencias. Son de mente abierta, nada escépticos y realizan con entusiasmo las tareas nuevas. Son personas que se desarrollan en el presente y les fascina vivir nuevas experiencias. Piensan que por lo menos una vez hay que intentarlo todo. Al terminar una actividad entran rápidamente en otra, les aburre los plazos largos, son personas leales al grupo, se involucran en los asuntos de los demás y centran a su alrededor todas sus actividades.

ESTILO REFLEXIVO, les gusta considerar las experiencias y observarlas desde diferentes perspectivas. Son personas prudentes que gustan considerar todas las alternativas posibles antes de realizar un movimiento. Disfrutan observado la actuación de los demás, escuchan a los demás y no intervienen hasta que se han adueñado de la situación. Crean a su alrededor un aire ligeramente distante y condescendiente.

ESTILO TEÓRICO, adaptan e integran las observaciones dentro de las teorías lógicas y complejas. Enfocan los problemas de forma vertical, escalonada, por etapas lógicas. Tienden a ser perfeccionistas. Integran los hechos en teorías coherentes. Les gusta analizar y sintetizar. Son profundos en sus sistemas de pensamiento, a la hora de establecer principios, teorías, y modelos. Buscan la racionalidad y la objetividad, huyendo de lo subjetivo y lo ambiguo.

ESTILO PRAGMÁTICO, el punto fuerte de las personas con predominancia en estilo pragmático es la aplicación práctica de ideas. Descubren el aspecto positivo de las nuevas ideas y aprovechan la primera oportunidad para experimentarlas. Les gusta actuar rápidamente y con seguridad con aquellas ideas y proyectos que le atraen. Tienden a ser impacientes cuando hay personas que teorizan. Pisan la tierra cuando hay que tomar decisiones o resolver un problema. Su filosofía es "siempre se puede hacer mejor", "si funciona es bueno".

Metodología

La investigación se enmarca en un estudio de tipo mixto (a través de la triangulación de metodologías cuantitativas y cualitativas), el cual se desarrolla en dos etapas: la primera, cuantitativa descriptiva correlacional y la segunda cualitativa interpretativa.

Para la etapa cuantitativa, se toma como población a todos los estudiantes de primer semestre de los cursos de grado (en el espacio virtual) de la FCE. Para la etapa cualitativa, se realiza un muestreo teórico o selección cualitativa, de los casos típicos o atípicos, teniendo como referencia el análisis correlacional.

Para la primera etapa se consideran las variables: nivel de preferencia de Estilo de Aprendizaje y el Rendimiento académico. Para la fase cualitativa del estudio se definen las categorías previas de análisis: las actitudes de los estudiantes frente: al uso de la tecnología, la Interactividad, las actividades propuestas en el curso y el contenido del curso, la metodología del profesor (tutor) y las estrategias de aprendizaje.

En la etapa cuantitativa se utiliza como técnica la encuesta con pregunta cerrada, a través del uso del Cuestionario de Estilos de Aprendizaje de Honey Alonso (Alonso, Gallego y Honey, 1997) y relevamiento de las notas definitivas a la oficina de Alumnos. En la fase cualitativa se utiliza como técnica la entrevista semiestructurada a los estudiantes seleccionados en el muestreo.

Comentarios y propuestas a futuro

Este proyecto se encuentra en su etapa inicial, se están relevando las preferencias de los estudiantes a través del Cuestionario de Honey Alonso, se espera tener los primeros resultados al finalizar el cuatrimestre.

No obstante, el proyecto ha impactado favorablemente en la comunidad educativa, dado que tanto desde el punto de vista del profesor como del estudiante, el concepto de los estilos de aprendizaje resulta especialmente interesante porque ofrece una teoría sustentada en sugerencias y aplicaciones prácticas con grandes posibilidades de conseguir un aprendizaje mucho más efectivo. Así, cuanto mayor sea la información que el docente recabe del estudiante, mayores serán las posibilidades de acercamiento entre los tres vértices del triángulo del proceso de aprendizaje: estudiante, profesor y materia de estudio. Si los alumnos aprenden mejor cuando se les enseña con sus estilos de aprendizaje predominantes, los estilos de enseñanza de los profesores deberían estar influidos por los estilos de aprendizaje de sus alumnos. El profesor al comprender las diferencias de estilo de sus alumnos ajusta su estilo de enseñanza en aquellas áreas y en aquellas ocasiones, que sea adecuado para los objetivos que se pretenden. Sin llegar al extremo de diseñar una enseñanza basada en los estilos de aprendizaje, éstos pueden ofrecer interesante información para el diseño de actividades en la UNIDAD DIDÁCTICA. Pueden ayudar a tomar decisiones acerca aspectos como la selección de materiales educativos, la forma de presentar la información (que metodología o que actividades llevar a cabo), la creación de grupos de trabajo, procedimientos adecuados de evaluación, etc.

Por ello, el conocimiento del estilo de aprendizaje predominante podría ser una herramienta muy útil para adaptar el estilo de enseñanza de cara a un mejor rendimiento académico, a la vez que permitiría diseñar métodos de evaluación más apropiados para comprobar el progreso de los estudiantes en general. Así mismo para los estudiantes sería de una gran utilidad porque podrían planificar el aprendizaje según sus estilos, evitando así bloqueos y optimizando sus resultados.

Se espera contar con un procedimiento sistemático para relevar información acerca de los estilos de aprendizaje de los estudiantes de la Facultad y construir el repositorio de metodologías y recursos, acordes con sus preferencias en cuanto a cada estilo de aprendizaje, de modo que estén disponibles para los docentes y estudiantes, para apoyar los esfuerzos para optimizar el rendimiento académico.

Bibliografía

Dans, Fantini (2007). “Una experiencia de b-learning en la cátedra Análisis de Sistemas I de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNPSJB”. Edutic 2007.

García Aretio (2001). “La educación a Distancia. De la teoría a la práctica”. Ed. Ariel Educación. Barcelona. España. 2001.

Gentry, J.A. y Helgesen, M.G. (1999): “Using Learning Style Information to Improve the Core Financial Management Course”. Financial Practice and Education, Spring-Summer 1999.

Marcelo, D. y otros (2002): “E-learning-teleformación. Diseño, desarrollo y evaluación de la formación a través de Internet”. Editorial Gestión 2000, Madrid.

<http://agelesslearner.com/intros/adultlearning.html>

<http://tip.psychology.org/>

SISTEMAS DE CÓDIGO ABIERTO PARA APRENDIZAJE A TRAVÉS DE INTERNET

Pedro A. Willging⁽¹⁾, Gustavo J. Astudillo⁽¹⁾, Rubén A. Pizarro⁽¹⁾, Norma I. Scagnoli⁽²⁾, Sonia G. Suárez Cepeda⁽³⁾

⁽¹⁾Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – Universidad Nacional de La Pampa
pedro@exactas.unlpam.edu.ar, astudillo@exactas.unlpam.edu.ar, ruben@exactas.unlpam.edu.ar

⁽²⁾College of Business – University of Illinois at Urbana-Champaign
scagnoli@uiuc.edu

⁽³⁾Facultad de Ciencias Humanas – Universidad Nacional de La Pampa
suarezcepeda@yahoo.com

RESUMEN

En este trabajo presentamos las investigaciones realizadas en la búsqueda de una plataforma para el aprendizaje a través de Internet, cómo se está experimentando con la misma y algunos resultados obtenidos. Se ha instalado una plataforma de código abierto (Moodle) para el desarrollo de cursos piloto utilizando distintas modalidades: como soporte de clases tradicionales, como principal medio para el desarrollo de clases, y como módulos independientes. Las experiencias de la utilización de la plataforma en clases con gran diversidad en términos de la temática del curso, número de alumnos, modalidad del dictado de la clase; han ofrecido un amplio espectro de aplicación. La evaluación de esta plataforma se está completando con indicadores como confiabilidad, seguridad, costo/beneficio, satisfacción de usuarios, ventajas pedagógicas, y reutilización de material entre otros. Con los resultados de las evaluaciones, tests y diagnósticos, se pretende seguir experimentando con diferentes modificaciones en la funcionalidad del sistema (editando su código de base). También se indican líneas de trabajo que continuarán este proyecto de investigación.

INTRODUCCIÓN

El rápido crecimiento del e-learning impulsado por el desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) muestran a la Educación a Distancia (EaD) como una nueva y promisorio metodología para la formación y capacitación profesional. Isman y Demiray⁽¹⁾ identifican cinco etapas en el desarrollo de la EaD: a) la etapa previa a la educación por correspondencia; b) el período de la educación por correspondencia; c) la EaD por radio y televisión; d) el uso de interactividad a través de audio; e) Internet y el uso de las TICs en la EaD.

La aparición de Internet como una herramienta para la distribución de EaD ha sido abrazada por muchas instituciones de enseñanza tradicional que transformaron o iniciaron sus departamentos de educación a distancia basándolos en cursos que usan la Web como método de distribución de materiales y correo electrónico para la comunicación. “La Web” esta siendo catalogada como una herramienta más de enseñanza-aprendizaje, y el movimiento actual de instituciones que se lanzan a la *enseñanza en-línea* es enorme.⁽²⁾

La EaD no reemplaza sino que suma estrategias a las estrategias usadas en la clase tradicional para llegar al alumno y para mejorar la enseñanza con que se llega al estudiante que esta más allá de los límites geográficos del campus universitario real.⁽³⁾

Dentro de las últimas innovaciones tecnológico-pedagógicas relacionadas a la educación por medio de Internet, surgen a mediados de los '90 los Sistemas de Gestión de Aprendizajes (SGA), productos que proveen a estudiantes y profesores de herramientas basadas en la Web que permiten gestionar las actividades relacionadas a un curso. Un sistema de gestión de cursos es un paquete de software diseñado para ayudar al profesor a crear fácilmente cursos en línea de calidad. Estos sistemas e-learning también se llaman Sistemas de Gestión de Aprendizaje o Ambientes Virtuales de Aprendizaje.

Algunos de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje Comerciales más conocidos son WebCT (<http://www.wect.com>), eCollege (<http://www.ecollege.com>), e-ducative (<http://e-ducative.com>), y Blackboard (<http://www.blackboard.com>). Muchos otros sistemas similares están disponibles ⁽⁴⁾. El código fuente de los SGA no-comerciales es típicamente abierto y esta disponible para aquellos que desean editarlo, mejorarlo, o adaptarlo a sus necesidades. Para aquellos que no programan, los módulos están disponibles como paquetes completos o módulos individuales. Más allá de consideraciones de diseño de software, la filosofía subyacente SGA no-comerciales valora los principios de conocimiento compartido en la tradición de libertad intelectual ⁽⁵⁾.

Algunos de los SGA no-comerciales de código abierto disponibles son: ATutor (<http://atutor.ca>), Claroline (<http://www.claroline.net/>), Spaghetti Learning (<http://www.spaghettilearning.com/index.php>), y Moodle (<http://moodle.org/>).

Un importante aspecto a considerar cuando se esta implementando un SGA es el hecho de que el ciberespacio es un medio con un lenguaje propio, que se maneja con símbolos y códigos particulares, y en el cual el significado se construye de manera diferente al de otros medios de expresión del lenguaje como ser el escrito. Consideraciones semióticas son de importancia a la hora de evaluar un SGA, y también cuando se pretende diseñar o adaptar tal tipo de sistemas ya que existe una conexión directa entre la lectura-navegación de un sitio Web y la comprensión-interpretación de su contenido.

EL PROYECTO

Objetivos

En el año 1997 la Universidad Nacional de La Pampa, a través de una iniciativa nacional iniciada en 1994, se conectó a Internet por medio de la Red de Interconexión Universitaria (RIU). Esta iniciativa proveyó el impulso para cablear los edificios, comprar equipamiento básico, pagar técnicos para hacer la instalación, y pagar por la conexión inicial. A pesar que la infraestructura básica estaba disponible, aún no se habían explotado las potencialidades de la red como herramienta pedagógica. Este proyecto apunta a analizar estas potencialidades como herramienta para enseñanza y aprendizaje y hacer posible, con la experimentación, la puesta en marcha y desarrollo de cursos en línea, que la UNLPam pueda integrarse a la comunidad de educación en línea.

Este proyecto se enfoca en tres necesidades básicas: (a) investigación y actualización pedagógica/tecnológica, (b) puesta a punto de un sistema de enseñanza en línea, y (c) entrenamiento y soporte de recursos humanos para garantizar el éxito y sustentabilidad del proyecto.

El objetivo general del proyecto es el desarrollo de un sistema de enseñanza en línea (que constituya un recurso de importancia pedagógica) propio para la UNLPam.

De los objetivos propuestos, se han cumplido:

- Se exploraron diferentes sistemas para el dictado y manejo de clases por medio de Internet.
- Se establecieron las condiciones (infraestructura y recursos humanos) para el dictado de cursos utilizando la Internet como principal medio.
- Se desarrollaron cursos por medio de un sistema de código abierto.
- Se adaptó una plataforma para el dictado y manejo de clases por medio de Internet, modificando su código fuente.

La hipótesis de trabajo ha sido que los sistemas para el aprendizaje a través de Internet (de código abierto) han madurado lo suficiente como para que su adaptación a las necesidades de la UNLPam sea posible a través del trabajo de desarrollo de un equipo de investigadores/docentes. Y que el desarrollo y posterior incorporación de estas herramientas al repertorio de recursos disponibles constituye un aporte valioso para la enseñanza e investigación.

Actividades y resultados alcanzados

Dado que nuestro proyecto de investigación se encuentra en su último año de ejecución, se ha alcanzado un desarrollo avanzado y se han cumplido la mayoría de las etapas planificadas.

La primera etapa agrupó actividades de investigación, exploración y evaluación de diferentes sistemas para el aprendizaje por medio de Internet. Una vez estudiadas diferentes plataformas para la implementación de cursos en línea, se seleccionó para tal fin el SGA Moodle. El mismo fue instalado y puesto a punto luego de experimentar con diferentes sistemas operativos (Windows y Linux) y bases de datos (MySQL y PostgreSQL) para su instalación. El análisis de contexto ayudó a determinar las condiciones en que la instalación e implementación del sistema Moodle fuera satisfactoria. La plataforma se ha instalado en 2 servidores. Se puede acceder al mismo en: <http://online2.exactas.unlpam.edu.ar/moodle/> y en <http://online.exactas.unlpam.edu.ar/>

Con el sistema en funcionamiento se comenzó con el desarrollo de cursos piloto. Se recolectaron datos durante el proceso de desarrollo de la prueba piloto por diferentes métodos: encuestas y entrevistas, y estadísticas de uso. El análisis de los datos recolectados, permitió obtener los primeros indicios y evaluar el potencial pedagógico de la innovación tecnológico-pedagógica aplicada.

Seguidamente, la cuarta etapa se enfoca en la capacitación de los recursos humanos que trabajarán con el sistema de educación a distancia: docentes, soporte técnico, y coordinadores. Esta capacitación se está realizando mediante talleres presenciales y a distancia usando el sistema instalado. El objetivo de la capacitación docente a distancia es permitir una experiencia de primera mano con el sistema, como alumnos, de modo que los participantes se familiaricen con la interfase y las situaciones que se les pueden presentar a los futuros alumnos. Este taller prepara a los docentes en la planificación y diseño de cursos en línea. La capacitación incluye programas básicos para elaboración de objetos multimediales de enseñanza-aprendizaje.

Durante el transcurso del proyecto, se han realizado y se continuarán haciendo modificaciones al código fuente de la plataforma Moodle. Estas modificaciones incluyen el desarrollo de características o particularidades no existentes en el sistema original.

En principio, se instaló una versión de la plataforma en un sistema operativo comercial (Windows), luego se procedió a instalar la plataforma en un sistema operativo de código abierto (Linux). Los trabajos de desarrollo de software incluyen programación en PHP, HTML, y bases de datos (MySQL y PostgreSQL). Desde el inicio del proyecto el número de usuarios de la plataforma se ha ido incrementando de manera notable. La Figura 1 muestra la evolución, en términos de usuarios del entorno virtual desde su inicio hasta el día de hoy para el servidor destinado a cursos en línea y/o semipresenciales de la facultad.

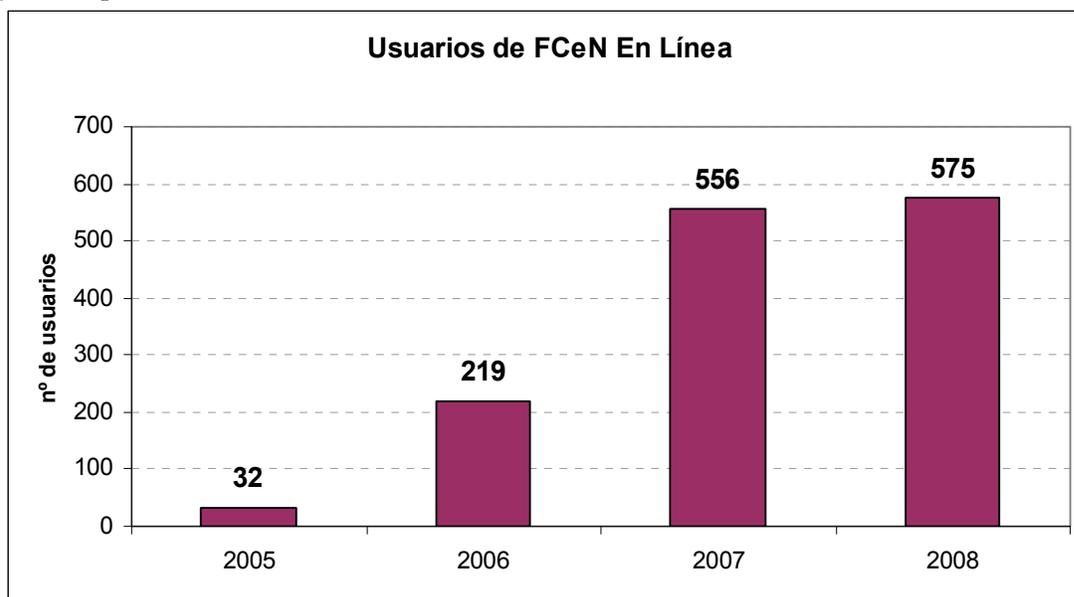


Figura 1: Número de usuarios por año (en 2008 incluye Enero y Febrero únicamente)

Durante el transcurso del año, se producen altas y bajas en los usuarios que utilizan la plataforma, ya sea porque se crean nuevos cursos, o porque algunos terminan el cursado de la asignatura y discontinúan su uso. En la Figura 2 se representan los usuarios de la plataforma por cada año, junto con los usuarios que al finalizar ese año no vuelven a ingresar a la plataforma en el futuro. La diferencia entre estos dos valores, da el número de usuarios que permanecen utilizando la plataforma de manera continuada a lo largo del tiempo. Puede verse que el número de usuarios que han incorporado el uso continuo de la plataforma se ha incrementado notablemente en estos 3 años.

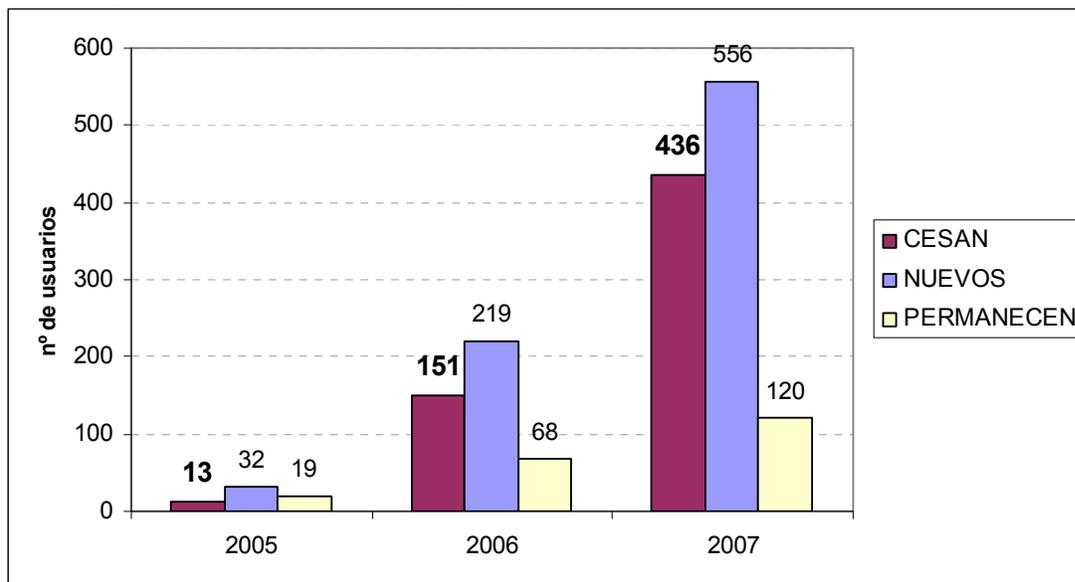


Figura 2: Número de usuarios nuevos, que cesan y que permanecen en la plataforma.

En los cursos que se han implementado en la plataforma, se ha experimentado con las posibilidades de incorporación de elementos multimediales, como por ejemplo el uso de video y audio para ejercitación en un curso de idioma. Se han empleado los filtros para lenguaje matemático en varios cursos relacionados a esa área de conocimiento, incluyendo el curso para alumnos ingresantes a la facultad⁽⁶⁾ ⁽⁷⁾. Otros recursos que se incorporaron a la plataforma, y que son agregados de código abierto también, fueron un graficados de moléculas desarrollado en Java y un applet para geometría (Geogebra).

FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

El ministerio de Educación de la Nación ha reconocido a la educación a distancia como un área de importancia estratégica para las universidades y que necesita desarrollo e investigación⁽⁸⁾. Este es un proyecto para explorar, desarrollar, organizar, testear, y evaluar sistemas para educación a través de Internet. Uno de sus objetivos principales es el de crear las condiciones (técnicas y humanas) de manera que la UNLPam pueda ofrecer y contribuir a la investigación de nuevas tendencias educativas mediante la generación de experiencias directas con educación a través de la Web. El proyecto involucra el uso de nuevas metodologías pedagógicas, alentando la formación de docentes, y actualización de tecnologías. Lo que se ha logrado hasta el momento, asegura las bases para la continuación de la experimentación con la enseñanza en ambientes virtuales, sus características, y particularidades. Teniendo un sistema de gestión de aprendizajes para enseñanza virtual, ahora se va a avanzar tres en líneas de trabajo que han aparecido como resultado de esta experimentación. Ellas son: (a) red de cliente delgado con software libre (b) compatibilidad de software de código abierto, y (c) objetos de aprendizaje. Se implementará una red de cliente delgado utilizando soporte de código abierto (Linux) reciclando computadoras de bajo rendimiento, para testear el funcionamiento del SGA en una red de esas características. Además del software de código abierto

del sistema operativo y del SGA, se hará una búsqueda y testeo de compatibilidad y funcionalidad de otro software de código abierto, en especial para uso educativo. Los SGA permiten en general la utilización de diferentes módulos, como por ejemplo para uso de multimedia, extensiones y filtros. Un módulo de especial interés es el de los objetos de aprendizaje (SCORM/IMS). Se investigará la funcionalidad, compatibilidad, posibilidades pedagógicas y flexibilidad de los objetos de aprendizajes en los SGA.

REFERENCIAS

1. Isman, A. and Demiray, U. (2001). The History of Distance Education. College of Education Journal, Sakarya University, Sakarya University, Turkey.
2. Rivera-Quijano, M. (2000) Nuevos caminos para conocer los nuevos entornos educativos electrónicos. In B. F. y colaboradores (Ed.), Formación del profesorado para el nuevo siglo: aportes de la tecnología educativa apropiada (pp. 81-105). Buenos Aires: Grupo Editorial Lumen - Hvmánitas.
3. Willis, B. (Ed.). (1994). Distance Education: Strategies and Tools. Englewood Cliffs, New Jersey.
4. Mann, B. L., (Ed) (2000). Perspectives in web course management. Toronto, Canadian Scholars' Press Inc.
5. Young, J. R. (2000, June 30). Veteran of California Virtual U. blames a flawed business plan for its demise. The Chronicle of Higher Education, p. A44.
6. Astudillo, G. J., & Willging, P. A. (2007). Posibilidades de los entornos en línea para desarrollar actividades matemáticas. In J. E. Sagula (Ed.) Memorias 9no Simposio de Educación Matemática, 1630-1643 (ISBN: 978-987-20239-5-9).
7. Willging, P. A., Astudillo, G. J., Scagnoli, N. I., & Suarez Cepeda, S. G. (2006). Curso de orientación a través de un sistema de gestión de aprendizajes. Apertura Revista de Innovación Educativa, 6(5), 56-71 (ISSN 1665-6180).
8. Universia (8 de Junio de 2004). www.universia.com.ar

LA TEORIA TRIARQUICA DE LA INTELIGENCIA CONSIDERADA PARA ABORDAR LA CONSTRUCCION DE UN SOFTWARE EDUCATIVO DEL AMBITO INFORMATICO

Lic. Ángela Belcastro¹
Fac. de Ingeniería – Sede Comodoro
Rivadavia - UNPSJB
<mailto:angelab@ing.unp.edu.ar>

Lic. Gabriela Oriana²
Fac. de Ingeniería – Sede Comodoro
Rivadavia - UNPSJB
<mailto:orianagab@ing.unp.edu.ar>

Lic. Pamela Ritter³
Fac. de Ingeniería – Sede Comodoro
Rivadavia – UNPSJB
<mailto:pcritter@ing.unp.edu.ar>

Mg. Rodolfo Bertone⁴
Fac. de Ingeniería – Sede Comodoro
Rivadavia. UNPSJB
III-LIDI. Fac. de Informática – UNLP
(1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina
<mailto:pbertone@lidi.info.unlp.edu.ar>

RESUMEN

Este trabajo está orientado a examinar algunos elementos provenientes del campo de Psicología Cognitiva, que favorecen la retención y construcción de conocimiento, y pueden ser utilizados para elaborar propuestas, estrategias de aprendizaje y ejercitación, estableciendo mejoras en el proceso de enseñanza- aprendizaje de temas puntuales del análisis de sistema. Enriqueciendo elementos a incorporar al desarrollar la construcción de un software educativo que tiene por objeto mejorar la calidad educativa a nivel Universitario y Polimodal en los temas relacionados con la definición, administración y clasificación de SI.

El objetivo principal de este trabajo apunta a identificar elementos valiosos de ejercitación, que surgen de valorar y examinar la teoría triárquica de la inteligencia y los pensamientos de Stenberg respecto de la enseñanza.

PALABRAS CLAVES

Informática Educativa. Psicología Cognitiva. Aprendizaje constructivo. Análisis de sistemas.

1. INTRODUCCION

Por una parte, la Informática Educativa intenta poner al servicio del aprendizaje y la enseñanza, las Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs). Y por otra, la Psicología Cognitiva ofrece teorías, modelos y principios que favorecen la construcción de conocimiento, son los vinculados a la memoria, la resolución de problemas y a los fenómenos metacognitivos.

La psicología cognitiva es una perspectiva teórica centrada en la comprensión de la percepción, el pensamiento y la memoria humana. Describe a los alumnos como procesadores activos de información. Le da importancia al conocimiento y perspectiva que aportan los estudiantes a su aprendizaje. De la psicología cognitiva, surgieron conceptos relevantes del ámbito educativo: los esquemas, los niveles de procesamiento, y la memoria constructiva. Los esquemas marcan la existencia de redes mentales para la comprensión, dado por un concepto o estructura que existe en la mente de un individuo, para organizar e interpretar la información. Cuando construimos información, ajustamos la información que ya existe en nuestra mente. La memoria es producto del

¹ Prof. Adj. Dedicación Exclusiva “Introducción al Análisis de Sistemas. Responsable in situ del Proyecto de Investigación

² J.T.P. Dedicación Exclusiva “Introducción al Análisis de Sistemas”

³ Aux. 1º “Introducción al Análisis de Sistemas”

⁴ Profesor Adjunto Dedicación Exclusiva – Prof. “Ingeniería de Software”. Director del Proyecto de Investigación

tipo de procesamiento al que se somete la información. Las personas crean conocimiento conforme se enfrentan a nuevas situaciones.

2. LA TEORIA TRIARQUICA DE LA INTELIGENCIA

La definición de inteligencia genera polémica, es abstracta y general. El libro de John W. Santrock, citado en la bibliografía, la presenta de la forma: “La inteligencia es la habilidad de resolver problemas y la capacidad de adaptarse y aprender de las experiencias cotidianas de la vida”.

Según la Teoría Triárquica de la Inteligencia de Robert J. Sternberg (1986, 2000), la inteligencia tiene tres formas: analítica, creativa y práctica. La analítica incluye la capacidad de analizar, juzgar, evaluar, comparar, contrastar. La creativa, habilidades de crear, diseñar, inventar, originar e imaginar. La práctica, habilidad para utilizar, aplicar, implementar y poner en práctica.

Por ejemplo, al escribir un informe, las habilidades analíticas, incluyen analizar los temas principales; las creativas, generar nuevas ideas acerca de cómo el libro podría haber sido escrito de mejor manera; y la práctica, pensar en los temas del libro que se pueden aplicar en la comunidad.

Sternberg afirma que en la enseñanza es importante equilibrar la instrucción con relación a los tres tipos de inteligencia. Brindar oportunidades a los estudiantes para aprender a través del pensamiento analítico, creativo y práctico, además de las estrategias convencionales que se enfocan en aprender y recordar un concepto de información.

La creatividad puede definirse como la habilidad de pensar acerca de algo de forma novedosa y poco común, y crear soluciones únicas a los problemas. (J. P. Guilford, 1967)

El pensamiento implica manipular y transformar información en la memoria. Con frecuencia se hace para formar conceptos, razonar, criticar y resolver problemas. La memoria es la retención de información a lo largo del tiempo. Para que la memoria funcione, se introduce información, se almacena y representa, y luego se recupera posteriormente para algún propósito. El razonamiento es el pensamiento lógico que emplea la inducción o deducción para llegar a una conclusión.

3. DESARROLLO ABOCADO AL TEMA INFORMACION Y SISTEMAS DE INFORMACION EN LAS ORGANIZACIONES

Los temas considerados del ámbito Informático son: “Información, y sistemas de información en las organizaciones”. Se seleccionaron recursos didácticos de enseñanza, clasificando cada ejercicio, según las habilidades que generan en el estudiante al desarrollarlos.

La lista de habilidades consideradas, es la siguiente:

I. Habilidades analíticas	II. Habilidades creativas
<ol style="list-style-type: none"> 1) Seleccionar situaciones que implican resolución de problemas y analizarlos en términos de los Metacomponentes 2) Analogías, 3) Comparaciones, 4) Relaciones: concretas – abstractas; implícitas (inferidas) – explícitas, 5) Procesos inductivos, 6) Procesos deductivos 7) Considerar la experiencia previa necesaria (requisitos) o grado de familiaridad para encarar el material en términos de conocimiento (información pertinente) 8) Habilidades (Búsqueda, Selección, Codificación, Uso) 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Identificar componentes automatizados 2) Extensiones 3) Aplicaciones 4) Nomenclaturas 5) Íconos 6) Botones y claves 7) Identificar relaciones no evidentes (que no se derivan en forma directa de la Información) 8) Buscar nuevos elementos o extensiones 9) Relacionar la información nueva con la disponible o existente 10) Producir un enfoque o extensión no incluida en el material 11) Aplicar la técnica a otros ámbitos, contenidos o situaciones

III. Habilidades prácticas

- 1) Estrategias para determinar el grado de ajuste del material en función de las aplicaciones
- 2) Producir transformaciones, cambios y reestructuraciones
- 3) Señalar aspectos de mayor – menor dificultad o acceso.

3.1 EJEMPLO DE EJERCITACION Y EL ANALISIS DE LAS HABILIDADES QUE EJERCITA EN EL ESTUDIANTE:

CONSIGNA: encuentre cinco relaciones de tres términos, pertenecientes uno a cada columna.

- Cada término de cada columna, puede emplearse para una sola relación.
- Fundamente y/o ejemplifique cada relación.

COLUMNA 1	COLUMNA 2	COLUMNA 3
Niveles superiores	Información predecible	Planeamiento a largo plazo
	Información no predecible	Planeamiento a mediano plazo
Nivel medio	Presupuesto	Planeamiento a corto plazo
	Mayor Variedad de temas	Reglas de decisión establecidas previamente
Decisiones estructuradas	Información mas resumida	Procesos de control
	Información mas detallada	
PERT	Uso de fuentes externas	
	Uso de fuentes internas	
Información	Toma de decisión	
	Proyecto	

Existen muchas soluciones válidas alternativas, para el ejercicio dado.

El alumno al resolver este ejercicio:

- Ejercita habilidades analíticas, debe analizar y comparar diferentes palabras claves del curso, debe tener incorporados los conceptos de la Unidad 3 “ Procesos Organizacionales”. Puede realizar Analogías, tienen decisiones estructuradas y reglas de decisión establecidas previamente, que son análogas, y están en distintas columnas por lo que pueden ser seleccionadas para la misma relación. Realiza comparaciones, de los términos de cada columna. Establece relaciones (no todas son explícitas).
- Ejercita habilidades creativas, al seleccionar una relación, (siendo que existen varias alternativas posibles), identificará relaciones no evidentes, guiado por sus motivaciones e intereses personales. Además debe relacionar la información nueva con la disponible o existente” ya que deben relacionar conceptos de la unidad 4 (información nueva) con conceptos de la unidad 3 “procesos Organizacionales (información ya conocida).
- Si ejemplifica, ejercita habilidades creativas, creará o inventará un ejemplo concreto, indicará que empresa es, a que se dedica, cual es el empleado que resuelve el problema, cual es el problema que se presenta, y concretamente según cual sea la relación que establezca, presentará cada elemento involucrado. Aplica la técnica a otros ámbitos, contenidos o situaciones, (al ejemplificar en una empresa en concreto, frente a la necesidad de resolver un problema específico).
- Si ejemplifica, y emplea las técnicas mencionadas en el ejercicio para representar cada ejemplo que plantea, ejercita habilidades prácticas, ya que (utiliza, aplica, pone en práctica) el mecanismo que se emplea para armar un diagrama Pert, o un diagrama Gantt, o para confeccionar una tabla o un árbol de decisión, al brindar un ejemplo concreto, y representarlo adecuadamente. adquieren destreza práctica, y experiencia, podrá luego desarrollar estas actividades con mayor eficiencia y seguridad. Puede producir transformaciones, cambios y reestructuraciones, al adquirir destreza y aplicar las técnicas con mas rapidez y seguridad.

- Si ejemplifica, y busca en Internet o en materiales, ideas de base para plantear el ejemplo, ejercita habilidades prácticas, ya que (utiliza, aplica) ejemplos de un ámbito específico, de diagramas Pert, Gantt o decisiones, y realiza pequeños cambios y transformaciones que le permiten proporcionar un ejemplo con los tres términos involucrados, valiéndose de ideas y desarrollos de otras personas, produciendo en ellos, transformaciones, cambios y reestructuraciones.

3.2 ANÁLISIS EN TÉRMINOS DE METACOMPONENTES DE SITUACIONES DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

a) SITUACIÓN

- **Tema 8 del Trabajo de Campo:** investigue y describa mediante un enunciado breve, o mediante la herramienta que considere más conveniente, la lista de cada proceso que se lleva a cabo y que involucra la existencia de entradas al subsistema y de salidas, que quedarán reflejadas en el diagrama de contexto, al desarrollar el tema 9.
- **Tema 9 del trabajo de campo:** confeccionar el diagrama de contexto, en base a los resultados de la investigación.
- **Aclaración:** estos dos temas, se desarrollan conjuntamente, ya que los diagramas de contexto son útiles para documentar la información que se dispone del sistema, relativa a transformaciones de datos dentro del sistema.

b) COMPONENTES DE LA INTELIGENCIA

La teoría triárquica de la inteligencia humana pretende describir la relación de la inteligencia con el mundo interno del individuo a través de los componentes o procesos mentales que están implicados en el pensamiento (Subteoría Componencial). Estos componentes son de tres tipos: 1) metacomponentes, 2) componentes de ejecución, y 3) componentes de adquisición del conocimiento. Los metacomponentes son los procesos ejecutivos usados para planificar, controlar y evaluar la solución de los problemas o tareas. Los componentes de ejecución son los procesos de nivel más bajo de todos los procesos implicados en hacer efectivos (o ejecutar) todos los mandatos de los metacomponentes. Y los componentes de adquisición del conocimiento son aquellos procesos utilizados, en primer lugar, para aprender a solucionar los problemas.

- **Metacomponentes:**
 - Establecer el plan general de desarrollo del ejercicio, teniendo en cuenta las características del trabajo y los tiempos predefinidos para su realización.
 - Planificar las entrevistas u otra técnica para recabar información sobre los procesos que se llevan a cabo en el subsistema bajo estudio.
 - Definir la estrategia que se utilizará para seleccionar a la persona que será entrevistada, y a los integrantes del grupo que participarán en la, o las entrevistas.
 - Definir la estrategia que se utilizará para documentar la información recabada en la, o las entrevistas, y para cotejar su correcta interpretación.
 - Establecer indicadores de correctitud y calidad, y medir su valor durante el proceso, para controlar su desarrollo.
- **Componentes de Ejecución**
 - Armar la lista de preguntas para la entrevista o preparar cualquier otro instrumento para recabar la información sobre los procesos que se llevan a cabo en subsistema bajo estudio, consultando y analizando el organigrama de la empresa.
 - Aplicar la técnica elegida para recabar información sobre los procesos del subsistema bajo estudio.
 - Dibujar el diagrama de contexto utilizando las técnicas aprendidas. Documentar los resultados de la investigación, y cotejar su correcta interpretación.
 - Escribir el listado de procesos.

- Realizar las adecuaciones necesarias según información de retroalimentación, recabada sobre el sistema bajo estudio.
- Participar oportunamente en clases de seguimiento, para advertir cambios requeridos que deben incorporarse.
- Realizar acciones especiales, ante atrasos en la realización del ejercicio.
- **Componentes de Adquisición de conocimientos:**
 - Aprender las acciones y elementos requeridos para desarrollar la actividad.
 - Buscar los elementos indispensables (uno de ellos: el organigrama).
 - Tener en claro los indicadores de correctitud y calidad de la actividad, destacando contenido, estructura, sintaxis, notación y objetivos.
 - Aprender sobre los procesos que se desarrollan en la empresa bajo estudio.

4. CONCLUSIÓN

Al examinar los distintos tipos de inteligencia, mejorando los recursos didácticos, llevando a los alumnos a aplicar tanto las habilidades analíticas, como las creativas y las prácticas, hemos podido observar la grandeza de los trabajos de campo que conectan al estudiante con problemas actuales de la comunidad. Podemos fomentar el aprendizaje constructivo, a través de la enseñanza basada en casos de estudio y trabajos de campo, guiando al estudiante al desarrollo de habilidades metacognitivas, y al debate. A través de trabajos de campo, los docentes ayudan a los estudiantes a interpretar datos, desarrollar explicaciones, y evaluar y comunicar lo que han aprendido. Además, desde el campo de la Informática, les permite iniciarse en el análisis de sistemas, y en el empleo de herramientas propios del analista. Trabajo que se desarrolla en equipo, y permite que los alumnos aprendan unos de otros, y reciban evaluación formativa, en reuniones de seguimiento con los docentes, generando un entorno cooperativo de aprendizaje.

5. BIBLIOGRAFIA

- Psicología de la Educación. John W. Santrock. Mc Graw Hill. Santrock. 2006.
- Psicología cognitiva y de la instrucción. Roger. H. Bruning. Pearson. Prentice Hall. 2005.
- Sternberg, R. 1985. La Teoría Triárquica de la Inteligencia: comprender el autogobierno mental.
- Pueyo, A. 1996. Los componentes cognitivos de la inteligencia. Sternberg, R. 1997. Las tres claves de la inteligencia exitosa. Como una inteligencia práctica y creativa determina el éxito en la vida. Buenos Aires: Paidós.
- Chi, M y Glaser, R. 1986. Capacidad de resolución de problemas. Sternberg, R. Las capacidades humanas. Un enfoque desde el procesamiento de la información. Barcelona. Labor Universitaria.
- Ralph M. Stair. George W. Reynolds. Principios de Sistemas de Información. Cuarta edición. Ciencias Thomson. 2000.
- J. Senn. Análisis y diseño de sistemas de Información. McGrawHill. 1992
- Davis, William. Herramientas CASE: Metodología Estructurada Para El Desarrollo De Sistemas. PARANINFO. 1992
- Cohen. Sistemas De Información Para La Toma De Decisiones. McGrawHill. McGrawHill.
- Yourdon. Análisis Estructurado Moderno. Prentice Hall. 1993.
- Belcastro. Tomo de Teoría de Introducción al Análisis de Sistemas. Capítulos 4 y 5. www.ing.unp.edu.ar/asignaturas/ias.
- Raymond McLeod, Jr. Sistema de información gerencial. Editorial Pearson Educación. 2000.
- Effy Oz. Administración de Sistema de información. Segunda Edición. Thomson Learning. 2001.
- Belcastro, Oriana, Morgante, De la Paz, Ritter, Bertone. EduIAS, una herramienta educativa de apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje del análisis de sistemas.
- Kendall & Kendall. Análisis y Diseño de Sistemas. Sexta Edición. Pearson. Prentice Hall. 2005.
- Aplicaciones Informáticas de Gestión. Una perspectiva de Ingeniería de Software. Mario G. Piatini. José A Calvo–Manzano. Joaquín Cervera. Luis Fernández. Alfaomega. Ra–Ma. 2004.

FAQs & IPOD - Implementación de Enseñanza Móvil

MSC Ing. Raúl Manuel Caballero – Ing. Gustavo Maggiolo – Sr. Germán Reula
Universidad Tecnológica Nacional –Facultad Regional Paraná

caballero_raul@gigared.com – maggiologustavo@hotmail.com – german_reula@hotmail.com

Resumen

En la actualidad el dispositivo tecnológico móvil más utilizado por la población en el mundo y nuestro país es el teléfono celular. Estos, con el devenir de nuevas tecnologías, la miniaturización electrónica y otros elementos dan la posibilidad no sólo de establecer comunicaciones telefónicas sino que además nos permiten acceder a internet, escuchar música, ver videos, sacar fotografías y tantas otras cosas más.

Sin dudas los mayores usuarios de este tipo de dispositivos; junto a los reproductores MP3, MP4 e IPOD; son los jóvenes y debemos tener en cuenta que involucran importantes implicancias educativas.

El presente trabajo es un proyecto/experiencia de cátedra, implementado en las asignaturas de Técnicas Digitales de la carrera en Ingeniería Electrónica de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná*. En este se describe el uso educativo de los reproductores MP4 e IPOD y su potencialidad para el desarrollo de actividades académicas y de formación.

El uso de la tecnología en las aulas se está expandiendo aceleradamente, ofreciendo unas posibilidades pedagógicas impensables años atrás. Con las nuevas tecnologías, los estudiantes pueden explorar el mundo fuera de las cuatro paredes del aula, de su pupitre, el pizarrón y hasta del docente y de esta manera, entre muchas otras, lograr las competencias que su formación exige.

En este contexto una de las herramientas utilizadas es el video educativo y la posibilidad de usarlo por parte de los alumnos siempre que cuenten con un acceso a internet para obtenerlo o visualizarlo y además tener la opción de bajarlo a un dispositivo móvil reproductor de MP4 permitiendo de esta manera una mayor libertad para reproducirlo en el momento y lugar que le sea más cómodo dentro de su propio calendario de actividades u otros que por sus características no disponen del acceso y el equipo correspondiente para acceder a la red.

*El responsable de cátedra usa esta metodología también en otras asignaturas en otras Universidades.

LA EXPERIENCIA

Objetivo

Utilizar dispositivos móviles como los IPODs y reproductores MP4 para uso educativo.

A partir de estos los alumnos pueden acceder en forma asincrónica y cuando lo deseen a videos de clases teóricas, simulaciones digitales de fenómenos electrónicos, manuales, presentaciones, capturas de pantallas de software, audio, etc.

Contexto

Las carreras universitarias de índole técnica, tal como son las ingenierías, esperan que sus docentes utilicen técnicas que permitan a los alumnos lograr niveles cognitivos acordes a las exigencias que plantean los mercados regionales y mundiales en su área de experiencia. Particularmente creando métodos de aprendizaje del tipo activo y asociados a

las competencias que los profesionales deben tener.

En este contexto son las carreras, sus docentes y sus cátedras quienes deben proponer estos métodos que promuevan lo descripto teniendo en cuenta las tecnologías de las cuales disponen diariamente los alumnos y que involucran una elevada potencialidad de uso académico.

En el caso de la carrera de Ingeniería Electrónica de la UTN FRP se trabaja con un proceso orientado a la actividad práctica y con énfasis en la práctica del Laboratorio Autogestionado, lo que implica que el alumno debe lograr capacidades para desenvolverse con el uso y manejo de los materiales e instrumentos de la electrónica.

Por ello, la respuesta a sus consultas a través de video es una interesante alternativa a la necesidad de inmediatez e información que los alumnos nos demandan.

La información recabada en la primer parte del proyecto nos indica que casi el 98% de los alumnos disponen de un teléfono celular. Una cantidad menor dispone de un dispositivo móvil de grabación y reproducción de audio y que sólo un 32% dispone de un dispositivo de reproducción MP4. Por otro lado las asignaturas de las Técnicas Digitales han acompañado a sus clases tradicionales con diferentes tipos de tecnología asociada al e-learning con éxito y entre ellas el m-learning.

Características de las asignaturas

Las asignaturas de Técnicas Digitales en la carrera de Ingeniería en Electrónica de la UTN Facultad Regional Paraná tienen un fuerte contenido práctico proponiendo a los alumnos un método de aprendizaje basado en problemas.

Además de la carga de actividad práctica de laboratorio se enfrenta al alumno a desarrollos de soluciones de ingeniería de contexto real, actividad colaborativa y de discusión para la concreción de objetivos, el uso de la demostraciones prácticas permanentes, el análisis con complejidad creciente y la orientación a la síntesis y el diseño.

Se proponen en estas asignaturas una estrategia de enseñanza que conduzca al alumno a un estilo de aprendizaje netamente activo.

Si bien por las características de la carrera, se trata de asignaturas donde se imparte clases en forma presencial, la cátedra utiliza plataformas del tipo LMS¹ para el desarrollo del b-learning², cursos en línea que no pueden dictarse durante el transcurso de clase ya sea por el tiempo o por los contenidos haciendo e-learning³ y la implementación del m-learning⁴ objeto de esta presentación.

El M-Learning

Una definición sencilla nos dice que m-learning es el resultado de aunar dos

tecnologías, la de la computación móvil y la formación, resultando ser un apéndice del conocido e-learning, que en forma más general contempla diversos procesos y medios electrónicos como conductores o facilitadores de la formación.

El m-learning más concreto, se centra en los medios y dispositivos móviles como soporte de esta formación, por tanto es posible definirlo como una escisión o especialización del e-learning.

La cátedra, en esta área, lleva adelante dos experiencias con diferentes actividades y pruebas donde se trabaja en uno de ellos con la telefonía celular y en el segundo con reproductores IPOD y MP4.

El uso de estas tecnologías dispone de ventajas similares a las de su “hermano mayor” el e-learning, m-learning consigue mayor proyección ante determinados colectivos, para los que las necesidades de movilidad son handicaps importantes en los procesos de formación.

Estos colectivos incluyen a universitarios pero también podemos encontrar personas que trabajan en diferentes empresas que requieren capacitación constante y se encuentran territorialmente dispersas o disponen de pocas instancias temporales para asistir a capacitaciones presenciales.

Porque utilizar el IPOD y el MP4

Existe una buena cantidad de razones por la cual es muy importante e interesante utilizar estos elementos en la educación.

Quizás la siguiente exposición de las causas no indique, respecto de su orden, la importancia en la totalidad, sin embargo cada una de estas contribuye a justificar su uso.

- El uso de la tecnología por parte de los alumnos es un elemento motivador en su aprendizaje.
- La tecnología de un dispositivo reproductor de audio o video móvil permite acercar al alumno a diferentes contenidos académicos sin importar la “distancia” a la que se encuentre de su institución o el horario cronológico en que lo haga o desee hacerlo.

¹ Learning Management System – Sistema de Administración de Enseñanza. En este caso Registral

² Blended Learning – Enseñanza mezclada. Presencial y a Distancia

³ Electronic Learning – Enseñanza Electrónica

⁴ Mobile Learning – Enseñanza Móvil

- Con un video el alumno puede ser el protagonista. El decide el momento de observarlo, retrocederlo, rever algunos puntos, reiterarlo, etc. Esto obviamente no sucede en la clase tradicional y pueden existir contenidos de la misma que se “escapen” al alumno por diferentes circunstancias durante la exposición de una clase.
- El uso de los videos para Respuesta a Preguntas Frecuentes (FAQ) es una excelente alternativa al documento escrito (o su inexistencia) y más eficiente por las características del medio (video vs. Texto).
- Los estudiantes requieren sistemas más flexibles: estudios a tiempo parcial, educación recurrente, combinación de programas.
- Permite al alumno conocer una alternativa de obtención de información que además puede acceder en repositorios
- No es necesario capacitar al alumno en el uso de la herramienta tecnológica. En todo caso es el docente quien debe capacitarse.
- Hoy, la gama alta de teléfonos celulares tienen el poder de una computadora intermedia y además consume sólo un centésimo de la energía.
- El crecimiento esperado de uso de celulares para el 2008 es superior al 60% respecto del año 2007. (Vea Tabla N°1)
- Debemos encontrar alternativas a las clases magistrales donde ya está plenamente comprobado que los períodos temporales de atención son bajos.
- Con la baja de los precios y el aumento de la funcionalidad, es seguro que en un futuro no muy lejano todos los estudiantes dispondrán de un dispositivo móvil reproductor de video.
- Las personas que han abandonado los estudios o se encuentran socialmente desfavorecidos, a menudo carecen de la confianza para desarrollar competencias básicas en TIC. A raíz de la exposición a la m-herramientas de aprendizaje las mismas pueden ser un inicio o acercamiento a las mismas.

- Pueden distribuirse de manera económica y eficiente contenidos educativos o de información que no necesariamente deben corresponderse con los contenidos académicos de una carrera universitaria.
- Están al alcance de todo el mundo sin importar la edad o la condición social. Además quienes disponen de estos reproductores los utilizan en forma adecuada.
- Aprender puede tener lugar fuera de las horas de trabajo y durante los tiempos "improductivos"

Además de estas recordemos que la principal tarea del docente consiste en crear un entorno en el que el aprendizaje resulte inevitable

“Con el advenimiento de las nuevas tecnologías, el énfasis de la profesión docente está cambiando desde un enfoque centrado en el profesor y basado en clases magistrales, hacia una formación centrada principalmente en el alumno dentro de un entorno interactivo de aprendizaje. El diseño e implementación de programas de capacitación docente que utilicen las TICs efectivamente es un elemento clave para lograr reformas educativas profundas y de amplio alcance”(UNESCO 2004).

Los maestros que sólo utilizan pizarrón y tiza sin ocuparse de usar mayor tecnología, corren el riesgo de ser rebasados por los propios estudiantes, que reciben información de una diversidad de medios como dispositivos móviles, teléfonos celulares, internet televisión y demás.

Los jóvenes son nativos digitales; los niños son la generación de la @ (¿o es del @?) y los nacidos antes de los años 90 somos inmigrantes digitales. Así, los estudiantes o son nativos digitales o son generación @. Por ende los docentes somos inmigrantes que necesitamos adoptar tecnología para comunicarnos con esta generación.

Con la aplicación de la tecnología la situación cambia en forma notable, pues el flujo de información comienza a distribuirse en forma horizontal: el profesor se convierte más en un

guía del proceso educativo, y deja de ser el centro del conocimiento.

Hoy es posible liberar el aprendizaje de las limitaciones de un aula física, mediante el uso de novedosas tecnologías como el podcast, que permiten divulgar contenido educativo para escucharlo o verlo con una PC o un iPod. Esto no es nuevo, ya existe una amplia variedad de materiales educativos que se desarrollan y divulgan en forma de podcast agregado a que esta experiencia ya está llevándose a cabo en otras universidades donde la de Duke es un referente.

El contenido puede ser desde una presentación acerca de un tema de estudios, hasta una clase de algún profesor o un seminario. Teneos la capacidad para hacerlos y sólo nos resta comenzar.

Tabla N°1

Continente (%)	2005	2006	2007	2008
Europa Oriental	101.4	106.3	108.9	110.3
North America	67.6	74.0	79.4	83.7
Europe Occidental	63.6	74.3	79.3	82.8
America latina	43.3	50.7	53.3	55.0
Medio Oriente	38.0	45.4	50.9	54.5
Asia del Pacífico	22.5	26.2	30.0	33.9
Africa	21.0	27.3	32.2	36.0

Fuente: "Reach for Your Handset," by O. Taaffe (2006) *Telecommunications*, 40(4), 20-2

Un estudio realizado por la **Unión Internacional de Telecomunicaciones** informa que alrededor de **2.600 millones** de usuarios tienen telefonía móvil.

Esta cifra se ha triplicado desde el año 2000 cuando existían unos 800 millones de aparatos. Un total de 4000 millones de personas tienen teléfono, ya sea fijo o móvil.

