

Sistemas inteligentes en apoyo a la toma de decisiones:

Inteligencia de negocios y el manejo de datos personales legaliforme en las PyME

PAICYT 2010

Investigador responsable: Dra. Elisa Schaeffer

*División de Posgrado en Computación y Mecatrónica (DCM)
Facultad de la Ingeniería Mecánica y Eléctrica (FIME)*

Área: Ingeniería y Tecnología
Modalidad: Proyecto individual

Enero 2011

Índice

Resumen	3
Introducción y planteamiento del problema	4
<i>Antecedentes</i>	4
<i>Trabajo existente</i>	5
<i>Áreas de oportunidad</i>	7
Objetivos y Metas.....	8
Metodología	10
Infraestructura y apoyo técnico disponible.....	11
Formación de recursos humanos	12
<i>Posgrado</i>	12
<i>Licenciatura</i>	12
Calendario de trimestral de actividades.....	13
Bibliografía	14
Participantes	16
<i>Responsable</i>	16
<i>Colaboradores externos</i>	16
Justificación financiera de los requerimientos.....	17
Desglose financiero del proyecto	18

Resumen

En este proyecto se pretende apoyar a través de desarrollo tecnológico e investigación científica la operación eficiente de pequeñas y medianas empresas en México, simultáneamente asegurando su cumplimiento satisfactorio de la legislación nueva sobre tratamiento de datos personales.

La metodología de esta propuesta consiste en un estudio de campo y revisión de literatura, seguido por la generación de **un paquete de herramientas de software y materiales de capacitación para las PyME** en el área de *minería de datos*, también conocido como *inteligencia de negocios* en el ámbito industrial.

Este proyecto viene a apoyar, por su lado de desarrollo tecnológico al proyecto *Gran Reto 1: Información relevante para la toma de decisiones: de los datos a la información y al conocimiento* de la Red Temática de las Tecnologías de la Información y Comunicación del CONACyT, coordinado por Dra. Schaeffer con un presupuesto total de 789,850 pesos para el periodo junio 2010 - mayo 2011), y por su lado teórico, al trabajo de **tesis de doctorado** de M.C. Tania Turrubiates López del Doctorado en Ingeniería en Sistemas de la FIME, UANL, asesorado por Dra. Schaeffer. En términos temáticos, el proyecto propuesto viene a aterrizar avances teóricos logrados en proyectos anteriores financiados por la SEP a través del PROMEP y por la UANL a través del PAICyT.

Contamos con la participación de un cinco de estudiantes de la FIME, investigadores de instituciones nacionales y empresarios, además de funcionarios públicos federales y municipales.

Los resultados del proyecto tendrán un impacto tecnológico directo en el avance de la sociedad mexicana a través de facilitar la adopción amplia y fructífera de tecnología de punta en la operación de empresas pequeñas y medianas (PyMEs) del país.

Introducción y planteamiento del problema

Antecedentes

El avance tecnológicos de las últimas décadas habilita el registro de cantidades masivos de datos, aprovechado de forma cotidiana por numerosas empresas en todo el mundo. Sin embargo, el hecho de poder *almacenar* los datos no implica tal cual que se tenga *información* sobre ellos. Aún con contar con información, hace falta un salto adicional para llegar al *conocimiento* y de ahí se abre la posibilidad de tomar decisiones informadas sobre el negocio.

La *minería de datos* [1] es el campo de investigación sobre los métodos de generación de conocimiento a partir de datos, con la finalidad de apoyar la toma de decisiones. Tiene numerosos campos de aplicación, desde pronósticos climáticos hasta diagnósticos médicos. Al aplicarse en el campo de negocios, se conoce como *inteligencia de negocios* [2].

Las *Redes Temáticas* del CONACyT se forman con la finalidad de promover y fortalecer la colaboración entre grupos de investigación científica y tecnológica en áreas estratégicas para alcanzar un impacto directo y notable en el bienestar del país. Dentro de las Redes Temáticas se encuentra la *Red Temática de las Tecnologías de la Información y Comunicación* (TIC).

La Red TIC inició en junio del 2010 seis proyectos nacionales, llamados los *Grandes Retos* que atienden problemáticas nacionales en el campo de las tecnologías computacionales. Estos seis proyectos, todos de naturaleza multidisciplinaria son resultado del consenso de la comunidad científica del área y están enfocados problemas sociales y económicos de México.