En lo que refiere al tipo de países el 86% de los ciudadanos de países industrializados tiene móvil, la cifra se reduce a un 34% para los países en vías de desarrollo y a un 8% para los menos avanzados. (Setiembre 2007)

Las FAQs

Si bien es posible utilizar estos recursos en gran variedad de ejemplos se propone a las FAQs como el más interesante teniendo en cuenta todo lo que el alumno desea saber y no esta dispuesto a consultar a la cátedra por tiempo, distancia o sólo timidez.

Todos conocemos el porqué del uso de las FAQs (Frequently Asked Questions) o Respuestas a las Preguntas Más Frecuentes.

Por un lado permiten a los docentes o educadores poner a disposición de sus educandos o el público en general las respuestas a aquellos interrogantes que pueden plantearse para la realización de una

acción, el uso de un software, la prosecución de un trámite, etc.

Por otro lado, y lo que es muy importante, es que permiten al usuario disponer de una acceso inmediato a una potencial consulta sin necesidad de disponer de una persona que deba encontrarse en una comunicación sincrónica para que responda a la inquietud o pregunta. De hecho la mayoría de los usuarios asociamos a las FAQs al mundo de la informática y de la Internet si bien podemos encontrarlas en un sinnúmero de ambientes diferentes a los primeros.

Quienes las diseñan y contestan tratan de guiar con mayor rapidez a los usuarios hacia los objetivos que se han planteado en el sistema con el cual se esté trabajando.

Desde el punto de vista de la educación dan libertad al estudiante o alumno de accederlas en cualquier momento sin necesidad de consultar personalmente a un integrante de cátedra, en forma asíncrona con el dictado de clases protegiendo su identidad aunque esto no es un objetivo en si de las FAQs.

Video FAQ

Parte de la consideración de que cualquier vídeo que se emplee en la docencia puede ser considerado como educativo, con independencia de la forma narrativa que se haya empleado en su realización. Para llegar a la conclusión de que el vídeo será o no educativo en la medida en que es aceptado por los alumnos como tal y el profesor lo utiliza en un contexto en el que produzca aprendizaje.

La potencialidad expresiva de un medio didáctico audiovisual es la capacidad que éste tiene para transmitir un contenido educativo completo.

Está condicionada por las características propias del medio, es decir si es auditivo, visual o audiovisual; y por los recursos expresivos y la estructura narrativa que se haya empleado en su elaboración. Así, un vídeo, a priori, tendrá mayor potencialidad expresiva que una diapositiva que se limite a reproducir un referente real. Y, a su vez, ese mismo vídeo tendrá una mayor o menor potencialidad expresiva en función de qué

elementos expresivos audiovisuales utilice y cómo los articule en la realización.

Dicho esto, el uso de video para dar respuesta a las inquietudes planteadas por nuestros alumnos es una manera excelente de satisfacer la demanda de conocimiento que nos están solicitando.

Secuencia de la experiencia

Una vez que los integrantes de cátedra convinieron en la aplicación de la experiencia se plantearon las siguientes actividades que pueden ser una guía para el lector.

Sobre el hecho que la cátedra ya usa tecnología elearning como herramienta de ayuda al dictado de asignaturas se pensó que el agregado de la incorporación de un nuevo elemento, que por otro lado es adecuadamente conocido por los jóvenes alumnos, no acarrearía dificultades sobre la prosecución de los objetivos de cátedra.

Se realizaron reuniones de cátedra evaluando los pro y contras del uso de este nuevo método tomándose la decisión de continuar realizando videos educativos para que se encuentren disponibles para los alumnos y que los mismos se encontrasen disponibles en formatos correspondientes a dispositivos IPOD/MP4.



Ejemplo de un video de uso de osciloscopio. UTN FRP Cátedra Técnicas Digitales

Se agregaron instructivos a los alumnos para que, de manera sencilla, pudieran convertir a los videos existentes en el formato para sus reproductores.

Se realizaron encuestas para disponer de información sobre el uso de equipos móviles por parte de los estudiantes.

Se están realizando encuestas para conocer el grado de satisfacción que se logra que este tipo de herramientas u objetos de aprendizaje.

Se están efectuando las modificaciones que corresponden para ajustar estos objetos de aprendizaje a las normativas correspondientes.

A la fecha los estudios han producido reacciones positivas de parte de los

estudiantes y las personas en formación sobre el potencial de estas técnicas. Se sugiere el diseño logístico y la evaluación de su implementación para su uso en centros educativos

Importante para el docente

A la hora de generar medios para ser utilizados como soporte de la enseñanza es importante considerar: (CABERO)

1. Cualquier tipo de medio, desde el más complejo al más elemental es simplemente un recurso didáctico que deberá ser movilizado cuando el alcance, los objetivos, los contenidos, las características de los estudiantes, en definitiva, el proceso comunicativo en el cual estemos inmersos, lo justifique.

2. El aprendizaje no se encuentra en función del medio, sino fundamentalmente sobre la base de las estrategias y técnicas didácticas que apliquemos sobre él.

3. El profesor es el elemento más significativo para concretar el medio dentro de un contexto determinado de enseñanza aprendizaje.

Él con sus creencias y actitudes hacia los medios en general y hacia los medios concretos, determinará las posibilidades que estos puedan desarrollar en el contexto educativo.

4. Antes de pensar en función de qué medio utilizar, debemos plantearnos para quién, cómo lo vamos a utilizar y qué pretendemos con él.

5. El alumno no es un procesador pasivo de información, por el contrario es un receptor activo y consciente de la información mediada que le es presentada, de manera que con sus actitudes y habilidades cognitivas determinará la posible influencia cognitiva, afectiva, o psicomotora del medio.

6. Todo medio no funciona en el vacío, sino en un contexto complejo: psicológico, físico, organizativo, didáctico. De manera de que el medio se verá condicionado por el contexto y simultáneamente condicionará a éste.

7. Los medios son transformadores facultativos de la realidad, nunca la realidad misma.

8. Los medios por sus sistemas simbólicos y formas de estructurarlos, determinan diversos efectos cognitivos en los receptores, propiciando el desarrollo de habilidades cognitivas específicas.

9. No debemos pensar en el medio como globalidad, sino más bien, como la conjunción de una serie de componentes internos y externos: sistemas simbólicos, elementos semánticos de organización de los contenidos, componentes pragmáticos de utilización susceptibles cada uno de ellos, en interacción e individualmente, de provocar aprendizajes generales y específicos.

10. Los medios por sí solos no provocan cambios significativos ni en la educación en general, ni en los procesos de enseñanza aprendizaje en particular.

11. No existe el super medio. No hay medios mejores que otros, su utilidad depende de la interacción de una serie de variables y de los objetivos que se persigan. Ello nos lleva inmediatamente a otro planteamiento y es que la complementariedad e interacción de medios debe ser un principio y estrategia a utilizar por los profesores a la hora de la selección y puesta en práctica en el diseño instruccional de los medios.

La utilización pedagógica de cualquier medio debe partir de la didáctica y no del medio mismo.

Claramente la discusión va por otro lado y este es el de la toma de conciencia de que las transformaciones pasan por superar las prácticas tradicionales de enseñanza aprendizaje y asumir nuevos roles, tanto

estudiantes como profesores así como la comunidad universitaria toda. Por lo tanto todos los componentes del proceso deben ser coherentes entre sí y dirigirse al objetivo común que es el aprendizaje de los alumnos. (CABALLERO)

Entonces, el vídeo será o no educativo en la medida en que sea evaluado, seleccionado e integrado por el profesor en un contexto pedagógico y, a la vez, aceptado por el alumno como medio para apoyar la adquisición de aprendizajes. En definitiva, lo que realmente va a determinar su utilización eficiente es el contexto en donde se ocupe y las intenciones educativas que el docente ponga en él. (CABALLERO)

El vídeo con sus elementos conformadores, como son la palabra, la imagen, el sonido y sus características importantes: la transportabilidad e integrabilidad en otras tecnologías y sistemas, lo convierten en un soporte de mensajes idóneo para establecer un puente y nexo entre profesores y estudiantes, de comunicación directa y en el momento deseable en los sistemas y modalidades plurales y diversos de educación a distancia.

Referencias

CABERO J. Tecnología Educativa: utilización didáctica del video. Barcelona: Promociones y Publicaciones Universitarias.

CABALLERO A. El audiovisual como herramienta pedagógica. Metodóloga Alejandria, S.A.
http://www.alejandria.cl/recursos/documentos/caballero_audiovisual_herramienta_pedagogica.doc.

La Web Semántica como herramienta para e-learning

Lidia Marina López
llopez@uncoma.edu.ar
Departamento de Ciencias de la Computación
Universidad Nacional del Comahue
Buenos Aires 1400 – 8300 Neuquén – Tel. 0299 4460312

Introducción

En el área educativa, la Web Semántica provee de ventajas orientadas principalmente a la clasificación del conocimiento en ambientes de aprendizaje, donde es posible incorporar relaciones de orden entre los materiales que deben ser consultados por los estudiantes, preestableciendo así una red de conocimiento apropiada, sin restar independencia en el proceso.

La Web Semántica incluye varios conceptos, entre ellos el de ontologías, como mecanismo para establecer clasificaciones de conceptos y, a partir de allí, incluir metadatos –datos de los datos- a los documentos que permitan a la computadora un mejor procesamiento de la información[2].

Internet se ha convertido en una gran red de recursos de diferente naturaleza, tanto así que es posible encontrar información de casi cualquier tipo, en cualquier ámbito o contexto. Esta característica tiene un gran potencial, ya que es posible obtener mucha información que está disponible de manera gratuita y que puede ser utilizada inmediatamente. Esta información es colocada en la red por cualquier persona o institución que así lo desee, contribuyendo de esta manera a aumentar la cantidad de recursos disponibles. No existe un ente regulador de los contenidos que se colocan en Internet, por lo que es difícil determinar la procedencia, fiabilidad y validez de la información allí encontrada.

El problema comienza al buscar información en un contexto particular, ya que es necesario contar con aplicaciones que realicen búsquedas sobre esa gran base de datos que constituye Internet. Para ello, existen buscadores que facilitan esta actividad, realizando búsquedas sobre una parte considerable de estos recursos.

Estas búsquedas son realizadas por los buscadores a través de palabras clave que son suministradas por los usuarios. Con estas palabras, el buscador realiza una búsqueda textual sobre los recursos presentes en Internet, es decir, busca las palabras indicadas por los usuarios sobre los materiales disponibles en la red. Por ejemplo, supóngase que se quiere buscar una determinada información en Internet, y para ello se selecciona el buscador Google para realizarla. Se indica al buscador las palabras que corresponden a la búsqueda deseada, y Google devolverá probablemente como resultado centenares de miles de páginas web que contienen la frase introducida, pero también aquellas que tengan sólo las palabras individuales que pertenecen a la frase (eliminando las de uso común como artículos y preposiciones). Existen formas de optimizar la búsqueda colocando comillas o signos con lo cual se puede achicar el dominio de los resultados obtenidos, devolviendo miles de páginas web. En cualquiera de los dos

casos, la cantidad de información encontrada es inmanejable, y la única manera de determinar si la información es útil o no es visitando cada una de las páginas web encontradas.

El mayor obstáculo es que la información que se consigue en Internet está hecha sólo para consumo humano, ya que no se encuentra estructurada, y los datos que allí se contienen no están bien diseñados como para poder ser manipulados por una computadora.

La Web Semántica

La Web Semántica es una Web extendida[1], dotada de mayor significado en la que cualquier usuario en Internet podrá encontrar respuestas a sus preguntas de forma más rápida y sencilla gracias a una información mejor definida. Al dotar a la Web de más significado y, por lo tanto, de más semántica, se pueden obtener soluciones a problemas habituales en la búsqueda de información gracias a la utilización de una infraestructura común, mediante la cual, es posible compartir, procesar y transferir información de forma sencilla. Esta Web extendida y basada en el significado, se apoya en lenguajes universales que resuelven los problemas ocasionados por una Web carente de semántica en la que, en ocasiones, el acceso a la información se convierte en una tarea difícil y frustrante. En la Figura 1 se muestra la evolución de la Web, desde el punto de vista de las tecnologías que se le han incorporado para incrementar su potencialidad.

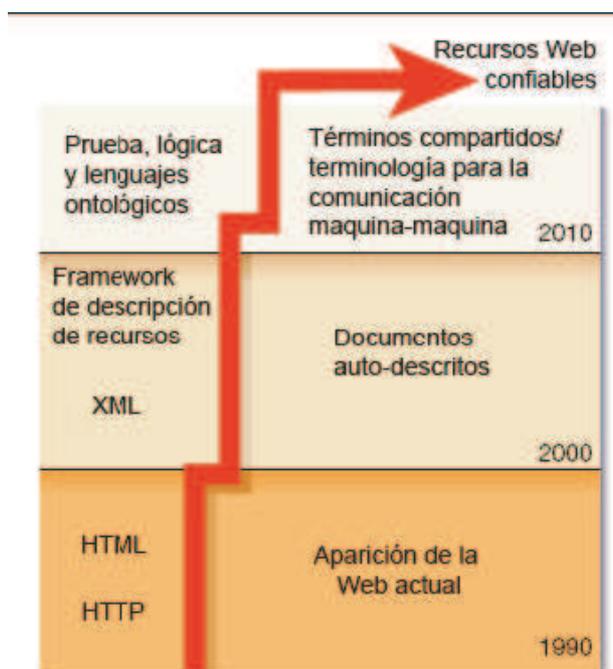


Figura 1 Evolución de la Web y tecnologías involucradas[1] (Berners-Lee y Handler, 2001)

Las ontologías conforman el fundamento de la Web Semántica[1]. Desde el punto de vista de la filosofía trata la naturaleza de la existencia, los tipos de las cosas que existen. La ontología como disciplina estudia otras teorías. Propone el estudio de todo lo que existe, qué es, cómo es y cómo es posible. La ontología se ocupa de la definición del ser y de establecer las categorías fundamentales o modos generales de ser de las cosas a partir del estudio de sus propiedades. La ontología es la manera más habitual para añadir significado semántico a la Web. Para lograr esto, la ontología debe estar

conformada por una taxonomía y un conjunto de reglas de inferencia. La taxonomía define clases de objetos y las relaciones entre ellos.

Las ontologías pueden potenciar el funcionamiento de la Web de muchas maneras, pueden ser utilizadas de manera simple para mejorar la exactitud de las búsquedas en Internet, buscando sólo en aquellas páginas que refieren conceptos precisos de alguna de las palabras solicitadas. Aplicaciones más avanzadas pueden utilizar ontologías para relacionar la información en una página con estructuras de conocimiento y sus reglas de inferencia asociadas.

Para incorporar semántica a los documentos colocados en Internet, es necesario definir una ontología y representarla con metadatos e incorporar estos a los documentos, de tal manera que describan, al menos, el contenido, el significado y la relación de los datos allí contenidos. Estos metadatos deben estar bien estructurados y escritos en algún metalenguaje que pueda ser interpretado por un ordenador.

Para la definición de los datos, la Web Semántica utiliza varios elementos, entre ellos XML, XML Schema, el Framework de Descripción de Recursos, RDF (por sus siglas en inglés, *Resource Description Framework*) y el Lenguaje de Ontología Web, OWL (por sus siglas en inglés, *Web Ontology Language*), estos dos últimos estándares ayudan a convertir la Web en una infraestructura global en la que es posible compartir y reutilizar datos y documentos entre diferentes tipos de usuarios, un orden no predefinido y componer su aprendizaje de la manera que más se adapte a ellos, puede hacerse necesario incorporar información a los documentos disponibles para la consulta de los estudiantes, que permita indexar y recuperar esta información de manera efectiva.

El uso de metadatos es una respuesta natural para solucionar este problema, y de hecho ya ha sido implementado en librerías en línea desde hace algún tiempo. En *e-learning*, es común que los docentes realicen asociaciones entre sus materiales, o definan las propiedades educativas o pedagógicas de los documentos, o el orden en el que los estudiantes deben acceder a estos materiales. Sin embargo, toda esta información no está reflejada en los documentos cuando se colocan en Internet, por lo que no puede ser manejada automáticamente por los ordenadores. Si se incorporan elementos semánticos a los documentos que colocan los docentes en Internet, reflejando las relaciones entre ellos, una aplicación Web podría actuar como agente, que ayude a los estudiantes a realizar un recorrido efectivo sobre el contenido del curso en línea[3].

Así, las ontologías en ambientes de aprendizaje pueden ser utilizadas para facilitar a los estudiantes el acceso a la información contenida allí, por ejemplo en el caso de aquellos cursos que tienen audiencias heterogéneas, donde cada uno de ellos tiene diferentes niveles de conocimiento en el contexto del curso. Se pueden definir ontologías para clasificar el contenido que deben revisar los estudiantes, dependiendo de su nivel de conocimiento, estableciendo relaciones entre conceptos, como “es parte de”, o “requiere de”. También se pueden definir ontologías para establecer aspectos pedagógicos en los materiales dispuestos, por ejemplo, para clasificarlos como tutoriales, ejemplos, ejercicios, evaluaciones, entre otros. Otro tipo de ontología puede utilizarse para definir estructuras lógicas entre los materiales, al tener conceptos que son jerárquicos, y la navegación entre ellos se define por relaciones de orden, como anterior, siguiente, inicio o fin de los documentos.

La Web Semántica es un área que apenas comienza a mostrar sus potencialidades, es fácil inferir que la conjunción de esta tecnología con otras áreas disciplinares puede llevar a trabajos interesantes.

La Web Semántica y la Educación

La educación no escapa de esto, y es por ello que consideramos que la Web Semántica puede contribuir de manera significativa en las siguientes áreas[3]:

- Conducir al estudiante describiendo ontologías que permitan enlazar materiales de aprendizaje de diferentes autores. Esto permite diseñar cursos personalizados, adaptables, donde se diseña un camino semántico que garantice que los materiales pueden ser recuperados dentro del contexto del espacio de aprendizaje que se esté estudiando.
- Flexibilizar el acceso a la información, la principal ventaja del *e-learning* es que el conocimiento puede ser accedido en el orden en que lo desee el estudiante, de acuerdo con sus intereses y metas. Sin embargo, se puede definir una semántica apropiada para restringir el acceso a ciertos materiales en los casos en que existan pre-requisitos, manteniendo siempre la posibilidad de acceder al conocimiento de manera no-lineal.
- Integrar la Web Semántica puede proveer una plataforma uniforme para los procesos de negocio en las organizaciones, y se pueden integrar actividades educativas en ese proceso. Esta opción puede ser especialmente valorada en organizaciones donde el personal deba mantenerse constantemente actualizado.

Conclusiones y Trabajo Futuro

Hasta el momento, Internet se ha convertido en la principal fuente de información en muchos contextos, uno de ellos el educativo, donde es posible encontrar materiales en línea muy recientes, y que están disponibles primero en la red que en las librerías. Dado que es incalculable la cantidad de información que se encuentra en Internet, era previsible pensar que el problema se dirigiría a la forma eficiente de obtener información útil de esa gran base de datos.

Para facilitar las búsquedas, y orientarlas al significado de la información contenida, surge el concepto de Web Semántica, que tiene como objetivo incorporar elementos que den significado semántico a los documentos contenidos en Internet, y que a la vez, estos elementos puedan ser procesados automáticamente por los ordenadores, permitiendo a éstos participar en el proceso de búsquedas por significado, trabajo éste que sólo podía ser realizado por el humano que necesitaba una información particular.

La Web Semántica incorpora como ventaja principal, la posibilidad de clasificar los documentos por conceptos, y establecer relaciones entre ellos, pero como desventajas el hecho que los documentos existentes deben ser modificados, y los problemas de idioma, ya que las semánticas son diferentes.

De acuerdo a lo presentado precedentemente, y en el marco del Proyecto de Investigación E04/0065 orientado a los procesos colaborativos en la educación, se está trabajando en una revisión de las potencialidades del uso de la Web Semántica al incorporarla en el contexto de la educación en línea, donde podría aportar ventajas significativas a la hora de clasificar el conocimiento a ser adquirido por los estudiantes, permitiendo que el curso que se ofrece se adapte a las características de sus participantes, de acuerdo a su nivel de conocimientos, y lo que necesita para culminar con éxito el curso.

Referencias

[1] Web Semántica: un nuevo enfoque hacia la Organización de Información en los Sistemas de Gestión de Contenidos. Lic. Keilyn Rodríguez Perojo. Licenciado en Bibliotecologías y Ciencias de la Información. Departamento de Servicios de Información, Grupo de Trabajo LIS Cuba, INFOMED. Calle 27 / M y N, Vedado, Municipio Plaza de Revolución, Ciudad de la Habana. Consultado en <http://www.congreso-info.cu/UserFiles/File/Info/Info2006/Ponencias/267.pdf>

[2] La web semántica - Pablo Castells - Escuela Politécnica Superior Universidad Autónoma de Madrid <http://www.ii.uam.es/~castells>

[3] Un acercamiento a la web semántica como herramienta para el aprendizaje en línea - Ana Vanessa Leguízamo León -Universidad Central de Venezuela -Universidad de Salamanca. Consultado en <http://noesis.usal.es/Educare/Vanessa.pdf>

MEDICION DE LA BRECHA TECNOLOGICA

Universidad Nacional de la Matanza, Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas,
Florencio Varela 1903, Teléfono: 4480-8952, San Justo, Buenos Aires, Argentina

Ing. Alfredo Vázquez
vazquez@unlam.edu.ar

Lic. Domingo F. Donadello
ddonadel@unlam.edu.ar

Ing. Pablo M. Vera
pablovera@unlam.edu.ar

Mg Daniel A. Giulianelli
dgiulian@unlam.edu.ar

Lic. Graciela S. Cruzado
graciela@unlam.edu.ar

Ing. Rocío A. Rodríguez
rrodri@unlam.edu.ar

RESUMEN

En este artículo se muestra un mecanismo para poder medir la brecha tecnología que separa a las comunidades. Para lo cual se toma como caso de estudio al partido de La Matanza, el que está compuesto por 15 localidades con más de 1.500.000 habitantes. Se realiza un formulario de encuesta el cual permite indagar sobre conocimientos de tecnología básica, el cual se distribuye en forma proporcional a la cantidad de habitantes por localidad, alcanzando una muestra total de 1.029 pobladores. Dicho formulario de encuesta contiene preguntas con respuestas autochequeables a fin de establecer contradicciones en las respuestas y descartar las mismas, de modo que la muestra final solo incluye encuestas validas. Se muestran además en este artículo, algunos de los resultados obtenidos, los cuales dejan en evidencia la distancia tecnológica que separa a las comunidades adyacentes y la necesidad de realizar acciones que permitan capacitar en tecnología a la población a fin de reducir dicha brecha.

1. INTRODUCCION

Para lograr comprender que representan las TICs (tecnologías de la información y la comunicación) en estos tiempos bastará con intentar vivir un día sin ellas. En estos tiempos en los que los celulares, computadoras, televisores... forman parte de nuestra vida diaria es realmente difícil concebir no utilizar a los mismos en tareas que hoy por hoy parecen cotidianas. Poder consultar el saldo bancario por internet, publicar y ofertar productos, abonar el importe de un impuesto y/o tasa. Son algunas de las múltiples gestiones que se realizan mediante la web. Sin embargo en contrapartida al avance tecnológico que disfrutan muchas comunidades, hay otras que se encuentran excluidas tecnológicamente.

“Los grupos sociales que han aprovechado estas ventajas en beneficio de sus integrantes, han adquirido un nivel de desarrollo material e intelectual que los separa de otros grupos sociales menos privilegiados” [1]

Es por ello que existe una brecha tecnológica entre las comunidades que utilizan las TICs como parte de su vida cotidiana casi sin notar la presencia de las mismas y aquellas que no poseen ningún tipo de conocimiento al respecto. Una definición posible para la brecha tecnológica es “la distancia tecnológica entre individuos, familias, empresas, grupos de interés, países y áreas geográficas en sus oportunidades de acceso a la información y a las tecnologías de la comunicación y en el uso de Internet para un amplio rango de actividades”. [2]

2. RELEVAMIENTO REALIZADO

Con fin de poder determinar que tan grande es la brecha tecnológica se realiza un extenso estudio en la sociedad argentina.

Para ello el equipo de investigación realiza un relevamiento en la población de la provincia de Buenos Aires, más precisamente en el partido de La Matanza. Se elige este partido por varios motivos:

1) A fin conocer las necesidades reales de la población que dio origen a la universidad pública (UNLaM) de la cual formamos parte.

2) En éste partido conviven actualmente barrios marginales y residenciales. Los cuales podrán marcar las cotas que permitirán establecer la magnitud de la brecha tecnológica.

3) El partido tiene una superficie de 323 kilómetros cuadrados, residiendo actualmente más de 1.500.000 habitantes. Está población supera en número a la de 19 provincias de Argentina tomadas en forma separada. [3]

El partido de La Matanza está formado por 15 localidades, las que pueden clasificarse en tres cordones poblacionales, cada cordón contiene comunidades con características socio-culturales distintas. La tabla 1 presenta información poblacional sobre cada una de las localidades y cuales comprenden los distintos cordones poblacionales.

Cabe destacar que el nivel socio económico va decreciendo desde el primer cordón hacia el tercero. Siendo el tercer cordón el que posee las localidades más marginales, las cuales a su vez, más distantes se encuentran de los centros educativos.

A fin de obtener información de todas las comunidades se realizó un formulario de encuesta, el cual fue repartido entre las escuelas medias que colaboraron en él proyecto a fin que las mismas lo distribuyan. Se le dio a cada escuela precisos rangos de edades y sexos, para que la muestra sea representativa.

Por otra parte en las localidades del tercer cordón pasantes de la universidad de las carreras sociales, se acercaron a los barrios más pobres a fin de encuestar a quienes estuvieran

transitando por la zona.

Tabla 1. Distribución de la población por localidad

Cordón	Localidades	Total de Población	Sexo	
			Varón	Mujer
1	Ciudad Evita	82.160	39.881	42.279
1	Isidro Casanova	162.873	79.951	82.922
1	La Tablada	96.209	46.516	49.693
1	Lomas del Mirador	62.677	29.970	32.707
1	Ramos Mejía	117.941	54.312	63.629
1	San Justo	125.992	60.785	65.206
1	Villa Luzuriaga	88.505	43.018	45.488
2	Aldo Bonzi	16.049	7.778	8.271
2	Gregorio de Laferrere	210.241	104.139	106.102
2	Rafael Castillo	124.457	61.702	62.755
2	Tapiales	18.141	8.745	9.396
2	Villa Madero	90.456	43.553	46.904
3	20 de Junio	991	507	484
3	González Catán	198.012	98.780	99.232
3	Virrey del Pino	107.618	53.960	53.658
TOTALES		1.502.322	733.595	768.727

Se han definido dos universos y dos medios distintos de relevar información a efecto de minimizar errores y cubrir la totalidad de localidades del partido. Con una muestra de 4 habitantes cada 10.000 pobladores, (0,04%) se llegó a través de las escuelas medias participantes. Para el caso puntual de las localidades del Tercer Cordón Poblacional y a efecto de disminuir el posible error, se materializó un trabajo de campo que alcanzó a 14 habitantes por cada 10.000 pobladores, (0,14%).

A fin de obtener una muestra confiable, en el caso de las encuestas realizadas por pasantes se rechazaron aquellas en las que se podía inferir que no contestaba con veracidad el encuestado y se procedió a realizar dicha encuesta a otra persona del mismo sexo y rango de edad para su reemplazo. El total de encuestas obtenidas, tanto las realizadas por pasantes en el tercer cordón como las de escuelas, fueron sometidas a un análisis a fin de corroborar la veracidad de

las mismas. Esto se pudo realizar ya que previamente se incluyeron para éste fin, preguntas autochequeables para poder detectar respuestas contradictorias. Se obtuvieron en total 1.029 formularios de encuesta válidos.

3. DETERMINACION DE LA BRECHA TECNOLÓGICA

3.1 Resultados Obtenidos

El formulario de encuesta permite realizar muchas comparaciones entre los cordones, las cuales contemplan cuestiones de nivel de conocimiento en general, en informática, cuestiones económicas, etc. a fin de poder comprender la situación en la que se halla inmersa cada comunidad. Con el objeto de abreviar y citar los resultados más significativos se muestra en éste ítem lo relacionado con capacitación y tecnología. Luego para la medición de la brecha tecnológica se seleccionaron algunos indicadores de distintas categorías.

1) *Nivel de Conocimiento en Informática:* Es posible destacar que en los tres cordones, gran parte de la población declara no poseer ningún conocimiento en Informática, creciendo las cifras a medida que las distancias se incrementan, desde el primer al tercer cordón. En la figura 1 se muestra el porcentaje de población sin conocimiento en informática. Es importante comentar, que el mayor porcentaje de pobladores que declaran tener un nivel excelente de conocimientos en informática se presenta en el primer cordón siendo tan solo de un 3%. Agregando información a lo presentado en la Figura 1, cabe destacar que en el tercer cordón es donde se encuentra el mayor porcentaje de desconocimiento, siendo la opción ninguna la más escogida arrojando un 52%.

2) *Le interesa aprender informática:* En aquellos casos en los cuales el encuestado declaraba no tener ningún tipo de conocimiento de informática, se les preguntaba si les

interesaba aprender. En los tres cordones los porcentajes arrojados superan el 50%, en el caso particular del tercer cordón el 75% declara que le interesa aprender.

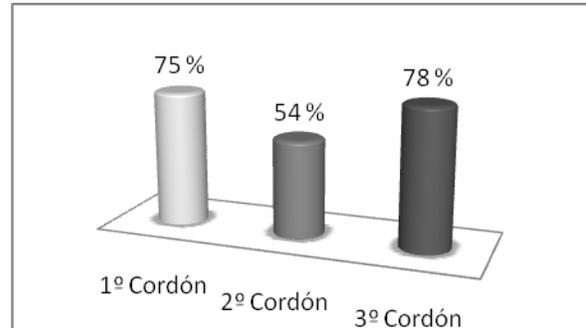


Figura 1. Porcentaje de población sin conocimiento en Informática.

3) *Conocimiento del paquete Office:* Solo contestan cual es su nivel de conocimiento del paquete office aquellos que han declarado tener conocimientos en informática. En los tres cordones el nivel de conocimiento declarado es pobre y a medida que la distancia que separa a las comunidades de los Centros de Educación Superior (CES) se incrementan, disminuye el conocimiento. Una vez más el tercer cordón poblacional es él que presenta menor conocimiento en los programas del paquete office. En la figura 2 se muestra para cada cordón el porcentaje que declara no tener ningún conocimiento o un conocimiento escaso del paquete office.

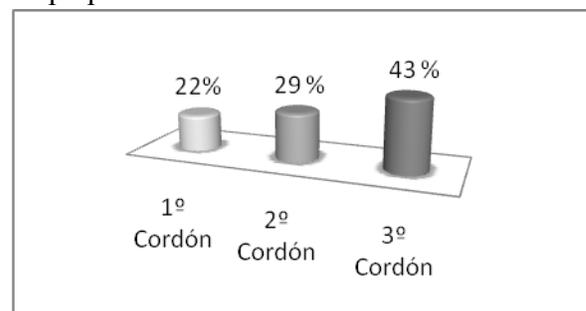


Figura 2. Porcentaje de población, sin conocimientos ó con conocimientos muy escasos, con respecto al paquete office.

4) *Chequear el Correo Electrónico:* En los tres cordones menos del 50% de la población usa internet para chequear el correo electrónico. El

tercer cordón es el que tiene menor porcentaje en éste ítem, lo cual es lógico desde el punto de vista que al ser menor la cantidad de recursos y la menor presencia de locutorios, acceder periódicamente a internet para revisar el correo electrónico en el tercer cordón resulta dificultoso.

5) *Estudios Primarios:* A medida que aumentan las distancias y disminuyen los recursos no solo disminuye el conocimiento tecnológico sino también la posibilidad de acceder a la educación básica. Cabe destacar que el relevamiento fue realizado a personas con una edad mínima de 15 años. Edad en la cual se debería estar cursando el secundario. Sin embargo por diferentes motivos la muestra indica que en el tercer cordón un 10% de la población encuestada no ha finalizado sus estudios primarios.

La figura 3 muestra la situación en los tres cordones poblacionales, pudiendo observarse que los porcentajes de realización de los estudios primarios básicos, decrecen hacia el tercer cordón.

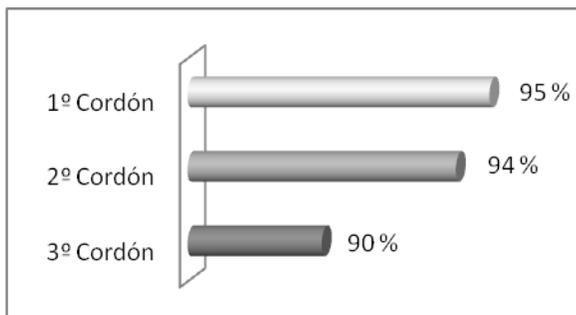


Figura 3. Porcentaje de población que finalizó sus estudios primarios.

6) *Hicieron cursos de capacitación:* Tan solo el 8% de la población encuestada en el tercer cordón realizó algún curso de capacitación, a lo que debe sumarse que de ese porcentaje el 28% declara haber abandonado la cursada. Ver figura 4.

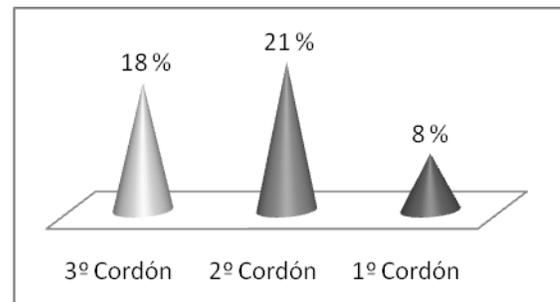


Figura 4. Porcentaje de población que realizó cursos de capacitación.

3.2. Medición de la brecha tecnológica

Con los resultados expuestos que son solo algunos indicadores que se desprenden del trabajo realizado, puede observarse que a medida que los recursos disminuyen y las distancias que separan a los habitantes de los CES, aumentan, las posibilidades son menores. Podría compararse, tan solo un indicador, por ejemplo, nivel de conocimiento en informática en los distintos cordones y esto permitiría marcar una clara brecha entre las comunidades. Pero la distancia que separa a las comunidades debe observarse en forma dimensional tomando en cuenta la relación de distintos indicadores:

Conocimiento tecnológico: En representación a esta categoría tomamos en cuenta, el porcentaje que no tiene ningún conocimiento de informática y el porcentaje que no utiliza internet para chequear el correo electrónico.

Posibilidad de capacitación: Por un lado la cantidad de población que ha realizado cursos de capacitación y la cantidad que ha desertado. También se tomará en cuenta el porcentaje que ve a la educación a distancia como la posibilidad de capacitarse, dado que reduce los costos de viajes y los tiempos.

Cuestiones socioeconómicas: Si bien en el formulario de encuesta se han previsto varias preguntas relacionadas con: la cantidad de personas que habitan dentro de la vivienda, si poseen o no medio de transporte propio y cuál es éste, para la brecha tecnológica tomaremos aquel que está más orientado con la tecnología.

Por ello como indicador nos basaremos en aquellos que tienen televisión por cable o satelital y los que únicamente tienen televisión por aire.

En la figura 5, puede verse la gráfica anunciada en donde el eje x muestra los indicadores considerados. La línea superior es el resultado arrojado en el caso del tercer cordón donde los porcentajes de deficiencia son superiores y la línea inferior muestra los mismos indicadores para el primer cordón poblacional.

La distancia encerrada entre el trazo superior (tercer cordón) y el trazo inferior (primer cordón), es en términos prácticos la brecha tecnológica interna.

4. CONCLUSIONES

El presente paper pone en evidencia que comunidades adyacentes pueden estar distantes tecnológicamente. La reducción de la brecha tecnológica que separa a dichas comunidades traerá aparejado un mayor incremento en los conocimientos de las TICs lo que posibilitará a una mejor calidad de vida. Las acciones que se proponen a continuación entre otras, posibilitarán reducir la brecha tecnológica.

Aumentar la inversión estatal en equipamiento informático en colegios del tercer cordón. Lo que incluye previamente en algunos casos proveerles corriente eléctrica.

Realizar conferencias sobre temas tecnológicos en los barrios más alejados de los centros de

educación superior. En estos barrios, sus habitantes, generalmente carecen de recursos como para trasladarse a los lugares donde se realizan habitualmente las mismas.

La Universidad Nacional de La Matanza a partir de estos resultados, analiza la posibilidad de ofrecer capacitación gratuita en informática básica en forma semipresencial por medio de microprogramas radiales. Además se prevén clases prácticas en los laboratorios de la Universidad ó en los que poseen los CES. Esta capacitación, estará dirigida al tercer cordón poblacional que es el que menor cantidad de recursos tiene y a su vez menor conocimientos tecnológicos.

5. REFERENCIAS

1. A. Serrano Santoyo y E. Matinez Martinez “La brecha digital: Mitos y Realidades” Universidad Autónoma de Baja California, México, 2003.
2. ALADI (Asociación Latinoamericana de Integración) “La brecha digital y sus repercusiones de los países miembros de la ALADI”, 2003.
3. INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), “Estadísticas de Argentina”, Buenos Aires, 2007.
4. C. Ramírez Ramírez. “La Educación a Distancia como instrumento de lucha contra la pobreza y de fortalecimiento democrático en América Latina”. Institución: Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica.
5. A. Toffler. “El cambio del poder”, Editorial: Plaza & Janés, Barcelona, 1990.

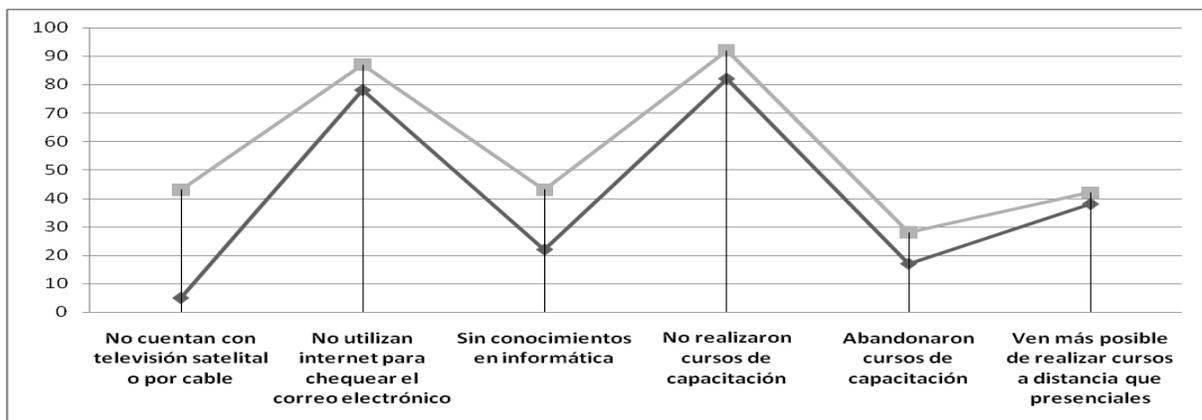


Figura 5. Brecha Tecnológica entre el primer cordón y el tercer cordón

DESCUBRIENDO CONOCIMIENTOS PARA ADECUAR ESTILO DE ENSEÑANZA

COSTAGUTA Rosanna y GOLA Mariela

Facultad de Matemática Aplicada
Universidad Católica de Santiago del Estero
Avda. Alsina (E) y Dalmacio Vélez Sarsfield- CC 285 - Santiago del Estero - CP 4200
TE 0385-43820. Fax 0385-4219754

E-mail: rosanna@unse.edu.ar, mgola@ucse.edu.ar

Resumen

En este trabajo se presenta un proyecto de investigación áulica tendiente a mejorar la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje en la asignatura Inteligencia Artificial, de la carrera Ingeniería en Computación de la Universidad Católica de Santiago del Estero. Específicamente se propone descubrir los estilos de aprendizaje dominantes en los estudiantes de la carrera, aplicando el Proceso de Descubrimiento de Conocimiento, para luego en función de los conocimientos descubiertos adecuar el diseño curricular de la asignatura. La propuesta curricular resultante se aplicará sobre la cohorte 2008. La contrastación de los resultados obtenidos por estos estudiantes con los mostrados por las cohortes 2005, 2006 y 2007 permitirá validar la propuesta.

Palabras Claves: Proceso de descubrimiento de conocimiento - Mejoramiento de Prácticas Docentes - Estilos de aprendizaje – Estilos de enseñanza.

1. Introducción

Los estudiantes aprenden de diversas formas: viendo y escuchando, reflexionando y haciendo, razonando lógica e intuitivamente, memorizando y visualizando, construyendo analogías y modelos matemáticos (Felder y Silverman, 1988). Los métodos de enseñanza también son variados, algunos instructores leen, otros demuestran, hay quienes gustan de principios mientras que otros prefieren aplicaciones, algunos se inclinan por la memorización y otros por la comprensión. Sin embargo, cuánto aprenda un estudiante dependerá de su habilidad innata y de su preparación previa, tanto como de la compatibilidad que exista entre su estilo de aprendizaje y el de enseñanza de su instructor.

Un modelo de estilo de aprendizaje clasifica a los estudiantes de acuerdo con la forma en cómo reciben y procesan la información. Felder y Silverman (1988) proponen un modelo particularmente aplicable a estudiantes de ingeniería. Los autores consideraron en su trabajo original, cinco dimensiones de análisis: percepción, entrada, organización, procesamiento y comprensión; luego en una versión posterior suprimieron la dimensión de organización. Considerando estas dimensiones, Felder y Silverman señalan tipos de aprendizajes que se describen brevemente a continuación:

- *Dimensión Percepción: aprendizaje sensitivo y aprendizaje intuitivo.* Un estudiante sensitivo gusta de hechos, datos, y experimentaciones; resuelve problemas comprendiendo los métodos, no le agradan las sorpresas ni las complicaciones; es paciente con los detalles; es bueno memorizando hechos; es cuidadoso pero lento. Un estudiante intuitivo prefiere principios y

teorías; gusta de innovaciones y complicaciones; le disgusta la repetición; se aburre con detalles; es bueno para asimilar nuevos conceptos; es rápido pero descuidado.

- *Dimensión Entrada: aprendizaje visual y aprendizaje verbal.* Un estudiante visual recuerda mejor lo que ve (figuras, diagramas, cuadros, líneas de tiempo, demostraciones, etc.). Un estudiante verbal recuerda más lo que escucha, aprende a partir de la discusión, y prefiere las explicaciones verbales a las demostraciones visuales.
- *Dimensión Procesamiento: aprendizaje activo y aprendizaje reflexivo.* Un estudiante activo se siente más cómodo con la experimentación que con la observación reflexiva, al revés de un estudiante reflexivo. Un estudiante activo no aprende mucho en situaciones de pasividad, y trabaja bien en grupo. Un estudiante reflexivo no aprende bien en situaciones que no les proporcionan la oportunidad de pensar sobre la información que se le presenta, trabaja mejor solo y tiende a ser teórico
- *Dimensión Comprensión: aprendizaje secuencial y aprendizaje global.* Un estudiante secuencial aprende en un orden de progresión lógica, regido por el tiempo y el calendario. Un estudiante global no se rige por el tiempo ni el calendario, puede pasar días ocupado en resolver un simple problema o demostrando poca comprensión hasta que de repente logra una rápida comprensión del todo.

A partir de las combinaciones de los estilos de aprendizajes descritos Felder y Silverman proponen 16 estilos de aprendizaje. Además, plantean un modelo de estilo de enseñanza que clasifica los métodos instruccionales de acuerdo a cuan bien direccionan los componentes del estilo de aprendizaje (Tabla 1).

<i>Estilo de Aprendizaje</i>		<i>Estilo de Enseñanza</i>	
Sensorial Intuitivo	Percepción	Concreto Abstracto	Competidor
Visual Verbal	Entrada	Visual Verbal	Presentación
Activo Reflexivo	Procesamiento	Activo Pasivo	Participación del estudiante
Secuencial Global	Comprensión	Secuencial Global	Perspectiva

Tabla 1. Modelo de estilo de aprendizaje-enseñanza

Existen varios antecedentes que confirman la necesidad de potenciar las facilidades de los estudiantes desde las prácticas docentes considerando sus estilos de aprendizaje, lo cual resulta válido tanto para el aprendizaje a distancia (Krichen, 2007; Monteagudo i Vidal 2004; Álvarez Martínez de Santelices, 2007; Gallego Rodríguez y Martínez Caro, 2003) como para el presencial (Luengo Gonzalez y Gonzalez Gomez, 2005; Figueroa et al., 2005; Castro y Guzmán de Castro, 2005; Figueroa y Viglicca, 2006; Durán y Costaguta, 2008).

En este artículo se presenta un proyecto de investigación a través del cual se pretenden identificar los estilos de aprendizaje dominantes en estudiantes de la carrera Ingeniería en Computación, perteneciente a la Facultad de Matemática Aplicada (FMA) de la Universidad Católica de Santiago del Estero (UCSE), para luego adecuar a estos estilos las estrategias de enseñanza de la asignatura Inteligencia Artificial.

2. Metodología

El proyecto se desarrollará a través de cinco etapas, las cuales se presentan a continuación:

Etapa 1) *Aplicar el modelo de estilo de aprendizaje a una muestra representativa de estudiantes activos de la carrera Ingeniería en Computación* (perteneciente a la FMA de la UCSE). El instrumento utilizado para recolectar los datos es el Test de Estilos de Aprendizaje propuesto por Felder y Soloman (1984). Con los datos recopilados a través del test se generará una base de datos (BD). Actualmente esta etapa está en ejecución.

Etapa 2) *Aplicar el Proceso de Descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos (Knowledge Discovery in Database – KDD) sobre la BD generada*. Este proceso consta de tres fases: pre-procesamiento, minería de datos, y post-procesamiento (Witten y Frank, 1999; Han y Kamber, 2001).

- La fase de preprocesamiento tiene por objetivo preparar los datos para que puedan ser sometidos a la fase siguiente del proceso. Dentro de las técnicas posibles de aplicar durante el preprocesamiento cabe mencionar a (Han y Kamber, 2001): limpieza de datos, a fin de remover ruido e inconsistencias; integración de datos, para generar un único almacén de datos coherente en aquellos casos donde los datos provienen de diferentes fuentes; transformaciones de datos, para normalizarlos; y reducción de datos, a fin de reducir el tamaño de los datos, por ejemplo, eliminando características redundantes. La importancia del preprocesamiento de los datos se debe a que la calidad de los datos sobre los que se aplican técnicas de KDD impacta de manera directa en la calidad del conocimiento que se descubre a partir de ellos (Han y Kamber, 2001).
- La fase de minería de datos puede definirse sobre la base de un conjunto de primitivas diseñadas especialmente para facilitar un descubrimiento de conocimientos eficiente y fructífero. Tales primitivas incluyen (Han y Kamber, 2001): la especificación de las porciones de la base de datos o del conjunto de datos en los que se quiere trabajar; la clase de conocimiento a ser descubierto; los conocimientos existentes que podrían resultar útiles para guiar el proceso de KDD; las métricas de interés para llevar a cabo la evaluación de patrones en los datos analizados; y finalmente, las formas en que el conocimiento descubierto podría ser visualizado. La fase de minería de datos se realizará guiando la investigación a través de las cinco preguntas planteadas por Han y Kamber (2001): ¿Cuál es el conjunto de datos que se considera relevante para realizar el descubrimiento de conocimientos?; ¿Qué clase de conocimiento se quiere descubrir?; ¿Qué conocimiento de background resultará de utilidad?; ¿Qué medidas pueden utilizarse para estimar patrones de interés?; ¿Cómo se visualizarán los patrones descubiertos?.
- La fase de postprocesamiento implica la realización de algún tipo de reformulación de los resultados obtenidos producto de la minería de datos realizada. Se pretende, así, que los conocimientos encontrados sean más fáciles de entender y utilizar por el usuario a quien finalmente están destinados.

Etapa 3) *Reelaborar el Diseño curricular para la asignatura Inteligencia Artificial adecuándolo a los estilos de aprendizaje dominantes descubiertos a través de KDD*. Entre las actividades previstas para esta etapa cabe mencionar: analizar las características de aprendizaje dominantes descubiertas en los estudiantes, seleccionar temas, establecer ejes generativos, definir secuenciación de los temas, diseñar estrategias de intervención didáctica, estructurar propuesta completa, y diseñar un

plan de evaluación para la asignatura. En particular para diseñar las estrategias de intervención a aplicar, se consideraran los estilos de aprendizaje dominantes descubiertos y las cuatro preguntas planteadas en (Felder y Silverman, 1988): ¿qué tipo de información enfatizar?, ¿en qué modo de presentación se debe hacer hincapié?, ¿qué forma de participación del estudiante debe enfatizarse con la presentación?, ¿qué tipo de perspectiva se proporciona con la información presentada?

Etapa 4) *Validar el nuevo diseño curricular*. Para esto se diseñará un experimento donde se tomará como grupo control a las cohortes 2005, 2006 y 2007 de la asignatura Inteligencia Artificial. Mientras que el grupo experimental se conformará con los estudiantes de la cohorte 2008, sobre la cual se aplicará el nuevo diseño curricular. La hipótesis a validar con esta investigación sostiene que resulta ventajoso adecuar la enseñanza de la Inteligencia Artificial al estilo de aprendizaje de los estudiantes.

Etapa 5) *Evaluar Proyecto terminado*. Entre las actividades a realizar en esta etapa cabe mencionar: redactar conclusiones e informe final del proyecto, difundir la experiencia realizada mediante publicaciones y presentaciones en congresos.

3. Resultados Esperados

A través de este proyecto se espera mejorar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje en estudiantes de Ciencias de la Computación, particularmente, en la asignatura Inteligencia Artificial. También se espera lograr una experiencia concreta de diseño curricular adaptado al estilo de aprendizaje de los estudiantes tendiente a acrecentar la motivación y una mayor implicación de los mismos en su quehacer formativo.

4. Referencias

Álvarez Martínez de Santelices, C. “*La sistematización de la actividad experimental virtual: una estrategia de enseñanza-aprendizaje del electromagnetismo*”. Actas del Congreso Internacional INFOREDUC, La Habana, Cuba, 2007. http://www.informaticahabana.com/evento_virtual/files/sistematizaci%C3%B3n_actividad%20experiemntal%20virtual%20Carlos%20UC.doc. Acceso: 20 de Diciembre (2007).

Castro, S. y Guzmán de Castro, B. “*Los estilos de aprendizaje en la enseñanza y en el aprendizaje. Una propuesta para su implementación*”. Revista de Investigación, ISSN 1010-2914 (en línea), 58, 83-102, <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2051098>. Acceso: 18 de Diciembre (2005).

Durán, E. y Costaguta, R. “*Experiencia de Enseñanza Adaptada al Estilo de Aprendizaje de los Estudiantes en un Curso de Simulación*”. Revista Internacional Formación Universitaria, ISSN 0718-5006 (en línea), Vol. 1(1), 19-28, http://_www.citchile.cl/revista-formacion/art04. Acceso: 10 de Marzo (2008).

Felder, R. y Silverman, L. K. “*Learning and Teaching Styles in Engineering Education Application*”. Engr. Education: 78 (7), 674-681(1988).

Felder, R. y Soloman, V. *Index of Learning Styles*. <http://www.ncsu.edu/felder-public/ILSpage.html>. Acceso: 26 de Marzo 2006 (1991).

Figuroa, N., Cataldi, Z., Méndez, P., Zander, J., Costa, G., Salgueiro, F y Lage, F. “*Los estilos de aprendizaje y el desgranamiento universitario en carreras de informática*”, Actas de las Primeras Jornadas de Educación en Informática y TICS en Argentina, Bahía Blanca, Argentina, 14 y 15 de Abril (2005).

Figuroa, N. y Vigliecca, M. “*Reflexiones sobre nuevos enfoques de enseñanza en ingeniería a partir de las experiencias con estilos de aprendizaje*”. Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales, ISSN: 1667-8338 (en línea), 3(7), 32-36. <http://www.fi.uba.ar/laboratorios/lie/Revista/articulos.htm>. Acceso: 20 de Noviembre (2006).

Gallego Rodríguez, A.y Martínez Caro E. “*Estilos de aprendizaje y e-learning. Hacia un mayor rendimiento académico*”. RED. Revista de Educación a Distancia, ISSN: 1578 7680 (en línea), 7, 1-10. <http://www.um.es/ead/red/7>. Acceso: 20 de Noviembre (2003).

Han, J. y Kamber, M. *Data Mining: Concepts and Techniques*, Academic Press, USA (2001).

Krichen, J. “*Investigating Learning Styles in the Online Educational Environment*”. Actas del 8th ACM SIG-information Conference on Information Technology Education, 127-134, Destin, Florida, USA, 18 al 20 de Octubre (2007).

Luengo Gonzalez, R. y Gonzalez Gomez, J. “*Relación entre los estilos de aprendizaje, el rendimiento en matemáticas y la elección de asignaturas optativas en alumnos de enseñanza secundaria obligatoria (E.O.S.)*”. Revista Iberoamericana de Educación Matemática, ISSN: 1815-0640 (en línea), 3, 25-46, 2005. <http://www.fisem.org/paginas/union/info.php?id=77>. Acceso: 20 de Diciembre (2005).

Monteagudo i Vidal, J. “*Estilos de aprendizaje y diseño de materiales*”. Actas XII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Barcelona, España, 26 al 28 de Julio (2004).

Witten, I. y Frank, E. *Data Mining: Practical machine, learning tools and techniques with Java implementations*, Morgan Kauffmann Publishers, USA (1999).