El primer gran reto se llama *GR 1: Información relevante para la toma de decisiones: De los datos a la información y al conocimiento* y su ejecución está bajo la coordinación de Dra. Schaeffer. Su propósito es desarrollar las tecnologías necesarias para la generación de conocimiento a partir de los datos y ayudar a la toma de decisiones. Este propuesto proyecto PAICyT viene a apoyar la transferencia tecnológica hacia las empresas pequeñas y medianas del país en el campo específico de minería de datos, a través del uso de bases de datos y herramientas de análisis y visualización para apoyar la toma de decisiones en las PyME, aumentando su eficiencia y rentabilidad.

Trabajo existente

La *minería de datos* es un campo de investigación desarrollado entre las ciencias de la computación y las matemáticas donde se da prioridad al procesamiento automatizado de cantidades masivas de datos para generar patrones a través de los cuales se pueden realizar diagnósticos y pronósticos sobre las condiciones y perspectivas en los diversos campos [3, 4]. La utilidad de esta disciplina se enfoca a la formulación de predicciones, proyecciones y pronósticos sobre datos futuros y, con ello, se genera el conocimiento pertinente para la adecuada instrumentación de acciones, ya que a través de los mismos, podemos precisar, por ejemplo, tendencias de crecimiento o involuciones. Lo anterior, se obtiene mediante el uso de datos registrados con precisión y sujetos a procesamientos matemáticos, analizados por herramientas específicas de software, que desde el campo cuantitativo fundamentan los resultados a efectos de lograr la validez estadística.

Basado en análisis estadístico, se puede realizar modelos matemáticos y simulaciones que buscan caracterizar y explicar la forma en que comportan los datos [5, 6]. En particular, cuando se busca modelar o simular datos socioeconómicos, típicamente es necesario utilizar modelos basados en sistemas multiagentes y conceptos matemáticos de la teoría de colaboración y la teoría de juegos para considerar el comportamiento individual y colectivo de los individuos de la sociedad estudiada [7]. Entre los sistemas que incorporan toma de decisión humana que han sido muy estudiados por modelos matemáticos se encuentran los sistemas de tránsito urbano y la crecimiento de ciudades [8, 9].

Existen numerosas herramientas comerciales y gratuitos con interfaces de usuario en inglés en el mercado, la mayoría de las cuales requieren un conocimiento de la computación y de las matemáticas (particularmente estadísticas) para poder aprovecharlos bien - en este proyecto será necesario proveer una interfaz completamente en español para facilitar su adopción en las PyME mexicanas.

Por el lado teórico, las técnicas algorítmicas que permiten la minería de datos son varias, incluyendo entre los importantes el *agrupamiento* [10, 11]. En este área Dra. Schaeffer tiene proyectos y publicaciones anteriores.

Por la parte del desarrollo tecnológico, el paquete de herramientas de software propuesto en este proyecto se diseña a partir de componentes existentes de software libre [12]. Con una aplicación de software libre el usuario puede libremente utilizar para cualquier propósito, conocer y modificar su función (lo que requiere que sea de código abierto [13]), distribuir copias de la aplicación y versiones modificadas de ella. Para minimizar los costos del sistema, se elige componentes gratuitamente disponibles.

En general, la función de un sistema de minería de datos incorpora múltiples pasos [14] y requiere la integración de diversas herramientas computacionales:

Fase de entrada: *Integración y recopilación de los datos en una base de datos.* En este trabajo proponemos el uso del sistema MySQL [15] que es un sistema de software libre popular, en una plataforma Debian Linux [16]. Al acceso a la base de datos se puede proporcionar a través de un sistema de páginas web, local o remotamente accesible según la necesidad de la empresa, (dependiendo por ejemplo en el número de sucursales) implementado con Java Server Pages (JSP) [17] encima de un servidor web Apache [18].

Fase de preprocesamiento: *Selección, limpieza y transformación de los datos.* En el diseño propuesto, se preprocesarán los datos obtenidos vía JSP en un programa de uso específico que se implementará en el lenguaje de programación Java [19] para validarlos y para uniformar detalles.

Fase de minería de datos: *Descubrimiento de conocimiento y caracterización de los datos.* El sistema de minería de datos también estará escrito en el lenguaje Java utilizando a la librería Java Data Mining Package (JDMP) [20].

Fase de evaluación e interpretación: *Análisis y realización de pronósticos.* El sistema de análisis estadístico estará implementado en Java utilizando la librería Commons-Math [21] para operaciones estadísticas y la librería OpenForecast [22] para pronósticos.

Fase de toma de decisiones: *Generación de reportes para la toma de decisiones.* En las visualizaciones se utiliza el sistema Gnuplot [23] y el procesador de texto LaTeX [24] para la generación de archivos PDF (Portable Document Format) para su descarga y distribución electrónico e impreso y páginas web para la difusión en línea. Con respeto al uso de la información obtenida, ejemplos de procesos de toma de decisión asistida por software son frecuentes [25].

Áreas de oportunidad

En los últimos años, han entrado a vigencia en México varias leyes sobre el acceso y manejo de bases de datos que contienen datos personales, en los contextos de acceso a la información pública (las llamadas *leyes de transparencia*) y de la *protección de datos personales* (la nueva ley federal de protección de datos personales en posesión de particulares). La normatividad existente sin embargo no fácilmente baja a ser entendido y respetado por los involucrados, por el simple hecho que el conocimiento de las tecnologías de la información por lo general son limitados.

Por otro lado, el CONACyT ha expresado su interés en que los científicos nacionales se organicen en proyectos de largo plazo que lleguen a tener un impacto en la sociedad mexicana. Dentro de este marco, nació la *Red Temática de las Tecnologías de la Información y Comunicación* (Red TIC).

En el 2009, la Red TIC definió seis grandes retos que buscará enfrentar para impactar positivamente en la sociedad. El primero de ellos se llama *GR 1: Información relevante para la toma de decisiones: De los datos a la información y al conocimiento* está enfocado en facilitar el uso de datos acumulados por entidades públicas y privadas en mejorar su eficiencia y productividad. Estos retos fueron transformados en proyectos en la primavera 2010, desde que está coordinando el proyecto GR1 la Dra. Schaeffer. Los integrantes del proyecto GR1, que son investigadores de más de 15 instituciones a nivel nacional, cuentan con una trayectoria científica en el campo de minería de datos [25-30].

Dentro de las actividades del proyecto en el 2010 se ha tenido un acercamiento entusiasta con el *Instituto Federal de Acceso a la Información y Protección de Datos* (IFAI) que garantiza los derechos otorgados por las leyes y resuelve diferencias en su aplicación. Los integrantes del GR1 y representantes del IFAI perciben que es importante habilitar los empresarios mexicanos en aprovechar de los datos que almacenan sobre su negocio, sin perjudicar la seguridad y manejo legaliforme de los datos personales incluidos sobre sus clientes, proveedores y empleados.

De forma conjunta queremos proveer a las empresas pequeñas y medianas (PyME) en México de forma económica las herramientas y materiales de capacitación para lograr esto.

Objetivos y Metas

Objetivo general
<i>Facilitar la recopilación de datos y la adopción sistemática de sistemas inteligentes de software como herramienta de apoyo en las PyME mexicanas para la toma de decisiones dentro de su negocio y su evaluación, cuidando en todo la privacidad de los datos personales en las bases de datos.</i>
Objetivos de investigación
Efectuar investigación básica de minería de datos a fin de lograr un mayor entendimiento y técnicas de solución más eficientes y matemáticamente justificadas; avanzar el estado del arte en la área de minería de datos, permaneciendo a la vanguardia en dichas líneas de investigación.
Efectuar desarrollo de software necesario para la inteligencia de negocios y manejo seguro y adecuado de datos personales, dirigidos a empresas pequeñas y medianas mexicanas.
Objetivos de colaboración conjunta
Realizar trabajo conjunto con investigadores, empresarios y funcionarios públicos con la finalidad de fomentar los lazos de colaboración y vinculación de nuestros programas educativos.
Formación de recursos humanos de alto nivel
Involucrar a estudiantes de posgrado y licenciatura, cuyos trabajos se enfocarán a problemas específicas.
Difusión
Publicar y disseminar resultados de la investigación en revistas y congresos de prestigio internacional y nacional.
Preparar y difundir materiales de difusión y capacitación, en video y en escrito, para la adopción de técnicas seguras y legaliformes de manejo de datos personales dentro de la inteligencia de negocios en las PyMEs mexicanas.
Apoyo a la infraestructura
Proveer a los estudiantes de todos los niveles las condiciones ideales para crear soluciones innovadoras para apoyar a empresas a través del software desarrollado y el acervo bibliográfico del proyecto.