Ingeniería del Conocimiento: Análisis de Ciclos de Gas

Luis Gago¹, Vanina Beraudo², Natalia Stark¹

Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de La Pampa
Calle 110 Esq. 9 (6360) General Pico – La Pampa – Rep. Argentina
Te. / Fax: (02302) 422780/422372, Int. 6302

e-mail: ¹{ lgago, nstark @ing.unlpam.edu.ar }, ²vaninaberaudo@gmail.com.ar

Resumen

En el marco de la investigación que se centra en estudiar los roles asignados al trabajo práctico, al trabajo de laboratorio, y a los experimentos en la cátedra de Termodinámica, materia de formación básica en ingeniería, se pretende aplicar y extender la funcionalidad de un *sistema experto* capaz de determinar la factibilidad de funcionamiento de una máquina térmica desde el punto de vista termodinámico, mediante el análisis del diseño de un ciclo de potencia, el *ciclo Joule Brayton*; y ofrecer a estudiantes de Termodinámica, en especial, una herramienta innovadora que les permita aprender principios fundamentales del dominio, en base tanto a sus aciertos como a sus errores, detectando diseños físicamente imposibles y proporcionándoles las explicaciones que un buen asistente de laboratorio les brindaría.

Palabras clave: Sistemas Expertos, Termodinámica, Ciclos Termodinámicos, Ingeniería del Conocimiento

Introducción

Pedagógicamente, la enseñanza y el aprendizaje del análisis y diseño de ciclos termodinámicos es un problema importante [3], razonarlos requiere un amplio y profundo entendimiento de los fundamentos de Termodinámica, por lo cual el estudio de ciclos ocupa la mayor parte del entrenamiento práctico de estudiantes de ingeniería en las cátedras de Termodinámica. La experiencia en diseño se considera esencial para la educación en ingeniería y provee un contexto motivador poderoso para el aprendizaje de los principios físicos fundamentales: no se puede diseñar un motor de reacción, un refrigerador, o planta de potencia sin usar un amplio rango de principios físicos. Esta experiencia es difícil de transmitir en un aula típica porque muchos artefactos físicos interesantes (como plantas de poder, artefactos del motor de reacción, y refrigeradores) son caros o peligrosos para construir y experimentar con ellos.

Los Sistemas Basados en Conocimiento ó Sistemas Expertos (SE) emulan el comportamiento humano experto en un área de conocimiento determinada. Constituyen sistemas de ayuda a la toma de decisiones en áreas tan diversas como la selección de estrategias instruccionales [8], el control de variables ambientales [9], la configuración de ventiladores en neonatología [10].

Este trabajo presenta una herramienta innovadora para el estudio de los ciclos termodinámicos, un SE que permite determinar la factibilidad de funcionamiento de una máquina térmica, mediante el análisis y diseño del ciclo Joule Brayton.

El ciclo Brayton es un ciclo de potencia de gas y es la base de las turbinas de gas. Tiene como función transformar energía que se encuentra en forma de calor a potencia para realizar un trabajo, tiene varias aplicaciones, principalmente en propulsión de aviones, y la generación de energía

eléctrica, aunque se ha utilizado también en otras aplicaciones. Es El ciclo teórico más elemental está constituido por dos transformaciones isobaras y dos isoentrópicas. Puede ser de tipo cerrado o de tipo abierto. Este ciclo es utilizado en turbinas de gas. El objetivo del ciclo Brayton es convertir energía en forma de calor en trabajo, por lo cual su rendimiento se expresa en términos de eficiencia térmica. A continuación se muestra el gráfico de un ciclo Joule-Brayton (figura 1), dónde pueden apreciarse sus componentes.

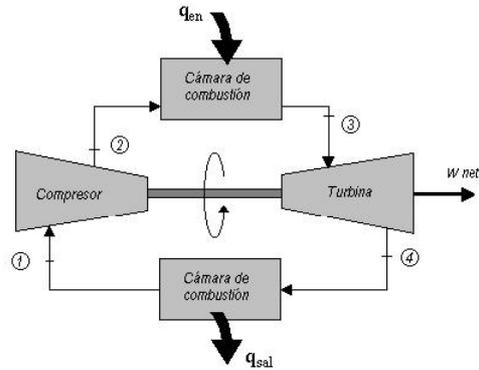


Figura 1: Diagrama del ciclo Joule-Brayton

El Sistema Experto sirve de guía y en especial de herramienta al usuario que comienza a trabajar con ciclos termodinámicos, detectando diseños imposibles de construir, en menos tiempo, especificando la causas que imposibilitan la construcción y ofreciendo la posibilidad de realizar cambios y /o ajustes sobre los valores para conseguir que los resultados sean factibles tal y como lo haría una persona idónea en el tema.

Análisis de Diseño de Ciclos Termodinámicos

En Termodinámica hay dos importantes áreas de aplicación, la generación de potencia y la refrigeración [1]. Ambas se realizan mediante sistemas que operan en un ciclo termodinámico, dentro del cual un fluido de trabajo sufre una serie de transformaciones para procesar energía.

Los ciclos se dividen en dos categorías generales: ciclos de potencia y ciclos de refrigeración. Los dispositivos o sistemas empleados en producir una salida de potencia neta reciben el nombre de máquinas térmicas, y los ciclos termodinámicos que operan se denominan ciclos de potencia. Los dispositivos o sistemas utilizados en producir refrigeración se llaman refrigeradores, acondicionadores de aire o bombas de calor, y los ciclos termodinámicos que operan reciben el nombre de ciclos de refrigeración.

Los ciclos termodinámicos también se categorizan como ciclos de gas o ciclos de vapor, depende de la fase del fluido de trabajo, es decir, la sustancia que circula por el sistema.

Los ciclos termodinámicos pueden, incluso, categorizarse como ciclos cerrados o abiertos. En los ciclos cerrados el fluido de trabajo es regresado a su estado inicial al final de cada ciclo y se recircula. En los ciclos abiertos el fluido de trabajo se renueva al final de cada ciclo, en lugar de ser recirculado.

Para los especialistas en Termodinámica, los ciclos termodinámicos juegan el mismo rol que los circuitos electrónicos para los ingenieros en electrónica: una cierta cantidad de partes, compresores, turbinas, intercambiadores de calor, son combinadas en red generando alternativas de diseño para un problema dado.

El análisis de ciclos responde a cuestiones tales como la eficiencia global del sistema, cuánto calor o trabajo es consumido y/o producido, que propiedades del fluido (temperatura, presión, volumen) son requeridos por los componentes o dispositivos, así como entender de qué manera las

propiedades de los componentes y del fluido en distintos puntos del ciclo afectan a las propiedades globales del mismo.

En Termodinámica, la mayor parte de los dispositivos que producen potencia operan en ciclos. Los ciclos que se efectúan en los dispositivos reales son difíciles de analizar por la presencia de efectos complicados, como la fricción, y la ausencia de tiempo suficiente para establecer las condiciones de equilibrio durante el ciclo. Para hacer factible el estudio analítico de un ciclo, es necesario conservar las complejidades en un nivel manejable y utilizar algunas idealizaciones (modelado). Cuando al ciclo se le eliminan todas las irreversibilidades y complejidades internas, se finaliza con un ciclo que se asemeja al ciclo real pero conformado por completo por procesos internamente reversibles. Un ciclo de estas características recibe el nombre de ciclo ideal. Un modelo idealizado simplemente permite a los ingenieros estudiar los efectos de los principales parámetros que gobiernan el ciclo, sin empantanarse en los detalles. No siempre las conclusiones del análisis de ciclos ideales son aplicables a los ciclos reales.

Termodinámica es una materia importante en la formación de un futuro ingeniero. En su currícula, los Ciclos Termodinámicos constituyen un tema interesante, dado su carácter integrador de principios y por sus posibilidades de aplicación en la práctica. Su entendimiento requiere un amplio y profundo conocimiento de los principios físicos que fundamentan la materia. De hecho los libros más introductorios a la Termodinámica dedican diferentes capítulos al análisis de ciclos y hasta algunos textos se dedican únicamente al análisis de ciclos.

Una variedad de problemas aparecen cuando se enseña a los estudiantes como diseñar y analizar ciclos [5]: (1) los estudiantes tienden a estancarse en el mecanismo de resolver ecuaciones y cálculos rutinarios. Esto impide explorar múltiples alternativas de diseño y otros estudios, por ejemplo: ver como la eficiencia varía como función de la eficiencia de la turbina versus como ésta varía como una función de la temperatura de salida de la caldera. De modo que sin hacer este estudio comparativo algunas oportunidades de aprendizaje lamentablemente se pierden. (2) los estudiantes están preocupados respecto a qué suposiciones para el modelado necesitan hacer, tal como asumir que un intercambiador opera isobáricamente, o que una válvula lo hace isoentálpicamente, (3) los estudiantes frecuentemente no cambian los parámetros que eligieron para ver si sus diseños son físicamente posibles, por ejemplo: que sus diseños no requieran el absurdo de una bomba que produzca en lugar de consumir trabajo.

Para contribuir a enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje, se ha desarrollado un Sistema Experto (SE) [6, 7] construido específicamente para ayudar a los estudiantes a aprender ingeniería termodinámica. Proveyendo un ambiente de aprendizaje que maneje cálculos rutinarios, facilidades de análisis, ayude a los estudiantes a mantener pistas del modelo de suposición y detectar diseños físicamente imposibles, omisión de datos, inconsistencias o incompatibilidades especificando las causas y/o sugiriendo mejoras correctivas.

El SE diagnostica la factibilidad de funcionamiento de un ciclo de potencia, el ciclo Joule Brayton.

Las tareas propias de un experto que realiza el sistema son, principalmente:

- *Diseño*: el usuario podrá variar un conjunto de posibles alternativas como ser la elección del ciclo, el ingreso de las propiedades de los dispositivos, de los estados, del ciclo y/o de la máquina.
- *Diagnóstico*: el sistema determinará las posibilidades de funcionamiento de la máquina térmica, encontrando fallas en base a los valores que se van ingresando y a las relaciones entre los mismos. Verificará que éstos cumplan con determinadas restricciones y alertará al usuario sobre inconsistencias o contradicciones en datos aportados justificando el porqué de las mismas.
- *Depuración, reparación*: en el sentido de recomendar acciones correctivas.
- *Ayudante inteligente*: en el sentido de aconsejar, proporcionar información o efectuar tareas como resolver cálculos rutinarios y realizar distintos análisis termodinámicos.

- *Análisis gráfico*: el sistema en base a resultados de cálculos específicos dentro de los estados y los dispositivos mostrará información ordenada de forma gráfica que facilite el análisis y la interpretación de los datos.

El desarrollo se llevó adelante empleando fases y etapas de metodología del área de Ingeniería en Conocimiento denominada I.D.E.A.L [4] (acrónimo de las fases que la conforman: Identificación de la tarea, Desarrollo del prototipo, Ejecución de la construcción del sistema integrado, Actuación para conseguir el mantenimiento perfectivo, Lograr una adecuada transferencia tecnológica. El sistema se implementó empleando programación orientada a objetos y el motor de reglas lógicas de Drools [2].

Tareas de Investigación y Desarrollo

Hasta el momento el sistema ha sido sometido a dos tipos de “tests” [6, 7]. Los primeros estuvieron orientados a detectar fallas e inconsistencias (a nivel matemático-físico, coordinación de elementos, etc.). Los segundos fueron tests de usabilidad que ayudaron a refinar algunos aspectos de la interfaz. Se pretende, gradualmente, poner en práctica el sistema empleándolo en distintas actividades consensuadas con los alumnos e integrantes de la cátedra Termodinámica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Pampa, en los próximos meses. Esto permitirá que se realicen estudios de usuario donde se cuantifiquen los resultados de sus evaluaciones y analizar en mayor profundidad la utilidad del sistema propuesto.

Por otra parte, el problema de capturar conocimiento del experto suele ser un “cuello de botella”. Esperar que el Experto ingrese las reglas al sistema por su propia cuenta suele ser poco práctico. También es poco práctico esperar que un ingeniero de conocimiento las ingrese (por el conocido problema de comunicación debido a las diferentes formaciones y lenguajes utilizados por expertos en física/matemática y programadores).

Se pretende extender la funcionalidad del sistema de modo que abarque diferentes diseños como ser, ciclos abiertos, ciclos Otto, Diesel y diseños creados por el usuario, así como también que opere con diferentes tipos de fluidos y se diseñen otras máquinas como son bombas de calor y máquinas frigoríficas. Para esto se espera previamente discutir e investigar cómo adquirir los conocimientos del Experto.

Resultados Esperados

Los procesos necesarios para determinar la factibilidad de construcción y funcionamiento de las máquinas térmicas son grandes, complejos e insumen mucho tiempo debido a la cantidad de cálculos matemáticos que hay que realizar.

Con el desarrollo de esta herramienta se pretende, en un principio, reducir notablemente la cantidad de tiempo necesario para obtener los resultados ya que el sistema aprovecha los beneficios en velocidad de la computación y mantiene una lógica de resolución orientada a la deducción de resultados. También se espera obtener ventajas al modificar el diseño ó valores del ciclo diseñado, obteniendo los nuevos resultados inmediatamente. Tarea que realizada, manualmente, implicaría el recálculo de todas las fórmulas.

Se espera obtener una herramienta que contribuya a la mejora de la enseñanza de Termodinámica y se convierta en un recurso orientado a la comprensión del análisis y diseño de ciclos termodinámicos y a la obtención de aprendizajes significativos.

Referencias Bibliográficas

- [1] Cengel Y. y Boles M. Termodinámica, Mc Graw Hill, quinta edición, 2006.
- [2] Drools: <http://www.jboss.com/products/rules>
- [3] Forbus, D.; Whalley, P. Using qualitative physics to build articulate software for thermodynamics education. Proceeding of IAAA-94. Pág.1175-1182. 1994.
- [4] Gómez A., Juristo N., Montes C. y Pazos J. Ingeniería del Conocimiento. Editorial Centros de Estudios Ramón Areces. 1997.
- [5] Gago L., Stark N. Experiencia de Aplicación de las TIC's, en la Enseñanza de las Ciencias, mediante el uso de Sistemas Expertos. Libro de trabajos del I Congreso en Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC's) en la Enseñanza de las Ciencias. Pág. 170 a 179. 2005.
- [6] Gago L., Beraudo V., Stark N., Echeverría M. Sistema Experto aplicado a la Enseñanza de Ciclos Termodinámicos, en Memorias de la XV Reunión Nacional de Educación en la Física, Asociación de Profesores de Física de la Argentina, Universidad Nacional de San Luis. 2007
- [7] Gago L., Beraudo V., Stark N., Echeverría M. Sistema Experto aplicado a la Enseñanza de Ciclos Termodinámicos. Anales del XIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. 2007 Pág 1077 a 1088.
- [8] Sierra, E., Hossian, A. y García-Martínez, R. Sistemas Expertos que recomiendan Estrategias de Instrucción. Un Modelo para su Desarrollo. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa. 1(1): 19-30. 2003.
- [9] Sierra, E., Hossian, A., García-Martínez, R. y Marino, P. Sistema Experto para Control Inteligente de las Variables Ambientales de un Edificio Energéticamente Eficiente. Proceedings de la XI Reunión de Trabajo en Procesamiento de la Información y Control. Universidad Nacional de Río Cuarto. Pág. 446-452. 2005
- [10] Bermejo, F., Britos, P., Rossi, B y García Martínez, R. Sistema de Asistencia para la Configuración de Ventiladores OAF en Neonatología. Revista del Instituto Tecnológico de Buenos Aires. 28: 24-68. 2002.

Hacia un Repositorio Web de Objetos de Aprendizaje

Roberto Javier Godoy¹, Hugo Minni²

Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas

Universidad Nacional del Litoral

tel: +54-342-457-5234; fax: +54-342-457-5224

¹ rjgodoy@fich.unl.edu.ar, <http://purl.net/rjgodoy>

² hminni@fich.unl.edu.ar

Resumen En el presente trabajo se describe el estado de avance del proyecto para el diseño de un repositorio de objetos de aprendizaje que se está realizando en la Universidad Nacional del Litoral, de acuerdo al estándar IEEE 1484.12.1 Learning Object Metadata.

En la etapa actual del proyecto los esfuerzos se concentran en la edición distribuida de contenidos, el control de privilegios de usuario, y el mantenimiento de versiones de los objetos de aprendizaje e instancias de metadatos. Se presenta la tecnología WebDAV (extensiones HTTP para edición distribuida) que permite satisfacer estos requerimientos sin imponer restricciones sobre la implementación del repositorio.

Para la integración con otros repositorios, resulta de interés especificar las consultas en términos del esquema base LOM, evitando dependencias con la implementación —en particular, evitando dependencias con el modelo físico de persistencia de datos—. A tal fin se propone la adopción de SQI (una interfaz simple de consultas para repositorios de aprendizaje).

El objetivo final del proyecto es iniciar un proceso de integración entre repositorios de objetos de aprendizaje, mantenidos por distintas unidades académicas, convirtiéndolos en herramientas de gran utilidad para la enseñanza superior.

1. Introducción

En los últimos años distintas universidades y unidades académicas del país han adoptado o manifestado su interés por adoptar el paradigma de objetos de aprendizaje para la articulación de contenidos educativos basados en TIC (tecnologías de la información y las comunicaciones).

Por *objeto de aprendizaje* (OA) se entiende un recurso digital que puede reutilizarse en el proceso de instrucción, y al que normalmente puede accederse por medio de Internet [1]. (Una definición más amplia incluye también entidades de naturaleza no digital [2], pero tales objetos no son considerados en este trabajo).

Los *repositorios de OA* —sistemas que almacenan objetos en formato electrónico y metadatos sobre ellos— proporcionan un marco para uniformar los mecanismos de distribución y acceso a los contenidos, posibilitando la colaboración entre autores y ayudando a evitar la duplicación de esfuerzos.

El diseño de un repositorio de aprendizaje robusto debería soportar, entre otras, las siguientes características [3]:

- Definición de metadatos conforme a estándares.
- Control de versiones de los OA y sus metadatos.
- Soporte para edición distribuida.
- Adopción de un mecanismo de seguridad para el acceso y la recuperación de recursos.

2. Objetivos del Proyecto

Realizar un diseño del repositorio, accesible mediante Internet, contemplando los requerimientos mencionados y mecanismos que permitan la interacción con otros repositorios de OA también basados en estándares.

3. Descripción del proyecto y estado actual

El trabajo se enmarca dentro del desarrollo de un repositorio de OA que sería utilizado en la Universidad Nacional del Litoral, con el propósito de optimizar la utilización de los recursos disponibles, proporcionando un entorno colaborativo para integrar las prácticas de distribución y acceso al material educativo.

La necesidad de contar con un repositorio federado se debe a que la oferta académica de esta Casa de Estudios supera las 80 carreras, distribuidas en 9 Facultades y 4 Escuelas superiores ubicadas en las ciudades de Santa Fe, Esperanza, Reconquista y Gálvez. La principal causa de duplicación de esfuerzo que se ha identificado radica en la similitud de contenidos curriculares entre asignaturas que se dictan en facultades distintas.

En este contexto, una solución de repositorios aislados no es viable, porque restringe las ventajas del paradigma de OA al ámbito local. Por otra parte, la creación de un único repositorio centralizado presenta inconvenientes de índole técnica (p. ej.: ante una falla en el enlace al repositorio, la unidad académica perdería el acceso a todos los contenidos) y administrativa.

Un mecanismo de federación de repositorios que proporcione una solución al problema de esta Casa de Estudios en particular, también podría ser aplicado para compartir material educativo (bajo la forma de OA) entre distintas Universidades, maximizando las ventajas del paradigma.

En trabajos anteriores, los autores establecieron criterios de diseño para la implementación de un repositorio de OA, conforme al estándar LOM, sobre una base de datos relacional [4]. También analizaron distintas alternativas para asignar los identificadores de OA e instancias de metadatos, propusieron utilizar un protocolo sencillo para la resolución de estos identificadores en repositorios distribuidos, y analizaron las ventajas de contar con un mecanismo basado en HTTP para el acceso al repositorio [5].

Gonzalo Zarza [6] desarrolló un sistema para generar interfaces de usuario a partir de modelos e instancias basadas en XML y esquemas XML (XSD). Este sistema puede aplicarse para generar las interfaces del repositorio para ingresar y modificar metadatos, según la representación XSD del modelo LOM [7].

En la etapa actual del proyecto, el esfuerzo se dirige hacia los aspectos de edición distribuida y búsqueda de recursos, considerando además mecanismos de autenticación de usuarios y control de versiones de los OA y sus metadatos. Se propone que el repositorio permita la especificación de una semántica de consulta, basada en el modelo conceptual LOM, que proporcione la eficiencia de las consultas relacionales sobre el modelo físico implementado, permitiendo además realizar consultas sobre repositorios distribuidos.

4. Marco teórico

4.1. WebDAV

Web Distributed Authoring and Versioning (WebDAV) [8] complementa a HTTP, permitiendo administrar *propiedades* y colecciones de recursos disponibles en un servidor. Las propiedades describen metadatos de un recurso, y pueden ser valores simples (p. ej.: tamaño, fecha de creación) o estructuras de datos más complejas, por ejemplo una instancia LOM.

A la funcionalidad básica de un servidor HTTP —métodos GET, PUT y DELETE [9]— WebDAV añade nuevos métodos para crear colecciones, solicitar y actualizar propiedades, copiar, mover, proteger (impedir la escritura) y desproteger un recurso.

Debido a la utilización de solicitudes GET convencionales, la integración de WebDAV en un servidor HTTP resulta transparente al usuario: los contenidos pueden accederse directamente mediante un navegador web u otro cliente HTTP de propósito general, siendo posible referenciarlos mediante enlaces desde una página HTML ajena al repositorio.

Por otra parte, para acceder a las funcionalidades “avanzadas” de WebDAV es necesario contar con un cliente especialmente dedicado a este propósito. Existen múltiples programas de este tipo, tanto propietarios como de código abierto, entre los que pueden mencionarse: las “Carpetas Web” del sistema operativo Windows, KDE Desktop y DAVfs (para Linux) y DAV Explorer (una aplicación multiplataforma programada en Java) [10].

Contrariamente a lo que sugiere su nombre, el control de versiones (mantenimiento de la historia de las versiones de cada recurso y representación de las mismas mediante un URL propio) no forma parte la especificación base de WebDAV, sino que se define —como una extensión opcional— en RFC 3253 [11]. Además, existen extensiones de WebDAV que definen mecanismos para control de acceso y búsqueda (entre otras).

La *extensión de búsqueda* para WebDAV [12] define el método HTTP SEARCH, que permite efectuar la búsqueda de recursos según criterios proporcionados por el cliente, siguiendo el modelo de solicitud-respuesta de HTTP.

Los criterios de consulta se expresan mediante una *gramática de búsqueda*, sobre la cual HTTP SEARCH impone pocas restricciones. La especificación define una gramática de búsqueda de propósito general, DAV:basicsearch, que permite búsquedas sobre propiedades simples, pero es posible definir otras gramáticas para tratar situaciones particulares.

4.1.1. Mecanismos de autenticación y control de acceso a recursos

El Protocolo de Control de Acceso para WebDAV [13] permite asociar un conjunto de privilegios sobre un recurso (o colección de recursos) con un usuario o grupo de usuarios. En este sentido el protocolo es similar a la estructura de permisos de Network File System (NFS) y Windows NT.

La especificación define permisos generales para recuperar, reemplazar o eliminar recursos y propiedades (metadatos) de los recursos, crear nuevos recursos y colecciones de recursos y modificar los permisos de otros usuarios. Si fuera necesario, una implementación podría definir permisos más específicos, por ejemplo, para modificar una determinada propiedad.

Utilizar control de acceso no significa que todos los usuarios deban autenticarse; por ejemplo, puede requerirse autenticación para modificar y administrar los contenidos, sin restringir por este mecanismo la recuperación de recursos y metadatos.

4.2. SQI

SQI (*a Simple Query Interface Specification for Learning Repositories*) [14] es una especificación avalada por el Comité Europeo de Normalización (CEN) que define una interfaz de programación de aplicaciones (API) para efectuar consultas a un repositorio de OA.

Esta interfaz proporciona una abstracción de las operaciones (comandos y consultas) utilizados en la interacción con el repositorio, y es independiente de las tecnologías y protocolos sobre los cuales se implementa.

SQI se basa en el concepto de *sesiones de usuario*, que deben ser adquiridas (anónimamente o proporcionando credenciales) antes de efectuar la consulta. La responsabilidad de administrar de estas sesiones, como así también autenticar los usuarios y verificar sus privilegios de acceso, no forma parte de SQI sino que se delega en otro componente.

Las consultas pueden realizarse de manera síncrona o asíncrona. La API de SQI no establece ninguna restricción sobre el lenguaje en el que se expresa la consulta o el formato de los resultados. Estos aspectos son considerados *parámetros de la consulta*, y pueden ser negociados al igual que la cantidad de resultados a devolver el tiempo máximo de duración. Una implementación puede trabajar *con persistencia de estado* (manteniendo el estado de cada sesión establecida), o *sin persistencia de estado* (utilizando únicamente la información proporcionada en cada solicitud).

Entre las posibilidades que se derivan de utilizar SQI, un repositorio que implemente esta API podría funcionar como puerta de acceso a una red de repositorios, posibilitando la realización de consultas mediante una interfaz única [15]. SQI deja librado a cada repositorio la implementación final de la búsqueda.

5. Grado de avance y continuación del proyecto

El requerimiento de edición distribuida de los OA y sus metadatos puede ser satisfecho con la adopción de WebDAV. WebDAV está basado en HTTP, lo cual posibilita que los contenidos pueden accederse directamente mediante un navegador web u otro cliente HTTP de propósito general, e integrarse con otras soluciones de publicación de contenidos basados en web.

La extensión de WebDAV para versionado proporcionaría la capacidad de contar un historial de versiones de los OA, y el protocolo de control de acceso permitiría validar permisos de usuario, según las necesidades de cada ámbito del repositorio.

En la implementación específica del repositorio de OA de la UNL, SQI constituirá una capa de abstracción de consulta implementada finalmente como sentencias SQL contra una base de datos relacional. La definición de una capa de abstracción para búsquedas independiente de la implementación proporciona la capacidad de especificar las consultas ya no en términos del modelo físico relacional sino en términos del esquema base LOM, conservando la eficiencia del primer enfoque.

Se evaluará la posibilidad de implementar la API de SQL, ya sea utilizando directamente WebDAV como transporte o mediante alguna estrategia que convierta las consultas, negociadas mediante SQL, en consultas WebDAV.

Los autores están diseñando una gramática de búsqueda [16] que extiende a DAV:basicsearch, proporcionando soporte para consultas de propiedades que, como las instancias de metadatos LOM, son en sí mismas un fragmento XML y tipos de datos simples.

La iniciativa intenta promover la integración entre repositorios de OA mantenidos por diferentes instituciones. A largo plazo se espera contribuir al desarrollo de un repositorio federado de objetos de aprendizaje, donde cada universidad, facultad, departamento, o grupo de investigación podría mantener su propio sistema, administrado localmente, y compartir información con los demás repositorios; proporcionando una herramienta para que distintas unidades cooperen entre sí con el objetivo común de mejorar el nivel académico.

Referencias

1. WILEY D. Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy, 2000. <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc> (accedido en 2008-01).
2. LEARNING TECHNOLOGY STANDARDS COMMITTEE. IEEE Standard for Learning Object Metadata. IEEE Standard 1484.12.1, Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York, 2002.
3. COLIN HOLDEN ET AL. What We Mean When We Say “Repositories”. User Expectations of Repository Systems. Academic ADL Co-Lab. <http://www.academiccolab.org/resources/RepoSurvey2004-1.pdf> (accedido 2008-01), 2004.
4. R. J. GODOY, H. MINNI, G. ZARZA, Y H. LOYARTE. Design Criteria for the Development of an Institutional Learning Object Repository. En *XII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, San Luis, 2006.
5. R. J. GODOY Y H. MINNI. Identifier Management and Resolution: conforming the IEEE Standard for Learning Object Metadata. En *XIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, págs. pp967–975, Corrientes, 2007.
6. GONZALO ZARZA. Generación de interfaces de usuario a partir de esquemas XML. Proyecto final de carrera, Universidad Nacional del Litoral, 2007.
7. LEARNING TECHNOLOGY STANDARDS COMMITTEE. IEEE Standard for Learning Technology-Extensible Markup Language (XML) Schema Definition Language Binding for Learning Object Metadata. IEEE Standard 1484.12.3, Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York, 2005.
8. LISA DUSSEAU (ED.). HTTP Extensions for Web Distributed Authoring and Versioning. RFC 4918, Internet Engineering Task Force, Junio 2007.
9. R. FIELDING, J. GETTYS, J. MOGUL, H. FRYSTYK, L. MASINTER, P. LEACH, Y T. BERNERS-LEE. Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.1. RFC 2616, Internet Engineering Task Force, Junio 1999.
10. JIM WHITEHEAD ET AL. WebDAV Resources. <http://www.webdav.org>, (accedido 2008-01).
11. G. CLEMM ET AL. Versioning Extensions to WebDAV. RFC 3253, Internet Engineering Task Force, Marzo 2002.
12. J. RESCHKE ET AL. Web Distributed Authoring and Versioning (WebDAV) SEARCH. Internet draft (work in progress), <http://tools.ietf.org/html/draft-reschke-webdav-search-15>, Febrero 2008.
13. G. CLEMM, J. RESCHKE, ET AL. Web Distributed Authoring and Versioning Access Control Protocol. RFC 3744, Internet Engineering Task Force, Mayo 2004.
14. BERND SIMON, ERIK DUVAL, DAVID MASSART, FRANS VAN ASSCHE, Y STEFAAN TERNIER (EDS.). A Simple Query Interface Specification for Learning Repositories. CEN Workshop Agreement: CWA 15454, European Committee for Standardization, Brussels, 2005.
15. STEFAAN TERNIER Y ERIK DUVAL. Interoperability of Repositories: The Simple Query Interface in ARIADNE. *International Journal on E-Learning*, 5(1):161–166, 2006. <http://www.cs.kuleuven.ac.be/%7Ehmdb/ProlearnIClass/papers/Ternier.htm> (accedido 2008-01).
16. R. J. GODOY Y H. MINNI. A WebDAV Search Grammar for XML Properties. Internet draft (work in progress), <http://tools.ietf.org/html/draft-godoy-webdav-xmlsearch-02>, Febrero 2008.

Definición de los principales actores y sus roles para los cursos de EaD en la Facultad de Ciencias Económicas de la UNPSJB

Mg. Lic Marta Isabel Dans mdans@cpsarg.com
Prof. Esp. Ana María Gómez anagomez@arnet.com.ar
Facultad de Ciencias Económicas. UNPSJB (Sede Trelew)
San Martín 420 – Trelew (CH) – CP 9100

Resumen

Las herramientas informáticas aportan una apreciable ayuda en el almacenamiento, racionalización y comprensión de la información. Estas herramientas están instaladas en el campo de la educación.

Este es el séptimo proyecto que continúa en la línea de proyecto de investigación en el campo de informática educativa. Además de continuar con el crecimiento en las áreas ya experimentadas, aquí se propone extender el proyecto anterior, que definió la plataforma para cursos de educación a distancia, incluyendo en el análisis la redefinición de los actores involucrados y sus roles de manera tal de sumar elementos fundamentales en el sistema en estudio “cursos en modalidad a distancia”.

En el presente proyecto se acordarán los actores y sus roles conforme a las necesidades que deban satisfacerse en los cursos y a las prestaciones de la actual plataforma virtual y se vigilará la aplicación de los modelos de diseño existentes que permiten la aplicación de las TIC en educación superior, para la incorporación de las herramientas informáticas, de comunicación y otras tecnologías que fueran necesarias tanto en los cursos de EaD (Educación a Distancia) como en los cursos de modalidad presencial con el propósito de realizar una mejora continua de dichos modelos de diseño.

Introducción

Los aspectos importantes que debemos tener en cuenta para iniciar cualquier proyecto basado en sistemas no presenciales es el papel que habrán de desempeñar los actores del proceso educativo.

En estos entornos se favorece el desarrollo de un estudiante autónomo, con gran énfasis en el aprendizaje activo con habilidades de comunicación y participación, con manejo básico de las nuevas tecnologías de la información, con capacidad de autoaprendizaje compromiso y dedicación.

Tanto el docente como el alumno, como los demás actores que trabajan en estas modalidades tienen que asumir roles muy diferentes a los que tenían en la educación a distancia con medios maestros tradicionales como el papel, de ahí que sea importante definir con claridad el perfil.

Un sistema de e-Learning, incluye una serie de roles que básicamente se dan en los diferentes tipos de instalación de servicios que se pueden ofrecer estos sistemas. Los roles de los actores son los siguientes:

- Promotor y/o Gestor de la formación
- Profesor y dinamizador
- Proveedor y/o Creador de contenidos
- Alumno

Cada rol representa una serie de actividades. Hay que indicar que en algunos casos, estas actividades se mezclan obteniendo roles mixtos (p. Ej. En muchas ocasiones el profesor desarrolla los contenidos, por tanto, se constituye como proveedor de contenidos ó actúa como animador / dinamizador de una comunidad virtual). Los roles y sus correspondientes actividades son:

- Promotor y/o Gestor de la formación.- Este es el responsable de realizar la oferta formativa y/o educativa. Es decir, es la institución que ofrece los cursos o acciones formativas incluyendo sus criterios de calidad educativa (p. Ej. Desarrollando caminos curriculares determinados, diseñando programas formativos, etc).
Muy relacionado con este rol estarán las funciones de secretaría y de relación económica entre la institución y los alumnos participantes.
- Profesor y dinamizador.- Es el responsable del aprendizaje de los alumnos. Para ello, debe de realizar tareas tales como: orientar a los alumnos a usar los materiales y/o servicios disponibles, dinamizar las sesiones de intercomunicación entre alumnos y entre el profesor, realizar un seguimiento del aprendizaje y de la participación de los alumnos.
Dentro de estos entornos de aprendizaje a distancia, en sus diferentes modalidades, el papel del profesor como dinamizador de los espacios formativos es crucial para los resultados de los alumnos.
- Proveedor y/o Creador de contenidos.- Entendiendo que en estos sistemas de aprendizaje interactivo y de colaboración precisan de unos contenidos disponibles en soporte electrónico, se identifica al Creador de contenidos como la persona, o grupo de personas, que desarrollan contenidos multimedia con un fin educativo / formativo. Estos contenidos se alejan del mero traspaso a soporte electrónico de unos contenidos determinados (normalmente en papel con estructura lineal). Esto es, un buen multimedia educativo debe de cumplir una serie de condiciones que aseguren su interactividad, su usabilidad y que alcancen los objetivos formativos marcados.
Normalmente esta creación de contenidos viene indicada por el diseño curricular y de programas formativos que desarrolla el Promotor, tal y como se ha indicado. Por tanto, él encargará a los diferentes creadores los contenidos que precisen los programas y/o cursos de su oferta.
- Alumno.- Este es el que sigue los programas ofertados por el Promotor, creados por el Proveedor y dinamizados y gestionados por el Profesor. El alumno podrá seguir los cursos interactivos y participar en las actividades de colaboración que se soporten en el sistema y que estén programados en las diferentes acciones formativas.

Esta propuesta permite completar el proyecto anterior. Dado que percibimos la necesidad de precisar los actores y sus roles. Puesto que dicha plataforma brinda una

variada gama de posibilidades que hasta el momento no habíamos experimentado, en cuanto a recursos a disposición de los cursos y actividades a implementar durante el desarrollo de los mismos. Consideramos que los actuales actores nos permitirán determinar las habilidades que deberán adquirir, si es que aún no las poseen, necesarias para la interacción con la nueva plataforma virtual aprovechando al máximo sus posibilidades.

La adaptación de los roles a las necesidades de nuestro entorno será especialmente enriquecedor para los cursos de Educación a Distancia.

La trayectoria en investigación en el área de tecnologías informáticas y de comunicación nos permitió corroborar lo expresado en los párrafos anteriores y nos exige continuar mejorando las distintas estrategias tecnológicas ya incorporadas en nuestro ambiente.

Antecedentes

La incorporación de tecnología informática y de comunicación en el ámbito de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNPSJB es la línea de investigación que seguimos desde 1994. En ese tiempo abarcamos distintas temáticas como: construcción de Hipertextos, construcción y uso de la Web y demás servicios de Internet, también construcción de videos didácticos digitales. En todas las temáticas definimos modelos para guiar al docente en la construcción de aplicaciones para uso en el ámbito educativo. Hemos experimentado en distintas disciplinas como matemática, filosofía, estadística, administración, historia y geografía.

En el proyecto anterior seleccionamos la plataforma Moodle (Modular Object Oriented Distance Learning Environment – Plataforma modular para aprendizaje a distancia orientada a objetos), para alojar aulas virtuales tanto para cursos presenciales como para cursos a distancia.

En el proyecto actual nos proponemos definir los principales roles necesarios de implementar para llevar a cabo los cursos de e-learn y b-learn.

La plataforma MOODLE, posee recursos y actividades que se pueden aprovechar para enriquecer la participación y colaboración de los alumnos durante el aprendizaje.

Objetivos Generales

- ✓ Definir los roles de los actores para los cursos de educación a distancia que se ajusten a las necesidades de la Facultad de Ciencias Económicas (FCE) de la UNPSJB sobre la plataforma recientemente adoptada.
- ✓ Continuar con la aplicación de las distintas metodologías generadas en proyectos anteriores para la creación de materiales didácticos a ser usados en los cursos presenciales y a distancia.

Objetivos específicos y Metodología

Se comenzará identificando a los distintos actores que intervienen en los cursos de EaD en la FCE. Se realizarán entrevistas con los mismos, para determinar las actividades que realizan y expectativas que se están cumpliendo y las que aún faltan alcanzar.

Para cumplir con dichos objetivos se establecieron las siguientes metas:

- ✓ Identificar y caracterizar los roles de cada uno de los actores en los cursos de EaD para desempeñarse en la plataforma virtual seleccionada por la FCE.
- ✓ Adecuar los roles que desempeñaron los actores en los últimos cursos dictados con anterioridad a la selección de la plataforma actual.
- ✓ Establecer las necesidades de capacitación para que los actores alcancen las habilidades requeridas por la nueva plataforma.
- ✓ Desarrollar los cursos e impartirlos
- ✓ Aplicar el manejo de la plataforma en cátedras de la FCE
- ✓ Ajustar en base a la experiencia inmediata anterior los roles definidos para los actores.
- ✓ Difundir. Analizar y sacar conclusiones

Se comenzará con una amplia indagación y búsqueda bibliográfica sobre los roles de los actores de los cursos de EaD.

Se realizarán entrevistas a los actores que intervinieron en los cursos de EaD de la FCE, para determinar las actividades que desarrollaron y en base a ello identificar los roles que cumplieron respecto al uso de la plataforma anterior.

Realizar talleres con los distintos actores sobre el uso de la nueva plataforma, para detectar necesidades de capacitación.

Se elaborarán los cursos de capacitación dirigido a los actores para el uso del ambiente.

Se implementarán los cursos, recogiendo información a través de encuestas y entrevistas a docentes redactores de contenidos, docentes tutores y alumnos participantes. Finalmente se evaluarán los resultados obtenidos, utilizando software estadístico para obtener conclusiones y realizar recomendaciones.

Conclusiones

Se prevé realizar transferencia tecnológica hacia la unidad ejecutora y a todos aquellos actores que interactúen con la tecnología descrita en el presente proyecto. Está programada la realización de cursos de capacitación e indagación bibliográfica, para consolidar los conocimientos en usos didácticos y diseño de aplicaciones multimediales didácticas, uso didáctico de la plataforma para crear los cursos.

Cabe destacar que en forma continua docentes de la Facultad de Ciencias Económicas se acercan a la directora del proyecto solicitando capacitación para la incorporación de los servicios de Internet y diseño de material didáctico para sus prácticas docentes.

En este momento están activos una veintena de cursos en la plataforma virtual. Destinado a alumnos de todas las ciudades en que la Facultad de Ciencias Económicas tiene sede y delegaciones. Además está habilitada un aula virtual para la Escuela Nueva de Trelew con la cual se realiza una actividad de extensión y está prevista la incorporación de aulas para otras materias de dicha escuela, en ese caso no se realizará en el sitio Web de la Facultad, sino en un sitio destinados a las Escuelas provisto por la UTN de Buenos Aires, con la cual se estableció contacto para dicho efecto.

Se prevé realizar transferencia tecnológica hacia la comunidad educativa de los distintos niveles educativos de la zona que lo requieran. Cómo también realizar transferencia tecnológica hacia el personal no docente de la Facultad, relacionado con la implementación del presente proyecto.

Bibliografía

- Alonso, A. & Gallego, D. Editores (1997) Multimedia UNED Madrid
- Bethoney, H. (1999) Anytime /Anyplace learning. Shoot-Out puts Web-based learning management systems to the test (PC Week Labs 15 Nov 1999)
- Bonk, C.J. & Dennen, V. (1999) Learner issues with WWW-based systems
- Candy, P.C. & Crebert, R.G. (1990), Teaching now for learning later: The transfer of learning skills from the academy to the workplace
- Eggleston, C. (1997) Collaborative Technologies – Overview of the State of the Art
- “Tecnología y educación” Jorge Grau, Fundec, 1995
- “Multimedios y educación” María I. Marabotto, Jorge Grau, Fundec, 1995
- “Tecnología y Educación” Domingo J. Gallego Gil, Catalina M. Alonso García, UNED 2000
- “Metodología del Ordenador como recurso didáctico”, Domingo J. Gallego Gil, Catalina M. Alonso García, UNED 2000
- “Fundamentos del Aprendizaje” Domingo J. Gallego Gil, Catalina M. Alonso García, y otros, UNED 2000
- “Medios Audiovisuales y recursos Didácticos en el nuevo enfoque de la Educación” Catalina M. Alonso García y Domingo J. Gallego Gil, CECE 1993
- “Multimedia en la Web”, Domingo J. Gallego Gil, Catalina M. Alonso García, Dykinson 1999
- “Multimedia”, Domingo J. Gallego Gil, Catalina M. Alonso García, y otros, UNED 2000
- “Redes Globales: Internet”, Eduardo García, UNED 2000
- “Animación y Video, El movimiento en la comunicación multimedia”, Juan Carlos Asinsten, Horizonte Educativa 2000
- “Comunicación Visual y tecnología de gráficos en proyectos multimedia”, Juan Carlos Asinsten, Horizonte Educativa 1999
- “El texto en la comunicación multimedia”, Juan Carlos Asinsten, Horizonte Educativa 1999
- “Proyectos Multimedia de la idea inicial al guión final”, Juan Carlos Asinsten, Horizonte Educativa 2000
- “Multimedia diseño avanzado”, Juan Carlos Asinsten, Horizonte Educativa 2000
- “El sonido en la publicación multimedia”, Juan Carlos Asinsten, Horizonte Educativa 1999
- <http://docs.moodle.org/es/Portada> Documentos en español sobre la plataforma MOODLE.

MODELO INTEGRADO DE GESTIÓN ACADÉMICA PARA PROMOVER VENTAJAS COMPETITIVAS EN LA UNIVERSIDAD. Aplicación del enfoque de Gestión del Conocimiento

Mabel SOSA, Isabel VELÁZQUEZ, Carmen SILVA, Raquel ZARCO, Carlos RODRIGUEZ¹

Departamento de Informática
Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías
Universidad Nacional de Santiago del Estero.
Avenida Belgrano (S) 1912, (4200), Santiago del Estero, Argentina.
TE: 0385 4 509 500 Int. 1816 - FAX: 0385 4213481
{litasosa, kereyes, csilva, kelly, carlosar}@unse.edu.ar

RESUMEN

Este trabajo plantea como objetivo desarrollar un Modelo de gestión académica soportado por el enfoque de gestión de conocimiento que permita re-usar el conocimiento producido y acumulado facilitando el aprendizaje académico organizacional. El modelo incorpora una estrategia organizacional que utiliza las Tecnologías de la Información y del Conocimiento para optimizar la función académica de los cuadros de conducción de una universidad, que tradicionalmente se realiza de manera fragmentada, parcializada y desbordada por la cantidad y complejidad de la información necesaria para la toma de decisiones acertadas.

1. INTRODUCCIÓN

En las sociedades contemporáneas, el conocimiento se ha convertido en una pieza clave para el funcionamiento eficaz y eficiente de las organizaciones. El proceso es dinamizado por el desarrollo de nuevas tendencias en materia Informática y ha provocado la revisión y adecuación de las organizaciones en general y particularmente de la Universidad como organización educativa inmersa en el desarrollo de ventajas competitivas.

El eje central de la función de la universidad lo constituye la tarea académica. De allí la importancia de crear un Modelo Integrado soportado por el enfoque de gestión de conocimiento que permita utilizar el conocimiento producido y acumulado facilitando el aprendizaje académico organizacional. [1,4,7,8] Sin embargo, es importante recalcar que, el proceso de aprendizaje sólo puede producirse en las personas, las organizaciones solo aprenden a través de individuos que aprenden. El aprendizaje individual no garantiza el aprendizaje organizacional, pero no hay aprendizaje organizacional sin aprendizaje individual. [2,3,5] Al capturar, almacenar, distribuir y emplear el conocimiento, en los procesos organizacionales se genera valor añadido a las organizaciones, lo cual reduce el costo de aprendizaje y produce una mejora sustancial en la dinámica de funcionamiento. Este Modelo Integrado enfoca la función académica de la Universidad en relación a las categorías de “gobierno” representadas por el *Rector*, *Decano*, *Secretario Académico*, *Director de Departamento/Escuela* y *Docente*. Para ello es necesario adquirir el dominio en:

- Gestión de los actores académicos en términos de docentes y alumnos que aportan valores para conseguir capacidades o componentes esenciales y distintivas, lo cual implica un proceso sistemático de búsqueda, selección, organización y difusión del conocimiento.
- Gestión de los “productos académicos” que permita conocer la capacidad pro-activa de la Unidad Académica para potenciar su posicionamiento en el Sistema Educativo y productivo de la región.
- Conocimiento de las características de las personas que intervienen en las tareas académicas como un valor generador de ventajas competitivas para la organización.
- La aplicación de la Tecnología de gestión del conocimiento como herramienta clave para la construcción de nuevos conocimientos organizacionales que permitan obtener ventajas estratégicas sostenibles.

En este proyecto se propone incorporar una estrategia organizacional utilizando las Tecnologías de la Información y del Conocimiento para mejorar el desenvolvimiento de la función académica de los cuadros

¹ Alumno de la Licenciatura en Sistemas de información de la FCEyT-UNSE.

de conducción de la Universidad que tradicionalmente se realiza de manera fragmentada, parcializada y desbordada por la cantidad y complejidad de la información necesaria para la toma de decisiones efectivas. Finalmente, este proyecto aspira a la formación de profesionales investigadores y ser origen de trabajos de investigación de graduación y posgraduación, y por último mantener líneas de trabajo que sirvan a organizaciones educativas de nuestro medio.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1. Características Generales

El presente proyecto de investigación fue aprobado por evaluadores externos del Banco de Evaluadores de la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación y Cultura de la República Argentina y subvencionado por el Consejo de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CICyT) de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), Argentina. Este proyecto se inicia en Enero de 2008 y su fecha de finalización es Diciembre de 2009. Se desarrolla en el Departamento de Informática de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías de la UNSE, recibiendo colaboración de la Universidad Autónoma de Madrid a través del asesoramiento de la Dra. Silvia Acuña.

El proyecto es de carácter interdisciplinar, la temática abordada exige la conformación de un equipo interdisciplinario que incluye las siguientes áreas de conocimiento científico:

- Teoría de la Educación: paradigmas, teorías, enfoques y perspectivas.
- Administración y Gestión Educativa: conceptualizaciones, modelos y evaluación de la calidad.
- Políticas Académicas: lineamientos, definiciones, visión estratégica.
- Sistemas de Información: fundamentos de métodos, técnicas y herramientas de modelado, representación y desarrollo.
- Gestión del conocimiento: enfoque, metodologías y técnicas.
- Informática: formulación de modelos y construcción de sistemas de gestión académica.
- Educación: ámbito de investigación y aplicación del proyecto.
- Pedagogía: aplicación de enfoques y marcos teóricos pertinentes en la elaboración de propuestas metodológicas para la construcción de modelos académicos.
- Organización y Administración: la Administración relacionada con las Tecnologías de la Información y la Gestión del Conocimiento tratada como la combinación de sinergias entre datos, información, sistemas de información, y la capacidad creativa e innovadora de seres humanos.

2.2. Objetivos del Proyecto

El objetivo general del presente proyecto es desarrollar un Modelo Integrado de Gestión Académica soportado en el enfoque de gestión de conocimiento, que promueva ventajas competitivas en la formación y capacitación académica- técnica y profesional de los alumnos.

Los objetivos específicos previstos para el **primer año** son los siguientes:

- Alcanzar un mayor entendimiento sobre los enfoques de gestión del conocimiento y su aplicación al ámbito de gestión académica de las universidades.
- Determinar lineamientos básicos para la gestión del conocimiento en las organizaciones educativas.
- Analizar las herramientas y enfoques de las tecnologías avanzadas de la información y la comunicación orientados al aprovechamiento de las posibilidades de las organizaciones educativas en el área académica.
- Especificar, construir y evaluar la infraestructura tecnológicas requerida para la Gestión del Conocimiento como soporte a la tarea académica,

Los objetivos específicos previstos para el **segundo año** son los siguientes:

- Revisar, modificar y / o realizar propuestas de gestión innovadoras en el área académica de la organización educativa.
- Alcanzar una mayor comprensión de la incidencia de los aspectos humanos en el desarrollo de las actividades académicas.
- Lograr la integración de redes de recursos de información, humanos, informáticos y telemáticos en una estrategia de alcance organizacional que conduzca a la generación de ventajas competitivas en el área académica, mediante un modelo integrado de gestión.
- Diseñar un sistema para el control de función académica en los distintos niveles de gestión.
- Diseñar herramientas para evaluar la calidad de los procedimientos de gestión administrativa-académica, centrándose en determinados atributos de calidad.

2.3. Justificación de la Investigación

La función académica en la Universidad es una pieza clave de la existencia de las Instituciones Universitarias.

El manejo sistematizado de la información académica de la Institución, constituye una herramienta de ayuda invaluable ya que permite mantener ordenados los datos e información y no requiere de grandes despliegues de carpetas ni de cantidades de personal dedicadas al efecto. También se asocia con la capacidad de los actores que conducen la Institución, para tomar decisiones adecuadas y fundamentadas, en el tiempo oportuno. Esto representa una ventaja competitiva para la Universidad pues le permite situarse a la vanguardia de las demandas y necesidades de la sociedad actual.

En el presente trabajo se pretende demostrar como, siguiendo los lineamientos de la Institución, es posible que los mismos actores académicos se constituyan en artífices de un proceso de autogestión donde cada uno podrá detectar y corregir sus propios errores, así como confirmar sus aciertos es decir lograr el *aprendizaje organizacional*. [2,3,6]

Esta propiedad de la organización Universidad facilitaría tanto la evaluación institucional como la evaluación externa con sus propios resultados ya analizados y en los casos en los que haya sido verificada la necesidad, con las medidas correctoras ya aplicadas. El Modelo Integrado permitirá, además tomar decisiones con *sentido* en el ámbito de las tareas académicas.

Por otra parte, las cambiantes condiciones del mundo, evidenciados en la extraordinaria generación del conocimiento, provocan que la organización educativa, en especial, la universidad afronte nuevos retos y responsabilidades relacionados con el modo de producción y de transmisión de conocimientos, colocando a las estructuras académicas (consolidadas en otros contextos históricos) en situaciones vulnerables. Como consecuencia se considera necesaria una revisión de las formas organizativas, comunicativas y académicas de la institución universitaria, con la finalidad de contribuir con el desarrollo del conocimiento organizacional, cuyo proceso de transformación se está experimentando de manera continua y permanente. En este sentido, resulta imprescindible propiciar cambios que tengan que ver no sólo con el mejoramiento interno de estas organizaciones, sino que las mismas adquieran una nueva visión y un mayor protagonismo en un nuevo contexto social, asumiendo el rol de ser centro de la generación de conocimientos.

Por lo mencionado anteriormente, en este trabajo se procura realizar un aporte teórico práctico, basado en el enfoque de gestión del conocimiento con el propósito de promover un mejor tratamiento y administración del flujo de información/conocimiento y una adecuación estructural que haga posible crear, generar, compartir, distribuir y difundir eficientemente conocimientos. Se aplica la gestión del conocimiento como un enfoque adecuado e innovador para producir las transformaciones necesarias que le permita a la organización educativa mejorar su gestión adecuando sus estructuras a las demandas sociales actuales.

2.4. Alcance e Impacto de Proyecto

Se aspira a lograr que, el alcance de este proyecto implique el ámbito local y regional; y los resultados obtenidos repercutan satisfactoriamente en el ámbito universitario y en especial en la Universidad Nacional de Santiago del Estero, la FCEyT y las unidades académicas dependientes.

Además, se espera que los resultados tengan influencia en el ámbito nacional ya que se conocen pocas experiencias en nuestro país sobre las temáticas a abordar en este proyecto. Se prevé la interconexión con centros dedicados a los tópicos investigados y la publicación de los resultados en los ámbitos nacionales e internacionales.