Metas específicas
Metas científicas
Lograr un entendimiento profundo de la problemática de procesamiento de datos y toma de decisiones en las empresas pequeñas y medianas del país.
Desarrollar un paquete integral de inteligencia de negocios para PyMEs que respete la privacidad de datos personales , conforme a las leyes vigentes que regulan el acceso y uso de bases de datos.
Desarrollar e implementar métodos de minería de datos para usos diversos en PyMEs mexicanas.
Formación de recursos humanos
Una tesis de licenciatura concluida.
Una tesis de doctorado concluida.
Participación de tres estudiantes de licenciatura para acercarlos a la investigación para trabajos de tesis futuros.
Participación de por mínimo dos estudiantes de verano científico .
Publicación y diseminación de resultados
✓ Distribución libre de costo de un paquete de software de inteligencia de negocios que incorpore bases de datos seguros para el uso de PyMEs mexicanas.
✓ Distribución libre de costo de materiales de capacitación sobre minería de datos y administración de bases de datos, dirigidas a PyMEs.
✓ Publicaciones y ponencias de <i>divulgación</i> en nivel regional y nacional.
✓ Por mínimo un <i>artículo científico</i> enviado a una revista internacional indexada.
✓ Por mínimo dos <i>presentaciones en congresos</i> con memorias arbitradas.
Adquisición de la infraestructura necesaria para la realización exitosa del proyecto
Adquirir libros de texto y revistas científicas junto con dos lectores electrónicos.

Metodología

Este proyecto está constituido de dos partes principales que se llevan a cabo de forma simultánea. Una de ellas está relacionada con un estudio teórico de *minería de datos*, donde se pretende desarrollar *algoritmos* específicos y analizar la *complejidad computacional* de este tipo de problemas. La segunda parte consiste en la construcción de una *plataforma* genérica de *inteligencia de negocios* para las PyMEs y la implementación de los algoritmos desarrollados dentro de ella.

La metodología propuesta se divide en las siguientes fases:

1. Revisión bibliográfica del estado del arte sobre la minería de datos.
2. Revisión del estado de arte de software de código libre para inteligencia de negocios.
3. Estudio de campo del estado de aplicación y necesidades en las PyMEs mexicanas con entrevistas, grupos focales y observación de usuarios.
4. Análisis y documentación de las principales necesidades observadas.
5. Estudio y modelado matemático de los problemas relevantes a las PyMEs en términos de la estadística y la teoría de la computación.
6. Análisis y diseño algoritmos y herramientas de software para la plataforma.
7. Implementación, adaptación e integración de la plataforma.
8. Evaluación de los algoritmos desarrollados, realizando una serie de comparaciones sistemáticas con algoritmos de presentados en la literatura con anterioridad.
9. Preparación de materiales de capacitación sobre la plataforma.
10. Evaluación con usuarios de la plataforma en PyMEs mexicanas.
11. Interpretación de resultados experimentales.
12. La elaboración de artículos científicos y de divulgación para su presentación en foros nacionales e internacionales.

Infraestructura y apoyo técnico disponible

La infraestructura actualmente disponible en el posgrado de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica para la realización del proyecto es la siguiente. Este proyecto propuesto está diseñado para poder llevar a cabo *sin equipo computacional adicional* a lo que tenemos actualmente.

Equipo de cómputo
En la oficina en la FIME de Dra. Schaeffer y sus estudiantes contamos con tres computadoras de escritorio iMac, MacMini y Dell; la última de acceso remoto solamente (no cuenta con periféricos de acceso) y funge como servidor de bases de datos y servicios web que desarrollamos. Estas computadoras son principalmente para programación y experimentos computacionales. Además contamos con dos computadoras portátiles: una Tablet PC HP TC400 para revisión de literatura y una MacBook Pro para presentaciones y simulaciones. Adicionalmente contamos con un proyector para presentaciones.
Software libre
Compiladores e intérpretes de varios lenguajes de programación, como Python, ANSI-C/C++ y Java.
Ambientes de programación específicos para modelado matemático y estadísticas (Octave, R project).
Red
Todo el equipo de cómputo se encuentra conectado a la red de la UANL.
Material bibliográfico
La biblioteca de Doctorado de FIME cuenta con textos relacionados y algunas publicaciones periódicas.
La biblioteca del CIIDIT de la UANL cuenta con más de 100 libros de texto relevantes al campo de estudio.
La oficina nuestra cuenta con más de 200 títulos relevantes por proyectos anteriores y recursos propios.
En la cuenta de Kindle de Amazon.com contamos con más de 20 libros electrónicos relevantes al campo de estudio, conseguidos por proyectos anteriores y recursos propios de Dra. Schaeffer. Para acceder el contenido digital, utilizamos un dispositivo Kindle y una iPad que son propiedad personal de la doctora, además del software para acceder los libros en las computadoras Mac.

Formación de recursos humanos

Posgrado

En el proyecto propuesto concluirá su **tesis de doctorado** la M.C. *Tania Turrubiates López*, quien inició sus estudios de doctorado en enero del 2009 y las concluirá en este proyecto propuesto.

Licenciatura

Se desarrollará una **tesis de licenciatura** del Sr. *Heber Fernando Garza Uriegas*, quien lleva un semestre preparando su propuesta de tesis como parte del curso Proyecto IAS 1 bajo la instrucción de Dra. Schaeffer y seguirá en su desarrollo como parte del curso Proyecto IAS 2.

Como nuevos becarios de licenciatura, entran al proyecto tres alumnos de cuarto semestre para que lleguen a ser tesisistas en años futuros:

- Sr. *Ramón Esteban González*
- Sr. *Roberto Martínez*
- Sr. *Juan Carlos Espinosa*

También esperamos contar con la participación de dos estudiantes del Programa de Verano Científico y Tecnológico (PROVERICYT) de la UANL de nivel preparatoria o licenciatura y posiblemente estudiantes de verano científico de los programas de AMC y Delfín a nivel nacional.

Trabajos de tesis desarrollados en el proyecto	
Licenciatura	un trabajo de tesis concluido (Sr. Garza)
Doctorado	un trabajo de tesis concluido (M.C. Turrubiates)

Calendario de trimestral de actividades

Primer trimestre
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Revisión bibliográfica del estado del arte sobre la minería de datos. ✓ Revisión del estado de arte de software de código libre para inteligencia de negocios. ✓ Estudio de campo del estado de aplicación y necesidades en las PyMEs mexicanas. ✓ Análisis y documentación de las principales necesidades observadas.
Segundo trimestre
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estudio y modelado matemático de los problemas relevantes a las PyMEs. ✓ Análisis, diseño y adaptación de algoritmos y herramientas de software para la plataforma.
Tercer trimestre
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Implementación e integración de la plataforma. ✓ Evaluación de los algoritmos desarrollados, realizando una serie de comparaciones sistemáticas con algoritmos de presentados en la literatura con anterioridad.
Cuarto trimestre
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Preparación de materiales de capacitación sobre la plataforma. ✓ Evaluación con usuarios de la plataforma en PyMEs mexicanas. ✓ Interpretación de resultados experimentales y posibles ajustes necesarios a la plataforma. ✓ La elaboración y presentación de artículos científicos y de divulgación.

Bibliografía

- [1] Simovici & Djeraba. Mathematical Tools for Data Mining. Springer, 2008.
- [2] Turban et al. Decision Support and Business Intelligence Systems. Prentice Hall, 2006.
- [3] Witten & Frank. Data Mining - Practical Machine Learning Tools and Techniques. 525 páginas. Elsevier, San Francisco, CA, EE.UU., 2005.
- [4] Hernández, Ramírez & Ferri. Introducción a la Minería de Datos. 656 páginas. Pearson Education, Madrid, España, 2004.
- [5] Ross. Simulation. Tercera edición. 274 páginas. Academic Press, San Diego, CA, EE.UU., 2001.
- [6] Zeigler, Praehofer & Kim. Theory of Modeling and Simulation - Integrating Discrete Event and Continuous Complex Dynamic Systems. Segunda edición. 510 páginas. Academic Press, San Diego, CA, EE.UU., 2000.
- [7] Shoham & Leyton-Brown. Multiagent Systems - Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations. 483 páginas. Cambridge University Press, New York, NY, EE.UU., 2009.
- [8] Batty. Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals. 565 páginas. The MIT Press, Cambridge, MA, EE.UU., 2007.
- [9] Albavero, Andrey, Giordano & Vancheri, editores. The Dynamics of Complex Urban Systems: An Interdisciplinary Approach. 484 páginas. Physica Verlag, Heidelberg, Alemania, 2008.
- [10] Mirkin. Clustering for Data Mining. Chapman & Hall / CRC, 2005.
- [11] Schaeffer. Graph Clustering. Computer Science Review 1(1): 27-64, 2007.
- [12] The GNU Project. La Definición de Software Libre. <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>
- [13] Open Source Initiative. Sitio web de la organización. URL <http://www.opensource.org/>
- [14] Sun Microsystems, Inc. MySQL. URL <http://www.mysql.com/>
- [15] Software in the Public Interest, Inc. Debian GNU/Linux. URL <http://www.debian.org/>
- [16] Sun Microsystems, Inc. JavaServer Pages Technology. URL <http://java.sun.com/products/jsp/>
- [17] The Apache Software Foundation, Apache HTTP Server. URL <http://projects.apache.org/projects/>