Desde la perspectiva de la Gestión Académica y de Conocimiento, se espera un impacto Social y Cultural directo en los principales actores del ámbito universitario, donde los mismos:

- Alcancen un mayor entendimiento de los modelos y paradigmas de gestión.
- Mejoren la comprensión de la incidencia de los factores humanos y culturales en el desarrollo de la gestión académica en la universidad.
- Dispongan de herramientas conceptuales, metodológicas y técnicas que permitan desarrollar una adecuada gestión que mejore la calidad educativa.
- Promuevan una cultura organizacional fundamentada en los criterios de eficiencia, efectividad, eficacia y sobre todo relevancia.

Por último, este proyecto contribuirá directamente a mejorar la calidad de la gestión académica en el ámbito educativo universitario y en el ámbito de las facultades y unidades académicas e indirectamente redundará en beneficio del desempeño del alumno al integrarse a una organización con gestión académica de calidad.

3. ESTADO ACTUAL DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra en su estado inicial y se han completado las actividades planificadas, cuyo esquema simplificado se presenta a continuación.

A partir de los objetivos específicos formulados en el apartado 2.2, se detalla la metodología:

a)- Estudio y Análisis Exploratorio

Objetivo: Determinar el estado actual de las distintas áreas de conocimiento que abarca el proyecto de investigación.

Descripción: En esta etapa se realiza el análisis y estudio de los siguientes temas: Gestión Educativa, Gestión del Conocimiento, Metodologías, herramientas y técnicas de gestión de conocimiento, Aprendizaje Organizacional. Para ello se llevarán a cabo las siguientes actividades:

- ⤴ Búsqueda, selección, traducción y lectura comprensiva de la bibliografía y material de referencia sobre los temas de investigación.
- ⤴ Análisis de componentes y características del ámbito educativo universitario (FCEyT), en particular sus rasgos culturales, aspectos socio-culturales de los estudiantes, etc.
- ⤴ Producción de informes sobre el estado actual del ámbito académico analizado.

b)- Elaboración de un Modelo Integrado de Gestión Académica

Objetivo: Diseñar un modelo integrado de gestión académica con enfoque de gestión de conocimiento.

Descripción: Diseñar un modelo integrado de gestión que conduzca a la generación de ventajas competitivas en el área académica de nivel superior. Se realizan las siguientes actividades:

- ⤴ Relevamiento y Análisis del estado actual de la función académica en la universidad.
- ⤴ Seleccionar los modelos de gestión del conocimiento adecuados para mejorar la gestión académica en un ámbito universitario.
- ⤴ Seleccionar los métodos y técnicas apropiadas para la gestión del conocimiento y aplicación en las funciones y tareas académicas.
- ⤴ Definir el modelo integrado de gestión académica para la FCEyT de la UNSE.
- ⤴ Evaluación del modelo y aplicación del mismo.

c)- Diseño de un Sistema de Control de la Función Académica

Objetivo: Desarrollar un sistema para el control de la función académica en los diferentes niveles de gestión.

Descripción: En esta etapa se llevarán a cabo las siguientes actividades: Definición de los objetivos del sistema, Identificación de las áreas críticas de control, especificación del sistema, establecimiento de criterios de validación e implementación y prueba del sistema.

4. REFERENCIAS

- [1] Davenport T., Brees M., De Long D., (1998): “*Proyectos exitosos de Gestión del Conocimiento*”. Harvard Deusto Bussines Review.
- [2] Dodgson, M., (1993): “*Organizational learning: A review of some literatures*”. *Organization Studies*, vol. 14, nº3, pp. 375-394.
- [3] Garvin, D.A. (1993): “*Building a Learning Organization*”, Harvard Business Review, nº 71, pp. 78-91.
- [4] Gomez Vieytes A. y Suarez Rey C., (2004): “*Sistemas de Información. Herramientas prácticas para la Gestión Empresarial*”. Alfaomega RAMA.
- [5] Nonaka, I. y Takeuchi, H., (1995): “*The Knowledge Creating Company*”. Oxford University Press, New York.
- [6] Senge, P.M. (1992): “*La quinta disciplina*”, Ediciones Granica, Barcelona. Traducido de la versión original (1990):*The Fifth Discipline*, Doubleday, New York
- [7] Tissen, R. et alt; (2000): “*El Valor del Conocimiento*”. Pearson Educación S. A.
- [8] Tiwana, A.; (2000): “*The Knowledge Management Toolkit*”. Prentice Hall PTR

Educación Basada en la Web

Perla Señas

Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Informática y Educación (LIDInE)
Instituto de Investigación en Ciencias y Tecnología Informática (IICyTI)
Departamento de Ciencias de la Computación. Universidad Nacional del Sur
Bahía Blanca. Argentina
psenas@cs.uns.edu.ar
T. (0291) 4595101 int 2614 - fax (0291)4595136

Resumen

El objetivo general de este proyecto se centra en la relación actual entre las TICs y los procesos educativos, en particular apunta a satisfacer las expectativas existentes sobre la Educación Basada en la Web (EBW), en sus tres modalidades de presencialidad. Fundamentalmente se buscan sistemas adaptativos e inteligentes. Los avances relacionaos con la Web Semántica, con los Objetos de Aprendizaje, las arquitecturas basadas en ontologías y orientadas a conceptos y la tecnología móvil son ítems prometedores para el desarrollo de tales sistemas. Las búsquedas de organizaciones basadas en lo conceptual son valoradas para organizar, procesar, y visualizar los dominios de conocimiento en los SABW. Se trata de un proyecto de tres años de duración y es la continuación de los proyectos trianuales “Agentes Pedagógicos para Sistemas de Aprendizaje Interactivos” y “Aprendizajes basados en la Web” desarrollados en el marco del Laboratorio De Investigación y Desarrollo en Informática y Educación (LIDInE) de la Universidad Nacional del Sur.

1. Objetivos

Esta investigación continúa con los estudios realizados en el marco de los proyectos “Agentes Pedagógicos para Sistemas de Aprendizaje Interactivos” y “Aprendizajes basados en la Web”, que finalizaron en diciembre de 2004 y diciembre de 2007 respectivamente. La orientación actual es hacia las aplicaciones educativas basadas en la Web, tanto en lo referente a e-learning como a m-learning. Se persiguen dos objetivos generales.

- i- Encontrar esquemas para la representación de conocimiento en Agentes Pedagógicos que sean lo suficientemente flexibles como para ser usados por los expertos de materia, hallar formas precisas para su especificación de tal forma de posibilitar el razonamiento automático y representaciones gráficas adecuadas para su visualización.
- ii- Desarrollar esquemas de SABW, siguiendo los lineamientos de la Web Semántica y que sean aptos para abordar una política de formación continua para profesionales y para el dictado de cursos con diferentes grados de presencialidad, con acceso tecnológico fijo y/o móvil.

2. Significado de la Investigación: Interés e importancia del tema

Una de las actividades más recientes en los desarrollos orientados a la Web es la Web Semántica cuya finalidad es dotar de significado a todas las clases de información sobre la red. Un subconjunto importante de esa información lo representan los Objetos de Aprendizaje, que son recursos digitales que se pueden reutilizar en diferentes contextos para lograr un objetivo de aprendizaje particular. Algunos de los elementos propuestos para la Web Semántica son: XML, RDF, PICS, las ontologías y los agentes. Para los SABW, los Agentes Pedagógicos son una propuesta muy interesante. Son agentes autónomos que apoyan el aprendizaje humano integrando junto con estudiantes, ambientes de aprendizaje interactivos, tienen capacidad para mantener un espectro amplio de interacciones instruccionales efectivas con los alumnos que componen el entorno de aprendizaje. Forman parte de sistemas donde colaboran agentes humanos y de software, integrando acción con instrucción. Son

capaces de aprender, de proveer a los estudiantes retroalimentación continua durante su trabajo en el entorno, tienen capacidad de presentarse dando la sensación de estar vivos y de inducir en los aprendices los mismos tipos de respuestas afectivas que generan otros tipos de entes vivos.

Desde el área de las Ciencias de Computación puede hacerse un aporte significativo al área de Educación, que vaya más allá de lo meramente operacional. En este sentido cobran gran interés los SABW, en particular aquellos diseñados como Sistemas Multiagentes Mixtos. En estos sistemas la representación de conocimiento tiene un doble propósito, permitir hacer razonamiento automatizado y ser un recurso pedagógico eficaz para la construcción del conocimiento en los seres humanos.

Desde el área de Ciencias de la Educación el aporte importante a la temática del proyecto, se centra en la adaptación de metodologías existentes y la creación de otras nuevas, todas relacionadas con las Didácticas Especiales en el contexto del paradigma educativo basado en la Web

3. Originalidad y Finalidades Específicas de la Propuesta

Con el aumento de la EBW, existe un incremento proporcional en las expectativas y los requisitos hacia los SABW. Una meta a alcanzar en las investigaciones actuales es el desarrollo de sistemas con mayor grado de adaptación e inteligencia, con soporte individual para los estudiantes, para que puedan lograr una mejor recuperación, evaluación, comprensión, y retención de la información y con soporte eficaz para lograr resolver los problemas y realizar las tareas que se les proponen. Las arquitecturas basadas en ontologías y orientadas a conceptos se constituyen como una opción prometedora en el desarrollo de tales sistemas. Encontrar nuevas organizaciones con base en lo conceptual, con potencial para organizar, procesar, y visualizar los dominios de conocimiento en los SABW sigue representando un desafío aún en la actualidad; las tareas de visualización y navegación basadas en conceptos permiten que el sistema ayude a los estudiantes a orientarse dentro del dominio formando su propia comprensión y asociación conceptual. La importancia de lo conceptual y del uso de ontologías en ambientes de aprendizaje está recibiendo una considerable atención; la organización de sistemas basada en conceptos dentro de ambientes educativos ha sido apoyada por varios investigadores. El aspecto común de sus propuestas es utilizar una representación explícita de un sistema de conceptos del dominio, acordado y bien fundado, para avanzar en la interoperabilidad y el conocimiento compartido. En esta propuesta se centra la atención en considerar a los Mapas Conceptuales Hipermediales (MCH) como soporte organizacional de SABW. En tal sentido en este proyecto se trabajará sobre los siguientes tópicos:

- i- Uso de estructuras conceptuales en los SABW para apoyar:
 - organización y procesamiento del conocimiento (adquisición, sistematización, razonamiento)
 - recuperación de información
 - navegación y exploración
 - resolución de problemas
 - aprendizaje colaborativo
 - autoría de courseware colaborativos
 - interacciones usuario-grupo
 - adaptación con respecto a autores, aprendices e instructores de coursewares
- ii- Aspectos del diseño y de la implementación de SABW con base conceptual
 - arquitecturas y metodologías
 - lenguajes de especificación
 - visualización de estructuras conceptuales
 - uso compartido y reuso de estructuras conceptuales
 - estructuras conceptuales y herramientas de autoría
- iii- Evaluación de SABW con base conceptual

La EBW introduce nuevas variaciones en los modelos o supuestos de la educación formal. El aprender a aprender, las comunidades de aprendizaje, la formación continua, el aprendizaje autónomo, la promoción de un auténtico interés en el alumno, y el aprendizaje colaborativo han adquirido relevancia notoria. A ello se agrega la cognición e información situada, así como la inteligencia distribuida, procesos que permiten que solidariamente se aborde la identificación de problemas y la planeación y ejecución colectiva de las opciones más productivas de solución a los mismos. Todo ello presiona para la definición de un nuevo paradigma educativo en el que las Ciencias de la Computación y las Ciencias de la Educación tienen mucho que aportar. Permanentemente se buscan superaciones tecnológicas para poder diseñar y fundamentalmente mantener ambientes de aprendizaje personalizados, con contenidos y materiales apropiados para las aspiraciones y necesidades de cada uno. Para que ello sea posible quedan aún muchos problemas por resolver, entre otros los relacionados con la evaluación, con el seguimiento de los aprendices, con la relación número de estudiantes vs. número de tutores, con la organización conceptual de los contenidos y con su contextualización en la red. En tal sentido con este proyecto se pretenden lograr aportes relacionados con la Web Semántica y con el diseño de Agentes Pedagógicos, en lo referente a la organización del conocimiento desde lo conceptual, con aplicación en los SABW

En el mundo son muchas las universidades que disponen de alguna forma de EBW, ya sea como campus virtual o formación on-line, lo que hace posible no sólo el apoyo de la clase presencial con el aula virtual, sino también el dictado de cursos enteros y la expedición de títulos de grado y de postgrado a través de este sistema. Para que la Universidad Argentina pueda competir seriamente en el marco de este modelo, entendemos que todo aporte como el presentado en este proyecto es de valor. En la UNS, en particular estas investigaciones se advierten como un aporte de interés para tareas relacionadas con la formación continua o con la articulación que se realiza entre diferentes niveles.

4. Líneas de Investigación

Actualmente se trabaja en las siguientes líneas de investigación:

- i- Enseñanza de la programación en el contexto de la EBW
- ii- Herramientas tecnológicas para la EBW
- iii- Enseñanza de lenguas extranjeras en el marco de la EBW
- iv- Nuevos paradigmas para la EBW
- v- La EBW y la tecnología móvil

4. Bibliografía

- Angros, R., Scholer, A., Rickel, J. and W.L. Johnson. Teaching Animated Agents in Virtual Worlds. In AAAI Spring Symposium on Smart Graphics, Stanford, March 2000.
- ARIADNE Foundation for the European Knowledge Pool. Consultado en septiembre/2007: (<http://www.ariadneeu.org/>) .
- Association for Educational Communications and Technology. 2000.
- Beer V. The Web Learning Field-book : Using the World Wide Web to Build Workplace Learning Environments. San Francisco, California (USA): Jossey-Bass / Pfeiffer. 2000.
- Berners-Lee T., Miller E., The Semantic Web lifts off, ERCIM News No. 51. Consultado en: (http://www.ercim.org/publication/Ercim_News/enw51/berners-lee.html) noviembre-2004.
- Bradshaw, J. J Hyuckchul Jung, Shrinivas Kulkarni, Matthew Johnson, Paul J. Feltovich, James F. Allen, Larry Bunch, Nathanael Chambers, Lucian Galescu, Renia Jeffers, Niranjana Suri, William Taysom, Andrzej Uszok: Kaa: policy-based explorations of a richer model for adjustable autonomy. AAMAS 2005
- Bransford J., Brown A. y Cocking R. (Editores) (2000). How people learn. USA:
- Bruffee, Kenneth A. Collaborative Learning: Higher Education, Interdependence, and the Authority of Knowledge . Johns Hopkins University Press. 2007.
- CAREO. Campus Alberta Repository of Educational Objects. Consultado en diciembre-2003:(<http://www.careo.org/>).

Casey, D. u-Learning = e-Learning + m-Learning. In G. Richards (Ed.), *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2005* (pp. 2864-2871). Chesapeake, VA: AACE. 2005.

Chacón, F. Mind-Mapping for Web Instruction and Learning. Franciscan University of Steubenville. 2003.

Committee on Developments in the Science of Learning - Commission on Behavioral and Social Sciences and Education - National Research Council. Consultado en 2004 en <http://books.nap.edu/html/howpeople1/>

Costa, E. and Perkusich, A. A Multi-Agent Interactive Learning Environment Model. AI-ED97 : Eighth World Conference on Artificial Intelligence in Education - Workshop V : Pedagogical Agents. Japan, 1997.

Creating New Learning Experiences on a Global Scale: Second European Conference on Technology Enhanced Learning, EC-TEL 2007. Springer.2007.

DAML+OIL. Consultado en: (<http://www.w3.org/TR/daml+oil-reference>) en octubre-2004.

DARPA Agent Markup Language (DAML). Consultado en: (<http://www.daml.org>) octubre-2004.

Dublin Core Metadata Initiative. Consultado en: (<http://dublincore.org/>) octubre-2004

EOE Foundation. Educational Objects Economy: Building Communities that Build Knowledge, Consultado en (<http://www.eoe.org>). octubre-2003.

Extensible Markup Language (XML). Consultado en: (<http://www.w3.org/XML/>) octubre-2004.

Franconi, Kifer and May. The Semantic Web: Research and Applications: 4th European Semantic Web Conference. Austria. 2007.

García Penalvo. Advances in E-Learning: Experiences and Methodologies. 2007.

Gardner, H. (2000). Technology Remakes the Schools. *Futurist*, Vol. 34, No. 2.

Herrington, J., Standen, P. Moving from an Instructivist to a Constructivist Multimedia Learning Environment. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*. AACE. 3/2000.

IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC) <http://ltsc.ieee.org/>

IEEE P1484.12.1/D6.4. http://ltsc.ieee.org/doc/wg12/LOM_WD6_4.pdf.

IMS Global Learning Consortium Inc. Overview of Specifications. Consultado en (<http://www.imsglobal.org/overview.cfm>) octubre-2003.

Johnson, W. and Shaw, E. Using Agents to Overcome Deficiencies in Web-Based Courseware. *Proceedings of the AI-ED 97 Workshop on Pedagogical Agents*. 1997.

Jorgensen, Shen, and Shu. Recent Advances in Computational Sciences: Selected Papers from the International Workshop on Computational Sciences and Its Education. 2007.

Lester, J. Mixed Initiative Problem Solving with Animated Pedagogical Agents. AI-ED97. Eighth World Conference on Artificial Intelligence in Education - Workshop V : Pedagogical Agents. Japan. 1997.

Lester, J., Converse, S., Stone, B., Kahler, S., and Barlow, T. Animated pedagogical agents and problem-solving effectiveness: A large-scale empirical evaluation. Eighth World Conference on Artificial Intelligence in Education. IOS Press, Amsterdam. 1997.

Lewis, W. and Shaw, E. Using Agents to Overcome Deficiencies in Web-Based Courseware. AI-ED97: Eighth World Conference on Artificial Intelligence in Education - Workshop V: Pedagogical Agents. 1997.

Malet, A. y Señas P. Los Mapas Conceptuales Hipermediales y la construcción de conocimiento. V Conferencia Internacional de Ciencias de la Educación. Cuba. 1999.

MERLOT Multimedia Educational Resources for Learning and Online Teaching. Consultado en: (<http://www.merlot.org/Home.po>) octubre-2004.

Minsky, M. A framework for representing knowledge. 1975. En *Readings in Knowledge Representation*. Brachman and Levesque. 1985.

Morin, J., Lelouche, R. Tutoring Knowledge Modelling as Pedagogical Agents in an ITS. AI-ED97. Eighth World Conference on Artificial Intelligence in Education - Workshop V : Pedagogical Agents. Japan, 1997.

Moroni, N., Vitturini, M., Zanconi, M., Señas, P. Una plataforma para el desarrollo de mapas conceptuales hipermediales. Taller de Software Educativo - IV Jornadas Chilenas de Computación. Valdivia. 1996.

Morozov, M., Tanakov, A., and Bystrov, D. A Team of Pedagogical Agents in Multimedia Environment for Children. *Educational Technology & Society* http://ifets.ieee.org/periodical/7_2/4.html Consultado en 2004

Moulin, B. and Chaib-Draa, B. An overview of Distributed Artificial Intelligence. En *Foundations of Distributed Artificial Intelligence*. O'Hare and Jennings, eds. 1996.

Murch, R. Johnson, T. *Intelligent Software Agents*. prentice Hall PTR. 1999.

Mylopoulos, J. and Levesque, H. An overview of knowledge representation. In Brodie 1984.

Naming and Addressing URIs, URLs. Consultado en octubre 2004 en: (<http://www.w3.org/Addressing>) .

Nielsen, J. *Hypertext and Hypermedia*. Academic Press Inc. England. 1993.

Nilsson, M., Pálmer, M. and Naeve, A., Semantic Web Metadata for e-Learning. Some Architectural Guidelines. (<http://www2002.org/CDROM/alternate/744/>) Consultado en octubre-2003.

Ontology Inference Language (OIL). Consultado en octubre-2004 en: (<http://www.ontoknowledge.org/oil/>).

O Shea, C., Lillis, D., O Shea, S. & Collins, P. The application of e-learning and m-learning technology in the context of Life Long Learning in Irish Higher Education. In P. Kommers & G. Richards (Eds.). *World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*. Chesapeake, VA: AACE. . Orman Ed. *Peer-to-Peer Harnessing the Power of Disruptive Technologies*. Consultado en: (<http://www.oreilly.com/catalog/peertopeer/>) octubre-2003.

Palloff and Pratt. *Building Learning Communities in Cyberspace: Effective Strategies for the Online Classroom*. 1999.

Randy Garrison – Vaughan. *Blended Learning in Higher Education: Framework, Principles, and Guidelines*. Jossey-Bass .2007.

Resource Description Framework (RDF). Consultado en octubre-2004 en: (<http://www.w3.org/RDF/>).

Reusser, Kurt. *Tutoring Systems an Pedagogical Theory: Representational Tools for Understanding, Planning and Reflection in Problem Solving*. En *Computers as Cognitive Tools*. Lajoie and Derry, ed. 1993.

Ritter, S. *Communication, Cooperation and Competition Among Multiple Tutor Agents*. AI-ED97. Eighth World Conference on Artificial Intelligence in Education - Workshop V: Pedagogical Agents. 1997.

Robbins, S. R. *The Evolution of the Learning Content Management Systems*. Consultado en: (<http://www.learningcircuits.org/2002/apr2002/robbins.html>) abril 2002.

Santacruz, L. P., Valencia, I., Aedo, C. Delgado Kloos., *A Framework for the Creation, Integration and Reuse of Learning Objects*. IEEE Computer Society Learning Technology Task Force (LTTF), Vol. 5 Issue 1. 2003.

Sanz, C., Zangara, A., Gonzalez, A., Ibañez, E., De Giusti, A. *WebLIDI: Desarrollo de un Entorno de Aprendizaje en la WEB*. CACIC-03. Argentina 2003. IEEE. Learning Technology Standards Committee (LTSC). Draft Standard for Learning Object Metadata

Savarimuthu B. T. R., Purvis, M. A., Purvis, M. K., "Creating Ontologies for a Collaborative, Multi-agent-based Workflow System", *Ontologies and Soft Methods in Knowledge Management*, Katarzyniak R. (ed.), Advanced Knowledge International, Adelaide, Australia, 2006.

Savin-Baden. *Problem Based Online Learning*. Routledge Press. 2007.

Schuler, Douglas. *Online Communities and Social Computing: Second International Conference*. China. 2007.

SCORM Sharable Content Object Reference Model. Consultado en (<http://www.adlnet.org/>) Consultado en octubre-2003.

SCORM Sharable Content Object Reference Model. Consultado en (<http://www.adlnet.org/>) octubre-2004.

Señas, P. Tesis de Magíster: *MCH como herramienta para la Representación de Conocimiento en Agentes Inteligentes*. Universidad Nacional del Sur. 2000.

Smith, D., Cypher, A. and Spohrer, J. *KidSim: Programming Agents whitout a Programming Language*. En *Software agents*. Bradshaw, ed. California AAAIPress. 1997.

Sowa, J. *Knowledge Representation : Logical, Philosophical, and Computational Foundations* Brooks Cole. 2000.

Tarouco, L. et. al. *CESTA - Coletânea de Entidades de Suporte ao uso de Tecnologia na Aprendizagem* CACIC-04. Argentina. 2004.

Tarouco, L., Grandó, A. and Pedroso Konrath, M. *Projeto e produção de objetos educacionais usando conceitos de alfabetização visual*. CACIC-04. Argentina. 2004.

Tecuci, G. *Building Intelligent Agents : An Apprenticeship Multistrategy Learning Theory, Methodology, Tool and Case Studies*. Academic Press. 1998.

TeleCampus. Consultado en (<http://www.telecampus.utsystem.edu/>) marzo-2004.

Thomson, Iain. *Heidegger on Ontotheology: Technology and the Politics of Education*. Cambridge University Press. 2005.

Towns, S., FitzGerald, P. and Lester, J. *Visual emotive communication in lifelike pedagogical agents*. IV International Conference on Intelligent Tutoring Systems, SanAntonio. 1998.

Trifonova, A., Knapp, J. & Ronchetti, M. *E-learning versus M-learning: Experiences, a Prototype and First Experimental Results*. In P. Kommers & G. Richards (Eds.), *World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*. Chesapeake, VA: AACE. 2005.

Wegerif, Rupert *Technology: Expanding the Space of Learning (Computer-Supported Collaborative Learning Series)*. Springer. 2007.

Wiley, D. A., *Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor and a taxonomy*. In D. Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects*. 2006.

EBW: LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS

Mercedes VITTURINI – Perla SEÑAS

[mvitturi|psenas]@cs.uns.edu.ar

Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Informática y Educación (LIDInE)

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación

Universidad Nacional del Sur - Bahía Blanca

Resumen

En este trabajo se presenta una recopilación del estado actual del arte en Educación Basada en la Web (EBW), específicamente en lo relacionado con Herramientas Tecnológicas. Se conceptualizan los modelos de enseñanza-aprendizaje e-learning y educación a distancia, como propuestas educativas de orígenes independientes y sus evoluciones hacia la EBW. Se identifica el rol de la tecnología computacional y de las comunicaciones como parte estos modelos de enseñanza-aprendizaje. Se organizan los problemas abiertos a la investigación en tecnología aplicada a EBW y se definen los trabajos futuros en el marco del proyecto.

Palabras claves: Herramientas Tecnológicas, EBW, TIC's

1. Introducción

Se denomina e-learning al aprendizaje mediado por la tecnología computacional. El e-learning es independiente del grado de presencialidad, que podría ser nulo, medio o total. Actualmente, cuando la presencialidad en una propuesta educativa es media o nula, la mediación de la tecnología generalmente se apoya en plataformas aisladas o distribuidas y conectadas por redes locales o universales. Este último paradigma se conoce como *aprendizaje basado en la Web* (ABW), que con el aporte de Ciencias de la Educación, dio origen a lo que se denomina *educación basada en la web* (EBW). Las investigaciones en el tema de EBW han sufrido una evolución favorable en la que se observa una postura de la tecnología al servicio de las diferentes propuestas educativas. Por otra parte, el desarrollo de nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC's) abre otros horizontes, y los especialistas en Ciencias de la Educación necesitan conocer la realidad tecnológica actual, sus posibilidades, limitaciones y tendencias, para explorar, adecuar, y crear nuevas propuestas metodológicas.

Desde la óptica de la Ingeniería de Software, el desarrollo de herramientas tecnológicas para usos educativos, como en cualquier otro producto de software, debe asegurar un resultado final de calidad. Más específicamente, desarrollos usables y reusables, seguros y funcionales. La orientación actual de las investigaciones sobre TICs aptas para aplicaciones educativas basadas en la Web persigue fundamentalmente los siguientes objetivos: desarrollar sistemas de ABW (SABW) siguiendo los lineamientos de la Web Semántica; encontrar esquemas para la representación de conocimiento en Agentes Pedagógicos; encontrar recursos tecnológicos apropiados para resolver el problema de evaluación en modelos de aprendizaje no presenciales y diseñar herramientas adecuadas a las nuevas propuestas educativas. Todos los ítems apuntan al logro de una EBW de calidad. Se tiende, entre otros aspectos, a encontrar recursos tecnológicos que permitan disminuir el valor del cociente horas-educador/número de alumnos, que actualmente es muy alto y a evitar el problema del alto desgranamiento de los cursos, que aún persiste.

2. Educación a distancia, tecnología y comunicación

Es cierto que el concepto de e-learning es interpretado por diferentes autores con cierta flexibilidad, aunque en un sentido estricto se lo puede encasillar dentro de los *aprendizajes que se realizan*

mediados por la tecnología computacional. Visto de este modo, bajo el concepto de e-learning se engloba a un amplio espectro de modelos de enseñanza-aprendizaje, donde entran en juego entre otros aspectos el entorno de trabajo a saber: el rol de la tecnología como herramienta; el ambiente, que puede ser cerrado o abierto; y los diferentes grados de presencialidad: nula, media o total. La mediación de la tecnología puede darse en plataformas aisladas o a través de plataformas a las que se accede mediante redes locales o universales. Este último caso encuadra los llamados ABW.

Cuando la propuesta educativa está circunscripta a la modalidad *educación a distancia*, el grado de presencialidad es medio o nulo, por lo tanto, parte o todo el proceso de enseñanza-aprendizaje se puede realizar bajo la modalidad de ABW, esto es, mediado por la tecnología computacional (incluyendo las redes). Si además se busca una propuesta de calidad y se siguen estrategias pedagógicas aptas para estos escenarios tecnológicos se habla de EBW. Actualmente las investigaciones en Ciencias de la Educación, en el área de educación no presencial o semi-presencial, se circunscriben al modelo EBW.

Por su parte, en el campo de la tecnología y la comunicación, se encuentran disponibles una variedad de recursos de software que trascienden lo experimental y se presentan bajo la forma de herramientas de comunicación y colaboración. Se trata de herramientas de uso masivo, de código abierto o cerrado, que sirven a los siguientes fines:

- Herramientas de comunicación asincrónica: permiten crear grupos de discusión enfocados por un tema, o alrededor de una actividad específica, una meta o proyecto. Entre estas herramientas se destaca el foro.
- Herramientas de comunicación sincrónica: posibilitan la comunicación en tiempo real. La forma más común de comunicación en línea es el chat. El chat permite la interacción con retroalimentación inmediata y abre espacios para crear lazos estrechos entre los miembros.
- Herramientas para compartir datos y/o documentos: definen una espacialidad común de información. Conforman una base de datos compartida que se puede ofrecer en distintas formas de presentación: pizarras de mensajes, publicación de documentos, links a sitios de interés, agendas, etc.
- Herramientas de edición colaborativa: proveen una forma de colaboración mediada por la tecnología que permite a un grupo de personas compartir la elaboración de un documento. Tienen capacidades para que múltiples usuarios accedan y modifiquen el mismo documento. Trabajan con control de versiones y formas de protección para evitar inconsistencias.

La integración de estos conceptos en el desarrollo de nuevas TIC's abre otros horizontes de exploración. En particular, para los modelos de educación a distancia se crean *ambientes educativos virtuales*. Estos ambientes virtuales son espacios dotados de instrumentos tecnológicos que enriquecen la enseñanza a distancia y revalorizan la oportunidad de su uso. Las plataformas que sostienen la creación de estos ambientes se conocen como *Sistemas de Gestión de Aprendizaje* (SGA). Entre los aspectos interesantes para resaltar de estos ambientes virtuales se pueden citar:

- Son de propósito general y se pueden adoptar en la enseñanza de disciplinas diversas.
- Son simples de usar, se basan en herramientas y metáforas universalmente conocidas. Esta calidad en Ingeniería de Software se refiere como *sistemas amigables*.
- Se adaptan a diferentes propuestas educativas, una misma plataforma y con la configuración apropiada se puede representar distintos patrones de comunicación (centrado en el docente, comunicación entre pares, grupos de trabajo).

Sobre el particular precisó De Benito que, “la aparición de herramientas que facilitan el trabajo en grupo ha potenciado la realización de procesos de investigación conjunta, proyectos de colaboración e intercambio de opiniones, ideas, experiencias, etc., entre profesores y expertos. Las

redes en este sentido ofrecen la tecnología y el vehículo idóneo para realizar acciones de trabajo colaborativo, la distribución de información e intercambio a través de correo electrónico, listas de distribución o servicios de noticia; para acceder a información o cursos específicos dirigidos a la formación y actualización profesional, etc., conformando verdaderas comunidades virtuales” [7].

3. Desarrollos tecnológicos para EBW – estado actual y tendencias

Como se explicó en la sección anterior, los SGA son un tipo de herramienta tecnológica ampliamente usadas en EBW. Se trata de plataformas provistas de las funcionalidades que requieren los diferentes actores de una experiencia educativa: profesores, alumnos, tutores, autores de los materiales, etc. Permiten diseñar ambientes virtuales, contener materiales didácticos, organizar la diagramación general de la experiencia, etc. En resumen, implementar metáforas tales como el campus o el aula virtual. Las diferentes alternativas comerciales y de código abierto en SGA responden a tópicos fundamentales, tales como: la metáfora subyacente, el grado de generalidad vs. la facilidad de gestión, los perfiles de usuario, el tipo de diseño, el grado de inteligencia, el tipo de comunicación que soporta, su alcance, en relación con la autoría y los derechos de uso y el paradigma de programación en el que se inscribe.

Sin embargo, aún quedan aspectos por resolver en EBW: ajustar el valor del cociente horas-educador/número de alumnos, que actualmente es muy alto; encontrar métodos y modelos para la elaboración de materiales didácticos apropiados; organizar librerías de contenidos que favorezcan la reutilización y búsqueda de recursos didácticos; evitar el problema del alto desgranamiento de los cursos y resolver el problema de evaluación y autoevaluación de los modelos no presenciales. Mientras los investigadores de Ciencias de la Educación centran su atención en la definición de metáforas y paradigmas que se adecuen a las nuevas realidades y en el análisis y evaluación de propuestas educativas inscriptas en el modelo educación a distancia, los tecnólogos buscan desarrollar herramientas que acompañen estos nuevos modelos educativos. En particular, las investigaciones y desarrollos en el campo de Ciencias de la Computación se pueden organizar de la siguiente manera:

- Desarrollo de SABW, siguiendo los lineamientos de la Web Semántica, que permite organizar la información según parámetros de significado, acelerando notablemente los procesos de localización de los objetos didácticos.
- Definición de esquemas para la representación de conocimiento en Agentes Pedagógicos que sean lo suficientemente flexibles como para ser usados por los expertos en la materia, hallar formas precisas para su especificación de tal forma de posibilitar el razonamiento automático y representaciones gráficas adecuadas para su visualización [1, 13].
- Diseño Agentes Pedagógicos que actúen como alertas y accionen ante la presencia de dificultades en el aprendizaje. Un tema abierto en EBW es el de seguimiento y detección de problemas de aprendizaje a lo largo del proceso educativo, sea bajo la forma de mecanismos de evaluación o de autoevaluación. Los recursos automatizados disponibles para la evaluación en EBW son rígidos y se circunscriben a unos pocos modelos de ejercicios. Por otra parte el seguimiento personal de cada alumno de un curso a distancia demanda un cociente horas-docente/alumno demasiado alto.
- Desarrollo de herramientas que amplíen el conjunto estándar disponible en las actuales plataformas de e-learning. En la medida que las Ciencias de la Educación definen nuevas estrategias pedagógicas, desde la tecnología se busca encontrar las metáforas técnicas que acompañen a la propuesta educativa [22].

- Diseño y desarrollo de Objetos de Aprendizaje de calidad. En el ámbito del aprendizaje basado en tecnología se definen como Objetos de Aprendizaje (OA) a “un recurso digital que permite apoyar el aprendizaje” [23]. Una característica importante de los OA’s son su potencial de reusabilidad, capacidad generativa y escalabilidad [24]. En este punto se trabaja en definir procesos y estándares para la creación de OA.

Todos los esfuerzos apuntan a la calidad de la enseñanza. Ulrich Hoppe afirma que los tecnólogos deben preocuparse por inventar o adaptar nuevos instrumentos, y los expertos en educación quienes deben juzgarlos y adoptar los más prometedores. Unos y otros tenemos que pensar más allá de la herramienta única. Las herramientas deben ser inter operativas y deben apoyar procesos productivos y significativos desde el punto de vista educativo. En este contexto se presentan dos herramientas aptas como para ser incluidas en las plataformas de código abierto más difundidas [19].

4. Conclusiones y trabajos futuros

En el marco de este proyecto se ha hecho una recopilación del estado actual del arte en EBW, enfocado desde la óptica de las Ciencias de la Computación. Se han clasificado las modalidades de enseñanza-aprendizaje conocidas como e-learning y educación a distancia, las que originalmente surgieron como propuestas educativas independientes. Se muestra cronológicamente como estas propuestas se vinculan en la modalidad educativa EBW, como la alternativa en educación a distancia. Se destacan como trabajos actuales y para los tres años de este proyecto:

- Diseño y elaboración de prototipos de OA para la EBW.
- Diseño y elaboración de prototipos de herramientas organizativas basadas en lo conceptual.
- Implementación de un sistema de Filtros de Corrección Automática [4, 20].

Referencias

- [1] Andrej, K. and Bieliková, M. Improving adaptation in web-based educational hypermedia by means of knowledge discovery. Proceedings of the sixteenth ACM conference on Hypertext and hypermedia. 2005.
- [2] Banzatto, M., Corcione D. La tutoría en red-Funciones del Tutor on-line. Tutor on-line. Universidad de Salamanca. 2006.
- [3] Bates, A. National strategies for e-learning in post-secondary education and training. Paris, UNESCO. 2001.
- [4] Benedetti, L., et. all. Evaluating Learning Objects for E-Learning: Automatic Correction Filtres. V Conferencia Internacional sobre Multimedia y Tecnologías de la Información y Comunicación en Educación. España. 2006.
- [5] Brennan, M. Blended Learning and Business Change. Chief Learning Officer Magazine. Enero 2004. <http://www.clomedia.com>
- [6] Cabero, J. Tecnología Educativa. Diseño, utilización y evaluación de medios de enseñanza. Barcelona, Piados. 2001
- [7] De Benito, B. (2000). Posibilidades Educativas de las “WEBTOOLS. Palma, España. Ediciones de la Universitat de les Illes Balears.
- [8] Del Castillo R. et. all. Experiencia con Laboratorio Remoto Colaborativo. TE&ET. 2006
- [9] De Giusti, A., Naiouf, M. y Pousa A. Laboratorio de Procesamiento Paralelo Multi-Cluster accesible vía WEB. TE&ET. 2007.
- [10] Derntl, M., Mangler, J. Web Services for Blended Learning Patterns, IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'04), 2004
- [11] Galvis Panqueva, A. et. all. Ambientes Educativos para la Era de la Informática. Santa Fe de Bogotá, Mayo del 2001.
- [12] Kaye, A. R. (eds) Mindweave: Communication, computer and Distance Education, Oxford, Pergamon Press. 1994.
- [13] Maguitman, A., Fernández Coria, C. y Señas, P. Mapas Conceptuales Hipermediales y Organización de los Objetos de Aprendizaje. IV Conferencia Internacional sobre Multimedia y Tecnologías de la Información y Comunicación en Educación. España. 2006.
- [14] Osorio Urrutia, B. et all. Metodología para Elaborar Objetos de Aprendizaje e integrarlos a un Sistema de Gestión de Aprendizaje.
- [15] Señas, P. MIFORCAL: TICs + calidad. WICC-2005. Argentina. 2005.

- [16] Señas, P. et. all. Enseñanza basada en la Web. WICC-2006. Argentina. 2006.
- [17] Señas, P. y Moroni, N. Learning Object semantic description for enhancing Reusability. Journal of Computer Science and Technology. Vol5. Número 4. Argentina. 2005.
- [18] Suárez Téllez L., et. all. De los Paquetes Didácticos hacia un Repositorio de Objetos de Aprendizaje: Un reto educativo en matemáticas.2003.
- [19] Ulrich Hoppe. B-learning. e-Learning Papers.www.elearningpapers.eu. Enero 2007
- [20] Vitturini, M. et. all. Filtros de corrección para cursos basados en la Web. Aprobado para su publicación en SIECI-2005. EEUU. 2005.
- [21] Vitturini, M. y Señas, P. Semántica de los mensajes de un foro. V WTIAE. CACIC- 2006. Argentina. 2006.
- [22] Vitturini, M. y Señas, P. Herramientas especiales para plataformas orientadas a la EBW. VI WTIAE. CACIC-2007. Argentina. 2007.
- [23] Wiley, D. Connecting Learning Objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and taxonomy. Utah State University. 2002.
- [24] Wiley, D. The instructional Use on Learning Objects. URL <http://www.reusability.org/read/2000>.
- [25] <http://www.if.insa-lyon.fr/intranet/etutor>.
- [26] <http://www.dii.etsii.upm.es/aulaweb/informes.htm>.
- [27] <http://www.webquest.org>
- [28] <http://www.eduteka.org/webquest.php3>

Una herramienta para la construcción colectiva de encuestas

Claudia Rozas
clauozas@yahoo.com.ar

Laura Sánchez
lsanchez@uncoma.edu.ar

Jorge Rodríguez
jrodrig@uncoma.edu.ar

Departamento de Ciencias de la Computación
Facultad de Economía y Administración
Universidad Nacional del Comahue
(8300) Buenos Aires 1.400 – Neuquén – Argentina
(54) (0299) 4490300 int. 433

Resumen

Se presenta una aplicación web que se posiciona como elemento de software que posibilita la construcción colectiva en el marco del enfoque didáctico diseñado para el desarrollo de PECSC- Proyectos Educativos Colaborativos Soportados por Computadoras. Esta aplicación permite la construcción colectiva de encuestas, la habilitación de la misma al público que se desea encuestar y la atención de los resultados en forma automática, permitiendo disponer en tiempo real los resultados e informes respectivos.

1. Introducción

En el contexto Proyecto de Investigación E065 – Software para Aprendizaje y Trabajo Colaborativos, se desarrolla una línea de investigación orientada a la construcción de conclusiones teóricas y soluciones tecnológicas que se constituyan en elementos de soporte para el diseño, ejecución y evaluación de experiencias educativas del enfoque didáctico propuesto para el desarrollo de PECSC – Proyectos Educativos Colaborativos Soportados por Computadoras.

1.1. Marco de referencia

Este enfoque se estructura metodológicamente a partir de los conceptos de aprendizaje colaborativo, abordaje por proyecto y construcción colectiva: el aprendizaje colaborativo aporta modelos para la estructuración social de las experiencias educativas, el abordaje por proyecto actúa como estructurante y da continuidad al proceso educativo y la construcción colectiva potencia las instancias de diálogo enfocando al grupo sobre una problemática común. [1]

Con intención de aportar un marco de referencia para la estructuración de la colaboración entre los sujetos que participan en el desarrollo de un PECSC se plantea un esquema de colaboración que actúa como organizador de las interacciones.



El esquema se compone de tres espacios, en espacio de *Construcción* los sujetos en situación de aprendizaje establecen interacciones con intención de avanzar en la construcción colectiva de producciones parciales o finales requeridas por el desarrollo del proyecto. El espacio de *Apoyo* se integra por un grupo de colaboradores, en general especialistas en el campo disciplinar al que pertenecen las producciones referidas, que a partir de sus aportes buscan dotar de solidez metodológica a las construcciones. El espacio de *Socialización* se constituye en el ámbito social en el que las producciones son expuestas posicionando al sujeto que aprendo en un rol activo frente a la producción de conocimiento, abriendo la posibilidad a nuevas instancias de colaboración.

El esquema de colaboración se completa con tres niveles compuestos en cada caso por los mismos espacios descriptos: Nivel de Investigación y Desarrollo en el que se construyen conclusiones teóricas y desarrollan soluciones tecnológicas; Nivel de Diseño, en el que grupos de docentes diseñan instancias de PECSCs; Nivel de Ejecución en el que los proyectos diseñados se implementan.

Para apoyar tecnológicamente el desarrollo de experiencias educativas en el contexto explicitado es necesario disponer de herramientas que soporten el aprendizaje colaborativo, la gestión de proyectos y la construcción colectiva en el esquema de colaboración expresado.

En particular, en este trabajo se presentan avances en el desarrollo de una herramienta de construcción colectiva que implementa los tres espacios de colaboración especificados y se presentan datos provenientes de la utilización de un prototipo de la misma como elemento que potenció la ejecución del PECSC – “Una mirada desde la Estadística sobre el fracaso escolar” [2]

2. Herramienta de construcción colectiva

Como línea de acción en el marco del proyecto de investigación se coordina desde el Departamento de Ciencias de la Computación de la Facultad de Economía y Administración de la Universidad Nacional del Comahue el proyecto de apoyo al mejoramiento de la escuela media ECRIEM - Espacios Colaborativos para Repensar la Inserción de la Informática a la Escuela Media. [3]

La intención de este proyecto es incidir positivamente en problemáticas que se observan transversales al nivel medio a partir de la que trata la generación de PECSCs, desde la perspectiva de la línea de investigación se busca fortalecer las construcciones teóricas confrontándolas con instancias de praxis.

2.1. Descripción contextual

En este contexto se desarrolla el PECSC - Una mirada desde la Estadística sobre el fracaso escolar en el que un grupo de alumnos de quinto año, docentes del área informática, dirección y asesoría pedagógica del CPEM 26, en colaboración con el Departamento de Estadística de la Facultad de Economía y Administración, desarrollan un proyecto de investigación de tipo estadística tendiente a la producción y análisis de información vinculada al fenómeno de repitencia.

A partir del proyecto se busca investigar acerca de los factores que inciden en este fenómeno con intención de producir indicios certeros que permitan a la institución desarrollar estrategias que incidan positivamente sobre esta problemática.

Las fases de Diseño de la experiencia, Trabajo de campo, Organización y Procesamiento de la Información y Presentación de los datos estadísticos, en que se estructura parte del proyecto, involucran los procesos de diseño del instrumento de indagación, recolección de datos y presentación de información. De estos procesos de construcción colectiva participan todos los alumnos y son los que serán soportados por el sistema que se presenta.

2.2. Caracterización de la herramienta

El objetivo de este sistema es soportar los procesos expresados que contempla el ciclo de creación y administración de encuestas. Permite la construcción de cuestionarios, la obtención de la información, la realización del análisis y estructuración de resultados.

El mismo implementa los tres espacios del esquema de colaboración propuesto, es decir que se compone de un:

- Espacio de construcción: en el que cada grupo de alumnos participa en los procesos de construcción del instrumento de indagación, de recolección de datos y análisis de resultados estadísticos.

- Espacio de apoyo: integrado por los docentes responsables del proyecto, especialistas en el campo de la estadística y de ciencias de la educación que tienen la posibilidad de observar on-line las producciones y realizar aportes tendientes fortalecer la calidad de los productos.
- Espacio de socialización en el que los resultados estadísticos son expuestos en forma de tablas de frecuencia, gráficos e interpretaciones textuales realizadas por los alumnos.

Al tratarse de una aplicación web, se aporta una serie de ventajas adicionales que potencian el tipo de interacciones posibles entre los sujetos que participan de la experiencia:

- Libera a la persona de coincidir en un lugar o momento específico. Esta característica viabiliza la intervención en forma continua del grupo de apoyo.
- Agiliza el proceso de recolección del dato. El procesamiento de los datos obtenidos se realiza en forma automática, se obtienen informes rápidamente.
- La información obtenida es absolutamente privada y exacta protegiendo el anonimato del encuestado.
- Amplía el espacio de trabajo de los alumnos más allá del ámbito institucional. Cada alumno tiene la posibilidad de participar de la construcción del cuestionario en cualquier momento y lugar.
- Los resultados de la experiencia son publicados y expuestos en el ámbito social de referencia en forma inmediata aumentando las posibilidades de colaboración externa y de efectivizar instancias de metacognición.

2.3. Descripción de la herramienta

El sistema es una aplicación web construida a partir de las tecnologías php y mysql. La gestión es ágil y de acceso colectivo para la instancia de construcción de encuestas permitiendo el diseño rápido de las mismas. Todo el proceso es automático, por lo cual no se requiere tiempo para obtener las respuestas y tampoco para generar los informes y gráficos correspondientes. Por la misma razón, los resultados pueden verse rápidamente y en cualquier momento.

En el ciclo de vida de una encuesta intervienen cinco tipos de actores:

- Encuestado: representa a las personas que son indagadas a través de una encuesta.
- Autor de la Encuesta: corresponde al colectivo de personas que gestionan el ciclo de vida de la encuesta.
- Colaborador de la encuesta: representa a las personas que, luego de analizar el contenido de una encuesta, pueden realizar sugerencias en cuanto a las preguntas de la misma y/o de las opciones de respuesta que se presentan.
- Encuestador: representa a las personas que han sido designadas para asistir a los encuestados durante el proceso de indagación.
- Administrador: persona que administra el sistema en su conjunto.

La aplicación web cuenta con las siguientes funcionalidades:

- Permite realizar un número ilimitado de encuestas.
- Cada cuestionario puede tener un número ilimitado de preguntas
- Cada pregunta puede tener un número ilimitado de opciones.
- Se implementaron dos tipos de encuesta:
 - Autoasistida: el encuestado contesta por sí solo la encuesta.
 - Asistida: el encuestado cuenta además con la presencia del Asistente de Encuesta que lo guiará en la contestación de la misma.

- El sistema implementa preguntas multiple-choice con respuesta única, el encuestado puede elegir una sola opción entre las respuestas propuestas. Se prevé la incorporación de más tipos de pregunta.
- Las preguntas están numeradas, y el sistema permite el cambio de orden de una pregunta.
- Se implementan preguntas de dos tipos:
 - Obligatorias: el encuestado está obligado a responder la pregunta.
 - No obligatorias: el encuestado puede obviar contestar la pregunta.
- Las encuestas pueden imprimirse.
- Durante el proceso de edición de un cuestionario, el mismo puede ser analizado por el grupo colaboradores, los que tienen posibilidad de realizar comentarios a la misma.
- Terminado en proceso de edición, los autores la encuesta la habilitan al grupo a indagar. A partir de ese momento la misma puede ser contestada.
- El informe de los resultados de una encuesta está disponible on-line en tiempo real una vez que al menos un encuestado haya contestado.
- La generación de informes es automática. Esto asegura un acceso inmediato a los datos en cualquier momento, garantiza que los resultados sean fiables y de gran calidad.
- A partir de los resultados se generan gráficos interactivos. Es posible presentar los resultados en tres tipos de gráfico: barras, columnas y torta, pudiendo configurar su presentación.
- El sistema permite la descarga de los resultados en formato CSV.

En cuanto a la seguridad y confidencialidad de la información, el sistema implementa diferentes niveles de seguridad. Esto permite controlar el acceso a los datos de acuerdo a los diferentes permisos otorgados y hacer que los resultados estén disponibles a los grupos designados.

2.4. Un caso de uso

Durante el segundo cuatrimestre de 2007 se ejecutó en el CPEM 26 de la ciudad de Neuquén la III edición del PECSC - *Una mirada desde la Estadística sobre el fracaso escolar*, en esta ocasión el proyecto fue soportado en la instancia de construcción colectiva por un prototipo de la herramienta presentada en este texto. A continuación se exponen algunos resultados de la experiencia:

- Docentes responsables de la coordinación del proyecto: 3
- Equipo de colaboración cercada: 1 especialista en estadística del Dpto Estadística – Fac. Economía y administración – UNComa, 2 Asesores pedagógicos, 2 directivos de la institución.
- Alumnos participantes en el proyecto: 99
- Alumnos indagados: 737
- Tiempo destinado al proceso de indagación: 3 jornadas
- Población relevada: 97,1%

Volumen de datos:

Cuestionario	Preguntas formuladas	Opciones ofrecidas	Respuestas obtenidas
Factor Familia	12	50	11.096
Factor Institución	6	22	5.089
Factor Motivación	7	31	6.964
Factor Personal	11	42	8.893
Factor Salud	18	59	14.869
Factor Tarea Docente	46	152	35.455
Factor Vida Social	15	55	11.814
Uso de guardapolvo	3	7	2.221
Total	118	418	96.401

3. Trabajo futuro

Se está trabajando en la ampliación de las posibilidades disponibles en el sistema en relación al tipo de preguntas que implementa incorporando los siguientes tipos:

- Multiple-choice con varias respuestas: el encuestado puede elegir más de una opción entre las respuestas propuestas.
- Matriz: cada matriz se compone de filas y columnas. Las columnas corresponden a las opciones de respuesta y las filas a los elementos a evaluar. Se pretende implementar tres tipos de matrices:
 - Matriz con una respuesta por fila: Solo es posible seleccionar una opción por cada elemento a evaluar.
 - Matriz con varias respuestas por fila: las opciones de respuesta NO son excluyentes entre sí, por lo que se puede seleccionar más de una opción por fila.
 - Matriz numérica: las columnas son opciones de respuesta numérica. Solo es posible seleccionar una opción por elemento a evaluar. Este tipo de pregunta posibilita la evaluación en las escalas que se requiera (por ejemplo en escala de 1 a 10) para cada opción presentada.
- Una respuesta desplegable: el encuestado debe elegir una sola opción entre las respuestas propuestas. Las opciones de respuesta se presentan en forma de menú desplegable.
- Respuesta abierta: el encuestado introduce un texto en la casilla. Este tipo de pregunta es útil cuando queremos obtener una respuesta espontánea del encuestado o cuando necesitamos información que no es posible predefinir.

Se podrá realizar la exportación de la encuesta a otros formatos. Durante la realización de la IV edición del PECSC *Una Mirada Estadística sobre el Fracaso Escolar*, se sistematizará una evaluación de la herramienta por parte de los usuarios.

Referencias y Bibliografía

- [1] L. Sánchez, J. Rodríguez – *El aporte de las TICs al desarrollo de PECSC* – EDUTEC 2007
[2] L. Sánchez, J. Rodríguez – *Proyectos Interinstitucionales en Ambiente Colaborativo* – WICC 2007
[3] L. Sánchez, J. Rodríguez – *Espacios Colaborativos para Repensar la Inserción de la Informática en la Escuela Media* – JEITICS 2005
Johnson, D.W., Johnson, R.T., - *Aprender Juntos y Solos*. Aique 1999
Mateos, Mar – *Metacognición y educación* – Aique 2001
Díaz Barriga F., *Cognición Situada y Estrategias para el Aprendizaje Significativo* – Revista Electrónica de Investigación Educativa, 5 (2). <http://redie.ens.uabc.mx/vol5no2/contenido-arceo.html>

“E-LEARNING”

Sanz Cecilia, Madoz Cristina, Gorga Gladys, Zangara Alejandra, Gonzalez Alejandro, Ibáñez Eduardo, Iglesias Luciano, Martorelli Sabrina

Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)
Facultad de Informática – UNLP

{csanz, cmadoz, ggorga, alezan@elsitio.net, agonzalez, eibanez, li, smartorelli}@lidi.info.unlp.edu.ar

CONTEXTO

Esta línea de Investigación forma parte del Proyecto “Sistemas de Software Distribuidos. Aplicaciones en procesos industriales, E-government y E-learning”, del Instituto de Investigación en Informática LIDI acreditado por la UNLP.