[http_server.html](#)

[18] Gosling, Joy, Steele & Bracha. Java Language Specification. Tercera edición. 688 páginas. Addison Wesley, Reading, MA, EE.UU., 2005.

[19] Arndt. The Java Data Mining Package. URL <http://www.jdmp.org/>

[20] The Apache Software Foundation, Inc. Commons-Math: The Apache Commons Mathematics Library. URL <http://commons.apache.org/math/>

[21] Sourceforge, Inc. OpenForecast. URL <http://openforecast.sourceforge.net/>

[22] Gnuplot. URL <http://www.gnuplot.info/>

[23] The LaTeX Project. LaTeX - A document preparation system. URL <http://www.latex-project.org/> - referenciado el 12 de agosto del 2009.

[24] Miller. MIS Cases - Decision Making with Application Software. 385 páginas. Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, NJ, EE.UU., 2007. ISBN 0-13-221438-5.

[25] Batyrshin, Kacprzyk, Sheremetov & Zadeh. Perception-based Data Mining and Decision Making in Economics and Finance. Studies in Computational Intelligence, Vol. 36. 345 páginas, Springer, 2007.

[26] Batyrshin & Sheremetov. Perception based approach to time series data mining. Journal of Applied Soft Computing 8(3): 1211-1221, 2008.

[27] Cuevas, Vargas, Collet & Bucciol. Efficiently Coordinating Services for Querying Data in Dynamic Environments. Proceedings of the Tenth Mexican International Conference on Computer Science, pp. 95-106, IEEE press, 2009.

[28] Mendoza & Gómez-Gil. Herramientas para el Pronóstico de la Calificación Crediticia en las Finanzas Públicas Estatales en México. Herramientas de Diagnóstico y Respuesta de las Finanzas Públicas Locales en México en un Entorno de Crisis. Porrúa, 2010.

[29] Rodríguez, Martínez, Vizcaíno, Favela & Piattini. A Framework to Analyze Information Systems as Knowledge Flow Facilitators. Information and Software Technology 50(6): 481-498, 2008.

[30] Rodriguez, Morán, Labandera & Vizcaíno. Improving Knowledge Flow in a Mexican Manufacturing Firm. Research in Computing Science 39: 29-45, 2008.

Participantes

Responsable

Nombre	Satu Elisa Schaeffer
Grado	Doctor (D.Sc.), Ciencias e Ingeniería de la Computación
Nivel en el SNI	Candidato 2008-2010+2011
Últimas cinco publicaciones en revistas	
<p>Satu Elisa Schaeffer. Scalable Uniform Graph Sampling by Local Computation. SIAM Journal on Scientific Computing 32(5): 2937-2963, 2010.</p> <p>Claudia Gómez Santillán, Laura Cruz Reyes, Eustorgio Meza Conde, Guadalupe Castilla Valdez y Satu Elisa Schaeffer. A Self-Adaptive Ant Colony System for Semantic Query Routing Problem in P2P Networks. Computación y Sistemas, 13(4):433-448, 2010.</p> <p>Claudia Guadalupe Gómez Santillán, Laura Cruz Reyes, Eustorgio Meza, Tania Turrubiates López, Marco A. Aguirre Lam y Satu Elisa Schaeffer. Improving Distributed Resource Search through a Statistical Methodology of Topological Feature Selection. Journal of Computers, Special Issue on Trends in Hybrid Intelligent Systems, 4(8):723-722, 2009.</p> <p>Vanesa Avalos Gaytán, Mario Rivera Ramírez y Elisa Schaeffer. Agrupamiento local en grafos dirigidos. Ciencia UANL, XII(5): 281-287, 2009. ISSN 1405-9177.</p> <p>Aída Lucina González Lara, Carlos Bernardo Garza Treviño, Carlos Alberto Castillo Salazar y Satu Elisa Schaeffer. Redes sensoras inalámbricas y aplicaciones. Tecnología y Desarrollo 7(1): 27-34, 2009.</p>	