RESUMEN

Este subproyecto tiene como objetivo realizar investigación en áreas de Tecnología Informática aplicada a Educación. En este artículo se presentarán los avances de éste respecto de los objetivos planteados y las líneas de investigación correspondientes. Durante 2007 y el corriente año, se focalizaron los siguientes temas:

- Desarrollo de metodologías para trabajo colaborativo usando TICs.
- Estudio de la calidad en Educación a Distancia en sistemas que incluyen la utilización de TICs. Análisis de Métricas e Indicadores para medir calidad.
- Análisis y desarrollo de materiales educativos multimediales e hipermediales, teniendo en cuenta la inclusión de metáforas visuales y personajes. Análisis de ambientes educativos 3D.
- Análisis e implementación de laboratorios virtuales.
- Uso de la tecnología móvil integrada a entornos virtuales.
- Investigación sobre entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje y posibilidades que se generan a partir de su utilización. Cabe aclarar que este tema viene siendo estudiado desde el inicio de este subproyecto.
- Incorporación de tecnología informática en experiencias en diferentes ámbitos educativos. Evaluación de su impacto.

Palabras claves: Entornos Web, E-learning, Calidad, Laboratorios remotos, Laboratorios virtuales.

1. INTRODUCCION

Desde siempre, la Educación Superior Universitaria se ha caracterizado por una constante preocupación por la excelencia de su modelo educativo, y por la transformación continua que le exige la sociedad en la que está inserta. En este contexto surgen modelos de educación superior que deben incorporar nuevos paradigmas de funcionamiento para dar respuesta a las necesidades actuales.

Es importante tener presente que satisfacer las demandas de esta nueva sociedad, provoca un crecimiento notorio de la oferta de educación superior, desde el punto de vista de las entidades que las proveen y de las modalidades que las mismas adopten. A partir de esta situación, el tema de la calidad educativa ocupa un lugar central en el diseño de políticas educativas y en la construcción de un marco normativo.

En este subproyecto una de las líneas de investigación se vincula con la calidad, en particular, en aquellas modalidades en las que se incorpora el uso de TICs.

Por otra parte, el aprendizaje es un fenómeno individual, con una clara dimensión sociocultural y, por sobre todo, mediado. ¿Mediado por qué o quiénes? Los mediadores están en el contexto, pueden ser personas (docentes, pares, etc.) o herramientas culturales... es precisamente en este punto donde la amplia dimensión de la tecnología aparece en el aprendizaje como construcción social. (James Wertsch) [1].

En la actualidad se busca integrar a los recursos tecnológicos junto con el resto de los elementos del proceso de aprendizaje enriqueciendo así las estrategias didácticas. Es por ello, que se aborda como una línea de investigación el estudio del impacto de las diferentes tecnologías informáticas en los procesos de enseñar y aprender.

Por ejemplo, los espacios colaborativos siempre han sido un escenario natural para desarrollar la dimensión social del aprendizaje. Las nuevas tecnologías, posibilitan la generación y

sostenimiento de redes de personas y conocimientos. Se cree importante analizar procesos metodológicos que permitan llevar adelante trabajos colaborativos mediados por TICs.

Por otra parte, las tecnologías móviles también presentan una variedad de oportunidades para la educación. Entre ellas es necesario destacar la conformación de redes inteligentes, espontáneas y virtuales que intercambian información y generan conocimiento compartido; que se nuclea a su alrededor, traccionadas, muchas veces, por los llamados “nativos digitales” [2]. En el marco de este subproyecto se ha desarrollado una herramienta de envío de SMS que hemos utilizado en diversas experiencias en función de la propuesta educativa.

Hemos buscado en esta introducción relacionar las líneas de investigación de este subproyecto con los temas abordados actualmente por autores de reconocida trayectoria en el área de tecnología educativa.

En la siguiente sección presentaremos el listado completo de las líneas de investigación y desarrollo vinculadas a este proyecto.

2. LINEAS DE INVESTIGACION / DESARROLLO

- Educación a distancia.
- Educación basada en WEB.
- Extended y Blended Learning.
- Uso de tecnología móvil en escenarios educativos (mobile learning)
- Uso de software educativo para el tratamiento de temas específicos de diversas disciplinas.
- Impacto de incorporación de TICs en experiencias de Educación no presencial en articulación/grado/postgrado y actualización profesional.
- Ambientes y Entornos Virtuales para Educación a Distancia. Extensiones de los Entornos Virtuales orientados a las asignaturas experimentales
- Herramientas y entornos virtuales para el desarrollo de trabajo colaborativo.
- Calidad en Educación Superior y Educación a Distancia. Modelos.
- Métricas de calidad para software educativo.
- Estándares para la gestión y desarrollo de material educativo.
- Laboratorios Virtuales.
- Laboratorios Remotos.
- Centro de Servicios Educativos centrado en portales WEB

3. RESULTADOS ESPERADOS/OBTENIDOS

A continuación mencionaremos los resultados esperados del proyecto y seguido los avances realizados en el último año en pos de alcanzar cada resultado. Algunos de los logros obtenidos anteriormente pueden verse en el artículo referenciado como [3]

- Implementar soluciones concretas para problemas de Educación a Distancia y Educación basada en la WEB, para diferentes niveles educativos. (Escuela Media, Articulación, Grado Universitario, Postgrado y Actualización Profesional).
 - ✓ Se realizaron experiencias de utilización del entorno WebUNLP para diferentes niveles educativos, probando sus diferentes herramientas y posibilidades. Se evaluó cada una de las experiencias teniendo en cuenta la opinión de docentes y alumnos. Se cuenta con informes referidos a estas evaluaciones.
 - ✓ Se estudiaron temas vinculados al rol de tutor y su capacitación en el uso de herramientas tecnológicas. Se realizaron cursos en WebUNLP para dicha capacitación.
 - ✓ Se analizaron herramientas para el trabajo colaborativo tales como Wikis, Weblogs, herramientas de elaboración de proyectos, etc.
 - ✓ Se estudiaron las posibilidades de incorporar tecnología móvil a las ya ofrecidas por los entornos virtuales en propuestas educativas de educación a distancia. Se evaluó una experiencia de uso de celulares en el marco del Ingreso en modalidad a distancia de la Facultad de Informática de la UNLP. Se participó en el Proyecto “Integración de tecnología móvil a los entornos virtuales de enseñanza y de aprendizaje”, directora: Dra. Cecilia Sanz, en el marco del Concurso de Proyectos de Investigación Aplicada en el Area de Tecnologías de la Información y la Comunicación. Este proyecto conjunto de III LIDI –Fac. Informática UNLP y UTN Avellaneda ha sido seleccionado por la CIC y Telefónica de Argentina- Mayo de 2006 -
 - ✓ Se estudiaron temas referidos al desarrollo de materiales educativos hipermediales. En este sentido se desarrolló un material hipermedial para la cátedra Programación de Computadoras de Informática de la

- UNLP y uno para el Curso de Ingreso a esta Facultad que se está evaluando actualmente.
- ✓ Se continúan estudiando temas referidos a usabilidad de entornos virtuales. Hay una tesis de maestría avanzada sobre este tema.
 - ✓ Se desarrolló y mejoró durante 2007, una herramienta de prueba en el área de Comunicación de un curso de WebUNLP para poder enviar SMS a los alumnos que se requiera de acuerdo a las estrategias definidas por los docentes. La herramienta se utilizó en el marco de un curso de ingreso a Informática de la UNLP y se presentó como demo en Teyet07 [4].
 - ✓ Se están estudiando modelos de evaluación de la calidad para propuestas de modalidad a distancia. Se está desarrollando una tesis de maestría en este grupo de investigación que aborda esta temática [5].
- Desarrollar contenidos de Laboratorios Virtuales orientados a temas de la Escuela Media e iniciales de la Universidad. Realizar experiencias de manejo de instrumental remoto, vía un sitio WEB.
 - ✓ Se implementó un laboratorio remoto paralelo multicluster. Se trata de una aplicación Web que permite el acceso a una arquitectura multicluster tanto para ejecutar programas sobre ella como para administrarla [6].
 - ✓ Se continúa trabajando en estos temas
 - Evaluar modelos de Entornos Virtuales para Enseñanza y Aprendizaje.
 - ✓ Se está dirigiendo una tesis de Maestría referida a usabilidad en entornos virtuales en el marco de la Maestría de Tecnología Informática Aplicada en Educación.
 - ✓ Se continúa realizando un taller anual en el marco de la Maestría de Tecnología Informática Aplicada a Educación sobre los entornos virtuales más utilizados por el ámbito académico, comparando sus funcionalidades. Se desarrolla material educativo sobre estos temas.
 - ✓ Se continúa trabajando con un EVEA de carácter experimental para analizar nuevas herramientas y posibilidades.
 - Formar recursos humanos en los temas de Tecnología Informática aplicada en Educación. Este punto se detallará en la sección 4.

El III- LIDI participa en los siguientes Proyectos vinculados con la temática:

- “Integración de la tecnología móvil a los entornos virtuales de enseñanza y de aprendizaje” apoyado por la CIC. Se trata de un proyecto desarrollado conjuntamente entre el III-LIDI y un equipo de trabajo de la Universidad Tecnológica Nacional Regional Avellaneda. Entregado el informe final a fines de 2007.
- “Laboratorio de Procesamiento Paralelo Multi-Cluster accesible vía WEB” subsidiado por la Facultad de Informática de la UNLP.
- “Experiencias de intervenciones docentes en espacios virtuales”. A desarrollar en conjunto con la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Res. CAFI 198/05.
- “Acuerdo con la Escuela Especial 502”. En el marco de este acuerdo de cooperación se han desarrollado varias demos en la escuela utilizando classmates y software libre. Se ha trabajado con un cuento multimedia para despertar motivación en los alumnos, acercándolos a la creatividad, a la música y otros temas de interés.

4. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

Tres integrantes de esta línea de investigación están desarrollando su Tesis de Magister en Tecnología Informática Aplicada en Educación.

Hay un becario de CIC y 2 Becarios alumnos del III-LIDI trabajando en el proyecto.

Se dirigen Tesis de Magister, Trabajos de Especialista y Tesinas de Licenciatura de la Facultad de Informática en temas relacionados con el Proyecto. A continuación se mencionan tesinas y trabajos de especialización y tesis de maestría dirigidas por este grupo de investigación

- Tesis de maestría: “Diseño, desarrollo y evaluación de un software de Anatomía y Fisiología del Hipotálamo: una experiencia”. Maestría de Tecnología Informática Aplicada a Educación. Propuesta entregada en 2004. Alumna: Hilda Sanchez. En realización. Co-Dirección por parte de la Dra. Cecilia Sanz
- Tesis de maestría: “Análisis del entorno virtual de enseñanza y de aprendizaje SIAT en función de su usabilidad en el ámbito de

la UNR. Comparación con otros entornos virtuales”. Maestría de Tecnología Informática Aplicada a Educación. Presentada la Propuesta en 2005. Alumno: Ariel Ferreira. Se presentará esta tesis durante 2008. Directora: Dra. Cecilia Sanz [7].

- Tesis de maestría: “Blended Learning. La importancia de la utilización de diferentes medios en el Proceso de Aprendizaje”. Maestría de Tecnología Informática Aplicada a Educación. Presentada y aprobada la Propuesta en 2006. Se entregará esta tesis durante 2008. Alumna: Eliana Virginia Pompeya Lopez. Dirección: Dra. Cecilia Sanz [8].
- Tesis de maestría de un integrante del Proyecto: “Talleres Educativos Multimedia como facilitadores del tránsito entre el nivel medio y el universitario” Expte 300-8053/000. Propuesta presentada y aprobada en diciembre de 2006. Alumno: Alejandro Héctor González. Director: Ing. Armando De Giusti. [9].
- Tesis de maestría de un integrante del Proyecto: “El tema de la calidad en la educación a distancia. Hacia una propuesta de evaluación en capas”. Se entregará en breve la propuesta para su evaluación.

5. BIBLIOGRAFIA

[1] Wertsch, James (1999). La mente en acción. Buenos Aires: Paidós. Capítulo 2: Propiedades d e la acción mediada. Págs. 47 a 109.

[2] Piscitelli, Alejandro (2006). “Nativos e inmigrantes digitales: ¿brecha generacional? ¿brecha cognitiva? ¿las dos juntas o más aún?”. En: Revista mexicana de investigación educativa, enero-marzo. Volumen 11, Número 028. México: COMIE. Páginas 179_185. Referencia original: Prensky: Digital Natives, digital immigrants. A new way to look at ourselves and our kids. <http://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-Prensky>.

[3] Sanz Cecilia, Madoz Cristina, Gorga Gladys, Zangara Alejandra, Gonzalez Alejandro, Ibáñez Eduardo, Ricci Guillermo, Iglesias Luciano, Martorelli Sabrina. “E-Learning”. Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Trelew, Chubut. Argentina. Mayo de 2007. Publicado en CD del Workshop.

[4] Sanz C., Cukierman U., Zangara A., Santángelo H. y otros. “Integración de la tecnología móvil a los entornos virtuales de enseñanza y de aprendizaje”. II Congreso Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. Teyet07. La Plata. 2007.

[5] Gorga G., Sanz C., Madoz C. “El tema de la calidad en la educación a distancia. Hacia una propuesta de evaluación en capas”. CACIC 2007. Corrientes y Resistencia (Chaco), Argentina. Octubre de 2007. Publicado en CD del Congreso.

[6] Pousa Adrián. “Laboratorio de Procesamiento Paralelo Multi-Cluster accesible via WEB”. II Congreso Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. Teyet07. La Plata. 2007.

[7] Ferreira Szpiniak A., Sanz C. “Hacia un modelo de evaluación de entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje. La importancia de la usabilidad”. Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. CACIC 07 - VI WTIAE. Corrientes y Resistencia, Argentina. Octubre de 2007

[8] Pompeya Lopez Virginia Eliana, Sanz Cecilia. “Desarrollo de un material educativo hipermedial para su incorporación en una propuesta de enseñanza y aprendizaje en modalidad blended learning” X Congreso Iberoamericano Edutec 2007. Buenos Aires, Argentina. Octubre de 2007. Publicado en <http://www.utn.edu.ar/edutec2007/publicaciones.utn> - Artículo 44 y CD del congreso

[9] González, Alejandro. “Propuesta metodológica para el desarrollo de materiales de estudio hipermediales para la articulación Escuela Media y Universidad”. Anales del XIII Congreso Argentino de Ciencias Informáticas y Computación CACIC 2007. Corrientes. Argentina. Octubre de 2007.

[10] Rosenberg, Marc. “E-learning. Estrategias para transmitir conocimiento en la era digital”. Colombia: Mc Graw Hill, 2001.

[11] Brunner, José Joaquín, “Educación: escenarios de futuro. Nuevas Tecnologías y sociedad de la información.” PREAL, Santiago de Chile. 2000. Disponible en: <http://www.preal.org./16brunner.pdf>

[12] Silvio J. “La virtualización de la Universidad: como podemos transformar la educación superior con la tecnología”. Ediciones IESALC/UNESCO. Caracas. 2000.

[13] Bartolomé, A. “Innovaciones tecnológicas en la docencia universitaria”. Universidad de Barcelona. 2000.

[14] Quéau, Philippe. “Lo Virtual. Virtudes y vértigos”, Barcelona, Paidós. 1995

- [15] Padula Perkins, Jorge Eduardo “Una introducción a la educación a distancia.” Fondo de Cultura Económica, Buenos Aires, 2005.
- [16] Burbules, N y Callister, T (h). “Riesgos y promesas de las Nuevas Tecnologías de la Información”. Buenos Aires: GRANICA - Educación. 2001.
- [17] Cabero J. (Editor). “Nuevas Tecnologías aplicadas a la Educación”. Madrid. Editorial Síntesis. 2000.
- [18] Dillenbourg P. ed. “Collaborative Learning: Cognitive and Computational Approaches”. Pergamon, Elsevier Science Ltd, Oxford, Amsterdam. 1999
- [19] Roschelle, J., Rosas, R. & Nussbaum, M. (2005). “Towards a Design Framework for Mobile Computer-Supported Collaborative Learning. Computer Supported Collaborative Learning” Conference, Taiwan, Julio 2005.
- [20] José Silvio “La virtualización de la Universidad. ¿Cómo transformar la Educación Superior con la Tecnología? UNESCO/IESALC. Caracas. 2000.

DESARROLLO DE UN SOFTWARE EDUCATIVO PARA LA VISUALIZACIÓN GRÁFICA DEL COMPORTAMIENTO DE ALGUNOS MÉTODOS NUMÉRICOS

María E. Ascheri, Rubén A. Pizarro, Pablo García, Gustavo J. Astudillo, María E. Culla

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de La Pampa
Uruguay 151 - Santa Rosa - La Pampa - Tel. (02954) 425166

mavacheri@exactas.unlpam.edu.ar, ruben@exactas.unlpam.edu.ar, pablogarcia@exactas.unlpam.edu.ar,
astudillo@exactas.unlpam.edu.ar, eugeculla@hotmail.com

RESUMEN

En el presente Proyecto de Investigación, nos proponemos desarrollar un software educativo para la enseñanza y el aprendizaje de los temas “*Interpolación y Aproximación Polinomial y Ajuste de Curvas por Mínimos Cuadrados*”. Además, incluiremos en este software el que ya hemos elaborado para desarrollar el tema “*Resolución Numérica de Ecuaciones no lineales*”.

Se utilizarán herramientas libres en reemplazo del software comercial MATLAB usado en investigaciones anteriores. Para ello, en una primera instancia, se hará un relevamiento acerca de la disponibilidad de las mismas con el objetivo de encontrar las que resulten “más adecuadas” para el diseño de este nuevo software. Esto es, considerando especialmente aquellas herramientas que permitan disponer del software en línea con el objetivo de crear nuevos ambientes de aprendizaje para obtener el mayor rendimiento en términos educativos.

Este recurso pedagógico será utilizado, básicamente, en el curso de Cálculo Numérico que se dicta para las carreras de Profesorado en Matemática (3° Año), Licenciatura en Física (3° Año) e Ingeniería Civil (2° Año), teniendo en cuenta que esta técnica también podrá aplicarse a otras disciplinas científicas.

El objetivo final que se pretende alcanzar con la elaboración de este software es el de disponer de un material didáctico que permita facilitar el proceso de enseñanza – aprendizaje de las temáticas involucradas en Cálculo Numérico. Disponer de un sistema amigable con el usuario ofrecerá un buen soporte al docente.

En nuestra opinión, la combinación de los elementos que provee la tecnología informática al ambiente educativo con los tradicionales es una buena alternativa. Un alumno que disponga de los contenidos temáticos desarrollados a través de las presentaciones usuales en combinación con el software, tendrá una mayor motivación y, por lo tanto, logrará una mejor asimilación de los contenidos curriculares involucrados.

INTRODUCCIÓN

La experiencia obtenida a partir de la estrategia metodológica empleada en un Proyecto de Investigación anterior, nos induce a que continuemos con el desarrollo del software educativo que incluya otras temáticas de Cálculo Numérico, para lograr una integración curricular y complementar los resultados obtenidos hasta el momento. Esta herramienta tiene como funcionalidad pretendida, guiar el aprendizaje como apoyatura a la explicación del profesor. Se aplicará, fundamentalmente, para la enseñanza y el aprendizaje de los temas “*Interpolación y Aproximación Polinomial y Ajuste de Curvas por Mínimos Cuadrados*”, incluidos en Cálculo Numérico que se dicta para las carreras de Profesorado en Matemática (3° Año), Licenciatura en Física (3° Año) e Ingeniería Civil (2° Año). Este software contendrá también, al que hemos implementado para desarrollar el tema “*Resolución*

Númerica de Ecuaciones no Lineales” en el entorno de MATLAB (Borrelli y Noguerras, 2005; [16]). Una desventaja de este software es que al haber sido desarrollado con MATLAB, el acceso al mismo resulta complejo debido a sus costos. Por ello, en esta nueva etapa, hemos decidido usar software libre como Octave (Eaton, 2002; Borrelli y Noguerras, 2005) y PHP (Achour et al, 2003-2004), que nos permita desarrollar el software educativo de acuerdo a las necesidades de la cátedra de Cálculo Numérico.

Este Proyecto se enmarca en la línea de Informática Educativa teniendo en cuenta los lineamientos de las Ciencias de la Educación. De aquí que centramos nuestra atención en la influencia que tiene el uso de la tecnología informática en procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Según Rivera Porto (1997), el diseño de material de este tipo es más que un “software” y debe presentar ventajas respecto a otros medios instruccionales, y esto debe quedar muy claro al autor y a los sujetos del curso que de esta manera estarán más motivados a estudiar bajo esta modalidad que por aquella que sólo utiliza los medios tradicionales. Por ello es que nos proponemos desarrollar un nuevo software educativo en el que se le incorporarán herramientas que cubran diversos aspectos de la asignatura Cálculo Numérico, teniendo como base la experiencia recabada hasta el momento (Ascheri y Pizarro, 2006; Pizarro y Ascheri, 2007).

Esta asignatura está dirigida a alumnos de distinta procedencia y requiere que se muestren aplicaciones específicas de los temas que se desarrollan. Cada alumno tiene sus propias necesidades, motivaciones, deseos, aspiraciones, las cuales dependen de su estructura cognitiva y varían por medio del aprendizaje. La realización de ejercicios y prácticas es una de las modalidades más aplicadas en Matemática, debido a la naturaleza misma de la materia. Según Galvis Panqueva (1992), esta modalidad permite reforzar las etapas de aplicación y retroinformación utilizando la técnica de repetición. El uso de este software permitirá orientar las clases presenciales de los alumnos de forma tal que se impartan los contenidos haciendo especial hincapié en los aspectos más conceptuales y más difíciles de entender, y con un enfoque orientado hacia las aplicaciones.

El rol docente se verá afectado con su implementación. Con la inclusión de herramientas informáticas en nuestras clases, la actividad del docente cambiará del tradicional rol de informante a la del facilitador o guía (Cataldi et al, 1999).

Además, tenemos previsto que se pueda acceder y utilizar el futuro software por Internet, lo cual permitirá a docentes y alumnos disponer del mismo en el momento que lo crean conveniente o lo requieran para llevar a cabo sus actividades académicas.

DESCRIPCIÓN

El Análisis Numérico es una rama de las matemáticas aplicadas particularmente importante, puesto que surge debido al desarrollo de algoritmos numéricos diseñados para resolver problemas científicos y tecnológicos.

La preocupación frente a la dificultad en la comprensión de los contenidos temáticos de Cálculo Numérico, los escasos recursos informáticos que poseen los alumnos que se matriculan en él y el creciente cúmulo de conocimientos técnicos y científicos producidos en la actualidad, nos ha llevado a la búsqueda de nuevos recursos metodológicos. Nuestro desafío es enseñar los conceptos incluidos en el curso de Cálculo Numérico y preparar a los alumnos para que utilicen las técnicas de esta rama de las matemáticas aplicadas como una herramienta en su futuro desempeño profesional.

Es por ello que nuestro principal objetivo es poder continuar con el desarrollo del software educativo utilizando nuevas herramientas tecnológicas para la enseñanza - aprendizaje de los temas *“Interpolación y Aproximación Polinomial y Ajuste de Curvas por Mínimos Cuadrados”*. Este objetivo involucra la construcción de una herramienta educativa, promoviendo el protagonismo del sujeto y facilitando el trabajo que, para alumno y profesor, supone la tarea de formación. Si bien en esta instancia abordaremos los temas antes citados, el desarrollo de esta estrategia metodológica de elaboración propia tiene como meta final lograr una integración curricular de todos los contenidos

temáticos de Cálculo Numérico. Tal como ya lo hemos mencionado, en una etapa anterior hemos desarrollado el software correspondiente al tema “*Resolución Numérica de Ecuaciones no Lineales*” (Pizarro y Ascheri, 2007), el cual será incorporado al presente trabajo.

Nuestra hipótesis sostiene que la implementación de este software educativo elaborado con fines didácticos y pedagógicos, ayudaría al docente en su tarea de enseñar, y permitiría que los alumnos adquieran habilidad y destreza en el manejo de los métodos numéricos involucrados en estos temas. Con la utilización de este software educativo como apoyo a la docencia, se logrará un beneficio notorio tanto en el desenvolvimiento de las actividades específicas de la cátedra, como en el desarrollo de las actividades curriculares de los alumnos. El software pondrá al alcance del docente los medios que le permitirán generar prácticas educativas de calidad, no como respuesta tecnicista a los problemas que se plantean en el aula, sino como respuesta pedagógica. Además, se convertirá en una herramienta a la que se tendrá acceso por medio de la web y que será de apoyo para aquellos alumnos que necesiten un ámbito en el cual desarrollar ejercitación o ejemplos complementarios.

Debemos tener en claro que la tecnología educativa es un elemento importante para generar cambios en los procesos de enseñanza y aprendizaje, pero no constituye la solución de todos los problemas educativos. Además, la mejora de estos procesos no depende de la utilización de un software educativo, sino de su adecuada integración curricular, es decir, del entorno educativo diseñado por el profesor según sus expectativas docentes. En este sentido es importante pensar en poner la tecnología al servicio del mejor aprendizaje por parte de nuestros alumnos. Se buscará que este software educativo sea atractivo para que el alumno se sienta motivado a utilizarlo, y relevante porque encuentre contenidos que le interesan debido a que le son útiles. La resolución de problemas a través de este software hará que el alumno lleve a cabo un proceso investigativo que incluya la reflexión y el análisis.

A partir del uso de este software se espera alcanzar los siguientes logros:

Que el alumno:

- Afiance los conceptos teóricos y los procedimientos utilizados relativos a estos contenidos temáticos, adquiridos en el aula.
- Adquiera habilidad y destreza en el manejo de los métodos numéricos involucrados, a través de la visualización gráfica del funcionamiento de los mismos.
- Compruebe la eficiencia de los distintos métodos numéricos en la resolución de problemas que a menudo son imposibles de resolver analíticamente.
- Tenga la suficiente información para aprovechar satisfactoriamente una amplia variedad de problemas que se relacionan con la temática implicada, vinculados con otras disciplinas.
- Comprenda y valore la importancia de utilizar la computadora como una herramienta para la resolución de problemas vinculados con estas temáticas.
- Explore las peculiaridades de un algoritmo, probando interactivamente distintos ejemplos.
- Desarrolle habilidad y destreza en el procesamiento de información científica.

Así mismo, la aplicación de este software no sólo modificará el aprendizaje de nuestros alumnos sino que también afectará el rol docente y su desempeño en las clases.

METODOLOGÍA

La metodología propuesta para el desarrollo del software educativo es la siguiente:

1. Hacer una búsqueda y análisis preliminar de elementos existentes en el campo de la Ingeniería de Software y en el de las Ciencias de la Educación.
2. Utilizar estos elementos, incorporándoles aspectos educativos sobre las temáticas involucradas.
3. Desarrollar el software educativo, diseñando las etapas necesarias, para los temas:
 - a) *Resolución de ecuaciones no lineales*
 - b) *Interpolación y Aproximación Polinomial*

c) *Ajuste de Curvas por Mínimos Cuadrados*

4. Experimentar y hacer un análisis y validación de este software.
5. Actualizar, según los resultados obtenidos, el sitio web de la asignatura Cálculo Numérico de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNLPam.

Utilizando esta metodología, se construirá una herramienta educativa que cubra diversos aspectos de la asignatura Cálculo Numérico de las carreras de Profesorado en Matemática, Licenciatura en Física e Ingeniería Civil, teniendo, además, en cuenta que esta herramienta pueda adaptarse a otras ramas del conocimiento científico.

Según Alemán de Sánchez (1999), es importante que el software contemple no solamente las prácticas, sino que proporcione al estudiante ayuda en la solución de los problemas y brinde una retroinformación completa, sin limitarse a indicar que se ha cometido un error, sino brindando información acerca del tipo de error. Este y otros aspectos serán considerados e implementados en los diversos ejemplos que desarrollaremos en nuestro software.

Un software educativo debe:

- Poner énfasis en lograr aprendizajes significativos, brindando posibilidades de vincular los nuevos conceptos con los que se tienen adquiridos y estableciendo relaciones entre ellos.
- Tener en cuenta los objetivos de las unidades, además de los contenidos y sus relaciones.
- Mejorar las herramientas existentes para facilitar la comprensión de las temáticas involucradas. Lograr un incremento de la motivación y facilitar el desarrollo de las destrezas.
- Brindar mecanismos de evaluación, tanto para el alumno como para el docente.

Nuestra propuesta sugiere, entonces, el uso del modelo de aprendizaje significativo de Ausubel y Novak (1978) y de mapas conceptuales de Novak y Gowin (1988) y de Ontoria et al (1997).

La visualización de la conducta dinámica de los algoritmos presenta ciertos beneficios educativos:

- Logran un incremento de la motivación y el desarrollo de destrezas.
- Asisten en el desarrollo de habilidades analíticas.
- Ofrecen un buen soporte al docente. logros
- Permiten la exploración de las peculiaridades de un algoritmo, jugando interactivamente.

En la actualidad, distintos centros educativos emplean estos sistemas como apoyo de aprendizaje.

CONTRIBUCIÓN

Presentaremos bajo un claro enfoque explicativo, actividades propuestas en el ámbito de las ciencias experimentales para los alumnos de Cálculo Numérico de las carreras de Profesorado en Matemática, Licenciatura en Física e Ingeniería Civil, induciendo al uso de este software como una herramienta para que facilite su comprensión y resolución.

Abordaremos en forma integrada y didáctica cuestiones de Álgebra, Física, Ingeniería, modelizando aplicaciones científicas y tecnológicas presentadas con una amplia y variada cantidad de situaciones problemáticas. Las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías adaptadas a las necesidades educativas, nos permitirán disponer de material didáctico elaborado precisamente para su empleo.

Con este Proyecto esperamos, desde el punto de vista de la transferencia tecnológica:

- Brindar una metodología adecuada para la generación de herramientas educativas.
- Proporcionar un nuevo software educativo para la cátedra de Cálculo Numérico, para otras cátedras afines y para otros niveles educativos.

Y desde el punto de vista de formación de recursos humanos:

- Motivar a los integrantes a participar de jornadas y eventos científicos.
- Contribuir al desarrollo de capacidades y habilidades intelectuales en jóvenes estudiantes y graduados que participen o se relacionen con el Proyecto.
- Interesar a otros docentes y alumnos en participar en actividades de investigación.
- Formar un grupo de trabajo que continúe con esta línea de investigación.

PRODUCCIÓN

En el primer año de trabajo, cumpliendo con las etapas planificadas en el Proyecto de Investigación, se realizó un análisis y selección de las herramientas informáticas a utilizar para el desarrollo del software educativo. Como resultado del trabajo del equipo de investigación, surge el artículo “*Relevamiento de software en línea para la enseñanza-aprendizaje de métodos numéricos. Herramientas para su desarrollo*”, aceptado para su presentación y publicación en el V CIEMAC, Congreso desarrollado en Cartago, Costa Rica. Este artículo se encuentra disponible en: <http://www.cidse.itcr.ac.cr/ciemac/5toCIEMAC/Ponencias/Relevamientodesoftwareenlinea.pdf>
Determinados estos aspectos, las próximas actividades estarán dirigidas a adaptar el software existente a las características seleccionadas y a incorporar los nuevos temas al mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Achour, M., Betz, F., Dovgal, A., Lopes, N., Olson, P., Richter, G., Seguy, D. y Vrana, J. 2003-2004. *Manual de PHP*. Grupo de Documentación de PHP. En línea: <http://es.php.net/manual/es/>
- [2] Alemán de Sánchez, A. 1999. *La Enseñanza de la Matemática Asistida por Computadora*. En línea: <http://www.utp.ac.pa/articulos/ensenarmatematica.html>
- [3] Ascheri, M. E. y Pizarro, R. A. 2006. *Uso de tecnología en la enseñanza-aprendizaje de temas de Cálculo Numérico*. Acta Latinoamericana de Matemática Educativa, Vol. 19, pp. 879-885. México. También disponible en línea: <http://www.clame.org.mx>
- [4] Pizarro, R. A. y Ascheri, M. E. 2007. *Diseño e implementación de un software educativo en Cálculo Numérico*. Memorias del II TE&ET, pp. 1-9. La Plata, Argentina.
- [5] Ausubel, D. P. y Novak, J. D. 1978. *Educational Psychology: “A Cognitive View”*. Holt, Rinerhart and Winston, New York.
- [6] Borrelli Nogueras, G. 2005. *Manual: Introducción Informal a MATLAB y Octave*. Caella, España. En línea: <http://torroja.dmt.upm.es/~guillem/matlab/index.html>
- [7] Cataldi, Z., Lage, F., Pessacq, R. y García Martínez, R. 1999. *Revisión de Marcos Teóricos Educativos para el Diseño y Uso de Programas Didácticos*. En línea: www.itba.edu.ar/capis/webcapis/RGMITBA/comunicacionesrgm/c-icie99-revisionde%20marcosteoriciseducativos.pdf
- [8] Chapra, S. y Canale, R. 2007. *Applied Numerical Methods with MATLAB*. 2ª Ed., Mc Graw - Hill / Interamericana de España, S. A. U., España.
- [9] Eaton, J. W. 2002. *GNU Octave Manual. A high-level Interactive Language for Numerical Computations*. Publisher: Network Theory Ltd., Free License: GNU General Public License, Edition 3 for Octave version 2.0.13.
- [10] Galvis Panqueva, A. 1992. *Ingeniería de Software Educativo*. Ediciones Uniandes, Colombia.
- [11] Mathews, J. y Fink, K. 2000. *Métodos Numéricos con MATLAB*. Prentice - Hall, España. (Versión en inglés, 1999: *Numerical Methods using MATLAB*. Prentice - Hall)
- [12] Nakamura, S. 1997. *Análisis Numérico y Visualización Gráfica con MATLAB*. Pearson Educación, México. (Versión en inglés, 1996: *Numerical Analysis and Graphic Visualization with MATLAB*. Prentice Hall)
- [13] Novak, J. y Gowin, D. 1988. *Aprendiendo a Aprender*. Ed. Martínez Roca (Versión en inglés, 1984: *Learning how to Learn*. Cambridge University Press)
- [14] Ontoria, A., Ballesteros, A., Cuevas, C., Giraldo, L., Martín, I., Molina, A., Rodríguez, A. y Vellez, U. 1997. *Mapas Conceptuales: Una Técnica para Aprender*. Narcea.
- [15] Rivera Porto, E. 1997. *Aprendizaje Asistido por Computadora. Diseño y Realización*. En línea: <http://www.geocities.com/eriverap/libros/Aprend-comp/apen1.html>
- [16] The Math Works. 1993. *MATLAB, Building a Graphical User Interfase*. Math, Works. Espacio de intercambio: <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/loadCategory>

Elementos iniciales del Sistema de Apoyo al Aprendizaje que permite al alumno enlazar temas examinados en tres asignaturas de la carrera de Informática: Sistema SAAF (Sistema de apoyo al Aprendizaje de Autómatas Finitos)

Ing. José Gallardo †

Prof. Asoc. Dpto. de Informática. UNPSJB
jgallardo@ing.unp.edu.ar

Lic. Ángela Belcastro †

Prof. Adj. Dpto. de Informática. UNPSJB
angelab@ing.unp.edu.ar

Ing. Nilda Belcastro †

JTP. Dpto. de Matemáticas. UNPSJB
nildab@arnet.com.ar

Ing. Martín Bilbao †

Aux. de Primera Dpto. de Informática. UNPSJB
mbilbao@ing.unp.edu.ar

APU. Raúl Jáuregui †

Aux. de Segunda Dpto. de Matemática. UNPSJB
rjauregui@ing.unp.edu.ar

† **Fac. de Ingeniería - Sede Comodoro Rivadavia -**

Univ. Nac. Patagonia "San Juan Bosco"

Tel/Fax (0297)4550836

RESUMEN

El presente trabajo se enmarca dentro del Proyecto de Investigación N°686 / 2007 en ejecución, “Análisis y Desarrollo de un sistema de enlaces conceptuales y aplicativos de contenidos de diversas materias de carreras de Informática, como herramienta de apoyo al aprendizaje del alumno”. Su objetivo principal es mejorar la calidad de enseñanza-aprendizaje, fortaleciendo los enlaces conceptuales y aplicativos de algunas materias de Informática de la UNPSJB, mediante la construcción de un sistema de integración conceptual.

En este trabajo se intentan identificar los elementos iniciales del sistema de apoyo al aprendizaje que permite al alumno enlazar temas examinados en las asignaturas: “Introducción a la Computación”, “Fundamentos Teóricos de la Informática”, y “Programación Avanzada”, y presentar el marco en el que se utilizará el software educativo durante el segundo cuatrimestre. Consideraremos el objetivo y las características de los elementos iniciales del Sistema de apoyo al Aprendizaje de Autómatas Finitos (SAAF), desarrollado en Toolbook II, que estará en uso en forma parcial en la cursada 2008, y total, en la segunda cursada.

Palabras Claves

Informática Educativa. Sistemas numéricos. Autómatas finitos. Interfaz grafica del usuario.

1. INTRODUCCIÓN:

El objetivo principal del Sistema de apoyo al Aprendizaje de Autómatas Finitos (SAAF), es el de asistir al estudiante en el proceso de enseñanza – aprendizaje de interpretación de autómatas finitos, examinados en la materia “Fundamentos Teóricos de la Informática”. Asimismo, le permite:

- ✓ Identificar, recordar y repasar los sistemas binarios y su utilidad en el ámbito informático, vistos en “Introducción a la Computación”.
- ✓ Asociar ejemplos concretos de autómatas finitos con el lenguaje que reconocen.
- ✓ Brindar un prototipo, permitiéndole observar el comportamiento de un sistema, y diseñarlo paso a paso, en otro lenguaje, bajo el paradigma orientado a objetos, en Java, al realizar el desarrollo durante la cursada de la materia “Programación Avanzada”.
- ✓ Examinar aspectos claves del tema “Interfaz grafica del usuario”, ejemplificados con el software SAAF.

Se identificarán las opciones del menú que implementa cada grupo de trabajo, y variantes explícitas definidas inicialmente, para cada uno de ellos.

2. COMPONENTES QUE INTEGRAN EL SISTEMA SAAF

2.1. Opción 0 “Presentación”: pone a disposición del estudiante las siguientes palabras claves: “Sistema binario”, “Autómata finito”, “Interfaz grafica del usuario”. Asocia cada una de ellas, a las materias en las que las han estudiado. Si el alumno selecciona estas palabras claves, accede a una definición de cada una de ellas, destacando las fuentes bibliográficas.



Figura 1. Presentación del sistema SAAF

2.2 Opción 1 “Ejercitación basada en ejemplos de Autómatas Finitos”: lleva al estudiante a responder ejercicios didácticos con interrogantes acerca de autómatas finitos deterministas de ejemplo, cuyas cadenas están formadas por una sucesión de ceros y unos, con características específicas definidas. Le permite reconocer cuales son las cadenas aceptadas por el autómata, el recorrido que realiza el autómata en el reconocimiento, y los componentes esenciales de este tipo de máquinas reconocedoras.

2.3 Opción 2 “Ejercitación basada en los ejemplos de Autómatas Finitos clasificando estas máquinas reconocedoras: el objetivo principal de esta ejercitación, consiste en lograr que el estudiante asocie el diagrama, con la definición analítica del autómata, que complete dicha

definición, de ser necesario, y que fundamente cuándo el autómata es determinista y cuándo no. Dispone de una tabla con diagramas de Autómatas Finitos. Aleatoriamente aparece una ficha (que puede ser un texto que identifica lo que el autómata hace, o un componente que forma parte de la definición formal de uno de los autómatas de los diagramas que aparecen en la tabla, o puede ser un elemento desechable). El estudiante debe con el Mouse seleccionar el diagrama al que corresponde la ficha actual, o presionar el botón que le permite desechar ese elemento. A medida que avanza el juego educativo, el sistema otorga puntajes. De ser incorrecto, intenta auxiliar al alumno, mediante un comentario orientativo, propuesta de lectura de bibliografía, y actividades.

2.4 Opción 3 “Asociar, un diagrama de un AF con la expresión regular o cadena”: El alumno observa un diagrama de un AF, y dispone de una serie de cadenas o expresiones regulares. El estudiante arrastra aquellas cadenas o expresiones regulares hacia el diagrama, cuando considera que el autómata es capaz de reconocerla. Ante errores el sistema tiene feedback, le proporciona una guía para que pueda comprender el tema, y el ejemplo específico.

Figura 2. Opción 3 del sistema SAAF

Al finalizar le permite al alumno, seleccionar de una lista dada, la expresión regular completa del lenguaje que reconoce dicha máquina.

2.5. Opción 4 “Asociar un diagrama de un AF no determinista con su AF determinista equivalente”: El alumno accede inicialmente al sistema, extrae el enunciado, en el que observa dos tablas, cada una de ellos con diagramas de autómatas o definiciones formales. Puede resolver el problema, y luego realizar un segundo acceso a esta opción, marcando con un clic primero en una celda de una tabla, y luego en una celda de la otra tabla, para asociar el AF no determinista con su

equivalente autómata determinista. Ante errores el sistema le proporciona feedback, lleva al estudiante a examinar el método que permite transformar un AF no determinista en uno determinista.

3. ESQUEMA DE NAVEGACIÓN

Partes que componen el sistema:

0 - PRESENTACION

1 - OPCION 1

2 - OPCION 2

3 - OPCION 3

4 - OPCION 4

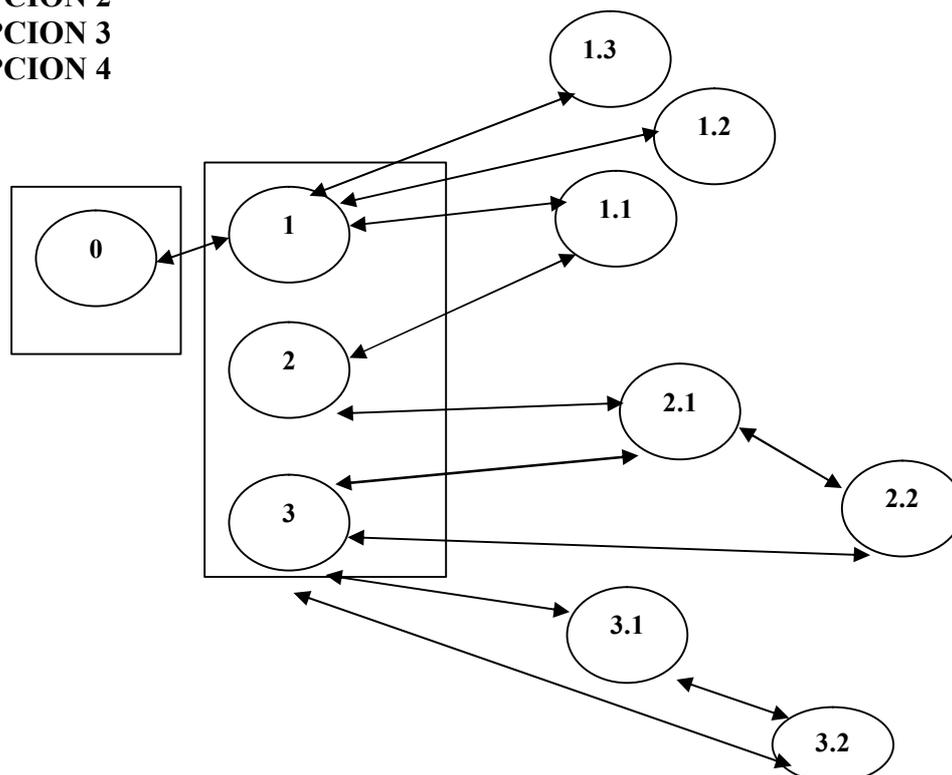


Figura 3. Esquema de Navegación del sistema SAAF

Partiendo de la presentación, se accede directamente a cada opción. Desde cada opción se puede acceder en forma directa a otras opciones de ejercitación del sistema. Los nodos representan hojas del sistema.

4. MARCO DE APLICACIÓN EN CADA ASIGNATURA:

Parte del sistema SAAF se brindará a los estudiantes en esta cursada 2008 de “Fundamentos Teóricos de la Informática”, y se usará completamente en la segunda cursada de 2008, para entrenamiento y/o evaluación.

El sistema SAAF se alimentará con resultados de ejercicios de promoción con mapas conceptuales, que se incorporará como opción 5 del menú del sistema. Con el objeto de fomentar el aprendizaje constructivo, se llevará al alumno al diseño y creación de mapas conceptuales, que permitirán observar la interpretación, y el enlace que el alumno hace entre los sistemas de numeración, observados en “Introducción a la Computación”, y los “Autómatas Finitos”, con ejemplos ilustrativos concretos.

SAAF será para los estudiantes de “Programación Avanzada”, un prototipo, al que pueden observar, para construir paso a paso, en Java, bajo el paradigma orientado a objetos, un desarrollo de

software, durante la cursada. Les permitirá identificar diversos elementos de una interfaz gráfica del usuario, de un sistema de software. Podrán establecer mejoras o adecuaciones, cada equipo de trabajo dispondrá de pautas que permitan establecer variantes entre los distintos grupos de trabajo.

5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO:

El sistema SAAF permite al alumno identificar temas relevantes del campo informático, refrescar conocimientos, apropiarse de conceptos nuevos, apoyándose en construcciones semánticas que ha asimilado en otras asignaturas, detectando su utilidad e importancia.

El sistema SAAF presentado, es uno de cuyos primeros resultados del Proyecto de Investigación N°686/2007 en ejecución, “Análisis y Desarrollo de un sistema de enlaces conceptuales y aplicativos de contenidos de diversas materias de carreras de Informática, como herramienta de apoyo al aprendizaje del alumno”.

Se intenta además brindar a los docentes de diferentes cátedras, un sistema genérico de integración, que enlace contenidos de diversas asignaturas.

En esa línea de trabajo, nuestro trabajo futuro incluye el desarrollo de varias ramas, entre ellas,

- ✓ Enlace entre “Matemática Discreta” y “Arquitectura de Sistemas de Cómputo”, para fusionar los temas Algebra de Boole y Mapas de Karnaugh, con el desarrollo de un sistema que ayude al estudiante a corroborar resultados en la simplificación de funciones lógicas.
- ✓ Enlace entre “Estadística” y “Programación Avanzada”, con desarrollo de ejemplos con resoluciones y práctica aplicada al ámbito informático del tema Distribuciones Discretas

6. BIBLIOGRAFÍA:

- [1] Teoría de la Computación - J. Glenn Brookshear. Addison Wesley. 1993.
- [2] Principios Digitales - Roger L. Tokheim. Mc Graw Hill. 1995
- [3] Arquitectura de Computadoras- 3ª Edic. M. Morris Mano. Prentice Hall. 1994.
- [4] Teoría de Automatas y Lenguajes Formales - Pedro García, Tomás Perez, José Ruis, E. Segarra. Alfaomega. 2001.
- [5] Lenguajes, gramáticas y autómatas. Un enfoque práctico- Pedro Isasi. Paloma Martínez. Daniel Borrajo. Addison Wesley. 1997.
- [6] Compiladores: teoría y construcción- F.J.Sanchis Llorca, C. Galan Pascual. Paraninfo. 1986.
- [7] Lenguajes formales y teoría de la computación- 3ª Edic. Martin John. Mc Graw Hill. 2004.
- [8] Introducción a la teoría de autómatas lenguajes y computación- John Hopcroft, Rajeev Motwani, Jeffrey D. Ullman. Addison Wesley. 2002.
- [9] Lenguajes, gramáticas y autómatas. Curso básico- Rafael Cases Muñoz. Lluis Márquez Villodre. Alfaomega. 2002.
- [10] Java Cómo Programar- 5ª Edic. Deitel. Deitel. Pearson. Prentice Hall. 2004.
- [11] Java a través de ejemplos- Jesús Bobadilla. Alfaomega. Ra-Ma. 2003.
- [12] Estructuras de datos en Java- Mark Allen Weiss. Addison Wesley. 2000.
- [13] C/C++ y Java cómo programar- Deitel. Pearson. 2004.
- [14] Análisis y Diseño de Sistemas- 6ª Edic. Kendall & Kendall. Pearson Prentice Hall. 2005.
- [15] Enseñanza asistida y diseño de sitios Web con ToolBook II- José Carlos Mota. Julia Castillo. Alfaomega. Ra-Ma. 1999.
- [16] ToolBook. Crear Multimedia con PC- E. Álvarez Sáiz. J. I. Álvaro González. 1998.
- [17] Mapas conceptuales. La gestión del conocimiento en la didáctica- Virgilio Hernández Fortes. Alfaomega.2005.

Entornos virtuales para el aprendizaje: producción de contenido estándar y su gestión mediante repositorios de Objetos de Aprendizaje

***Marcela Chiarani, Irma Pianucci, Berta Garcia, Vanesa Torres, Paola Allende,
Hugo Viano, Viviana Ponce, Guillermo Leguizamón***

***Proyecto: Herramientas Informáticas Avanzadas para Gestión de Contenido
de Carreras de grado en Informática***

Departamento de Informática - Universidad Nacional de San Luis

Ejercito de los Andes 950 - (5700) San Luis

02652-426747 int 256

e-mail: {mcchi, pianucci, bgarcia, legui}@unsl.edu.ar

1. Resumen

El valor de la información como recurso de aprendizaje ha creado la necesidad de compartirla y reutilizarla sin grandes costos. Esto, unido al desarrollo de especificaciones y estándares para solucionar el problema de incompatibilidad entre diversas plataformas LMS, ha impulsado la aparición del concepto de objeto de aprendizaje (OA) y como consecuencia, la aparición de Repositorios de OA. Investigar en estos temas para aportar soluciones eficientes es uno de los grandes desafíos que enfrentan las instituciones de nivel superior que quieren adoptar la enseñanza virtual como alternativa de formación de grado o de postgrado.

Este proyecto busca investigar y desarrollar herramientas de software que permitan crear una red de conocimientos focalizados en carreras de grado en informática, posibilitando un marco de colaboración para el desarrollo de las actividades académicas en carreras afines a Ciencias de la Computación de modo de optimizar la generación y reusabilidad de recursos.

Palabras clave: plataformas virtuales, OA, repositorios

2. Introducción

Debido a las diferencias que se observan en la elaboración de contenidos de enseñanza en cuanto a diseño, desarrollo y distribución, diferentes grupos de investigación están trabajando en el diseño estandarizado de dichos contenidos.

Por otro lado, la disponibilidad de recursos y/o materiales didácticos que actualmente encontramos en Internet nos lleva a pensar en emplearlos para nuestras asignaturas, en próximos cursos, ponerlos a disposición de otros docentes, y desagregarlos, en caso que fuera necesario, para reutilizarlos en la producción de nuevos materiales.

En relación a esta temática distintos grupos de investigación están elaborando el diseño estandarizado de dichos contenidos; teniendo en cuenta las siguientes características: formato, perdurabilidad, modularidad y etiquetado de recursos para saber qué son y a quién pertenecen.

3. Objetivos del Proyecto

Nuestro grupo de investigación viene trabajando en la temática de Las Tics aplicadas en la educación, específicamente en la educación superior desde hace varios años.

Se busca integrar aspectos técnicos y pedagógicos con el propósito de hacer impacto en los procesos de enseñanza y de

aprendizaje, tanto en clases presenciales como virtuales.

Esta investigación tiene como objetivos principales:

1. Estudiar los alcances de la educación virtual.
2. Analizar, diseñar e implementar nuevas herramientas informáticas para enriquecer los procesos formativos en entornos virtuales de aprendizaje.
3. Analizar, diseñar e implementar nuevas herramientas informáticas para desarrollar repositorios de objetos y unidades de aprendizajes correspondientes a las temáticas de las carreras de Computación.
4. Compartir un espacio virtual de contenidos que permita enriquecer la diversidad de conocimientos de los profesores de la Universidad Nacional de San Luis y de las distintas Universidades que integran la Red UNCI,

5. Resultados obtenidos.

Entre los avances y desarrollos más significativos alcanzados hasta el momento podemos mencionar:

1. Búsqueda, instalación, estudio y evaluación de factibilidad de uso de diferentes Sistemas para la Gestión del Aprendizaje y disponibilidad de herramientas.
2. Selección de la plataforma de LMS de código abierto Ilias (versión 3.5)[ILIAS]
3. Instalación, configuración y personalización de la plataforma virtual Ilias. Para realizar esta tarea se instaló un servidor propio y se asignó a la plataforma el nombre de **Evirtual**, a la cual se puede acceder a través de la dirección www.evirtual.unsl.edu.ar, la que corresponde a un subdominio de la UNSL.
4. Selección y estudio de las herramientas informáticas a utilizar para el desarrollo de material conforme a estándares. Entre

las herramientas utilizadas podemos mencionar: Reload[RELOAD], Exe[EXE], Hot Potatoes[HOTP].

5. Estudio de compatibilidad entre las herramientas de autor anteriormente citadas y la plataforma ILIAS.
6. Análisis de factibilidad de migración de contenidos de ILIAS v 2 a la plataforma ILIAS v 3.5.5
7. Elaboración de los contenidos de la carrera del Profesorado en Ciencias de la Computación en **Evirtual** en su modalidad semi-presencial. Los contenidos fueron creados nuevamente porque la plataforma ILIAS V2 no era compatible con Scorm lo cual impidió la migración de los mismos.
8. Búsqueda, instalación, estudio y selección de herramientas de código abierto que permitan gestionar un Repositorio de Objetos de Aprendizaje.
9. Selección del repositorio de código abierto DOOR [DOOR] para implementar como repositorio de objetos de aprendizaje de carreras informáticas. Se trabajó en la traducción de la versión al español y en el Look and feel, lo que resultó en la puesta en funcionamiento del repositorio ROI[ROI]
10. Evaluación del funcionamiento y desempeño de la plataforma **Evirtual** a partir de su utilización con los alumnos del profesorado durante el segundo cuatrimestre del ciclo lectivo 2007.
11. Parte de la evaluación se llevó a cabo en base a las estadísticas proporcionadas por la plataforma y las categorías de análisis definidas previamente.
12. Análisis y evaluación de los aportes de los alumnos sobre su utilización.

Como cierre de las actividades realizadas durante el año 2007 se concretó una reunión informativa sobre el funcionamiento y prestaciones que brinda la plataforma **Evirtual**, a la que asistieron autoridades y docentes de la Universidad. En la misma se comentó la

experiencia, haciendo foco en las posibilidades y alcances de la plataforma. En esta reunión surgieron propuestas de docentes de otras disciplinas científicas para implementar sus cátedras en forma virtual.

6. Actividades previstas

Dentro de las actividades previstas para el ciclo lectivo 2008 se contemplan las siguientes:

1. La apertura de cursos de capacitación en e-learning, desarrollados especialmente para los profesores interesados en utilizar la plataforma e implementar sus cursos en ella.
2. La incorporación de materias y cursos correspondientes a otras carreras de la UNSL a **Evirtual**.
3. El estudio de otros LMSs que permitan ofrecer un ambiente multi-plataforma.
4. La reutilización y adaptación de los cursos que ya están funcionando en la plataforma desde el año 2007, a partir de las mejoras propuestas a implementar.
5. La puesta en funcionamiento del repositorio ROI, un espacio virtual con material didáctico para Docentes de las carreras Informáticas. Favoreciendo un espacio de colaboración y de intercambio.

7. A modo de conclusión

Al finalizar el proyecto, se prevé poner en funcionamiento un repositorio de objetos de aprendizaje y herramientas de integración de contenidos, que servirán para nuclear la producción académica de Docentes Universitarios de carreras informáticas afines. A través de este trabajo conjunto, nuestro grupo de investigación persigue consolidar el uso de la plataforma **Evirtual** que permita compartir experiencias y conocimientos sobre temas relacionados a nuestro tema central de

investigación para posibilitar espacios de discusión cooperativos.

8. Referencias Bibliográficas

[ILIAS] Ilias- www.ilias.de/

[RELOAD] Proyecto Reload: editor de objetos de aprendizaje. www.reload.ac.uk/ldeditor.html

[EXE] Proyecto Exe: herramienta de autor para la generación de contenidos web. <http://www.exelearning.org/>

[HOTP] Software para la construcción de ejercicios para la web. <http://hotpot.uvic.ca/>

[DOOR] Door: Repositorio de objetos digitales abiertos <https://door.elearninglab.org/>

[ROI] Chiarani Marcela Cristina, Pianucci Irma, Ponce Viviana "ROI: Repositorio de Objetos de Aprendizaje Informáticos". Cacic 2007, orrientes y Resistencia, Argentina

[ADL] ADL- Advanced Distributed Learning. <http://www.adlnet.org>

[AGU2002] Aguirre G., Chiarani M., Leguizamón G., Lucero M., Manssur L. "Una propuesta para Ambientes Colaborativos Inteligentes". WICC 2002, Bahía Blanca – 2002.

[ALL2004] Chiarani M., Allendes P., Ponce V., Leguizamón G. "Plataformas Virtuales de Código Abierto: Grilla para su evaluación" CACIC 2004, La Matanza - 2004

[ALV2004] Alvarez G. Luis A., Gallardo G. Mónica del C.: "Diseño de un Repositorio de Objetos de Apoyo al Aprendizaje Colaborativo". CISCIC 2004. Orlando - USA. 21 y 25 de julio de 2004. http://www.inf.uach.cl/lalvarez/publicaciones/CISCIC_2004.pdf

[APROA] Proyecto APROA "Aprendiendo con Repositorio de Objetos de Aprendizaje" <http://www.aproa.cl> [Fecha de consulta: 10-03-2006]

[ARI] Fundación ARIADNE <http://www.ariadne-eu.org/>

[BAB] Biblioteca de Babel
[http://wiki.javeriana.edu.co/index.php/Biblioteca de babel](http://wiki.javeriana.edu.co/index.php/Biblioteca_de_babel)

[CHI2001] Chiarani M., Lucero Ma.- “*Hacia Una Propuesta De Ambientes Colaborativos Inteligentes*” CACIC 2001, El Calafate - 2001

[CHI2003] Chiarani M., Lucero Ma. Conferencia: *¿La Residencia Docente On-Line ?* II Seminario Internacional de Tecnologías e Internet. Universidad del Cauca – Colombia. 2003

[CIT] Proyecto ALFA, Programa de Cooperación Académica entre la Unión Europea y América Latina, subprograma A.
<http://cita2.euitt.upm.es/>

[GAR2002] Leguizamón G., Aguirre G., García B.. “*El protocolo Contract-Net en un Ambiente de Aprendizaje Colaborativo*”. CACIC 2002, Buenos Aires – 2002.

[GAR2004] García B., Pianucci I., Lucero Ma., Leguizamón G. “*Aplicación de un Estándar de contenidos de aprendizaje en plataformas virtuales de código abierto*”. CACIC 2004, La Matanza - 2004

[IEE] Institute of Electrical and Electronics Engineers
<http://standards.ieee.org>

[IMS] Learning Resource Meta-Data Specification: Versión 1.2.4 IMS Global Learning Consortium.
<http://www.imsproject.org/metadata/index.html>

[IRI2005] Iriarte Navarro, Leonel et al. - “*Generación de una biblioteca de objetos de aprendizaje (LO) a partir de contenidos preexistentes*” publicado en revista electrónica Red (Revista de Educación a Distancia) - Febrero de 2005.
<http://www.um.es/ead/red/M2/>

[LAN] Portal de Archivos Abiertos de América Latina.
<http://lanic.utexas.edu/project/laoap/requisitos.html>

[LEG2005] Leguizamón G., Lucero Ma., Viano H., García B., “*Generación de contenidos de aprendizaje estandarizados*

para plataformas de e-learning” - CACIC 2005 – Concordia, 2005

[LUC2003] Lucero Ma., Chiarani M., “*El Practicum Docente On-Line - Una Experiencia*” Congreso Latinoamericano de Educación Superior en el Siglo XXI, San Luis, Argentina - 2003

[MAN2003] Manzur L., García B., Aguirre G., Leguizamón G.. “*Aprendizaje y Colaboración en grupos de personas y agentes*”. WICC 2003, Tandil - 2003

[MOR] MOREA (Múltiples Objetos Reutilizables para el desarrollo de experiencias de Enseñanza y Aprendizaje)
<http://www.usc.es/morea>

[NDLTD] Biblioteca Digital en Red de Tesis (NDLTD; Networked Digital Library of Thesis and Dissertations)
<http://www.ndltd.org/>

[OAI] The Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting
<http://www.openarchives.org/OAI/2.0/openarchivesprotocol.htm>

[PIA2003] Chiarani M., Lucero M., Pianucci I. “*Modelo de Aprendizaje Colaborativo en el ambiente ACI*”- CACIC 2003 - La Plata, 2003.

[RED] Chan Ma. E., Martínez J., Morales R., Sánchez V., “*Prototipo de patrimonio público de recursos educativos basados en una red institucional y un repositorio distribuido de objetos de aprendizaje*”. Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet (CUDI 2004) Colima, México.
http://www.cudi.edu.mx/primavera_2004/presentaciones/MaElena_Chan.pdf

[SAN2003] Sánchez Arias, Víctor Germán. “*Diseño del patrimonio de recursos educativos basados en una red de acervos abiertos y distribuidos de objetos de aprendizaje*” en Taller sobre tecnología de Objetos de Aprendizaje (TOA) - 4o. Encuentro Internacional de Ciencias de la Computación (ENC' 03)
<http://www.comunidades.ipn.mx/Portal/Lenguajes/Espa%C3%B1ol/UploadFiles/Documents/52victor%20lania.pdf>

[SCO] Especificaciones ADL SCORM

<http://www.adlnet.org/scorm/index.cfm>

[STR] Stripling, Phillip., “*Hypertext Markup in Theory and Practice*” (1997), en Fernando Moreno y Mariano Bailly Baillièrè, “*Diseño Instructivo en la formación On-line – Aproximación metodológica a la elaboración de contenidos*”. Ed. Ariel Educación. 2002

[VIG] Vigotsky, L.S. “*El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*” Ed. Crítica. Barcelona. 1978.

[XML] Xml Standards.

<http://www.xml.org/>

[ZAN2003] Zangla S. Chiarani M. Lucero Ma. “*Propuesta de un Sistema de Evaluación en la Web para la Educación.*” WICC 2003, Tandil – 2003

[ZAN2004] Zangla S. Chiarani M. Lucero Ma. “*Avances en el desarrollo de un Sistema de Evaluación en la web*” CACIC 2004, La Matanza – 2004

[WIL] Wiley, D. A.. "Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy," in D. A. Wiley, ed., *The Instructional Use of Learning Objects: Online Version*. (2000).
<http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>

UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL DICTADO DE INFORMÁTICA TEÓRICA WICC 2008

X Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación 2008

05 Y 06 DE Mayo de 2008, Gral Pico – La Pampa - Argentina

Ing. Marciszack, Marcelo Martín – mmarciszack@sistemas.frc.utn.edu.ar
Ing. Vázquez, Juan Carlos Jesus – jvazquez@bbs.frc.utn.edu.ar
Cardenas, Marina Elizabeth – angelaesmeralda@gmail.com
Perez, Ramiro – ramipez@gmail.com

Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información
Facultad Regional Córdoba – Universidad Tecnológica Nacional
Ciudad Universitaria, Córdoba 5016, Argentina TE 0351-4686385
www.frc.utn.edu.ar

RESUMEN

Los contenidos de informática teórica en carreras de informática no deberían presentar dificultades en cuanto a su transposición didáctica, ya que constituyen, el núcleo central de estudio de su disciplina. Lejos de tal aseveración, los estudiantes presentan dificultad para asimilar estos contenidos ya que los mismos están muy cercanos a la matemática y son fuertemente abstractos, por lo tanto resulta necesario contar con una estrategia didáctica que permita: por un lado, aportar sólidas bases teóricas y por otro, disponer de claros ejemplos de aplicación a la resolución de problemas reales; como son las herramientas para simulación, las implementaciones sobre casos concretos, el desarrollo de algoritmos, entre otros.

Palabras Claves: Informática Teórica, Máquinas abstractas, Gramáticas Formales, Autómatas, Estrategias didácticas

1. INTRODUCCION

Los contenidos de informática Teórica, incluidos en el núcleo común de las carreras con informática tales como lenguajes y gramáticas formales, teoría de

autómatas, traducción de lenguajes, máquinas computadoras teóricas, y compiladores son difíciles de relacionar por los estudiantes, por su naturaleza matemática y fuertemente abstracta.

Además los estudiantes efectúan prácticas de diseño de máquinas abstractas, sin contar con herramientas para la experimentación en computadora y exploración de contenidos, que les permita en forma clara aplicarlos en la resolución de problemas reales. Esta dificultad manifiesta de relacionar la teoría y sus posibles aplicaciones, se ha advertido en los rendimientos durante las evaluaciones de los mismos.

Para poder asimilar en forma completa estos contenidos, consideramos que se deben realizar prácticas efectivas de los mismos utilizando simuladores de máquinas abstractas, estudiando su funcionamiento y los algoritmos de las herramientas respectivas. Es necesario además que el educando pueda, explorar estos conocimientos y mediante un simulador de evaluaciones de contenidos teóricos, el que incluye en ambiente web la generación de un instrumento de evaluación automatizado que basado en un repositorio de

preguntas y respuestas, le permita en forma aleatoria generar un test de autoevaluación.

La importancia de una completa asimilación de estos contenidos, radica en que los mismos no sólo tienen efectiva aplicabilidad en la construcción de compiladores, sino en temas tan diversos dentro de la disciplina informática como son la ingeniería de requerimientos o programación de dispositivos móviles y embebidos.

La dificultad manifiesta de relacionar la teoría y sus posibles aplicaciones, se ha advertido durante el dictado de los contenidos en se pone en evidencia manifiesta en el proceso de evaluación.

Existe una gran cantidad de bibliografía y herramientas de software para el estudio de estos temas, pero las mismas los abordan en forma parcializada, sin integración adecuada, con diferentes nomenclaturas y con definiciones dispares, por lo que no resultan didácticamente adecuadas para llevar adelante el proceso de enseñanza-aprendizaje, sin permitir la correcta transposición de los contenidos teóricos en aplicaciones de la realidad.

Los aspectos teóricos, para el abordaje de la temática planteada, esta muy difundida y es bastante generalizada: sobre los contenidos de informática Teórica, es completo lo publicado en [1] [2] [3] [4] [5] [6], pero los mismos no se ajustan en lo didáctico, para ser transferido en forma directa a los alumnos en una carrera de grado en informática.

En la web, existen varios sitios en donde se pueden acceder a simuladores, generalmente la mayoría de ellos son únicamente para máquinas de Turing en donde, de acuerdo a la bibliografía de origen, varían en la definición formal de sus componentes. Por lo tanto, para lograr un aprendizaje significativo y de esta manera asimilar en forma completa los contenidos curriculares de teoría de autómatas, gramáticas formales, traducción

de lenguajes y compiladores impartidos en la asignatura sintaxis y semántica del lenguaje, se debe elaborar una estrategia didáctica para la enseñanza de los contenidos, en base a una nomenclatura uniforme que permita en forma unívoca, la representación de los temas abordados.

En resumen, en este trabajo se propone construir un conjunto de herramientas disponibles para ejecutar desde la web “simuladores” que le permitan al alumno realizar una práctica efectiva-

2. OBJETIVO GENERAL

El objetivo de este trabajo es lograr que los estudiantes fijen los contenidos curriculares de teoría de autómatas, gramáticas formales, traducción de lenguajes y compiladores, realizando práctica efectiva de los mismos en simuladores de máquinas abstractas, estudiando el funcionamiento y los programas fuente de los simuladores, permitiendo modificaciones que agreguen nuevas funcionalidades y para optimizar su funcionamiento.

Objetivos Específicos

Cognitivos: lograr profundo conocimiento teórico y práctico, de las técnicas y herramientas conceptuales de la informática teórica, relacionadas con la construcción de compiladores, con el reconocimiento general de patrones, la programación automática desde una especificación formal, la traducción de códigos y los modelos de computación lineal e introducimos a los modelos paralelos.

Académicos: Generar un marco, para la enseñanza-aprendizaje de la informática teórica y propender a la actualización constante de contenidos involucrando a alumnos en el estudio serio y la investigación de temas fundamentales de su carrera.

3. METODOLOGÍA

Para abordar los contenidos de manera de facilitar el aprendizaje de los alumnos, se define la arquitectura y el modelo orientado a objetos vinculado a los simuladores; como también la construcción del sitio Web donde se encuentran disponibles los simuladores para que los alumnos realicen las prácticas; conjuntamente con material teórico, práctico y de evaluación sobre los contenidos de la asignatura.

En los simuladores para autómatas nos enfocamos en los autómatas finitos y los autómatas a pila, que son los de más relevancia en la etapa de análisis dentro de un compilador.

Estos simuladores permiten explorar, pudiendo ingresar y modificar los componentes que los definen, los alfabetos (de entrada, de salida, y de pila) el conjunto de estados, el conjunto de estados finales, el símbolo inicial, y el conjunto de transiciones.

Al poder los alumnos visualizar una aplicación práctica de los contenidos, y poder simular la ejecución de autómatas finitos, con pila, gramáticas formales y su isomorfismo, de manera que ellos mismos evalúen las soluciones a los problemas planteados en las clases prácticas, es de esperar que los conocimientos y habilidades adquiridas, sean realmente significativas y eleven su desempeño en el cursado de Informática Teórica

4. DESARROLLO

Para la realización de este trabajo se utilizó el método científico, con la aplicación de un desarrollo experimental, el cuál comenzó con la recolección del material sobre este temática que se encuentra publicado, continuando con la selección y clasificación del mismo.

Se procedió a la unificación de la nomenclatura y simbología utilizada.

Se estableció la estrategia didáctica para abordar los contenidos de manera de facilitar el aprendizaje de los alumnos incluyendo la estructura del sitio web se incluyen todos los contenidos teóricos, ejercitación práctica y las herramientas de simulación para que los alumnos realicen las prácticas, y la evaluación de sus aprendizajes.

5. PRODUCTOS CONSTRUIDOS

Sitio Web

Donde se puede acceder en forma integrada a todos los contenidos teóricos, conjuntamente con la correspondiente ejercitación práctica con ejercicios resueltos y a resolver por los alumnos. Conjuntamente con los links para acceder a los simuladores y test de evaluación

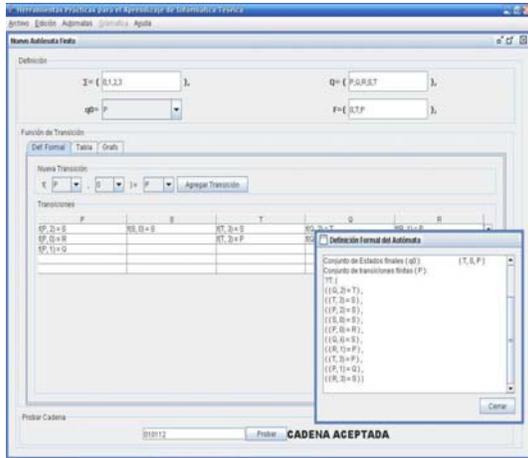
Herramientas de Simulación

Para la ejercitación práctica de los contenidos, se desarrollaron las siguientes herramientas:

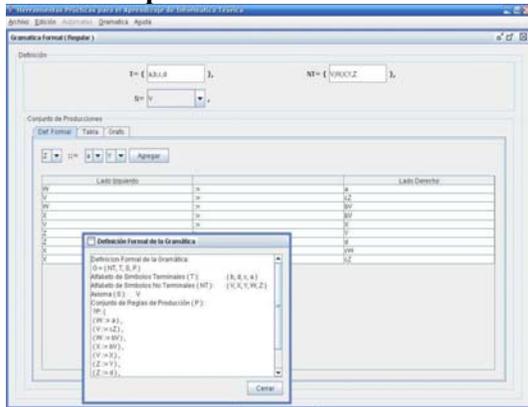
- Generadores de gramáticas formales con la correspondiente ejercitación práctica.
- Simuladores de autómatas finitos, con pila, linealmente acotados y máquina de Turing, para que los alumnos evalúen sus soluciones a los problemas planteados en las clases prácticas.
- Generador de analizadores léxicos a partir de una gramática regular que muestre la generación automática de código desde una especificación formal y las distintas formas de tratar con el no determinismo del autómata finito obtenido: conversión a autómata finito determinista, búsqueda en árboles generados por estados posibles y procesamiento en paralelo de los distintos

caminos deterministas generados por el no determinismo del autómata.

Simulador de Autómatas Finitos



Simulador para Gramáticas Formales



Test de Autoevaluación

Si bien existen un gran cantidad de herramientas para confeccionar cuestionarios de evaluación de aprendizajes (incluidas en plataformas para e-learning, incluso gran cantidad de ellas de software libre), se construyó una herramienta de manera de poder ser integrada al sitio y que cumpliera con funcionalidades adicionales como ser el de poder generar en forma aleatoria el instrumento de evaluación con las siguientes particularidades: Definir cantidad de preguntas por cada unidad temática y sub-

temas a incluir en el cuestionario de evaluación, selección aleatoria de los diferentes enunciados para una misma pregunta, selección aleatoria de opciones correctas e incorrectas dentro de un conjunto de opciones dentro de cada pregunta, cantidad de opciones correctas que puede tener una pregunta y permitir valorizaciones diferenciadas para cada pregunta.

6. IMPACTO DEL TRABAJO

Además de cumplir con los objetivos generales, como es el de facilitar los procesos de enseñanza-aprendizaje de los contenidos de informática teórica, se pretende que las buenas prácticas adquiridas en los primeros momentos de la formación, impacten a futuro en el desarrollo de la industria de software, que en la actualidad es una potencial fuente de ingresos para los desarrollos regionales de una industria intelecto-intensiva como lo es nuestra disciplina.

Todo el conocimiento que se pueda lograr sobre estos temas, contribuye directa o indirectamente al desarrollo tecnológico de software, al desarrollar en nuestros alumnos mejores prácticas en lo que se refiere a la construcción de software, fomentando su utilización, desde los inicios en la formación académica, con la utilización de métodos formales, y la aplicación de técnicas de calidad en la construcción del mismo.

7. RESULTADOS

Estas herramientas, aunque aún en proceso de desarrollo y continuo agregado de nuevas funcionalidades, durante el ciclo 2007 han sido puestas en práctica sobre un conjunto de alumnos, estando disponibles desde un primer momento los contenidos teóricos, ejercitación práctica, las herramientas construidas, y el test de autoevaluación.

Se evidencia que el resultado obtenido ha sido satisfactorios, desde las siguientes

dimensiones de análisis: la primera, que resulta subjetiva ya que no existen parámetros que de medición que la justifiquen, es que se ha reflejado con respecto a ciclos anteriores que los alumnos se encuentran mas motivados al poder verificar con los simuladores sus ejercitaciones, y la segunda que si es verificable, ya que aplicar la misma metodología de evaluación, durante el mismo periodo y sobre idénticos contenidos al efectuar una comparación de los rendimientos académicos con ciclos lectivos anteriores, el promedio de las calificaciones obtenidas por los estudiantes se ha visto incrementado en algo superior a un punto es una escala de diez.

A continuación se muestra tabla en donde se puede establecer los diferentes rendimientos sobre el cursado de la asignatura, en el presente ciclo lectivo (2007) donde se aplicó este recurso didáctico, con otros 4 ciclos anteriores.

Sintaxis y Semántica del Lenguaje – Curso 2K4					
Año	1 PT	1 PP	2 PT	2 PP	Prom. POND.
2007	7,58	7,75	7,70	7,30	7,58
2006	6,92	6,61	6,72	6,00	6,57
2005	6,97	5,76	6,74	7,16	6,65
2004	6,45	5,39	7,64	7,27	6,68
2003	6,15	6,04	6,61	6,43	6,30

8. CONCLUSION

Las herramientas desarrolladas que se encuentran en etapa de prueba , junto con los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura, puesto a disposición de los alumnos en un sitio web, se han comenzado a

utilizar en forma satisfactoria ya que los alumnos han evidenciado aplicación práctica de los contenidos teóricos, han podido verificar los resultados de la ejecución de los prácticos, y han podido autoevaluar sus aprendizajes previamente a la instancia de evaluación.

La prueba piloto realizada durante el 2007 nos permitió detectar correcciones a realizar de manera de introducir los cambios necesarios para facilitar la comprensión por parte de los alumnos.

Para completar la utilización de este conjunto de herramientas, y como futuro trabajo, durante el ciclo lectivo 2008, se realizará una medición adicional, en donde se aplicará los test de evaluaciones como instrumento predictivo, permitiendo detectar tópicos de dificultad de manera de efectuar correcciones en el dictado y producir de esta manera una mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

9. BIBLIOGRAFIA

- [1] J. E. Hopcroft / Rajeev Motwani / Jeffrey D. Ullman (2002), Introducción a la Teoría de Autómatas Lenguajes y Computación, Addison-Wesley P. C.
- [2] J. Glenn. Brookshear (1993), Teoría de la Computación, Addison-Wesley Iberoamericana
- [3] Dean Kelley (1995), Teoría de Autómatas y Lenguajes Formales, Prentice Hall
- [4] P. Isasi / P. Martínez / D. Borrajo (1997), Lenguajes, Gramáticas y Autómatas, Addison-Wesley
- [5] Martin, John C. (1991) Introduction to Languages and the Theory of Computation. Mac. Graw-Hill
- [6] Fernández, G.; Sáez Vacas, F. (1995) Fundamentos de Informática, Lógica, Autómatas, Algoritmos y Lenguajes", Anaya Multimedia, Madrid.

Educación en TICs en asignaturas de informática en la Facultad de Humanidades.

Sonia I. Mariño

Departamento de Ciencias de la Información. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional del Nordeste. Las Heras 727. CP. 3500. Resistencia. Argentina.

Departamento de Informática. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura.

Universidad Nacional del Nordeste. 9 de Julio 1449. CP. 3400. Corrientes. Argentina.

e-mail: simarinio@yahoo.com

RESUMEN

En la Facultad de Humanidades (UNNE) se dictan tres asignaturas orientadas a la transmisión de contenidos fundamentales de informática. Las mismas se abordan en los planes de estudio de las carreras de Licenciatura en Ciencias de la Información, y para los profesorado y licenciaturas en Geografía, Letras, Historia y Ciencias de la Educación.

Los objetivos generales de la asignatura consisten en proporcionar una formación sólida en el manejo de los conceptos fundamentales de las TICs y su aplicación en el futuro desempeño laboral del estudiante, fomentando el adecuado empleo e integración de las principales herramientas ofimáticas. Para lograr aprendizajes significativos, se subraya la importancia de buscar, identificar y solucionar problemas del ámbito profesional y/o académico y se valora la correcta aplicación de las técnicas y herramientas específicas.

Las líneas de trabajo de las asignaturas están orientadas a la difusión y empleo adecuado de los conceptos fundamentales informáticos en los alumnos de cinco carreras humanísticas, favoreciendo un espacio académico de formación continua en los temas abordados en la asignatura, aplicación de las tecnologías de la información y comunicación plasmadas en innovaciones pedagógicas, elaboración de materiales didácticos en diversos formatos e integración de temas abordados en la asignatura con otras disciplinas, otros dominios del conocimiento y/o la práctica profesional. Se propicia la formación de recursos humanos incorporados al plantel docente.

En el trabajo se sintetizan los avances logrados a lo largo de cinco años, los artefactos innovadores de apoyo a los aprendizajes producidos y las líneas de trabajo previstas.

Palabras clave: educación superior, ingresantes, TICs

1. INTRODUCCIÓN

La Universidad Nacional del Nordeste sostiene que la renovación de la enseñanza y el aprendizaje en el campo de la educación superior es esencial para elevar su pertinencia y calidad. Esta renovación impone la necesidad de introducir programas que desarrollen la capacidad intelectual de los estudiantes; mejorar el contenido multidisciplinario e interdisciplinario de los estudios; utilizar métodos de enseñanza que hagan más eficaz la experiencia del aprendizaje; orientar hacia la autogestión del conocimiento; aprovechar los rápidos avances que experimentan las tecnologías informáticas y comunicacionales (UNNE, 2006).

Coincidiendo con lo expresado por Barberis et al. (2007) los conocimientos computacionales son transversales a todas las disciplinas y constituyen un requisito básico, en el mercado laboral actual. Informática Básica, Introducción a la Computación y Elementos de Computación son tres asignaturas que abordan contenidos informáticos fundamentales en la Facultad de Humanidades (UNNE). La primera de ellas forma parte del plan de estudio de la carrera Licenciatura en Ciencias

de la Información, la segunda del Profesorado y Licenciatura en Geografía, mientras que la tercera abarca los siguientes profesorado y licenciaturas: Letras, Historia y Ciencias de la Educación.

Las mencionadas asignaturas se desarrollan en el primer cuatrimestre del primer año, detectándose que los conocimientos previos de los alumnos ingresantes en estos saberes son muy variados.

Perez Lindo et al. (2005) comentan que la transformación de la Educación Superior implica un nuevo paradigma socio-cognitivo, aprendizaje permanente, integración adecuada de contenidos y métodos, desarrollo sistémico de estrategias cognitivas y metacognitivas, desarrollo de un razonamiento lógico, reorientación espacio-temporal, nuevo estilo de comunicación y socialización. Se sintetiza como objetivo general de las asignaturas proporcionar una formación sólida en el manejo de los conceptos fundamentales de las TICs y su aplicación en el futuro desempeño laboral fomentando el adecuado empleo e integración de las principales herramientas ofimáticas. Para lograr aprendizajes significativos, se subraya la importancia de buscar, identificar y solucionar problemas del ámbito profesional y/o académico y se valora la correcta aplicación de las técnicas y herramientas específicas.

El objetivo general se logra mediante la realización de los siguientes objetivos específicos, esperando que los alumnos: i) Obtengan los básicos conocimientos referentes al uso adecuado de la computadora. ii) Adquieran los conceptos relacionados con la informática y empleen correctamente la terminología específica. iii) Identifiquen las utilidades de cada una de las herramientas presentadas. iv) Adquieran los procedimientos básicos para solucionar problemas y las prácticas más apropiadas. v) Selecciones el tipo de herramienta ofimática adecuada a los requerimientos y orientada a solucionar el problema planteado. vi) Desarrollen una actitud crítica y reflexiva de los contenidos abordados. vii) Alcanzen la habilidad en el manejo de las principales herramientas informáticas. viii) Identifiquen las similitudes y diferencias de las herramientas informáticas. ix) Apliquen los temas abordados a las situaciones tratadas en otras asignaturas y/o en el desempeño laboral. x) Adquieran destrezas en el manejo de las funciones proporcionadas por las herramientas informáticas y en su integración para elaborar presentaciones digitales de calidad.

Las planificaciones y estrategias didácticas para el desarrollo de las asignaturas se definieron atendiendo a dos aspectos. Por una parte la frecuente deserción y desgranamiento producida en los primeros años de la mayoría de las carreras universitarias (Casas y Vanoli, 2007). Por otra parte, el elevado número de alumnos inscriptos al inicio de cada ciclo lectivo y a los diferentes niveles cognitivos en referencia a saberes y destrezas informáticas previas. Por lo expuesto y con el fin de lograr aprendizajes significativos, el desarrollo de la asignatura se concreta mediante: clases teóricas-prácticas, focalizadas en la constante integración de los contenidos, clases de laboratorio empleando la modalidad “frente a la máquina”, elaboración y difusión de materiales didácticos complementarios al proceso de enseñanza-aprendizaje.

En las tablas 1 y 2 se ilustran el número de alumnos inscriptos entre los años 2003 al 2007, discriminados por asignaturas y carreras.

Este trabajo se compone de las siguientes secciones, en la primera se sintetiza el contexto en el cual se desarrollan las asignaturas. En la segunda los resultados preliminares alcanzados, la tercera sección sintetiza la relevancia de la formación de recursos humanos y finalmente, se comentan algunas conclusiones y futuras líneas de trabajo.

Tabla 1. Alumnos inscriptos según asignaturas

	Informática Básica	Introducción a la Computación	Elementos de Computación
2003	221	146	579
2004	91	89	587
2005	91	95	610
2006	83	62	489
2007	96	78	380

Tabla 2. Alumnos inscriptos según carreras.

	Cs. de la Información	Geografía	Letras	Cs. de la Educación	Historia
2003	221	146	60	369	150
2004	91	89	88	356	143
2005	91	95	121	322	167
2006	83	62	81	250	158
2007	96	78	40	206	134

2. AVANCES

Las líneas de trabajo están orientadas a la difusión y empleo adecuado de las principales herramientas que ofrecen las TICs en los alumnos de cinco carreras humanísticas, favoreciendo un espacio académico de formación continua en los temas abordados en la asignatura, aplicación de las tecnologías de la información y comunicación plasmadas en innovaciones pedagógicas, elaboración de materiales didácticos en diversos formatos e integración de temas abordados en la asignatura con otras disciplinas, otros dominios del conocimiento y/o la práctica profesional.

En esta sección se sintetizan los avances logrados desde el año 2003 a la fecha en el desarrollo de las tres cátedras mencionadas. Uno de los grandes logros es la coordinación de horarios con otras asignaturas del mismo nivel de las cinco carreras mencionadas, atendiendo a facilitar la movilidad de los estudiantes hasta la Unidad Académica y la concentración y no superposición de horarios.

Los docentes de la cátedra integran proyectos de investigación y desarrollo y proyectos de extensión. Los trabajos se plasman en la construcción de herramientas complementarias para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, plasmados en la redacción de materiales didácticos e innovaciones pedagógicas.

2.1. Producción de **materiales didácticos**. Desde el año 2002, se diseñan y elaboran materiales didácticos empleados como recursos en el dictado de las asignaturas. Estos materiales son sometidos a una constante evaluación por parte del plantel docente y de los alumnos (aplicando muestreos) con el objeto de que la información de retroalimentación permita mejorar el empleo de los mismos como recursos complementarios. Los materiales didácticos de apoyo a la asignatura, consisten en los denominados documentos de cátedras, en guías impresas y material didáctico interactivo.

2.2. Introducción de **innovaciones pedagógicas**. Se diseñó y construyó un entorno virtual favorecedor de los temas abordados en el dictado de las clases teóricas-prácticas y de las clases de trabajos prácticos de laboratorio. En tres cohortes (2004-2006), se validó el funcionamiento y la accesibilidad de un módulo del mismo en los alumnos de la carrera Licenciatura en Ciencias de la Información. Asimismo, se construyen simuladores para demostrar el funcionamiento de las

principales funcionalidades de las herramientas tratadas en clases, que serán validadas en el actual ciclo lectivo. Existe una tendencia de la educación virtual no presencial, plasmada en diferentes modalidades que reciben distintas denominaciones. Relevados aspectos fundamentales de los ingresantes se determinó que la modalidad más óptima es la denominada *b-learning*.

Asimismo, se llevan a cabo numerosas acciones de difusión para lograr el uso adecuado de los entornos virtuales, a fin de asegurar que los estudiantes conozcan las características y posibilidades brindadas por estas herramientas con el propósito de acrecentar y/o afianzar sus conocimientos.

2.3. A partir del año 2005 se integran **proyectos de extensión** acreditados en el marco del Programa de Extensión “La Universidad en el Medio” de la UNNE. Se evalúan alternativas para las transferencias de productos generados en el ámbito de la asignatura a otros espacios de acción.

2.4. Se propicia la **formación de recursos humanos**, mediante la ejecución de actividades desempeñadas por el personal docente de la cátedra, adscriptos, becarios, alumnos avanzados de otras carreras, interesados en iniciarse en la docencia, investigación y/o extensión.

2.5. Acciones de **investigación aplicada, desarrollo y transferencia**. Esta línea de trabajo se concreta en:

- Identificación de situaciones profesionales factibles de resolver empelando herramientas y técnicas proporcionadas por los recursos ofimáticos.
- Selección de temas tratados en otras cátedras y la factibilidad de aplicar herramientas informáticas para su tratamiento digital.
- Selección de herramientas informáticas para la construcción de un entorno integral de gestión de recursos orientados a los alumnos.
- Elaboración de un repositorio digital de problemas y sus correspondientes soluciones aplicando las TICs en el futuro desempeño profesional de los estudiantes.

3. RECURSOS HUMANOS

En la UNNE existe preocupación y concepción compartida sobre la necesidad de diseñar de estrategias para el mejoramiento de la calidad educativa en los primeros años de las carreras (UNNE, 2007). Un punto fundamental es propiciar la formación y activa participación de los recursos humanos incorporados al plantel docente. A continuación se mencionan las actividades en ejecución:

- Seleccionar temas de interés y participar en la organización de talleres y seminario de temas de informática básica en el ámbito de eventos organizados por los departamentos de la Facultad.
- Participar en la organización y dictado de cursos destinados a organizaciones de la región, Desde el año 2005, integrantes de la cátedra participan en el Programa de Extensión “La Universidad en el Medio” y en otras actividades de esta índole.
- Incorporar adscriptos alumnos y graduados, pasantes y/o becarios de prestación de servicios.
- Generar un ámbito de investigación aplicada, transferencia y/o extensión, incorporando en las actividades a los integrantes de la asignatura.
- Aplicar total o parcialmente, como recursos innovadores y complementarios del proceso de enseñanza-aprendizaje, dos productos desarrollados como Trabajos Finales de Aplicación de las carreras Licenciatura en Sistemas (FACENA - UNNE), se emplean,
- Incentivar el empleo adecuado de las herramientas informáticas en los alumnos que cursan las asignaturas, mediante la búsqueda y resolución de casos o situaciones de futura práctica profesional.

4. CONCLUSIONES

Se propicia un ámbito de formación continua en temas específicos de la asignatura, aplicación de las tecnologías de la información y comunicación plasmadas en innovaciones pedagógicas - alternativas complementarias para acompañar el proceso de enseñanza-aprendizaje, elaboración de materiales didácticos en diversos formatos e integración de las temáticas objeto de estudio de la asignatura con otras áreas del conocimiento, enfatizando la formación profesional acorde a los nuevos tiempos.

La síntesis de actividades mencionadas en la sección formación de recursos humanos de este trabajo, permite visualizar las acciones de vinculación concretadas con otras cátedras, departamentos y unidades académicas. Asimismo, los avances en tecnologías de información y comunicación promoverán el desarrollo de nuevos trabajos finales de aplicación, cuyos productos serán aplicados en las mencionadas cátedras.

REFERENCIAS

- Barberis, J. G., Bombelli, E. C. y Roitman, G. G. 2007. "Uso pedagógico del video digital en la Educación Superior. Casos de estudio". EDUTEC 2007. Bs. As. Argentina.
- Casas, S. y Vanoli, V. 2007. "Programación y Algoritmos: Análisis y Evaluación de Cursos Introdutorias". Anales del IX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación.
- Pérez Lindo A., Ruiz Moreno, L. Varela, C., Grosso, F., Camós, C., Trottini, A. M., Burke, M. L. y Darin, S. 2005. "Gestión del conocimiento. Un nuevo enfoque aplicable a las organizaciones y la universidad". Grupo Editorial Norma. Bs. As.
- UNNE. Rectorado Universidad Nacional del Nordeste. 2006. "Bases para el plan estratégico de desarrollo institucional".
- UNNE. Rectorado Universidad Nacional del Nordeste. 2007. "La agenda de políticas institucionales hacia 2010". Documento final, UNNE. III Reunión Institucional.

Aplicación de TIC para el desarrollo de capacidades institucionales de gestión de Comunidades Rurales de la Patagonia Argentina

Zulema Beatriz Rosanigo, brozanigo@infovia.com.ar, Facultad de Ingeniería.
Marta Isabel Dans, mdans@cpsarg.com, Facultad de Ciencias Económicas.
Mabel Alvarez, mablop@speedy.com.ar, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco – Sede Trelew
Belgrano y Rawson – Trelew – Chubut – TE-FAX: 02965 420549

Resumen

En este proyecto de investigación se suman las sinergias de tres grupos de investigación de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco de Argentina y de la Universidad Nacional de Educación a Distancia de España, aportando cada uno sus conocimientos y experiencias para potenciar el uso de las TIC en Comunidades Rurales de la Patagonia Argentina y contribuir así a optimizar las capacidades institucionales de gestión de las mismas.

Palabras claves

Repositorio – Objetos de Aprendizaje – Plataformas educativas – Aprendizaje colaborativo

Introducción

Estamos ante una nueva sociedad donde la calidad, la gestión y la velocidad de acceso a la información se convierten en factores claves para el crecimiento. Tener disponibilidad de información, construir y compartir conocimientos colaborativamente, constituyen metas alcanzables aún en lugares alejados de los centros urbanos.

Aprovechando la experiencia en TIC de tres grupos de investigación de distintas Facultades de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB) y la oportunidad de contribuir al desarrollo de comunidades rurales, en la convocatoria que concluyó en septiembre de 2007 de la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI), fue posible integrar una Unidad Ejecutora entre la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) de España y miembros de los tres grupos de investigación de la UNPSJB, encuadrada en los alcances temáticos de la convocatoria. El proyecto presentado se denomina: “Aplicación de TIC para el desarrollo de capacidades institucionales de gestión de Comunidades Rurales de la Patagonia Argentina”, siendo comunicada la aprobación del mismo en diciembre de 2007.

La experiencia recogida por los grupos de investigación en forma independiente y potenciada por la interacción entre sus integrantes, sumada al objetivo de continuar fortaleciendo la actividad interna de la Universidad por una parte y de contribuir al desarrollo social fuera del ámbito universitario por otra, ha motivado la presentación de este proyecto conjunto de investigación que trasciende los límites del ámbito académico.

Antecedentes

El área de estudio del proyecto corresponde a Comunas Rurales (CR), que son pequeñas poblaciones de menos de 1.000 habitantes cada una. Las mismas distribuidas en un extenso territorio, a los que el rigor del clima y las grandes distancias y limitaciones de acceso, generan una situación de frecuentes aislamientos en invierno. En este contexto la comunicación ha sido una barrera importante para el desarrollo de estas poblaciones y para la calidad de vida de sus habitantes.

Todas las CR con las que trabajaremos cuentan con al menos un ordenador, y en varios casos un grupo de computadoras en red. Además poseen enlace satelital a Internet, básicamente en el Edificio Comunal, Escuela, Policía y Juzgado de Paz, y han tenido una alfabetización básica en el uso de estas tecnologías.

A partir de la conectividad provista, se puede contribuir a mejorar la gestión local de las comunas si se sistematizan los principales procesos de rutina, se las provee de información para llevar adelante sus tareas y se capacita al personal, abriéndole un significativo mundo de posibilidades en el ámbito de la utilización de las TIC.

El proyecto cuenta con el aval explícito de las Universidades que están a cargo de la investigación.

Para la ejecución del mismo se cuenta por una parte con la aportación de los investigadores de la UNED, con basta experiencia en la temática y sus aplicaciones concretas a ámbitos académicos, gubernamentales y sociales de diversos países.

En cuanto a la contraparte de la UNPSJB, la suma de las experiencias comunes de los tres grupos por una parte y de sus experiencias distintivas por otra, posibilitará una contribución significativa al nuevo emprendimiento.

El grupo de integrantes de la UNPSJB cuenta con los siguientes proyectos de investigación que se relacionan con el tema desde lo educativo, desde la gestión del conocimiento y desde el aspecto territorial:

- “Hacia un repositorio de objetos de aprendizaje”, aprobado por Ciencia y Técnica, PI 628 Resolución 19/07 de la UNPSJB. Período de ejecución 1 de mayo de 2007 al 30 de abril de 2010.
- “Plataforma de e_Learning sobre Geoinformación”, PI 605 Resolución de la UNPSJB. Período de ejecución 1 de enero de 2006 a 31 de diciembre de 2008.
- “Entorno Virtual Educativo para cursos de Educación a Distancia”, PI 10/B020 Resolución de la UNPSJB. 2006-2007

Objetivos

Los objetivos del proyecto son:

- Fomentar la cooperación universitaria Patagonia – Madrid en cuestiones relacionadas con TIC para usos gubernamentales, sociales y educativos.
- Potenciar el uso de las TIC disponibles para optimizar la gestión de las CR.
- Brindar espacios donde las CR encuentren información de procesos comunes y respuestas a sus mismas dudas y problemas.
- Promover el trabajo y aprendizaje colaborativo de todos los actores y beneficiarios de este proyecto.
- Propender a una adecuada gestión del conocimiento y de la información.

Principales actividades

Para alcanzar los objetivos anteriormente mencionados se plantean las siguientes actividades:

1. Identificar los procesos prioritarios de sistematización para mejorar la capacidad de gestión de las CR.
2. Explorar herramientas de software libre que puedan ser aplicadas para el fortalecimiento de la capacidad de gestión de las CR.
3. Diseñar e implementar una plataforma que incluya un repositorio de información complementado con objetos de aprendizaje, y un espacio para noticias, foros, e información en general.
4. Capacitar al usuario mediante cursos e-learning que enseñan a utilizar el repositorio de información (búsqueda, creación y utilización de objetos).
5. Poner a disposición de las CR la plataforma diseñada, y progresivamente de forma sistematizada, los datos, documentos y recursos.
6. Presentar y publicar los avances y los logros de este proyecto de investigación en diferentes eventos científicos, en medios especializados, Web y revistas digitales en general.

Avances

El proyecto se encuentra en etapa de ejecución desde enero de 2008. Las primeras tareas han sido:

- Relevamiento interno en la institución que coordina y acompaña el desarrollo de las CR, tanto en lo que compete a recursos humanos como en los procesos vigentes.

- Experiencia piloto de sistematización de procesos de gestión simple utilizando una Intranet.
- Relevamiento de recursos humanos de las CR incluidas en el proyecto.
- Tareas iniciales de difusión del proyecto.
- Análisis de alternativas tecnológicas para la implementación del repositorio.
- Pre selección de temas sobre los que se prepararán cursos de e-learning

Consideraciones Finales

La puesta en marcha del repositorio aplicado a una realidad concreta, generará una experiencia exportable a otros gobiernos locales, puesto que la situación de las CR seleccionadas, responde a una realidad existente también en otros lugares del país y en otros países de Iberoamérica.

La participación de la UNED y de la UNPSJB en casos concretos como lo son las CR, se considera un aspecto vital por la aplicación directa de las investigaciones de las universidades a situaciones específicas del sector público, donde los resultados puedan transferirse a sus beneficiarios directos.

La participación en este proyecto, permitirá a los grupos de la UNPSJB ganar experiencia en el trabajo conjunto, con miras al fortalecimiento en la aplicación de TIC tanto en el ámbito académico de la UNPSJB como en su proyección al sector público.

La formación de recursos humanos tanto del ámbito académico como de los beneficiarios del proyecto ha sido considerado como un aspecto relevante del mismo.

La difusión sobre los resultados intermedios y finales del proyecto y las experiencias logradas, realizada por la red constituida por las universidades participantes y las entidades beneficiarias, ya sea tanto en forma directa como a través de las TIC, se plantea como un complemento clave en este proyecto.

Bibliografía

Aguaded Gómez, J.I., Cabero Almenara, J. (2002) “Educar en Red. Internet como recurso para la educación”. Málaga. Ediciones Aljibe.

Alonso, C. M., Gallego Gil, D.J. (2000) “Aprendizaje y Ordenador”. Madrid: Dykinson.

APROA (2005) “Aprendiendo con Repositorio de Objetos de Aprendizaje.” El proyecto Aproa es liderado por la Universidad de Chile, con el apoyo de Instituciones Ejecutoras y Contrapartes. Disponible en: <http://www.aproa.cl/1116/propertyvalue-5538.html> [consultado: 14-09-2007].

Área Moreira, M. (2004) “Los Medios y las Tecnologías en la Educación”. Madrid, Ediciones Pirámide.

Área Moreira, M. (2005) “La Educación en el Laberinto Tecnológico”. Barcelona, Ediciones Octaedro S.L.

Boyle, T.; Cook, J. (2003) “Learning Objects, Pedagogy and Reuse”, capítulo en Seale, Jane K. (Ed.), Learning Technology in Transition: From Individual Enthusiasm to

- Institutional Implementation. Disponible en: <http://www.elearning-reviews.org/topics/2003-seale-learning-technology-transition> [consultado: 14-09-2007].
- Mc Millan, J. H., Schumacher S. (2005). “Investigación educativa”. Madrid Pearson Educación.
- Mir, J.I., Reparaz Ch., Sobrino A. (2003). “La formación en Internet”. Madrid Ariel Educación.
- Moreno F., Baily –Baillièrè M. (2002) “Diseño instructivo de la formación on – line.” Barcelona, Ariel Educación,
- Rodríguez Artacho M. (2000) “Una arquitectura cognitiva para el diseño de entornos telemáticos de enseñanza y aprendizaje” - Tesis doctoral Universidad Nacional de Educación a Distancia - Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales.
- Smith Nash, S. (2005) “Learning Objects, Learning Object Repositories, and Learning Theory: Preliminary Best Practices for Online Courses” Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects Volume 1, 2005. Disponible en: <http://ijklo.org/Volume1/v1p217-228Nash.pdf>, [consultado: 14-09-2007].
- Wiley, D. A.(2002). “Learning Objects”. En Kovalchick & Dawson (Eds.). “Educational Technology. An Encyclopedia”. Santa Bárbara: ABC-CLIO. Disponible en: <http://opencontent.org/docs/encyc.pdf> [consultado: 14-09-2007].

ESTRATEGIA DE GESTIÓN INTRAINSTITUCIONAL PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DE LA FORMACIÓN DOCENTE DE CARRERAS DE LA UNSE: UN PROYECTO DE COOPERACIÓN INTEGRANDO LAS TIC

Figuroa Saritha G., Cordero Ricardo D., Velazquez Isabel

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías (FCEyT)

Universidad Nacional de Santiago del Estero

Avenida Belgrano (s) 1912 – TE 0385-4509560. Fax 0385-4509560.

E-mail: sarithaf@unse.edu.ar – rcordero@unse.edu.ar - kereyes@unse.edu.ar

RESUMEN

La Formación Docente es una variable fundamental a considerar en la mejora de la calidad de la educación. Los Profesorados Universitarios y especialmente el Profesorado en Informática de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE) asumen el desafío de la capacitación de los agentes educativos en la integración de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) en la educación.

Esta carrera, incluye en el tramo final del Plan de Estudios la asignatura: Residencia cuyo objeto de estudio es la práctica educativa en contextos reales.

Ahora bien, las TIC pasaron a formar parte de toda organización, y en cuanto a la educación, han transformado las formas y modos en que se genera, gestiona y difunde la información y el conocimiento. La formación docente no es ajena a esta circunstancia, por lo cual en diferentes asignaturas de la carrera se incluyen temáticas en torno a TIC y se están incorporando paulatinamente prácticas en el marco de Residencia.

En nuestro ámbito universitario existen inconvenientes para encontrar espacios reales en los cuales los alumnos de Residencia puedan realizar experiencias concretas en nuevos ambientes de enseñanza - aprendizaje basados en TIC, lo cual genera una limitación en la formación de competencias.

Dentro del mismo marco institucional, funciona una Unidad Académica denominada, Escuela para la Innovación Educativa que ofrece carreras de complementación curricular y carreras cortas, además está ampliando su oferta académica y las modalidades de dictado de sus carreras. En este sentido inició la implementación de un campus virtual sobre el soporte de la plataforma Moodle, para implementar cursos a distancia y complementar los cursos presenciales con instancias no presenciales, por lo cual necesita fortalecerse para integrar eficientemente las TIC como herramientas didácticas que permitan mejorar la calidad de los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

En este trabajo se presenta un proyecto de cooperación que integra las TIC como estrategia de gestión intrainstitucional para la mejora de la calidad de la formación docente de carreras de la UNSE diseñado y desarrollado a partir de la problemática local.

Palabras Claves: formación docente – e-learning – TIC – Innovación educativa

1. INTRODUCCIÓN

La institución universitaria experimenta continuamente cambios derivados de la complejidad propia de la universidad y de un contexto cambiante, incierto, turbulento y de crisis.

Los sistemas educativos formales e informales, se encuentran transversalizados por un proceso continuo de cambios multidimensionales, en él que las innovaciones tecnológicas y, específicamente, el desarrollo de las TIC juegan un papel importante. Sin embargo, es necesario destacar que no todo cambia con el uso de nuevas tecnologías. Existen espacios sociales y culturales que han incorporado innovaciones tecnológicas en sus procesos comunicativos y educativos sin que necesariamente se transformen en entornos formativos diferentes a lo que eran antes de usarlos. Tampoco se puede decir que nada cambia, la revolución tecnológica ha generado modificaciones en diversas actividades de los campos de la economía, la política y la cultura [6].

Los nuevos entornos de aprendizajes a través de la red generan comunidades educativas que construyen el conocimiento de forma colaborativa. La formación del docente es esencial para conseguir crear una enseñanza de calidad a través de las comunidades de aprendizaje en red. Para lo es necesario establecer procesos de reflexión e investigación sobre la alfabetización tecnológica de los docentes virtuales para favorecer nuevos procesos formativos generadores de una enseñanza virtual y real. El nuevo modelo educativo que se define mediante la utilización de las TIC en la educación estará fundamentando por los objetivos, la metodología, las estrategias y los recursos pedagógicos que se utilicen no por la plataforma o los medios tecnológicos utilizados [5].

Sangrà y González Sanmamed destacan al docente como clave en el proceso de incorporación de las TIC a la enseñanza indicando que *“El renacimiento de las comunidades de aprendizaje... facilitara que la acción docente vuelva a ser el núcleo metodológico y organizativo de la integración de las TIC en las universidades. El rol del docente se transforma convirtiéndose en dinamizador, facilitador, orientador... Pero en todos los casos como un elemento fundamental e imprescindible”* [8].

Los docentes en general y el profesor en informática en particular desempeñaran nuevos roles: diseñadores de contenidos de nuevos contextos formativos, facilitadores del aprendizaje, orientadores, guías, motivadores, dinamizadores, moderadores, tutores virtuales, evaluadores, etc.

En este contexto se desempeñará el profesor en Informática, por lo tanto necesita adquirir competencias profesionales que se *diversifican entre los planos de la organización y la administración de políticas, proyectos y propuestas de política educativa*. Afrontar la problemática de la educación actual no como un problema técnico, sino como un problema social exige reflexión, juicio y deliberación.