Colaboradores externos

- Dr. Paolo Bucciol, *Laboratorio Franco-Mexicano de Informática y Automática (LAFMIA)*
- Dr. Rúben Edel, *Universidad Veracruzana (UV)*
- Ing. Héctor Franco, presidente de *The Business Intelligence Institute (TBII)*
- Lic. Alejandro del Conde, *Instituto Federal de Acceso a la Información y Protección de Datos (IFAI)*

Doctorado en Ingeniería con acentuación en Computación y Mecatrónica (DCM)
 Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (FIME)
 Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)
 Tel.: (81) 1340 4000, ext. 1637
elisa.dyndns-web.com/dcm/ • www.fime.uanl.mx • www.uanl.mx



Doctorado en Ingeniería con acentuación en Computación y Mecatrónica (DCM)
 Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (FIME)
 Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)
 Tel.: (81) 1340 4000, ext. 1637
elisa.dyndns-web.com/dcm/ • www.fime.uanl.mx • www.uanl.mx



Justificación financiera de los requerimientos

El proyecto propuesto tiene su presupuesto mayormente asignado al gasto corriente, dado que ya contamos con la infraestructura necesaria para su realización. El único gasto de inversión es para la compra de **dos lectores de libros electrónicos** para acceder los contenidos electrónicos que ya se tiene y los nuevos en conseguir. Estos lectores son para el *uso de estudiantes tesistas y becarios* en la FIME y representan un gasto estimado de 12,000 pesos (17% del presupuesto).

Se solicita fondos para **becas** de estudiantes de licenciatura (20% del presupuesto) con el fin de contar con mano de obra en el desarrollo de software y la edición de materiales de difusión y capacitación. Los estudiantes de posgrado presentarán resultados de la investigación en congresos, por lo cual solicitamos fondos para pasajes (4% del presupuesto) y viáticos (6% del presupuesto) e inscripciones (14% del presupuesto).

Para poder estar a la vanguardia del desarrollo tecnológico, se solicita un presupuesto para fortalecer y actualizar nuestro **acervo bibliográfico** en forma de libros y revistas científicas, en su mayoría electrónicas para rapidez de acceso y costo reducido (11 % del presupuesto).

Para materiales de oficina, incluyendo gastos ocasionales de licencias de software y cartuchos para impresora, se solicita 15,000 pesos (21.5%).

También se contempla gastos de impresión (4% del presupuesto) para pósters y trípticos para la promoción del trabajo realizado al asistir a eventos nacionales e internacionales. Los trabajos de tesis concluidos serán encuadernados (1.5%) con fondos del proyecto.

Desglose financiero del proyecto

100 Gasto corriente		
Rubro (clave y partida)	Importe	Descripción
101 Viáticos	3,000	Hospedaje en un evento nacional y una estancia corta (apoyo parcial)
102 Pasajes	4,000	Pasaje en un evento nacional y una estancia corta (apoyo parcial)
103 Gastos de Trabajo de Campo		
104 Ediciones e Impresiones	3,000	Impresión de manuales y materiales de difusión, incl. pósters
105 Servicios Externos	1,000	Encuadernaciones de tesis
106 Cuotas de Inscripción	10,000	Inscripciones a un evento nacional y un evento internacional; membresías de asociaciones científicas, particularmente ACM
107 Artículo, Materiales y Útiles Diversos	15,000	Materiales de oficina, incl. software y cartuchos para impresora
108 Libros y Revistas Técnicas y Científicas	8,000	Libros científicos y suscripciones a revistas científicas relevantes
109 Animales para Rancho y Granja		
110 Becas	14,000	Dos becas de PROVERICyT y 12 meses de beca a un estudiante de licenciatura a 1,000 pesos por mes
Total gasto corriente		58,000
200 Gasto de inversión		
Rubro	Importe	Justificación
201 Equipo de Apoyo y Laboratorio	12,000	Dos lectores de libros electrónicos Amazon Kindle DX para el uso de los estudiantes tesistas y becarios del proyecto
202 Equipo de Computación		
Total gasto de inversión		12,000
Presupuesto total		70,000