2. PLANTEO DEL PROBLEMA

El espacio curricular de Residencia recibe el aporte de todas las asignaturas que integran el plan de estudios de la carrera, de ellas se nutre y son las que le dan un marco conceptual de desarrollo. Constituyen el punto de apoyo sobre el cual el profesional docente irá construyendo su propio marco conceptual, que le permitirá, en ese nuevo rol tomar decisiones con sentido y responsabilidad en los procesos educativos. Se trata de una instancia apropiada para que el alumno ponga en funcionamiento los aprendizajes logrados y fortalezca competencias vinculadas al rol docente [2] [3] [4] [7]. Constituye el ámbito privilegiado para la relación de contenidos disciplinares, la integración teoría-práctica, la formación general y la formación especializada. En este espacio los alumnos desarrollan prácticas pedagógicas en los distintos niveles del Sistema Educativo.

Actualmente en diferentes asignaturas de la carrera se incluyen temáticas en torno a TIC y se están incorporando paulatinamente prácticas en el ámbito de Residencia a fin de posibilitar que el futuro profesional adquiera no sólo destrezas en cuanto al manejo técnico de las TIC, sino fundamentalmente realice sus primeras experiencias concretas en nuevos entornos e incorpore de manera reflexiva su uso en propuestas pedagógico – didácticas superadoras.

En nuestro medio el empleo de entornos de aprendizaje basados en TIC no está suficientemente difundido o al alcance de toda la comunidad educativa, esto genera inconvenientes al momento de encontrar espacios reales en los cuales los alumnos de Residencia puedan realizar experiencias concretas en nuevos ambientes de enseñanza – aprendizaje basados en TIC. En general los alumnos realizaban actividades como exploración de distintas plataformas de e-learning, análisis de sus características, ventajas, desventajas, posibilidades de incorporación, a modo de prueba utilizando “demos” disponibles de algunas plataformas.

Dentro del mismo marco institucional desarrolla su actividad la Escuela para la Innovación Educativa (EIE). Su misión es promover la formación y perfeccionamiento de Recursos Humanos para el Sistema Educativo, consolidar y desarrollar una oferta de servicios para el mejoramiento continuo de la educación en la Provincia de Santiago del Estero y el resto del país. Se pretende generar un espacio de reflexión y propuestas de desarrollo que apoyen la transformación educativa considerando la Universidad Nacional de Santiago del Estero como polo de innovación educativa (Figura 1).

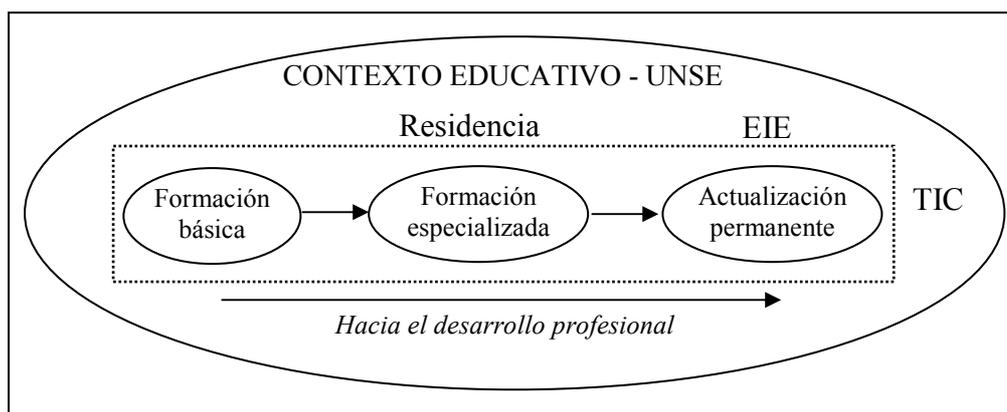


Fig. 1. Esquema de desarrollo profesional de Residencia

Actualmente la EIE está ampliando su oferta educativa y las modalidades de dictado de sus carreras. Posee sedes en distintos puntos geográficos dentro y fuera de la provincia (Salta, Jujuy, La Rioja, Córdoba y Chubut), por lo cual se generó en dicha unidad académica la necesidad de emplear las TIC como apoyo y soporte para los distintos espacios curriculares. Esto permite implementar cursos a distancia y complementar los cursos presenciales con instancias no presenciales.

Los alumnos destinatarios de la EIE poseen una amplia variedad de características, edad, ubicación geográfica, formación previa, disponibilidad de tiempo, etc. por lo que el empleo de entornos de e-learning podría tener ventajas importantes, por ejemplo cierta independencia respecto de la ubicación física, la autogestión del tiempo, mayor independencia y autonomía, posibilita disponer de recursos didácticos constantemente actualizados, en gran variedad de formatos, facilita la comunicación bidireccional de los alumnos, tanto con sus profesores como con sus pares, etc.

La EIE decidió crear su campus virtual en base a la plataforma Moodle [1], ya que éste es un entorno de trabajo colaborativo y promueve una pedagogía constructivista social (colaboración, actividades, reflexión crítica, etc.), su arquitectura y las herramientas son apropiadas para clases en

línea, así como también para complementar el aprendizaje presencial, ofrece una interfaz de navegador de tecnología sencilla, ligera y compatible. Este sistema de gestión de cursos ayuda a los educadores a crear comunidades de aprendizaje en red [4]. Se brindó capacitación a los docentes sobre el uso de este entorno virtual, sin embargo, se observa un bajo nivel de implementación de espacios curriculares por parte de los docentes. Algunos de los inconvenientes están relacionados a la diversidad del cuerpo docente, en cuanto a especialidades, usos de las TIC, disponibilidad horaria, motivación personal, etc.

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

A partir del análisis de la situación planteada, tanto la necesidad de la carrera Profesorado en Informática de incluir en la práctica profesional de sus alumnos espacios concretos de intervención basados en las TIC, como la de la EIE de emplear eficientemente las TIC como herramientas didácticas que le permitan ampliar y mejorar la calidad de su oferta educativa, surgió el diseño de un proyecto de colaboración mutua que posibilitó el desarrollo de experiencias de aprendizaje en red y el surgimiento de una comunidad de aprendizaje en línea.

El diseño y ejecución del proyecto implicó el desarrollo de las siguientes actividades que se muestran en la figura 2

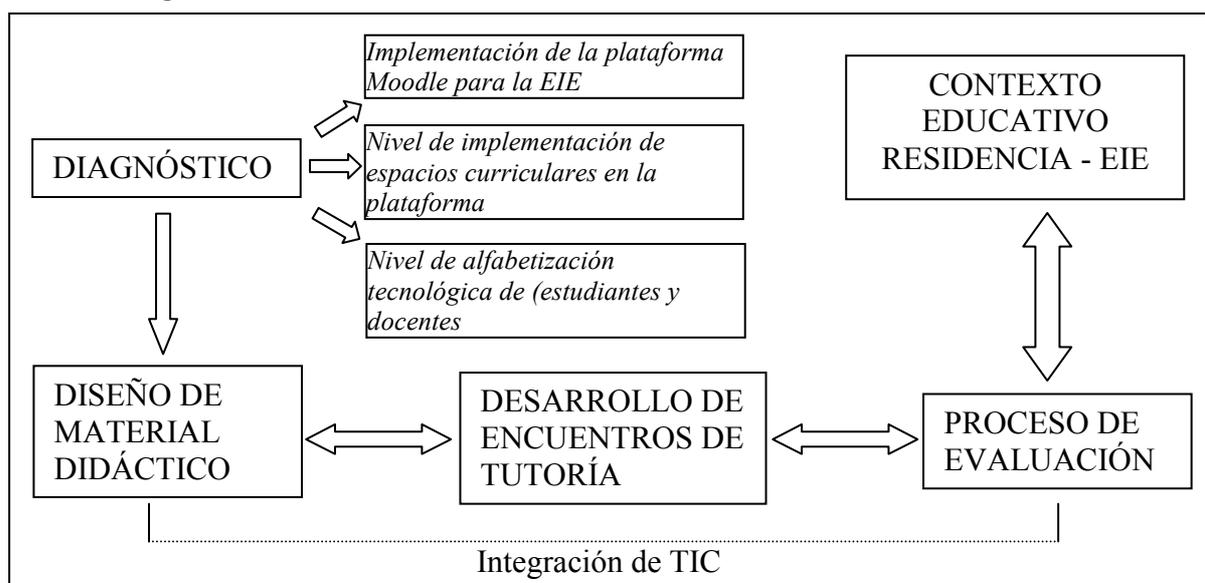


Fig 2. Esquema del proyecto de cooperación EIE – Residencia

4. RESULTADOS DE LA EXPERIENCIA

La realización del presente proyecto generó una experiencia positiva para ambas partes, los docentes de la EIE fueron respaldados y asistidos por estudiantes avanzados, con sólida formación pedagógica e informática, ya que se encuentran en el tramo final de su carrera. A su vez los residentes del Profesorado en Informática encontraron un espacio concreto para poner en práctica los conocimientos adquiridos y la posibilidad de enfrentar nuevos desafíos que les resultarán sumamente importantes para afrontar su futuro profesional.

5. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

El reto para las nuevas organizaciones educativas se encuentra no sólo en las condiciones materiales, sino además en la configuración de un nuevo perfil de universidad como una organización inteligente, vinculada en lo interno y lo externo, en el encuentro de actores educativos que orientan los procesos de aprendizaje sobre la base de la problematización de los diversos entornos. Ello supone, entre otras cosas, de una formación de equipos docentes promotores de la creación de ambientes propicios para el aprendizaje en comunidad, donde se incorporen el contexto local y global, a través de diversos medios, entre los cuales tiene un papel relevante el uso de las TIC.

A partir de este trabajo pueden surgir nuevas posibilidades de colaboración entre unidades académicas, como por ejemplo la implementación de pasantías, cursos y otras actividades académicas y de extensión.

6. REFERENCIAS

- [1] DOUGIAMAS, M. Moodle: open-source software for producing internet-based courses. 2001. Disponible online via <http://moodle.com/> y <http://moodle.org>
- [2] Ley de Educación Nacional N° 26.206
- [3] Lineamientos nacionales para la formación docente continua y el desarrollo profesional. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Instituto Nacional de Formación Docente. Area: Desarrollo profesional docente. Res. CFE N° 30/07 Anexo II
- [4] NÚÑEZ Violeta. Los nuevos sentidos de la tarea de enseñar. Más allá de la dicotomía “enseñar vs. Asistir”. Revista Iberoamericana de Educación. Número 33. 2003. ISSN: 1681-5653
- [5] ORTEGA SÁNCHEZ, Isabel: El tutor virtual: aportaciones a los nuevos entornos de aprendizaje. GARCÍA CARRASCO, Joaquín & SEOANE PARDO, Antón M (Coords.) Tutoría virtual y e-moderación en red. Revista Electrónica Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información. Vol. 8, n° 2. Universidad de Salamanca. 2007. ISSN 1138-9737
- [6] OLLIVER, Bruno. Internet, multimedios ¿Qué cambia en realidad? ILCE. 2001
- [7] PERRENOUD, Philippe. La formación de los docentes en el siglo XXI. Revista de Tecnología Educativa (Santiago - Chile), XIV, n° 3, pp. 503-523. 2001
- [8] SANGRÀ, A. y GONZÁLEZ SANMAMED, M. “Implicaciones metodológicas y organizativas de la integración de las TICs en la Universidad”. En ONLINE EDUCA BARCELONA: 3ª Conferencia Internacional de la Educación Basada en las Tecnologías. Barcelona: UOC. 2003
- [9] ZAÑARTU CORREA, Luz María. Aprendizaje colaborativo: una nueva forma de Diálogo Interpersonal y en Red. Revista Digital de Educación y Nuevas Tecnologías: Contexto Educativo N° 28 Año V. 2000

Repositorios y Objetos de Aprendizaje

Zulema B. Rosanigo¹, Marta Saenz Lopez², Alicia Paur³,
Pedro Bramati⁴, Gloria Bianchi⁵, Ester Livigni⁶

Facultad de Ingeniería – Sede Trelew – U.N.P.S.J.B. – Te-Fax (02965) 428402

Resumen

En este artículo se presentan los objetivos, temas de investigación y resultados obtenidos y esperados del proyecto de investigación “Hacia un repositorio de Objetos de Aprendizaje” aprobado por Res. 203/07 de la UNPSJB.

Palabras Claves

Repositorio – Objetos de Aprendizaje - Plataformas de gestión de contenidos.

Introducción

Es necesario que la educación se apoye en el trabajo cooperativo y el intercambio de experiencias, la reflexión sobre la práctica y la búsqueda de nuevas propuestas organizativas y metodológicas apoyadas en TIC, que potencien la profesionalización docente y el autoaprendizaje del alumno.

Esto conlleva el cambio de la configuración del proceso didáctico y metodológico, donde tradicionalmente el centro es el docente, quien concentra el conocimiento y lo expone, a modelos más abiertos y flexibles, situando en el centro al estudiante, preparado para la toma de decisiones y la elección de su ruta de aprendizaje, en un proceso de mayor autonomía y autoaprendizaje para toda la vida.

El aprendizaje, desde el punto de vista didáctico, principalmente incluye:

- Adquirir informaciones y conocimientos.
- Modificar las actitudes, las modalidades de comportamiento y de relación con los otros y con las cosas.
- Enriquecer las propias expectativas existentes y las capacidades operativas, acumular experiencias, extraer informaciones del ambiente en que se vive y se actúa.

La tecnología es un agente de cambio y las grandes innovaciones tecnológicas pueden llevar a cabo un cambio de paradigma. En los últimos años, con el interés de compartir y reutilizar

¹ Ingeniera Civil – Analista Programador Universitario – Magister en Ingeniería de Software - Investigador Cat. III - Profesor Asociado D.E. brozanigo@infovia.com.ar

² Licenciada en Informática - Investigador Cat. IV – Profesor Adjunto D.S.E. - martasl@speedy.com.ar

³ Licenciada en Informática - Investigador Cat. IV – Profesor Adjunto D.S.E. - abpaur@gmail.com

⁴ Ingeniero Civil – Investigador Cat. III - Profesor Titular D.S.E. pedrobramati@speedy.com.ar

⁵ Ingeniera Civil - Investigador Cat. IV – Profesor Adjunto – D.S. bianchi_gloria@yahoo.com.ar

⁶ Profesora y Licenciada en Matemática – Especialista en Docencia e Investigación en Ciencias Económicas - Profesor Asociado D.E. elivigni@yahoo.com.ar

recursos en el ámbito educativo, ha surgido el concepto de Objetos de Aprendizaje (OA) o Learning Object (LO). Este concepto se aplica a materiales digitales creados como pequeñas piezas de contenido o de información (Wiley, 2000), con la finalidad de maximizar el número de situaciones educativas en las que el mismo pueda ser utilizado.

Los OA brindan la posibilidad de que estudiantes y profesores puedan adaptar los recursos didácticos de acuerdo con sus propias necesidades, inquietudes, estilos de aprendizaje y enseñanza, proveyendo así, una educación flexible y personalizada.

Como cada OA corresponde con un objetivo de aprendizaje concreto, ya sea un conocimiento o habilidad, este enfoque también resulta muy adecuado para los programas de formación basados en competencias.

Nos encontramos así con una nueva forma de pensar la estructura del material educativo que permite flexibilización en su desarrollo, y un nuevo paradigma de diseño de actividades de aprendizaje *on-line*, que hace énfasis en la reutilización de contenidos y actividades.

Para poder encontrar y seleccionar los OA relevantes para un determinado escenario educativo, y propiciar así su reutilización, es necesario describirlos mediante el uso de metadatos en formatos conocidos. Los metadatos son un conjunto de atributos que describen un recurso. La IEEE ha desarrollado un conjunto de metadatos para OA denominado LOM (Learning Object Metadata), el cual es ampliamente utilizado.

Una vez descrito el OA mediante esos metadatos, se catalogan en repositorios de OA para quedar disponibles al público, y ser incorporados a diferentes experiencias de aprendizaje. Un repositorio de OA es una colección ordenada de objetos de aprendizaje que brinda facilidades para ubicarlos por contenidos, áreas, categorías y otros descriptores.

Ante la necesidad de reutilizar los materiales en distintas plataformas y escenarios han surgido estándares que permiten la documentación, búsqueda y distribución de los contenidos educativos que se generan. Entre los más importantes se puede mencionar IMS desarrollado por el Global Learning Consortium, que propone especificaciones basadas en tecnologías abiertas (XML) para facilitar las actividades de aprendizaje sobre tecnología Web, y SCORM desarrollado por Advanced Distributed Learning Initiative y el Institute of Electrical and Electronics Engineers, que es un conjunto de estándares y especificaciones para compartir, reutilizar, importar y exportar OA, es expandible e incluye a trabajos de IEEE, y de IMS para algunas de sus funciones.

A continuación se presentan los objetivos, líneas de investigación y resultados obtenidos y esperados del proyecto de investigación “Hacia un repositorio de Objetos de Aprendizaje” aprobado por Res. 203/07 de la UNPSJB.

Objetivos Generales

Como grupo de investigación nos planteamos los siguientes objetivos:

- ✓ Generar líneas de investigación en informática aplicada a la Educación, que haga uso de tecnología de punta y procure la integración del saber.
- ✓ Generar conocimiento en áreas de interés para la Informática y la Educación, que permita un continuo desarrollo y actualización tanto de sus estudiantes como de los profesores.
- ✓ Complementar el proceso de enseñanza-aprendizaje con ayuda de las TIC.
- ✓ Promover el trabajo y aprendizaje colaborativo de todos los actores y beneficiarios en cada proyecto.
- ✓ Propender a una adecuada gestión del conocimiento y de la información.

En este proyecto particularmente nos proponemos:

- ✓ Investigar sobre el diseño de OA.
- ✓ Determinar modelos de clasificación de OA que faciliten la secuenciación de contenidos.
- ✓ Diseñar un repositorio de OA.

Temas de investigación, desarrollo y experimentación

Dentro del proyecto existen grupos que abordan diferentes temáticas, comparten experiencias e interactúan entre sí y con otros grupos de investigación, para poder llevar a cabo los objetivos del proyecto.

Los principales temas abordados son:

- Objetos de aprendizaje:
 - a. Criterios y patrones para su diseño
 - b. Criterios de evaluación
 - c. Taxonomía
 - d. Ontologías
 - e. Estándares
 - f. Desarrollo y producción de objetos de aprendizaje.
 - g. Diseño educativo basado en objetos de aprendizaje.
- Repositorios de objetos de aprendizaje:
 - a. Análisis de repositorios existentes, con énfasis en la funcionalidad, prestaciones y distinción de aspectos positivos y negativos.
 - b. Estándares
 - c. Arquitectura
 - d. Criterios de diseño
 - e. Técnicas de Búsqueda
 - f. Protocolos de Interoperabilidad
- Plataformas de código abierto para gestión de contenidos
 - a. Análisis de plataformas existentes. Posibilidades de extensión y personalización.
 - b. Instalación, personalización, configuración de Moodle
 - c. Mediación para el acceso a objetos de aprendizaje
 - d. Experimentación
- Modelos y escenarios para la integración de objetos de aprendizaje y herramientas de gestión de contenido.

Resultados obtenidos / esperados

Es un proyecto trianual que se encuentra al final de su primer año. El resultado final esperado es la concreción de un repositorio de objetos de aprendizajes que cubra, en principio, contenidos de algunas materias de nuestra Facultad.

Se ha llevado adelante la indagación bibliográfica y la capacitación en temas específicos: objetos de aprendizaje, técnicas avanzadas de diseño, técnicas de visualización y representación, tópicos avanzados de desarrollo en ambientes Web, diseño de material para educación a distancia, metodologías de enseñanza *on line*, estilos de aprendizaje.

Se ha realizado estudios y experiencias sobre:

- ✓ Estándares y especificaciones para e-Learning
- ✓ LOM. Estándar de Metadatos para los recursos de contenido en e-Learning
- ✓ Modelo interoperable basado en especificaciones IMS
- ✓ Estudio de SCORM
- ✓ Desarrollo de OA SCORM utilizando RELOAD.
- ✓ Testeo de plataforma Moodle
- ✓ Análisis de eficiencia de mecanismos de búsqueda inteligente.
- ✓ Análisis de alternativas tecnológicas para la implementación del repositorio.
- ✓ Definición de la arquitectura del repositorio.
- ✓ Diseño de la interfaz para el acceso al repositorio.
- ✓ Prueba piloto de utilización de OA en diferentes entornos educativos.

Contribución a la formación de Recursos Humanos

- ✓ En el marco del proyecto, se está desarrollando una tesis de magíster y se está gestando una propuesta para tesis de grado.
- ✓ Incorporación de alumnos y de investigadores jóvenes en las distintas etapas.
- ✓ Fuerte interacción con otros grupos de investigación en áreas afines que culminaron en la formulación de un nuevo proyecto interdisciplinario, orientado a la aplicación de TIC a pueblos pequeños de la Patagonia Argentina, que cuentan con reciente acceso a Internet, generando un espacio virtual para el trabajo colaborativo.

Bibliografía

- [1] ACM Special Interest Group on Computer-Human Interaction Curriculum. ACM SIGCHI: Curricula for Computer-Human Interaction Communications of ACM
- [2] ADL Advanced Distributed Learning (2002). "Emerging and Enabling Technologies for the design of Learning Object Repositories Report". Recuperado de <http://xml.coverpages.org/ADLRepositoryTIR.pdf> en Agosto 2006.

- [3] APROA (2005) “Aprendiendo con Repositorio de Objetos de Aprendizaje”. El proyecto Aproa es liderado por la Universidad de Chile, con el apoyo de Instituciones Ejecutoras y Contrapartes. <http://www.aproa.cl/1116/propertyvalue-5538.html>
- [4] Boyle, T. (2002) “Towards a Theoretical Base for Educational Multimedia Design”. Journal of Interactive Multimedia in Education, ISSN:1365-893X. www.jime.open.ac.uk/2002/2
- [5] Boyle, T.; Cook, J. (2003) “Learning Objects, Pedagogy and Reuse In Seale”, Jane K. (Ed.), Learning Technology in Transition: From Individual Enthusiasm to Institutional Implementation. <http://www.elearning-reviews.org/topics/2003-seale-learning-technology-transition>
- [6] Buschmann F., Meunier R., Rohnert H., Sommerland, P., Stal, M. (1996) “Pattern-Oriented Software Architecture: a system of patterns”. Ed. Wiley
- [7] Gómez S. y Gewerc A. (2002) "Interacciones entre tutores y alumnos en el contexto de comunidades virtuales de aprendizaje". Actas II Congreso Europeo de la Información en la Educación y la Ciudadanía: Una Visión Crítica. Barcelona.
- [8] IMS Digital Repositories Interoperability Core Functions: Best Practice Guide, Information Model, and XML Binding Copyright 2003 IMS Global Learning Consortium, Inc. Version 1.0 Final Specification, Enero 2003.
- [9] López, C. (2005) “Los Repositorios de Objetos de Aprendizaje como soporte a un entorno e-learning”, Tesina doctoral, Universidad de Salamanca. (Director Francisco José García Peñalvo). Recuperado de <http://www.biblioweb.dgsca.unam.mx/libros/repositorios/index.htm>, Agosto 2006.
- [10] Rodríguez Artacho Miguel (2000) “Una arquitectura cognitiva para el diseño de entornos telemáticos de enseñanza y aprendizaje”. Tesis doctoral Universidad Nacional de Educación a Distancia. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales.
- [11] SCORM Sharable Content Object Reference Model. <http://www.adlnet.org/>.
- [12] Sicilia M.A. (2005) “Reusabilidad y reutilización de objetos didácticos: mitos, realidades y posibilidades”. RED: Revista de Educación a Distancia, <http://www.um.es/ead/red/M2/>
- [13] Smith Nash Susan (2005) “Learning Objects, Learning Object Repositories, and Learning Theory: Preliminary Best Practices for Online Courses” Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects Volume 1, <http://ijklo.org/Volume1/v1p217-228Nash.pdf>
- [14] Smith Nash, Susan (2005) “Learning Objects, Learning Object Repositories, and Learning Theory: Preliminary Best Practices for Online Courses” Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects Volume 1, 2005 Consultado en: <http://ijklo.org/Volume1/v1p217-228Nash.pdf>
- [15] Wiley David A. (2002) “Learning Objects”. En Kovalchick & Dawson (Eds.). Educational Technology. An Encyclopedia. Santa Bárbara: ABC-CLIO.
- [16] Wiley David A.(2001) “Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy” <http://www.elearning-reviews.org/topics/technology/learning-objects/2001-wiley-learning-objects-instructional-design-theory.pdf>

Disponibilidad de Material de Estudio Estandarizado en Plataformas Educativas

Bargiela, Roberto A., Dapozo, Gladys N.

Departamento de Informática, Universidad Nacional del Nordeste.

9 de Julio 1449 (3400) TE 03783 423126 Int 130 Corrientes Argentina

roberto.bargiela@yahoo.com.ar; gndapozo@exa.unne.edu.ar

CONTEXTO

Este proyecto se desarrolla en el marco de las Becas de Investigación de Pregrado en la categoría "Transferibles" de la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) con el título **Incorporación de Gestión de Materiales Bibliográficos a la plataforma educativa "Moodle"**.

RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo ampliar las capacidades funcionales de la plataforma educativa Moodle mediante el desarrollo e integración de un componente para la gestión de material bibliográfico estandarizado. Este componente especializado permitirá compartir y distribuir a mayor escala el material de estudio digitalizado incluido en la plataforma como soporte principal de la formación que se imparte a través de los cursos, con la gran ventaja de poder realizar intercambios significativos con otras instituciones que adopten el formato Marc 21 como estándar para la catalogación de sus materiales bibliográficos, ampliando las posibilidades de acceso a otras fuentes de información.

Palabras claves: Educación virtual, software libre, plataformas educativas, estándares bibliotecológicos.

INTRODUCCIÓN

La educación a distancia es una estrategia educativa basada en la aplicación de la tecnología al aprendizaje sin limitación de lugar, tiempo, ocupación o edad de los estudiantes. Implica nuevos roles para los alumnos y los profesores, nuevas actitudes y nuevos enfoques metodológicos. En este sistema de enseñanza el estudiante realiza la mayor parte de su aprendizaje por medio de materiales didácticos previamente preparados, con escaso contacto directo con los profesores, pudiendo o no tener un contacto ocasional con otros estudiantes. En este concepto se destaca como elemento primordial el material pedagógico (documentos de diferentes tipos), la información a la cual el alumno debe tener acceso para el proceso de aprendizaje [1].

Los medios tradicionales de comunicación (correo postal, radio, TV, etc.) junto con el material impreso y audio-visual, han sido los orígenes de la educación a distancia. Hoy en día, este concepto de educación viene asociado a lo que se conoce como nuevas tecnologías de la información y comunicación. Los entornos virtuales de aprendizaje, nuevos escenarios, e-learning, teleformación, educación virtual, aprendizaje online son un conjunto de tecnologías que se emplean para la implementación del proceso de enseñanza-aprendizaje a distancia. Dichas tecnologías brindan nuevas y diferentes formas de acceso y utilización de la información y nuevas formas de comunicación (sincrónica y asincrónica) [2].

Estas tecnologías se conjugan en herramientas poderosas y muy útiles para lograr el objetivo de la enseñanza-aprendizaje a distancia, estas herramientas son las conocidas como plataformas educativas. Las plataformas educativas o herramientas de e-learning abren un nuevo camino en la educación, creando aulas virtuales en la que los alumnos asisten en horarios diferentes y desde lugares diferentes, inclusive los alumnos tienen edades, expectativas y necesidades distintas [3].

Como se ha visto el aspecto más importante de la educación a distancia es el material que se emplea para el contenido y soporte [3].

Lamarca Lapuente [4] afirma que en el terreno de la ciencia documental, la mayor parte de los autores coinciden en que un documento es, esencialmente, información, la materialización de un mensaje o el soporte de una información. Un documento, no es ni más ni menos, que un soporte para transferir información.

Un *documento electrónico* es un documento contenido en un soporte electrónico que, para su visualización requiere una pantalla textual, una pantalla gráfica, y/o unos dispositivos de emisión de audio, video, etc., según el tipo de información que contenga. En algunos casos también se precisa la mediación de un ordenador (cuando la información está digitalizada), en otros no (si se trata de información analógica). A su vez, un documento electrónico puede ser analógico o digital, la diferencia entre estos es la forma en que está codificada la información de los mismos. En un documento digital la información está codificada en bits (*binary digits*) y para leer, visualizar o grabar la información se precisa de un dispositivo que transmita o grabe información codificada en bits. Al representarse digitalmente, los datos de entrada son convertidos en dígitos (0,1) inteligibles para una computadora y no para los sentidos humanos y a la salida otro dispositivo los convertirá en señales analógicas, inteligibles para los sentidos humanos [4].

Formalmente, una biblioteca es una colección de documentos, debidamente organizada y que sirve para cubrir las demandas generales y específicas de información [5].

La enseñanza-aprendizaje a distancia requiere que tanto alumnos como profesores intercambien documentos que permitirán, a los profesores transmitir sus conocimientos a los alumnos y a los alumnos, aprender lo enseñado por sus profesores y compartirlo con sus compañeros. Para ello es necesario tener disponible el material para que pueda ser accedido de manera rápida y sencilla [3].

La implementación de una biblioteca dentro de un ambiente virtual requiere al igual que una biblioteca tradicional, una metodología adaptada a la naturaleza del requerimiento. Las etapas básicamente se corresponden con la labor habitual de cualquier biblioteca tradicional, la única diferencia entre una biblioteca tradicional y una virtual, son las técnicas o métodos y herramientas que utilizan para llevar a cabo cada etapa [3].

Un elemento fundamental en toda biblioteca, ya sea tradicional o virtual, es la catalogación del material bibliográfico.

Dentro de las metodologías vigentes y normalizadas, se destaca MARC (*Machine Readable Cataloging*) como estándar de representación y comunicación de información bibliográfica y relacionada, siendo el más reconocido y usado en las bibliotecas del mundo. La definición y diseño del mismo se caracteriza por su robustez, dado que se mantiene desde hace más de 30 años como el estándar para el ingreso de datos en los sistemas de automatización de bibliotecas. Su utilización ha permitido avanzar desde sistemas de antigua generación hasta los más recientes, posibilitando una migración sin pérdida de información y sin mayor “costo” para el usuario [6].

El estándar MARC es, principalmente, un facilitador que permite a los bibliotecarios la interacción con la computadora, sin necesidad de tener conocimientos de programación. Además, permite manipular y cruzar los datos entregados, permitiendo el acceso al segmento informatizado del conocimiento para poder ofrecer (a los usuarios, o clientes, o ciudadanos, alumnos o como se llame al eslabón que sigue en la cadena de transferencia del conocimiento) un catálogo automatizado e interactivo. Adicionalmente, poder intercambiar registros entre sistemas, ya que se encuentra incorporado en la mayoría de los grandes sistemas internacionales de automatización de bibliotecas [6].

En el presente trabajo se intenta conjugar las posibilidades de difusión de conocimientos de las

plataformas educativas, el potencial de las bibliotecas virtuales y la capacidad de intercambio de información bibliográfica que provee el estándar MARC 21.

METODOLOGIA

El marco elegido para desarrollar la solución propuesta involucra, principalmente, los siguientes requisitos:

- Una plataforma educativa *open source*, en este caso se trabajará con Moodle, dada su amplia difusión.
- Un estándar de representación y comunicación de información bibliográfica y relacionada, el estándar MARC 21.

La metodología empleada para lograr los objetivos, según [10] se llama “Desarrollo orientado a la reutilización”, dicha metodología fue adaptada levemente pero sigue las mismas etapas:

- Especificación de requerimientos
- Análisis de componentes
- Modificación de requerimientos
- Diseño con reutilización
- Desarrollo e integración
- Validación del sistema

En líneas generales las tareas a llevarse a cabo son:

- Análisis y evaluación de la necesidad de la gestión de material bibliográfico en las plataformas educativas, puntualmente en Moodle.
- Estudio de la estructura y funcionamiento de bibliotecas tradicionales y puntualmente sobre bibliotecas virtuales.
- Análisis de los estándares de catalogación de material bibliográfico disponibles.
- Diseño de un modelo de datos para soportar el estándar de catalogación.
- Análisis de los componentes de la plataforma educativa.

LINEAS DE INVESTIGACIÓN/DESARROLLO

En sus diferentes etapas, las tareas del proyecto han incursionado en los siguientes temas:

- Educación a distancia
- Plataformas educativas
- Bibliotecas Virtuales
- Gestión estandarizada de material bibliográfico
- Digitalización de documentos

RESULTADOS ESPERADOS/OBTENIDOS

Durante el desarrollo del proyecto, se ha concretado el logro de las siguientes metas:

- Análisis exhaustivo del formato MARC 21. Este es uno de los estándares más utilizados en las bibliotecas de todo el mundo y se ha analizado detalladamente las características que deben ser consideradas a la hora de desarrollar una biblioteca virtual incorporada a una plataforma

educativa.

- Análisis de los perfiles básicos de usuarios de plataformas educativas con el fin de extraer los requerimientos del componente a desarrollar.
- Relevamiento y estudio de software de gestión para bibliotecas del cual han surgido consideraciones útiles para el diseño y desarrollo del componente ha integrar en la plataforma.
- Determinación de las ventajas y desventajas de los diferentes tipos de documentos digitales. Este análisis ha permitido lograr la mejor adaptación con la plataforma Moodle, con el estándar MARC 21 y con la tecnología a utilizar una vez implementado el paquete completo: plataforma + componente + estándar.
- Obtención de un modelo de datos basado enteramente en el estándar MARC 21. Este modelo de datos fue implementado en una base de datos relacional, logrando una muy buena adaptación al problema de la representación de la información bibliográfica. Dicho modelo será utilizado para dar soporte al catálogo de la biblioteca virtual que será desarrollada dentro de Moodle [9].
- Definición detallada de las funcionalidades y características que debe poseer el componente “biblioteca virtual”, teniendo en cuenta que debe ser lo más simple posible para el usuario y debe ser altamente integrable con la plataforma Moodle.

Cabe acotar que el estándar MARC 21 fue desarrollado pensando en su utilización en ficheros y no con bases de datos relacionales por lo que su implementación a través de una base de datos relacional es uno de los productos significativos de este proyecto.

En un futuro próximo, se espera concretar las siguientes actividades:

- Diseño del componente, tanto en su parte gráfica como en su parte funcional, teniendo en cuenta los requerimientos obtenidos hasta el momento.
- Implementación del componente utilizando el lenguaje de programación PHP con el cual ha sido desarrollada la plataforma Moodle.
- Integración del componente con la implementación del modelo de datos basado en MARC 21 y con la plataforma Moodle.
- Pruebas de integración y ajustes correctivos necesarios.

Se espera que al final del proyecto el código fuente del componente desarrollado sea liberado mediante alguna licencia de software libre y finalmente sea añadido a la plataforma Moodle como un componente estándar de la misma.

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

En esta línea de trabajo se desarrolla un proyecto de beca de investigación de pregrado de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) y se ha finalizado un proyecto de Trabajo Final de Aplicación de una alumna de la Licenciatura en Sistemas de Información de la UNNE, con el título “Una implementación de Blending Learning sobre la plataforma Moodle”.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] L. Gracia Aretio. “Un concepto integrador de educación a distancia”. Publicado en forma impresa en Radios y Comunicación de Adultos. Boletín nº 17, 1991. En <http://www.uned.es/catedraunesco-ad/articulos/1991/un%20concepto%20integrador%20de%20ensenanza%20a%20distancia.pdf>

- [2] A. B. Tedesco. "Educación a distancia: entre los saberes y las prácticas". Septiembre de 2.005. En: <http://weblog.educ.ar/educacion-tics/archives/006001.php>
- [3] Bargiela, R., Dapozo G., Bogado V, "Digitalización de documentos para su utilización en una biblioteca virtual". II Congreso Nacional de Tecnología en Educación & Educación en Tecnologías. La Plata. 2007
- [4] Lamarca Lapuente Ma. J. Tesis Doctoral. "Hipertexto: El nuevo concepto de documento en la cultura de la imagen". Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias de la Información. Dpto. de Biblioteconomía y Documentación. Doctorado: Fundamentos, Metodología y Aplicaciones de las Tecnologías Documentales y Procesamiento de la Información, Consultado el 2 de Abril de 2007.
- [5] F. Herrera Diez. "RDIB (Recursos De Interés Bibliotecario)". Última consulta 2 de abril de 2.007. En: <http://www.felixherreradiez.com/glos.htm>
- [6] Lillo Montecinos, Patricia (2006). "Algunas disquisiciones sobre el querido y odiado formato MARC". Serie Bibliotecología y Gestión de Información(12):pp. 1-24.
- [7] MARBI. *The MARC 21 Formats: Backgrounds and Principles*. Revised November 1996. Disponible en la url <http://www.loc.gov/marc/96principl.html>, visitada el 18 de Julio de 2007.-
- [8] Furrie, Betty. *Understanding MARC Bibliographic*. Traducido por Ageo García Barbabosa [En línea] Disponible en: www.loc.gov/marc/umbspa, visitada 12 de julio de 2007.-
- [9] Bargiela, Roberto A., et al. "Gestión Estandarizada de Material Bibliográfico en una Plataforma E-Learning". VI Workshop de Tecnología Informática Aplicada en Educación (WTIAE), XIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación CACIC2007. Chaco y Corrientes, Argentina. Octubre 2007. ISBN 978-950-656-109-3. pp. 921-932.
- [10] Sommerville, Ian. "Ingeniería de software". 6ta ed. Pearson Educacion. ISBN 8478290745. 2005-01.

NUEVOS PARADIGMAS PARA LA EBW

Carolina Fernández Coria

Perla Señas

Departamento de Humanidades

Dto. de Cs. e Ing. de la Computación

Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Informática y Educación (LIDInE)

Instituto de Investigación en Ciencias y Tecnología Informática (IICyTI)

Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca. Argentina

pseñas@cs.uns.edu.ar T. (0291) 4595101 int 2614

Resumen

Se presenta en este trabajo una línea de investigación inscripta en el proyecto trianual: Educación Basada en la Web. Confluyen en ella los estudios y desarrollos sobre e-learning llevados a cabo en los últimos años en el LIDInE de la Universidad Nacional del Sur (Argentina) sobre los aspectos didáctico-pedagógicos relacionados con la inclusión de las TICs en los procesos educativos.

1. Introducción

La orientación actual de las investigaciones sobre tecnologías aptas para aplicaciones educativas basadas en la Web se orientan a:

- Encontrar esquemas para la representación de conocimiento en Agentes Pedagógicos que sean lo suficientemente flexibles como para ser usados por los expertos de materia, hallar formas precisas para su especificación de tal forma de posibilitar el razonamiento automático y representaciones gráficas adecuadas para su visualización.
 - Desarrollar sistemas de Aprendizaje Basados en la Web (ABW), siguiendo los lineamientos de la Web Semántica, que permite organizar la información según parámetros de significado, acelerando notablemente los procesos de localización de los objetos didácticos.
 - Encontrar herramientas adecuadas para resolver el tema de la evaluación en el esquema no presencial de la Educación Basada en la Web (EBW).
 - Aplicar los desarrollos de la tecnología móvil a los procesos educativos.
 - Disminuir el valor del cociente horas-educador/número de alumnos, que actualmente es muy alto.
- Todos los ítems apuntan al logro de una EBW de calidad. En tanto los investigadores de Ciencias de la Educación centran su atención en la búsqueda de nuevas metáforas y paradigmas que se adapten de mejor manera a las nuevas situaciones que se plantean y en el análisis y evaluación de propuestas educativas inscriptas en los modelos e-learning y m-learning.

2. Entre la formación presencial y la formación a distancia

El e-learning, si se lo define con precisión, se refiere a los aprendizajes que se realizan mediados por la tecnología computacional. Puede llevarse a cabo tanto en ambientes cerrados como en ambientes abiertos, y con diferentes grados de presencialidad: nula, media o total. En el caso de ser total, se refiere a los aprendizajes que se realizan en forma presencial, y la mediación de la tecnología puede darse mediante plataformas aisladas o a través de plataformas distribuidas y conectadas mediante redes locales o universales. En este último caso se trata de ABW. Cuando el

grado de presencialidad es medio o nulo, parte o todo el proceso se realiza en la modalidad de ABW (Señas 2006).

Si bien los modelos de educación no presencial o semi-presencial, son anteriores al e-learning, los estudios actuales se refieren casi en su totalidad a EBW. Siguiendo a Harasim (1989) la formación en red considerada un “dominio nuevo y único”, reconoce características que la diferencian tanto de los enfoques de la formación a distancia tradicional como de los cursos convencionales presenciales, manteniendo sin embargo con ellos elementos en común. Según esta autora, “Los atributos clave que caracterizan este nuevo dominio son la asincronicidad (independencia del tiempo), la independencia espacial y un canal de comunicación interactiva del tipo muchos-a-muchos. Esta combinación de factores contribuye a hacer de la formación en red un nuevo y único dominio, distinto tanto de la enseñanza cara-a-cara como de la formación a distancia de tipo convencional. El enfoque presencial facilita la interacción de muchos-a-muchos pero es independiente tanto del espacio como del tiempo y requiere la copresencia de todos los participantes. Por otra parte, la formación a distancia de tipo tradicional, no obstante que abata las barreras espacio/temporales y sea suficientemente flexible, tiende a privilegiar un modelo de interacción del tipo uno-a-muchos (docente-estudiantes) o bien uno-a-uno (estudiante-docente). De hecho los modelos teóricos o prácticos que se inspiran en uno u otro dominio, si son tomados singularmente, no son suficientes para cubrir las exigencias informativas y de comunicación interpersonal típicas de la formación en red” (Harasim, 1989, en: Banzato, 2006).

Las investigaciones en el tema han sufrido una evolución favorable en la que se puede observar una postura de la tecnología al servicio de las diferentes propuestas educativas. Ello ha desembocado en el estudio de nuevas metodologías educativas y propuestas didácticas aptas para la nueva realidad. Como muy bien expresa Mónica Banzato, “...para poder afrontar el e-learning de manera adecuada, es necesario preocuparse más por las metodologías que por las tecnologías”. En este contexto, el desarrollo de NTICs abre nuevos horizontes y los especialistas en Ciencias de la Educación deben conocer la realidad tecnológica actual, sus posibilidades, limitaciones y tendencias, para explorar, adecuar, y crear nuevas propuestas metodológicas (Señas, 2006).

3. Paradigmas educativos y EBW

Las metodologías didácticas han sido fuertemente modificadas por el desarrollo de las TIC, a tal punto que podemos dividir en dos los momentos fundamentales de la evolución del e-learning en los modelos para el diseño de acciones formativas a distancia (Favaretto, A. 2006). El primer momento se puede ubicar entre los años '50 y '60: deriva de una concepción lineal del conocimiento. Tal conocimiento puede, a la vez, ser transmitido y elaborado por el discente a través un plano de actividad estructurado. Sucesivamente se desarrolla la instrucción programada, y el trayecto de aprendizaje es dividido en pequeños pasos a recorrer en modo secuencial/pasivo para alcanzar el objetivo definido. La *Computer Assisted Instruction*, o CAI, era el centro del discurso de aquellos años que veían al *Computer Based Training*, o CBT, como producto fundamental. Tales productos han evolucionado considerablemente en los años '80 a través de la integración de metodologías derivadas de modelos provenientes del cognitivismo y del constructivismo. La realización de los más recientes CBT, que siempre más a menudo son distribuidos a través de la Red (los denominados *Web Based Training* o WBT), son enriquecidos por enlaces hipertextuales, además de ambientes de simulación y de situaciones que permiten favorecer, siguiendo el pensamiento de Piaget, una construcción activa del conocimiento. (Favaretto, A. 2006).

En los años '90, a través de una evolución posterior, el e-learning se inspira en los modelos del constructivismo con referencia particular al constructivismo social (Vygotsky), en el que el conocimiento es concebido como "situado" y "distribuido" y se privilegian la negociación, la cooperación y la interpretación como momentos del aprendizaje. Nacen los conceptos de comunidad de aprendizaje y de ambiente de aprendizaje. A través de estas metodologías el conocimiento no es así solamente transferido a un grupo de alumnos, sino que se genera también gracias a la contribución activa de los participantes y a la guía atenta de expertos, insertos en un ambiente de aprendizaje (Favaretto, A. 2006).

En el Congreso "La Educación en internet e internet en la Educación" (2002) se hace referencia a la emergencia de un nuevo paradigma al plantear las enormes posibilidades que las TIC ofrecen para cambiar los modelos educativos sobre los que se trabaja en estos momentos. Es posible desarrollar un paradigma que García describe como "el paso de la esponja al saltamontes": de la asimilación y memorización de contenidos a la habilidad de extraer y sintetizar el conocimiento (Informe de Conclusiones Área 1. TIC aplicadas a la Educación en el Mundo, Europa, España y las Comunidades Autónomas). Esta etapa hace referencia a la tercera generación de enseñanza a distancia (Shapiro H., 1997; Keegan D., 1988; Louise Sauv , 1992) denominada "a distancia cara a cara". Siguiendo a Banzato, el salto cualitativo de los sistemas de tercera generación consiste en el proponer a distancia un ambicioso proyecto formativo: el aprendizaje como proceso social gracias a la mediación de las redes telemáticas (Banzato, M. 2006). En tal sentido, sus mayores beneficios derivan de la capacidad de realizar nuevas formas de interacción, más dinámicas y flexibles. Estas últimas crean las condiciones favorables y necesarias para un aprendizaje colaborativo donde todos los actores del proceso formativo (docentes, tutor y participantes), tengan la posibilidad de confrontarse sobre argumentos previstos por el curso, en una lógica de compartir y de re-evaluar las experiencias de cada participante, en favor de la adquisición de nuevos conocimientos respecto al contenido particular del curso (Riel, 1993 en: Banzato, M. 2006).

3.1 Las Comunidades de Aprendizaje

La educación on-line indica que la mayor parte del proceso formativo tiene lugar mediante una red telemática, gracias a la cual se realiza la interacción de los participantes en una verdadera y propia comunidad de aprendizaje. Es decir, además de promover la superación del aislamiento de la persona singular, valoriza sus relaciones con el grupo (Trentin, 1996 en Banzato, M. 2006). Las Comunidades de Aprendizaje imaginan las clases como verdaderas y propias comunidades donde todos pueden cambiar roles, deberes y responsabilidades. En tal sentido, el docente no existe más como único depositario del conocimiento, sino que todos aprenden cosas nuevas, comparten los propios conocimientos y pueden llegar a ser expertos, productores de ideas nuevas y originales. Cada miembro perteneciente a la comunidad es considerado fundamental como fuente para obtener informaciones, respuestas a cuestiones, estímulos para reflexionar. Simultáneamente cada persona comparte con las otras las propias experiencias. Cada uno, por lo tanto, solicitado, llega a ser experto de un determinado dominio y el conocimiento y la competencia están distribuidas entre todos los participantes de la comunidad. El objetivo principal de Las Comunidades de Aprendizaje es transformar a los participantes en enseñantes y estudiantes, capaces de utilizar estrategias y metodologías de aprendizaje que puedan hacer accesible a todos, el t pico tratado. Su punto de fuerza está representado por el auto-monitoreo y la autoevaluación de los individuos: quien se ubica como mentor, sucesivamente a la fase de diseño del "producto" en discusión, deberá revisar los propios conocimientos, seleccionarlos y graduarlos a fin de que sean accesibles a todos los

participantes de la comunidad, porque el punto fundamental de la enseñanza no es tanto la cantidad de las nociones, el “saber más”, sino cómo organizar tales informaciones (Favaretto, A. 2006).

3.2 El Aprendizaje Colaborativo

"Colaborar (co-laborar) quiere decir trabajar juntos, lo que implica un compartir compromisos, y una explícita intención de "agregar valores" para crear algo nuevo o diferente a través de un proceso de colaboración deliberado y estructurado con un simple intercambio de informaciones o ejecuciones de instrucciones. Una amplia definición de aprendizaje colaborativo podría ser la adquisición por parte de los individuos de conocimientos, habilidades o actitudes que son el resultado de una interacción de grupo" (Kaye, 1992 en Banzato, 2006).

Siguiendo a Favaretto, los nuevos modelos didácticos, exigen la presencia de comunidades de aprendizaje, un tipo de entrenamiento cognitivo y de diversas clases virtuales de aprendizaje que colaboran y trabajan juntas para un crecimiento colectivo gradual.

El Aprendizaje colaborativo, hace referencia a la colaboración como fuente de aprendizaje en cuanto nace de la interacción con los otros. Esta concepción se basa en los principios del constructivismo social y los aportes de Vigotsky para quien el aprendizaje humano tiene una naturaleza social, es un proceso social dinámico, activo y colaborativo, que une la actividad cognoscitiva del sujeto al ambiente socio- cultural por él vivido.

El contexto es otro factor determinante del aprendizaje: se presenta subjetivo e inmerso en la realidad de una comunidad que es capaz de reunir personas con intereses comunes. Justamente con referencia a esta idea se introduce el fuerte cambio que se está verificando en sincronía con la difusión y desarrollo de la innovación tecnológica y multimedial y que determina el pasaje de una cultura concebible como transmisión y asimilación de un modelo standard, impuesto “desde arriba”, a un enfoque que valora la autoformación y el “aprender a aprender” (Favaretto, 2006).

4. Conclusiones y trabajos futuros

Las experiencias sobre el uso didáctico de los recursos telemáticos son aún pocas y limitadas. Esto permite articular sólo un primer análisis parcial sobre el real impacto que estos sistemas puedan llegar a tener en la didáctica colaborativa. Pero los problemas son muchos y urgentes:

- ¿cómo se ubican las actividades y los objetivos en función de la estrategia colaborativa adoptada y en relación al canal comunicativo elegido?, ¿cómo deberán ser individualizadas las exigencias comunicativas para cada actividad?, ¿cuáles comunicaciones interpersonales adoptar?, ¿cómo efectuar la transferencia de lo semi-elaborado? y finalmente, ¿cómo se procederá a la elección de la más adecuada tecnología de la comunicación para cada una de las exigencias específicas? (Gómez y otros., 1995)

Según Banzato, el dilema más relevante es éste: "no es siempre inmediato el acercamiento entre los modelos de cooperación, identificados para el alcance de un específico objetivo didáctico, y los más idóneos instrumentos tecnológicos en condiciones de favorecer las aplicaciones de los correspondientes acercamientos. La experiencia acumulada en estas áreas no es todavía tal que permita producir líneas de guía o un manual de "buena práctica" para el uso de los nuevos sistemas multimediales (o "multitemporales" como los llama Kaye) para poder ayudar a los docentes y a los formadores que operan en red. Estos últimos no deben sólo aprender a aprovechar mejor de la tecnología con la cual tienen algo que ver, sino que deberán poner en práctica mucha creatividad para definir nuevos escenarios para un uso eficaz de las tecnologías de cooperación. Esto permite interesantes puntos de partida de profundización e investigación.

Finalmente sería necesario inventar nuevas metáforas apropiadas a los ambientes de trabajo colaborativo en red. Esto ayudaría, a los que navegan a través de diferentes espacios de discusión y de trabajo, a aprovechar al máximo el potencial del ambiente virtual. Actualmente la metáfora usada por algunos sistemas groupware es la espacial. Si bien siendo creativa, según Kaye, corre el riesgo de limitar las potencialidades de aquellos que, por ejemplo se encuentran en un mismo espacio físico. Es justamente sobre este aspecto sobre el que se investiga intensamente en esta línea de investigación en el LIDInE.

Bibliografía

- CASTORINA, A. y otros (1996) Piaget.Vigotsky: contribuciones para replantear el debate, Ed. Paidós, Buenos Aires.
- BANZATO, M. (2006) “La formación en red en el contexto de la formación a distancia” Università' Ca' Foscari Di Venezia Scuola Di Specializzazione Interateneo Departamento de Tecnologías per la Formazione Degli Insegnanti de la Información y la Comunicación della Scuola Secondaria Del Veneto.
- FAVARETTO, A. “Comunidad de aprendizaje y comunidad de práctica” Università' Ca' Foscari Di Venezia Scuola Di Specializzazione Interateneo, Departamento De Tecnologías Per La Formazione Degli Insegnanti de la Información y la Comunicación della Scuola Secondaria Del Veneto.
- JOYCE, B y WEIL, M. (2002) Modelos de enseñanza, Ed. Gedisa, Barcelona.
- SEÑAS, P. (2006) “Informática educativa. Plataformas de e-learning”, Curso de Formación de Tutores online en español para América Latina.
- La Educación en Internet e Internet en la Educación: <http://congresos.cnice.mec.es/ceiie/info/presentacion.html>.
- J. CABERO, Nuevas Tecnologías, Comunicación y Educación. Edutec N° 1, 02/96
- F. MARTÍNEZ, Educación y Nuevas Tecnologías. Edutec N° 2, 06/96
- A. PÉREZ, DTTE: Una experiencia de aprendizaje colaborativo a través del correo electrónico. Edutec N° 3, 09/96
- A. BARTOLOMÉ, Preparando para un nuevo modo de conocer. Edutec N° 4, 12/96
- J. ADELL, Tendencias en Educación en la Sociedad de las Tecnologías de la Información. Edutec N° 7, 11/97
- M. ESPINOSA, Estrategias de moderación como mecanismo de participación y construcción de conocimiento en grupos de discusión electrónicos. HIPER-textos. Campus de Monterrey, año 1, núm. 2 <http://www.mty.itesm.mx/dcic/hiper-textos> Edutec N° 11, 02/00
- SHARON G. SOLLOWAY, EDWARD L. HARRIS y GRACE H. MAYER Creación de comunidades on-line. La negociación de las necesidades y los deseos de l@s alumn@s en el ciberespacio. Edutec N° 11, 02/00.
- SANGRÀ, A. Educación a distancia, educación presencial y usos de la tecnología: una tríada para el progreso educativo. Edutec N° 15, 05/02.
- CARDONA, G. Tendencias educativas para el siglo XXI. Educación virtual, Online y @Learning. Elementos para la discusión. Edutec N° 15, 05/02.
- ADELL, J. Internet en el aula: las WebQuest. Edutec N° 17, 03/04.
- SILVA, J. El rol moderador del tutor en la conferencia mediada por computador. Edutec N° 17, 03/04
- BRITO. El foro electrónico: una herramienta tecnológica para facilitar el aprendizaje colaborativo. Edutec N° 17, 03/04.
- CABERO ALMENARA, J. Comunidades virtuales para el aprendizaje. Su uso en la enseñanza Edutec N° 20, 01/06.
- CENICH, G. Hipertexto y Nuevas Tecnologías: su aporte al E-learning Edutec N° 20, 01/06.
- FERNANDEZ, R.; SERVER, P. y CARBALLO, E. Aprendizaje con nuevas tecnologías paradigma emergente. ¿Nuevas nodalidades emergentes? Edutec N° 20, 01/06 .
- MONTERO O'FARRILL, J.L. Las tecnologías de la información y las comunicaciones en la sociedad y la educación . Edutec N° 21, 07/06.
- FAINHOLC, B. Optimizado las posibilidades de las TICs en educación. Edutec N° 22, 12/06
- CABERO, J., LLORENTE, M.C. Propuestas de colaboración en educación a distancia y tecnologías para el aprendizaje. Edutec N° 23, 07/07.

La Educación Basada en la Web y la tecnología móvil

Marcelo Zanconi

Laboratoire VERIMAG –
Universite Joseph Fourier – Grenoble – Francia
marcelo.zanconi@imag.fr –
T: +33 (0)4 56 52 04 20

Perla Señas

Laboratorio de Investigación y Desarrollo en
Informática y Educación (LIDInE)
Instituto de Investigación en Ciencias y
Tecnología Informática (IICyTI)
Departamento de Ciencias de la
Computación, Universidad Nacional del Sur
Bahía Blanca, Argentina
psenas@cs.uns.edu.ar T: 54 291 4595101

Resumen

Se presenta en este trabajo una línea de investigación inscripta en el proyecto trianual: Educación Basada en la Web. Confluyen en ella los estudios y desarrollos sobre e-learning llevados a cabo en los últimos veinte años en el LIDInE (Universidad Nacional del Sur, Argentina) e investigaciones sobre tecnología móvil que se vienen realizando en el Laboratorio de VERIMAG, de la Universidad Joseph Fourier en Grenoble, Francia.

1. Significado de la investigación

Esta línea de investigación está basada en dos ejes: *la Educación Basada en la Web (EBW)* y *la movilidad de los actores*, entendiendo por actores a los que intervienen en todo el proceso de aprendizaje: los autores o profesores, los alumnos y el medio electrónico que brinda la posibilidad de comunicación y encuentro. El objetivo será brindar pautas tanto educacionales como tecnológicas para alcanzar la construcción de conocimientos y el desarrollo de competencias.

El aprendizaje y la enseñanza basados en la Web introducen nuevas variaciones en los modelos o supuestos de la educación formal. El aprender a aprender, las comunidades de aprendizaje, la formación continua, el aprendizaje autónomo, la promoción de un auténtico interés en el alumno y el aprendizaje solidario han adquirido relevancia notoria. A ello se agrega la cognición e información situada, así como la inteligencia distribuida, procesos que permiten que solidariamente se aborde la identificación de problemas y el planeamiento y ejecución colectiva de las opciones más productivas de solución a los mismos. Todo ello presiona para la definición de un nuevo paradigma educativo en el que las Ciencias de la Computación y las Ciencias de la Educación tienen mucho que aportar.

Permanentemente se buscan superaciones tecnológicas para poder diseñar y fundamentalmente mantener ambientes de aprendizaje personalizados, con contenidos y materiales apropiados para las aspiraciones y necesidades de cada uno. Para que ello sea posible quedan aún muchos problemas por resolver, entre otros los relacionados con la evaluación, con el seguimiento de los aprendices, con la relación número de estudiantes vs. número de tutores, con la organización conceptual de los contenidos y con su contextualización en la red.

Desde otro punto de vista, la EBW permite que los 'alumnos' adquieran mucha más movilidad y libertad; el hecho de no tener que 'asistir' a una sesión educativa a determinada hora y lugar, permite la elección del mejor momento para aprender. Este simple hecho, también extiende la educación general a un nuevo público: aquel que quiera adquirir una formación o perfeccionamiento sin las restricciones de la enseñanza tradicional, probablemente un público adulto que ya haya pasado 'la edad tradicional de ser estudiante' pero que está obligado, por las leyes del mercado laboral, a aprender.

La movilidad, otrora física y actualmente física y virtual, es un principio básico de la universalidad de la educación. Desde tiempos inmemoriales, los grandes estudiosos se trasladaban de una ciudad a otra para imbuirse de su cultura. En tiempos actuales, se han creado innumerables programas para el intercambio de estudiantes que promueven el traslado físico de los aprendices a otra entidad educativa. Actualmente, también se proponen programas de intercambio 'virtual' entre instituciones. De este modo, un estudiante de una universidad puede 'cursar' virtualmente en otra entidad, bajo un acuerdo de cooperación. Sin duda, la visibilidad y el atractivo de la educación superior pasa por la internacionalización de las universidades. Sin embargo el futuro no muy lejano nos depara nuevos desafíos: la educación móvil, apoyada en toda la nueva tecnología de comunicación a un precio accesible.

En los próximos dos años los costos de los *teléfonos móviles* con conectividad y verdaderos sistemas operativos serán sin dudas el estándar de los celulares. El desafío inmenso de la incorporación didáctica de estos dispositivos a la educación va mas allá incluso de los planes OLPC (one laptop per child) Los teléfonos móviles ya están en las aulas en sus versiones actuales. Pocas son las oportunidades donde escuchamos hablar de la aplicación didáctica de los mismos y muchas acerca de represiones sobre su uso. Desde grabación de las clases en mp3, hasta trabajos con imágenes y filmaciones, y narrativas con restricción retórica en 140 caracteres son alguna de las oportunidades que se nos presenta con lo ya existente como promedio, de 2 GB de memoria.

Otra tecnología que se incorpora es el uso de i-pod y el nuevo modelo de *podcasting*, un fenómeno que está revolucionando el mundo de la comunicación radiofónica. Un podcast es un archivo de audio, normalmente gratuito, que aparece colgado en Internet con cierta periodicidad y que puede ser reproducido en una computadora o en cualquier momento en algún aparato reproductor. Su contenido abarca todas las áreas, desde noticias, música o poesía, hasta lecciones de inglés o conferencias. Inicialmente, se refería exclusivamente a emisiones de audio, aunque este concepto se ha ampliado ya a contenidos multimediales, de video y audio. Este tipo de archivos pueden ser escuchados en un ipod y son de suma utilidad ya que liberan aún más al usuario, ya que no es necesario estar conectado físicamente a una computadora para 'aprender'.

Desde un punto de vista más tradicional, existen plataformas para el e-learning de gestión de comunidades, que ofrece herramientas de comunicación sincrónica y asincrónica: foros, calendarios, noticias, etc. Estas plataformas normalmente residen en un lugar físico, mientras que los actores se conectan remotamente; es decir que la comunicación es central para el éxito del proceso de aprendizaje. Este es un nuevo elemento de análisis que obliga a prever acciones en caso que la comunicación no sea factible.

2. Nuevo Espacio Social

Las nuevas TICs han posibilitado la creación de un nuevo espacio social para las interrelaciones humanas. Este nuevo espacio se suma a los dos que ya existían: el rural y el urbano, y se aplica a todos los órdenes de la vida cotidiana (desde pagar facturas por internet, compras de productos, lectura de la prensa). En nuestro caso particular, nos interesa marcar la existencia de un nuevo espacio educativo, diferente de los espacios preexistentes. La emergencia de este espacio tiene particular importancia ya que:

- posibilita nuevos procesos de aprendizaje y transmisión del conocimiento a través de las redes telemáticas.
- para ser activo en el nuevo espacio social se requieren nuevos conocimientos y destrezas que habrán de ser aprendidos en los procesos educativos.
- las instituciones educativas y la formación en general necesitan ser redefinidos en el nuevo espacio social. Se requiere crear un nuevo sistema de centros educativos, a distancia y en red, así como nuevos escenarios, instrumentos y métodos para los procesos educativos.

Por estas razones básicas, a las que podrían añadirse otras, hay que replantearse profundamente la organización de las actividades educativas, implantando un nuevo sistema educativo en este entorno. Este nuevo espacio social tiene una estructura propia, a la que es preciso adaptarse. “Se trata de un espacio telemático, cuyo eje central actual es la red Internet, no es presencial, sino representacional, no es proximal, sino distal, no es sincrónico, sino multicrónico, y no se basa en recintos espaciales con interior, frontera y exterior, sino que depende de redes electrónicas cuyos nodos de interacción pueden estar diseminados por diversos países. De estas y otras propiedades se derivan cambios importantes para las interrelaciones entre los seres humanos, y en particular para los procesos educativos”, (Echeverría, 2000).

Además este nuevo entorno no sólo es un nuevo medio de información y comunicación, sino también un espacio para la interacción, la memorización, el entretenimiento y la expresión de emociones y sentimientos. Precisamente por ello es un nuevo espacio social, y no simplemente un medio de información o comunicación. Cada vez se requerirá un mayor grado de competencia para actuar eficientemente en él. Por ello es preciso diseñar nuevos escenarios y acciones educativas, es decir, proponer una política educativa específica para este entorno. Aunque el derecho a la educación universal sólo se ha logrado plenamente en algunos países, motivo por el cual hay que seguir desarrollando acciones de alfabetización y educación en el entorno clásico, lo cierto es que la emergencia de este nuevo espacio exige diseñar nuevas acciones educativas para todo el mundo

No sólo se trata de transmitir información y conocimientos a través de las TICs, sino que, además, hay que capacitar a las personas para que puedan actuar competentemente en los diversos escenarios de este entorno. La interacción con las TICs como una habilidad básica del mismo nivel que las competencias instrumentales (lectura, escritura y cálculo), ayuda a concretar los ámbitos o dimensiones de la competencia, las acciones educativas, y sus medios organizativos y metodológicos para alcanzarla. Por ello, además de aplicar las nuevas TICs a la educación, hay que diseñar ante todo nuevos escenarios educativos donde los estudiantes puedan aprender a moverse e intervenir en el nuevo espacio telemático. El acceso universal a esos escenarios y la capacitación para utilizar en forma competente las nuevas tecnologías se convierten en dos nuevas exigencias emanadas del derecho a que cualquier ser humano reciba una educación adecuada al mundo en el que vive.

Las TICs están transformando profundamente las sociedades contemporáneas, y en particular los procesos educativos. Las redes telemáticas son protagonistas de este cambio, aunque hay otras muchas tecnologías involucradas. Las siete tecnologías a tener en cuenta son el *teléfono*, la *radio* y la *televisión*, el *dinero electrónico*, las *redes telemáticas*, las *tecnologías multimedia*, los *videojuegos* y la *realidad virtual*. A los efectos educativos, las cuatro últimas son las más relevantes, junto a la televisión y el celular. A excepción de este último, los otros medios han sido estudiados para ver sus efectos en los procesos educativos en el marco de las enseñanzas no regladas.

Los pedagogos suelen hablar de educación para los medios, de alfabetización audiovisual y de alfabetización informativa. Si bien es cierto que la televisión, los videos, las computadoras y los soportes multimedia son nuevos medios educativos, la incorporación de las TICs suscita un cambio, ya que no sólo es un nuevo instrumento docente, sino que afecta a la estructura del espacio social y educativo. Estas tecnologías posibilitan la construcción de este nuevo espacio social, cuya estructura es muy distinta a la de los otros dos (el natural y el urbano) en donde tradicionalmente se ha desarrollado la vida social, y en particular la educación.

Las TICs, basadas en la microelectrónica, la informática y las redes de comunicación, constituyen en la actualidad un factor de transformación del mismo modo que en su momento lo fueron la imprenta o la máquina de vapor. Las TICs se materializan en numerosos dispositivos y programas

que van desde las computadoras personales y grandes equipos hasta los teléfonos fijos y móviles pasando por Internet y otras redes. Máquinas, redes, programas y servicios facilitan la comunicación entre personas, el acceso a ingentes cantidades de información en formato digital.

Si durante la Revolución Industrial, las fábricas eran el principal motor de riqueza, al emerger la sociedad de la información este papel lo tienen las redes de comunicaciones y la capacidad intelectual de los ciudadanos para transformar la información en conocimientos. Además, inciden sobremedida en todo lo que se refiere al conocimiento humano. Por ello suele hablarse de una sociedad de la información y del conocimiento, denominación ésta que empieza a ser insuficiente, porque la cuestión es qué tipo de sociedad estará en relación con parámetros tales como la cultura, la organización democrática o la justicia. La sociedad de la información constituye el cambio más importante que están experimentando las sociedades occidentales desde la revolución industrial. Como ocurrió en ese momento, los cambios afectan a la manera de trabajar de la mayoría de la población, a los objetos de producción, a la forma de relacionarse entre las personas, al acceso y participación de la cultura.

Según Echeverría se requieren acciones enérgicas para garantizar el derecho universal a la educación en el nuevo espacio social. Por ello, más que en una educación para las TICs hay que pensar en un sistema educativo para el entorno social que se está formando. Las redes educativas telemáticas son las nuevas unidades básicas de dicho sistema educativo, que incluye el diseño y la construcción de nuevos escenarios educativos, la elaboración de instrumentos educativos electrónicos y la formación de educadores especializados para realizar la práctica docente en el nuevo espacio social. Es importante reflexionar profundamente sobre la educación en este ambiente mediado por las TICs, con el fin de promover acciones coherentes para organizar los procesos educativos en este nuevo entorno social. El modo en que se desarrollen allí los procesos educativos incidirá profundamente en el tipo de sociedad de la información que vayamos a tener. No está claro que dicha sociedad de la información vaya a ser democrática, ni tampoco que vaya a estar basada en el principio de igualdad de oportunidades entre sus ciudadanos. Son pilares fundamentales a tener en cuenta para esta planificación de tanta trascendencia.

3. Aplicaciones

Analizado entonces el estado del arte del tema, es importante proponer cambios educativos que acompañaran lógicamente a los cambios tecnológicos. De nada servirán las nuevas tecnologías, si no podemos sacar de ellas el máximo provecho para todos y tampoco servirá proponer grandes cambios en la educación, si esta tecnología es inalcanzable. Este segundo aspecto es relativamente menos problemático en occidente, ya que los medios tecnológicos son cada vez más económicos y por lo tanto accesibles a todos. Sin embargo, deberíamos también pensar en continentes como África o ciertas regiones de Asia y América, donde esto no es tan real.

Basándonos entonces en la incorporación de telefonía celular, i-pod y computadoras portables de largo alcance y bajo consumo, podemos pensar en nuevas herramientas educativas para:

- Mejorar los cursos presenciales de educación formal tradicional.
- Incorporar estas tecnologías en cursos a distancia mediados por la Web.
- Diseñar cursos de formación continua, destinados a adultos que trabajan en grandes centros urbanos y que deciden aprovechar el tiempo de traslado para tomar esos cursos.
- Crear instructivos interactivos para la puesta en marcha de equipos instalados en lugares alejados.
- Fundar una interacción cooperativa de grupos de trabajo espacialmente dispersos.

4. Futuros desarrollos

Tecnológicos: aplicaciones basadas en el uso de la telefonía celular y en el i-pod.

Didácticos: concepción, diseño y planteo de nuevas metodologías y estrategias para la construcción de conocimiento y desarrollo de competencias a partir de interacciones en el nuevo entorno educativo.

Bibliografía

- Apuntes para la alfabetización digital. <http://lindacastaneda.com/mushware///index.php?cat=21>
- Bransford J., Brown A. y Cocking R. (Editores) (2000). How people learn. USA:
- Bruffee, Kenneth A. Collaborative Learning: Higher Education, Interdependence, and the Authority of Knowledge. Johns Hopkins University Press. 2007.
- Echeverría, Javier: Educación y tecnologías telemáticas Revista iberoamericana. 2000.
- Echeverría, Javier Los señores del aire: Telepolis y el Tercer Entorno. Ed. D.SA.. 1999.
- Ipods in Education. <http://www.learninginhand.com/ipod/index.html>
- Larry Bunch, Nathanael Chambers, Lucian Galescu, Renia Jeffers, Niranjani Suri, William Taysom, Andrzej Uszok: Kaa: policy-based explorations of a richer model for adjustable autonomy. AAMAS 2005
- Malet, A. y Señas P. Los Mapas Conceptuales Hipermediales y la construcción de conocimiento. V Conferencia Internacional de Ciencias de la Educación. Cuba. 1999.
- MERLOT Multimedia Educational Resources for Learning and Online Teaching. Consultado en: (<http://www.merlot.org/Home.po>) octubre-2004.
- Randy Garrison – Vaughan. Blended Learning in Higher Education: Framework, Principles, and Guidelines. Jossey-Bass .2007.
- Resource Description Framework (RDF). Consultado en octubre-2004 en: (<http://www.w3.org/RDF/>).
- Reusser, Kurt. Tutoring Systems and Pedagogical Theory: Representational Tools for Understanding, Planning and Reflection in Problem Solving. En Computers as Cognitive Tools. Lajoie and Derry, ed. 1993.
- Ritter, S. Communication, Cooperation and Competition Among Multiple Tutor Agents. AI-ED97. Eighth World Conference on Artificial Intelligence in Education - Workshop V: Pedagogical Agents. 1997.
- Robbins, S. R. The Evolution of the Learning Content Management Systems. Consultado en: (<http://www.learningcircuits.org/2002/apr2002/robbins.html>) abril 2002.
- Santacruz, L. P., Valencia, I., Aedo, C. Delgado Kloos., A Framework for the Creation, Integration and Reuse of Learning Objects. IEEE Computer Society Learning Technology Task Force. Vol. 5 Issue 1. 2003.
- Sanz, C., Zangara, A., Gonzalez, A., Ibañez, E., De Giusti, A. WebLIDI: Desarrollo de un Entorno de Aprendizaje en la WEB. CACIC-03. Argentina 2003. IEEE. Learning Technology Standards Committee (LTSC). Draft Standard for Learning Object Metadata
- Savarimuthu B. T. R., Purvis, M. A., Purvis, M. K., "Creating Ontologies for a Collaborative, Multi-agent-based Workflow System", Ontologies and Soft Methods in Knowledge Management, Katarzyniak R. (ed.), Advanced Knowledge International, Adelaide, Australia, 2006.
- Savin-Baden. Problem Based Online Learning. Routledge Press. 2007.
- Schuler, Douglas. Online Communities and Social Computing: Second International Conference. China. 2007.
- Uso y abuso del ipod. Franceso Manetto. <http://www.scribd.com/doc/967937/Ventajas-y-desventajas-del-uso-de-ipod-y-MP3>
- Zanconi, Marcelo. Modeling and Analysis of Real Time Systems with Preemption, Uncertainty, and Dependency. Tesis defendida el 24 de junio de 2004 en la Universidad Joseph Fourier, Grenoble, Francia, , para la obtención del grado de Doctor en Informática, especialidad Sistemas y Comunicación.

TICs en Educación: Experiencias de intervenciones docentes en espacios virtuales

*Beatriz Depetris (depetrisb@speedy.com.ar),
Guillermo Feierherd (feierherdge@speedy.com.ar),
Grupo de Investigación en Tecnología Informática Aplicada (GITIA)
Facultad de Ingeniería. UNPSJB (Sede Ushuaia)
Darwin y Canga – Ushuaia (TF) – CP 9410*

y

*Armando De Giusti (degiusti@lidi.info.unlp.edu.ar)
Cecilia Sanz (csanz@lidi.info.unlp.edu.ar)
Alejandro Gonzalez (agonzalez@lidi.info.unlp.edu.ar)
Adrián Pousa (apousa@lidi.info.unlp.edu.ar)
Instituto de Investigación en Informática LIDI (III LIDI)
Facultad de Informática. UNLP
50 y 115 – 1er Piso - La Plata (BA) – CP 1900*

RESUMEN

En esta línea de investigación se continúa trabajando en la aplicación de TICs en educación, buscando resolver, mediante las capacidades transformadoras de estas tecnologías, problemas para los cuáles los mecanismos clásicos del aula convencional tienen falencias.

Esta búsqueda de soluciones implica la necesidad de redefinir los procesos de enseñanza y de aprendizaje a fin de dar cuenta, entre otros aspectos, de las nuevas formas de mediación que surgen del uso de las TICs.

Las actividades desarrolladas con anterioridad incluían estudios y trabajos experimentales relacionados con la transformación de los procesos de enseñanza y de aprendizaje en el ámbito universitario que se extendieron en 2007 a otras disciplinas, al ámbito laboral y al ciudadano en general.

Como parte de las tareas se han analizado las dificultades encontradas al intentar incorporar las nuevas tecnologías en los ámbitos mencionados, en particular el problema de la brecha digital, que se traduce en actitudes y capacidades no sólo del Alumno/Usuario, sino también del Docente/Responsable a la hora de implementar propuestas que involucren la incorporación de las TICs en Educación (formal y no formal).

Las nuevas experiencias abarcan investigación y desarrollo en Laboratorios Remotos, en la utilización de Tecnologías de bajo costo en las aulas (tipo Classmate), en la incorporación de los servicios de VideoConferencia sobre IP a los entornos de EAD, en la integración de la telefonía móvil a un entorno de EAD y en la capacitación docente enfocada al uso de estas tecnologías en el Aula.

1. INTRODUCCIÓN

En esta era –centrada en el conocimiento– resulta fundamental el rol que desempeñan las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs). La transformación que están produciendo en nuestros modos de hacer –aún las actividades más cotidianas– y la magnitud en que han potenciado nuestras capacidades, las han convertido en un elemento indispensable para individuos y sociedades.

Los procesos de enseñanza y de aprendizaje (fuertemente ligados al conocimiento y el cambio tecnológico en esta época) están en plena transformación metodológica para la incorporación sistemática de las TICs. Por otro lado se espera que esta transformación contribuya a mejorar la calidad del aprendizaje y a disminuir los niveles de deserción que caracterizan los estudios de grado en Argentina.

Las experiencias realizadas durante la ejecución de proyectos de investigación que hemos llevado a cabo anteriormente, nos han demostrado que la introducción de TICs en forma apropiada y crítica (por ejemplo, para enriquecer los procesos comunicacionales, actividades de trabajo colaborativo, reflexión compartida, etc.) en los procesos educativos permite obtener aprendizajes más efectivos y mejoran la adquisición de capacidades específicas por los alumnos universitarios y también en núcleos de alumnos no vinculados con los estudios universitarios formales.

Se busca que los educandos obtengan competencias indispensables para el aprendizaje continuo, las que les resultarán útiles para su futuro desempeño y actualización profesional.

Es interesante ver (en este panorama amplio de aplicación de las TICs) los problemas de la brecha digital que origina fuertes desniveles, no sólo entre los “alumnos” sino también entre los docentes de disciplinas ajenas a la informática, así como la dificultad para transitar el estudio experimental a través de interacciones virtuales.

El enfoque de las experiencias iniciales puso el foco en la actualización y capacitación de docentes no informáticos en el empleo de nuevas tecnologías en el aula. Se buscaba:

- Conocer y entender las posibilidades de las TICs y sus aplicaciones
- Revisar los modos de enseñar y aprender en entornos virtuales y entender que ocurre con los procesos de construcción del conocimiento cuando se encuentra mediados tecnológicamente
- Utilizar algunas herramientas para la construcción de materiales educativos multimediales

El avance del proyecto en el 2007 potenció esta línea con acciones tales como:

- Experiencias piloto en Ushuaia con las Facultades de Ciencias Económicas, Humanidades y Ciencias Sociales e Ingeniería.
- Experiencias piloto en La Plata con las Facultades de Arquitectura, Bellas Artes, Medicina y Periodismo.
- Desarrollo de materiales para un Laboratorio de Idiomas en el Colegio Nacional de la UNLP
- Experiencias de capacitación a docentes y alumnos en el empleo de tecnología de bajo costo en el aula (tipo classmate) conectando los equipos en red a un servidor con un entorno de Educación a Distancia propio (WEB-UNLP).
- Desarrollo de extensiones al entorno de EAD, para contemplar el empleo de celulares y también para la incorporación de agentes pedagógicos interactivos orientados al usuario.
- Experiencia en el acceso a Laboratorios remotos de la Facultad de Informática de la UNLP, con software desarrollado en el proyecto.
- Desarrollo de WEB Services remotos, orientados a educación desde la cátedra de Sistemas Distribuidos de la Sede Ushuaia de la UNPSJB.
- Desarrollo de experiencias de capacitación profesional con la Municipalidad de Ushuaia.

2. LINEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

- ✓ Las TICs y sus aplicaciones en educación.
- ✓ Entornos de aprendizaje virtuales.
- ✓ Enseñanza y aprendizaje centrados en la Web.
- ✓ Evaluación de calidad en procesos educativos semipresenciales y a distancia.
- ✓ Realidad virtual y sus aplicaciones en educación.
- ✓ Laboratorios remotos. Diseño de middleware de administración de recursos remotos.
- ✓ Laboratorios virtuales. Software de simulación para el aprendizaje semipresencial y a distancia.
- ✓ Transformación de cursos presenciales en semipresenciales y a distancia.
- ✓ Desarrollo de entornos “a medida” para núcleos de alumnos con perfiles determinados.
- ✓ Desarrollo de extensiones a entornos de EAD para favorecer la incorporación de recursos (telefonía, video conferencia) y la interactividad (agentes pedagógicos orientados al usuario).
- ✓ Concreción de experiencias piloto con docentes, alumnos y trabajadores/profesionales de informática y otras disciplinas para aplicar las metodologías estudiadas/desarrolladas, así como también el software desarrollado.
- ✓ Desarrollo de materiales para la articulación entre la Escuela Media y la Universidad. Organización y evaluación de cursos de pre-ingreso a diferentes disciplinas universitarias, utilizando Educación a Distancia y Semipresencial.

3. FORMACION de RECURSOS HUMANOS

En este proyecto han completado estudios de Especialista 4 personas y están desarrollando su Maestría 3 integrantes del mismo.

Se han definido dos Tesis Doctorales relacionadas con Tecnología y Educación.

Asimismo hay convenios de cooperación nacional e internacional en los que participan la Facultad de Informática de la UNLP y la Sede Ushuaia de la Facultad de Ingeniería de la UNPSJB.

A partir de 2008 se ha aprobado por el Ministerio de Educación un programa de intercambios de docentes y técnicos entre las dos Unidades Académicas (programa Inter-U) que facilitará el trabajo conjunto en esta línea.

4. CONCLUSIONES

El proyecto está consolidando el grupo de I/D que se formara con los proyectos anteriores (“Evaluación y desarrollo de herramientas multimediales para análisis de competencias y aplicación de una metodología didáctica para mejorar el aprendizaje inicial en Informática”, y “Metodologías y herramientas para la educación no presencial utilizando tecnología multimedial”), oportunamente avalados por la UNPSJB.

Así, este grupo de I/D de la Sede Ushuaia, originalmente centrado en la Facultad de Ingeniería se ha constituido en un núcleo inicial de formación de recursos humanos, que trata de brindar capacitación y asesoramiento ante requerimientos específicos en procesos educativos y de formación en general, en los que se deseen incluir las TICs como elementos mediadores.

Por último se ha despertado la inquietud en un número importante de docentes de la Sede Ushuaia, referido a una urgente necesidad de conocimiento y utilidades de las TICs en los procesos educativos, lo que seguramente nos llevará a la replicación de los cursos ya impartidos, así como a la generación de otros nuevos.

Este proyecto se integra claramente con el proyecto de E-Learning de la Facultad de Informática de la UNLP (dentro del III-LIDI) y la interacción de ambos grupos potencia la capacidad de realizar experiencias en ámbitos diferentes y muchas veces complementarios.

BIBLIOGRAFÍA

Alvarez, P.; “La función tutorial en la Universidad; Madrid: EOS (2002)

Arnaiz P., Roart J.; “La tutoría: de la reflexión a la práctica”; Ediciones Universidad de Barcelona; Barcelo (1999)

Bork, M.; “Virtual Calsroom Pedagogy”; *Proceedings of the 37th SIGCSE technical symposium on Computer Science Education*; Houston, Texas, USA; 2006; Pages 148-152; ISBN 1-59593-259-3

Bower, M.; “Virtual Classroom Pedagogy” en *Proceedings of the 37th SIGCSE technical symposium on Computer Science Education*, Houston, Texas, USA; 2006; Pages: 148-152; ISBN: 1-59593-259-3

Carbone G.; “Educación a Distancia en Argentina (1983- 2003): Una mirada a la evolución de sus preocupaciones teóricas, realizaciones y obstáculos” en “*La Educación a Distancia en América Latina: Modelos tecnologías y realidades*”, Compiladora Mena M., Buenos Aires: La Crujía : Stella : ICDE –UNESCO, 2004; páginas 37- 56.

Coraggio J.; “Reforma Pedagógica: Eje de desarrollo de la Enseñanza Superior”. *Documento de trabajo n° 1, Universidad Nacional de General Sarmiento. 1994.*

Burbules N., Callister T.; "Las promesas de riesgo y los riesgos promisorios de las nuevas tecnologías de la información en educación", en “*Educación - Riesgos y promesas de las nuevas tecnologías de la Información*”, Ediciones Granica; 2006

De Giusti A., Depetris B., Feierherd G.; “TICs, Educación a Distancia y la enseñanza de asignaturas experimentales en Informática”; Publicado en CD ROM del *1er. Congreso en*

Tecnologías de la Información y Comunicación en la Enseñanza de las Ciencias (TICEC'05); La Plata, Buenos Aires, Argentina, 29 y 30 de setiembre de 2005; páginas 467-475

Depetris B., Zangara A., Feierherd G.; "La importancia del Blended Learning en la Educación Universitaria en Regiones Aisladas"; *Revista Electrónica Cognición*, 4ta. Edición, marzo – abril 2006; ISSN 1850-1974;

<http://www.cognicion.net/cognicion/files/cognicioncuatrocompleta.pdf>

Dupuy G.; "La fractura digital hoy"; *Revista CTS*, n° 9, vol. 3, Agosto de 2007; Versión original en francés. Traducción de Matías Alinovi.

Feldman D., Palamidessi M.; "Programación de la enseñanza en la universidad. Problemas y enfoques"; *Colección Universidad y Educación. Departamento de Publicaciones, Universidad Nacional de General Sarmiento*. San Miguel, Provincia de Buenos Aires, 2001. ISBN 987-9300-42-4

García Aretio L.; "Aprendizaje y Tecnologías Educativas"- Capítulo 5. 1997

www.fsp.es/secretarias/formacion/Doc_int/4jornadas/doc/02-APRENDIZAJE.PDF

García Aretio L., Corbella M., Figaredo D. "De la Educación a distancia a la educación virtual". Editorial Ariel. Barcelona, España. 2007

González A.; "Propuesta metodológica para el desarrollo de materiales de estudio hipermediales para la articulación Escuela Media y Universidad". Proceedings del XIII Congreso CACIC 2007. Congreso Argentino de Ciencias de la Computación 2007, VI WITAE.. Corrientes y ressitencia. Argentina 2007.

Guzman Ibarra I., Marín Uribe R; "La investigación en los nuevos escenarios de la virtualidad" en *Revista Apertura*. Año 6 N° 4. UDG Virtual (Universidad Virtual de Guadalajara) México. Agosto 2006; pp 8-19. Indizada en Latindex. Folio de la versión electrónica:15515. www.latindex.org/larga.php?opcion=1&folio=15515

Hernandez Gallardo C.; "Procesos Educativos y de investigación en la virtualidad". Editorial UDG Virtual. MTA. Colección vinculación Académica. México 2006.

Hiltz S. R. Turoff, M.; "Education goes digital: The evolution of Online Learning and the Revolution in Higher Education"; *Communications of the ACM, Volume 48, Number 10, October 2005, pp. 59-64; ACM*

Lion C.; "Imaginar con Tecnologías - Relaciones entre tecnologías y conocimiento". La Crujía Ediciones - Editorial Stella; 2006

Litwin E.; "De las tradiciones a la virtualidad" en "*La educación a distancia: Temas para el debate de una nueva agenda educativa*"; Editorial Amorrortu, 2000; pp. 15 – 29

Madoz C., Gorga G., Depetris B., Feierherd, G.; "Transformación de un curso presencial preuniversitario de Análisis y Expresión de Problemas a modalidad semipresencial", *Proceedings del III Congresso Brasileiro de Computação*

Madoz C., Gorga G., Sanz C., Lanzarini L., Pereira H., Champredonde R., De Giusti A., Feierherd G., Depetris B.; "Tecnología Informática en los procesos de enseñanza y aprendizaje semipresenciales y a distancia", *Proceedings del Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, 2004

Mayer R.; "The Cambridge Handbook of Multimedia Learning". Cambridge University Press. USA, 2005.

Mena M.; "La Convivencia Institucional de las Modalidades Presencial y a Distancia: ¿Competencia o Cooperación?", *Educación a Distancia en los 90: Desarrollos, Problemas y Perspectivas*, 1994, pp. 140 – 148

Moore M.; "Introduction: Background and Overview of Contemporary American Distance Education", *Contemporary Issues in American Distance Education*, 1990, pp xiii – xxvi

Moreno Castañeda M.; “Nuevos rumbos para la educación: cuando las brechas se vuelven caminos”.Editorial UDG. Universidad Virtual de Guadalajara. México,2007

Nickerson R., Perkins D., Smith E.; “Enseñar a pensar”; Ediciones Paidós, 1987 – Capítulo IV páginas 87 - 134

Sanz C., De Giusti A., Zangara A., Gonzalez A., Ibáñez E.; "Diseño de cursos no presenciales en un Entorno de Aprendizaje en la Web (WebLidi)", *Proceedings del IX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*

Varian, H. R.; “Universal Access to Information”; *Communications of the ACM, Volume 48, Number 10, October 2005, pp. 65-66; ACM*

CONTROLADORES INTELIGENTES APLICADOS A ROBÓTICA MÓVIL

Enrique A. Sierra, Alejandro A. Hossian, Gustavo E. Monte
Grupo de Estudios en Inteligencia Artificial (GEIA). Unidad Académica Confluencia. UTN
Pedro Rotter s/n – (8318) – Plaza Huincul- Neuquén- Argentina –Telefax: 0299)-4963292/0510
enriquesie@yahoo.com.ar, hossi@ciudad.com.ar

1. INTRODUCCIÓN

Los robots móviles son una de las tecnologías que más interés ha despertado en la industria por cuanto su posible aplicación a una gran diversidad de tareas de forma cooperante con el ser humano [1]. Conforme la tecnología se ha ido desarrollando ha crecido en importancia el concepto de “Autonomía”, el cual sobrepasa el concepto de sistema automático. La autonomía es un requerimiento adicional importante. Para definir la autonomía, podemos recurrir a las definiciones suministradas por el etólogo Smithers [18] que dice: *La idea central del concepto de autonomía se identifica en la etimología del término: autos (propio) y nomos (ley o regla). Se aplicó por primera vez en la antigua Grecia para referirse a aquellas ciudades o estados que se regían por leyes propias en lugar de vivir acorde al poder de un gobierno externo. Es útil contrastar el concepto de autonomía con el de sistema automático. Los sistemas automáticos se autorregulan pero ellos no establecen las leyes que sus reguladores intentan satisfacer. Estas leyes les son suministradas o están inmersas en su construcción. Los sistemas automáticos son capaces de conducirse a lo largo de un camino corrigiendo y compensando los efectos de las perturbaciones externas. Los sistemas autónomos son capaces de generar por ellos mismos las leyes y estrategias con las que regularan su comportamiento: se autogobiernan y se autorregulan. Determinan el camino a seguir y se conducen sobre él.* Esta definición recoge la cuestión esencial, para ser autónomo primero hay que ser automático. Esto implica sentir el entorno y ejercer acciones sobre él de manera beneficiosa para el agente y las tareas que debe desarrollar. Pero la autonomía va más allá que el automatismo, porque se supone que la base de autorregulación se genera desde la propia capacidad del agente de componer y adaptar sus principios de comportamiento. Más aún, el proceso de construcción y adaptación es algo que tiene lugar mientras el agente opera en su entorno. Para conseguir esta propiedad el robot requiere una serie de capacidades que en gran medida se agrupan bajo el concepto de inteligencia.

2. PROBLEMÁTICA DE LOS CONTROLADORES INTELIGENTES

La inclusión de controladores inteligentes (control fuzzy, redes neuronales, algoritmos genéticos, control neuro-fuzzy, etc.) no asegura un comportamiento adecuado en todas las situaciones; en otras palabras, es una manera de facilitar la implementación de los controladores en el robot. Para asegurar un comportamiento “inteligente” es necesario dotar de algoritmos que aseguren la resolución de los problemas derivados con los que se puede encontrar el robot. Uno de los principales problemas cuando se implementan controladores inteligentes, mediante la *Toolbox* de Matlab, es la cantidad de recursos necesarios para ejecutar el código. La inclusión de computadores potentes subsana este inconveniente.

3 SIMULACIÓN DE UN ROBOT MÓVIL

La simulación del comportamiento del robot cuando se le proporciona el control inteligente es fundamental para la validación del controlador. Paralelamente al desarrollo sobre sistemas reales, actualmente es posible utilizar herramientas software mediante las cuales el ciclo de análisis, diseño, prototipado y desarrollo de sistemas de control puede verse acelerado [16]. Entre una de las más utilizadas encontramos el entorno Matlab-Simulink el cual, en conjunción con el conjunto de *Toolbox* y *Blockset*, proporcionan una herramienta potente para analizar, diseñar y, testear sistemas tanto desde un

punto de vista clásico como mediante las técnicas expuesta anteriormente (redes neuronales, *fuzzy* y algoritmos genéticos). Adicionalmente al entorno Simulink se le ha dotado de la capacidad de generación de código de los sistemas simulados para un conjunto de targets concretos (sistemas PC, microcontroladores, sistemas empujados y DSP). Dicha capacidad hace este entorno muy adecuado para la herramienta que se propone, ya que permite acelerar los desarrollos al tiempo que proporciona un vasto entorno de sistemas susceptibles de ser simulados y controlados con el mismo (desde una simulación de un sensor hasta el comportamiento de un conjunto de robots en un entorno común). En concreto existe un simulador de robot móvil Khepera para Matlab, el cual permite desarrollar estrategias de control tanto de modo simulado como conectado al robot real. Estas plataformas permitirán realizar la labor de investigación en un entorno más controlado y de menor costo temporal, en paralelo al desarrollo en el robot real del entorno necesario para su implementación.

4 HERRAMIENTA DESARROLLADA

La herramienta que se ha desarrollado está basada en el simulador KiKS y permite, de forma modular, la incorporación de distintos controladores y de funciones necesarias para el cálculo del comportamiento del robot.

Para ello se han programado distintas funciones y bloques que permite el cálculo de los parámetros del robot a partir de la información proporcionada por los sensores y encoders. Estos módulos permiten desacoplar la tarea de cálculo del controlador con la de cálculo de posición y orientación, haciendo más flexible la incorporación de nuevos comportamientos.

Los módulos principales que se han programado son los siguientes:

- Almacenamiento del recorrido seguido por el robot en una matriz.
- Seguimiento y representación de las velocidades de cada rueda, así como del ángulo de orientación del robot en función del tiempo.
- Almacenamiento y representación de la medición de distancias de cada sensor de infrarrojos en función del tiempo.
- Evolución de la velocidad lineal del robot seguida en función del tiempo.
- Cálculo de la posición en función de la información suministrada por los encoders de cada rueda.

Cada uno de estos módulos puede ser llamado en el programa principal, facilitando la implementación del código del programa y haciendo más flexible el diseño de nuevos comportamientos.

5 IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA

Dentro de este apartado tenemos dos puntos principales, por un lado los controladores y por el otro los comportamientos que podemos conseguir con la configuración de dichos controladores.

5.1 CONTROLADORES INTELIGENTES

5.1.1 Controladores fuzzy

Para implementar este tipo de controladores la herramienta básica que se ha utilizado para generar los módulos es el *Fuzzy Logic Toolbox* de Matlab. Mediante esta herramienta se generan las funciones de pertenencia de las entradas y de las salidas y se desarrolla la relación que existe entre las mismas. En el código del programa controlador implementado se carga éste módulo para ser utilizado cuando se necesita conocer las salidas a partir de la información sensorial de las entradas. Para validar el módulo y verificar que funciona correctamente se han probado las soluciones propuestas por Godjevac [6] [7], y Maaref [9].

Ejemplo. Implementación de un controlador fuzzy para evitar obstáculos

Lo primero que tenemos que hacer es mediante el *Fuzzy Logic Toolbox* de Matlab generarnos las funciones de pertenencia de las entradas y las salidas, así como la relación que existe entre ellas. Para ilustrar este ejemplo se ha desarrollado un regulador fuzzy basado en la solución propuesta por Godjevac [6] [7].

En las figura 5 se muestran las entradas y salidas consideradas. Lo que se ha hecho es agrupar los sensores en izquierda, derecha, frente y atrás, de manera que se facilitan las reglas entre las entradas y salidas que hay que considerar más tarde. Una solución más completa en la que se tienen en cuenta todos los sensores es la que propone.

Como salidas se ha considerado los motores izquierdo y derecho, es decir, lo que se ha hecho es unir directamente las entradas con las salidas por medio de relaciones entre ambas. En este sentido una solución más elaborada es la que propone Maaref [9], en la que la salida que proporciona el controlador fuzzy la orientación y la velocidad global que hay que darle al robot para evitar el obstáculo.

La siguiente figura muestra las reglas que se deben cumplir en las entradas y salidas, éstas reglas, como se ha comentado anteriormente, están basadas en la solución propuesta por Godjevac [6][7] pero modificándolo con 4 reglas más, de manera que podamos también seguir por un pasillo y evitar obstáculos en movimiento que provengan de la parte trasera. En las figuras 6 y 7 se muestran las funciones de pertenencia de las entradas y salidas, respectivamente.

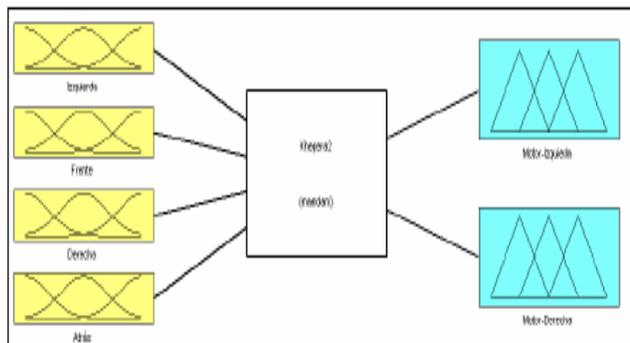


Fig. 5. Entradas y salidas consideradas en el controlador fuzzy de Godjevac

	Distancias				Velocidades	
	Izquierda	Frente	Derecha	Atrás	Motor izquierdo	Motor derecho
Regla 1	Grande	Grande	Grande	Grande	Adelante medio	Adelante medio
Regla 2		Pequeña			Adelante medio	Atrás medio
Regla 3	Grande	Grande	Grande	Pequeña	Adelante rápido	Adelante rápido
Regla 4	Pequeña	Grande	Grande		Adelante rápido	Adelante lento
Regla 5	Grande	Grande	Pequeña		Adelante lento	Adelante rápido
Regla 6	Pequeña	Grande	Pequeña		Adelante lento	Adelante lento

Tabla 1. Relación entre las entradas y salidas en el regulador fuzzy de Godjevac modificado

5.1.2 Redes neuronales

La implementación de este tipo de controladores, para robots tan sencillos como el que nos ocupa, consiste en el entrenamiento de una matriz de pesos en los cuales a partir del comportamiento deseado se obtienen las entradas de dicha matriz. En este caso la implementación de estas matrices es muy similar a la idea de conectar los sensores con los actuadores propuesta por Braitenberg [2].

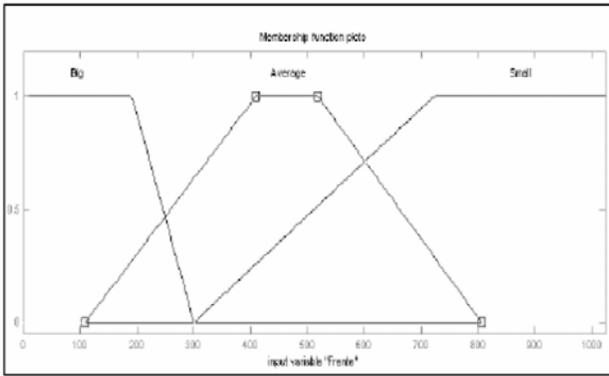


Fig. 6. Funciones de pertenencia de las entradas

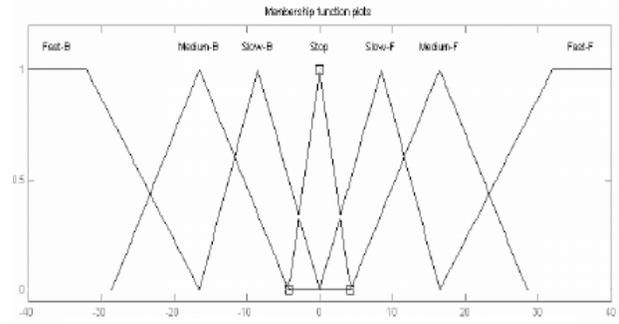


Fig. 7. Funciones de pertenencia de las salidas

5.1 COMPORTAMIENTOS

Mediante los controladores mostrados en el punto anterior se ha implementado los siguientes comportamientos básicos: Evitar obstáculos, Llegar a objetivos, Seguir paredes, Atracción por la luz, Empujar objetos. Estos comportamientos básicos pueden ser combinados para conseguir un comportamiento más inteligente, de esta manera podemos tener: Evitar obstáculos + Llegar a objetivos ó Evitar obstáculos + Atracción por la luz. Sin embargo la combinación de otros comportamientos puede ser no deseada, por ejemplo: Evitar obstáculos + Empujar objetos. La implementación de la combinación de varios comportamientos puede implementarse mediante el módulo de un controlador fuzzy, una red neuronal o de otras tecnologías inteligentes.

5.2.1 Ejemplo. Evitar obstáculos

Para desarrollar este comportamiento se han implementado varios controladores que proporcionan el objetivo deseado, como se ha visto en 5.1.1. Para tener una mayor dificultad en este apartado se le ha añadido, tanto en simulación como en la realidad, un objeto en movimiento que dificulta la evolución del robot sobre el entorno, y que permite validar los controladores con el comportamiento de evitar obstáculos tanto estáticos como en movimiento.

El ejemplo presentado tiene una duración de 60 segundos, en los primeros 30 segundos se trabaja con un controlador fuzzy y durante los últimos 30 segundos con una red neuronal implementada mediante matrices de ponderación de las medidas de los sensores conectadas directamente a la salida de los motores. Para interpretar los resultados de cada uno de los controladores se han añadido los módulos que muestran una representación de los resultados obtenidos.

En las siguientes figuras se muestran los resultados de la prueba explicada anteriormente. En ellos puede apreciarse un comportamiento diferente del robot en función del controlador aplicado. Mientras que el controlador fuzzy implementado es más agresivo, acercándose más a las paredes (como demuestra la figura 8) y teniendo una velocidad media superior al controlador de red neuronal, éste tiene un margen de seguridad más grande ya que evita el contacto con los obstáculos mucho antes.

5.2.2 Ejemplo. Llegar a objetivos

Para implementar este comportamiento se utiliza la información de los encoders de las ruedas para saber en todo momento la posición del robot en el entorno de trabajo. Para ello se ha tenido que realizar un módulo que transforma la medida de los sensores en la nueva posición que va a ocupar el móvil. En la figura 9 puede apreciarse el resultado del comportamiento de llegar a 5 objetivos, conseguido con un controlador fuzzy de 6 reglas. Las medidas de las distancias recorridas por el robot se han tomado con

el módulo mencionado anteriormente. Éste módulo puede utilizarse en sucesivos diseños y de esta forma no perdemos flexibilidad en la implementación de los comportamientos deseados.

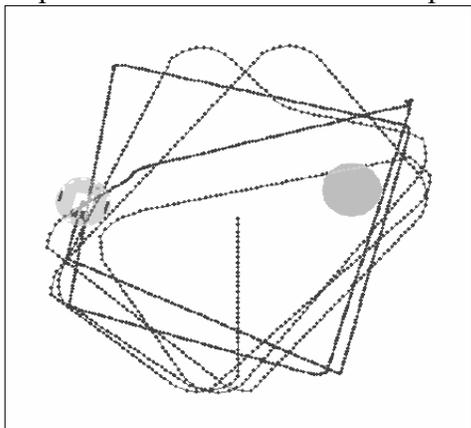


Fig. 8. Algoritmo para evitar obstáculos con controladores fuzzy distintos

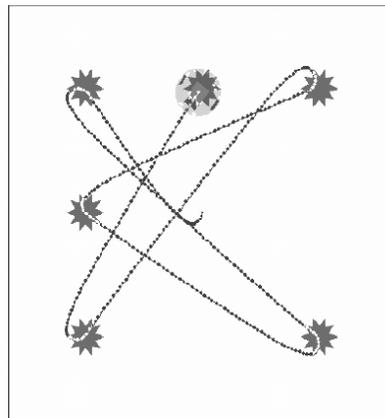


Fig. 9: Algoritmo para llegar a 5 objetivos

6. CONCLUSIONES

Mediante esta herramienta, de carácter modular, se facilita el diseño, implementación y pruebas de controladores inteligentes, aplicados al caso concreto de un robot móvil con movimiento diferencial. Al utilizar, tanto para la simulación como para el diseño, las *Toolbox* de Matlab, se permite el uso de toda la capacidad de programa, no limitándose a los módulos implementados, si no que es posible crear otros nuevos, así como sacar otro tipo de resultados que el usuario considere más interesantes. Este entorno hace que el desarrollo y diseño de pruebas sea muy sencillo y además pueda ser utilizado como una herramienta muy válida en el ámbito docente, debido a la facilidad de uso y por desarrollarse en un entorno de programación conocido y accesible por los alumnos como es Matlab.

REFERENCIAS

- [1] Blanes J.F., (2000) *Percepción y Representación del entorno en robótica móvil*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
- [2] Braitenberg V., (1984) *Vehicles: Experiments in Synthetic Psychology*. MIT Press. Cambridge.
- [3] Brooks R.A., (1986) *A robust layered control architecture for a mobile robot*. IEEE Journal of robotics and automation n°2, vol 1. Pag 14-23.
- [4] Fukuda T., (1999) *Computational Intelligence for the Robots and Automation*. Proceedings IEEE ISIE'99.
- [5] Fukuda T., Hasegawa Y., (2000) *Learning and adaptation for Intelligent Automation*. 4th IFAC International Symposium SICICA 2000. Buenos Aires, Argentina.
- [6] Godjevac J., (1995) *Comparative study of fuzzy control, neural network control and neuro-fuzzy control*. Research Index.
- [7] Godjevac J., (1995) *A Learning Procedure for a Fuzzy System: Application to Obstacle Avoidance*. Research Index.
- [8] Ledin J.A. (1999) *Hardware in the loop simulation*. Embedded Systems Programming.
- [9] Maaref H., Barret C., (2000) *Sensor-based fuzzynavigation of an autonomous mobile robot in an indoor environment*. Control Engineering 8: 757-768
- [10] Martín del Brio B., Sanz Molina A., (2001) *Redes Neuronales y Sistemas Borrosos*. Ra-Ma.
- [11] Mondana F., Franzi E., lenne P., (1994) *Mobilerobot miniaturisation : A tool for investigation in control algorithms*. Third Int. Symposium on Experimental Robotics.
- [12] Newell A., (1981) *The Knowledge Level*. Journal of Artificial Intelligence. 18 (1), pp 87-121
- [13] Nilsson T., *KiKS is a Khepera Simulator*. Master Thesis. Umeå University.
- [14] Oriolo G., Ulivi G., Vendetelli M., (1997) *Fuzzy maps : a new tool for mobile robot perception and planning*. Journal of Robotics Systems, 14(3).
- [15] Penrose R., (1990) *The Emperor's new mind*. Oxford University Press. Oxford.
- [16] Simarro R., Navarro J. L., (2001) *Simulación de una terminal marítima de contenedores*. Workshop en modelado y simulación de sistemas. Bellaterra.
- [17] Simó J.E., (1997) *Una arquitectura basada en motivaciones para el control de robots móviles*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
- [18] Smithers T., (1991) *Taking eliminative materialism seriously: a methodology for autonomous systems research*. Proceedings for the first European Conference on Artificial Life.
- [19] Steels L., (1993) *Intelligence, Dynamics and Representation*. Proceedings of the NATO Advanced Study. Institute on the Biology and Technology of Intelligence and Autonomous Agents. Trento. Italy.