

ISSN: 1870-4069

RESEARCH IN COMPUTING SCIENCE

Advances in Information Technology

**María Andrade Aréchiga
Carlos Alberto Flores Cortés
Jorge Rafael Gutiérrez Pulido
Pedro César Santana Mancilla
(Eds.)**

Vol. 57



Advances in Information
Technology

María Andrade Aréchiga
Carlos Alberto Flores Cortés
Jorge Rafael Gutiérrez Pulido
Pedro César Santana Mancilla
(Eds.)

Vol.
57



This volume contains 20 carefully selected papers by 71 authors from several universities and 10 keynote abstracts from our invited speakers. These papers were accepted in the 1st International Conference on Information Technology (CITI 2012) held in September 19-21, 2012, in Colima, state of Mexico.

The papers present the most recent developments in a range of areas related to information technology. They are arranged into the grand challenges of the ICT network (RedTIC) of the National Mexican Science Council (CONACYT):

- Relevant information for decision making
- ICT for biomedicine
- ICT and education in the XXI century
- Security and transparency
- Intelligent Environments for problems of large cities
- Knowledge-based services for citizens

We hope that the CITI 2012 proceedings will be fruitful for the scientific community.

ISSN: 1870-4069
www.ipn.mx
www.cic.ipn.mx



SEP



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
"La Técnica al Servicio de la Patria"

Table of Contents

Índice

Page/Pág.

Keynotes

Enabling research through e-infrastructures	3
<i>Ramin Yahyapour</i>	
Using the cloud for research, education and decision support	5
<i>Yehia El-Khatib</i>	
Linked data en el ámbito de administración digital. Conceptos y aplicaciones	7
<i>Luis Álvarez</i>	
El futuro de la comunicación de vehículos en ciudades inteligentes	9
<i>Angélica Reyes</i>	
Computational stylistics: what does data mining and machine learning tools can tell us about how we write	11
<i>Antonio Neme</i>	
Fostering children's storytelling and creativity through technology	13
<i>Cristina Costa</i>	
Large-scale content delivery: challenges and research directions	15
<i>Gareth Tyson</i>	
En busca de la estructura del interfaz de usuario	17
<i>Leonel Morales</i>	
Interacciones universales	19
<i>Juan Hourcade</i>	
Applying heuristic and evolutionary algorithms to solve complex logistic problems	21
<i>Dario Landa</i>	

Relevant information for decision making

Soporte al RUP por medio de una plataforma de cómputo basada en la actividad	25
<i>Pedro Santana, Paulina Calderón</i>	
CONCORDIA: Designing a Web-based platform for supporting the management and resolution of territorial conflicts	31
<i>Salomón González, Marta Del Río, César Cárdenas, Luis Castro, Eduardo Calvillo, Christian Lemaitre, Liliana Daniel, Alicia Iriberry</i>	
Almacén de datos espacial para el análisis de desastres naturales en el continente americano	39
<i>Helena Gomez, Yuridiana Alemán, Nahun Loya, Maria Somodevilla</i>	
Calidad de una aplicación móvil para eficientar el cumplimiento de la seguridad social en México	47
<i>Juan Benitez, Ana Ramirez, Magally Martinez</i>	

SPT como propuesta para la automatización del proceso de inscripción y formación de grupos de escuelas secundarias.....	57
<i>Jesús Hernández, Mónica Carreño, Elvia Aispuro, Italia Estrada, Jesús Sandoval, Jaime Suárez, Javier Aguilar, Azor Pérez</i>	

ICT for biomedicine

Estimación de riesgos en un esquema de monitoreo remoto de pacientes con diabetes.....	67
<i>Victor Morales, Jorge Romero, Luis Fernández</i>	
Red de sensores inalámbrica para el cuidado de pacientes con padecimientos cognitivo-degenerativos.....	73
<i>Fabian Murrieta, Jorge Atempa, Arnoldo Diaz, Juan Ibanez, Heber Hernandez</i>	

ICT and education in the XXI century

Fundamentos para la creación de un modelo de desarrollo de ambientes virtuales de aprendizaje.....	83
<i>Brenda Cerrato, María Andrade</i>	
Diseño de una colección de objetos de aprendizaje sobre zonas arqueológicas de México para la asignatura de Arqueología de la Licenciatura en Turismo del CUCEA.....	91
<i>Saúl Medina, Luis Gutiérrez</i>	
Diseño de un videojuego para televisión interactiva.....	99
<i>Carlos Prieto, Pedro Santana, José Herrera</i>	

Security and transparency of information and services

Propuesta de una arquitectura en capas para el desarrollo de sistemas distribuidos de video-vigilancia.....	107
<i>Ignacio Huitzil, Eduardo Lopez, Jorge de La Calleja</i>	

Intelligent environments for problems of large cities

UbicaT: Un sistema basado en tecnología asistiva para invidentes.....	117
<i>Irsa Valencia, Juan Guerrero, Erika Ramos</i>	
Simulador de planes para el control del flujo vehicular.....	125
<i>Julio Vega, Alfredo Villanueva, Mario Ramirez, Carlos Silva</i>	
Predicción de la calidad del aire de la Ciudad de México basado en minería de datos, con soporte para la toma de decisiones.....	133
<i>Nahun Loya, Hortensia Reyes</i>	

Sistema de información para el transporte público de la zona metropolitana Colima-Villa de Álvarez.....	141
<i>Jesus Verduzco, Mauricio Jiménez, Daniel Esquivel, José Espinoza, Luis Espinoza, Marlene Maciel</i>	
Análisis de ontologías y estándares para productos y servicios en la Web.....	151
<i>Perla García, Jorge Gutiérrez, María Andrade</i>	
Control visual mediante optimización basada en enjambres artificiales de abejas	159
<i>Marco Perez, Jose Muñoz, Erik Cuevas, Daniel Zaldivar</i>	
Análisis señal-ruido de una red neuronal de Hopfield con sinapsis simétricas y distribución de grado arbitraria.....	167
<i>Francisco Reynaga, Gabriel China, Mario Barragán, Josué Garnica</i>	

Knowledge-based services for citizens

Desarrollo del Proyecto de Red Contextual: estudio contextual y pruebas de usabilidad en la comunidad de Santos Reyes Yucuná, Oaxaca, México	179
<i>Mario Moreno, Carlos Martínez</i>	
Comunidad virtual de práctica social-ambiental, una oportunidad para promover y eficientar los servicios basados en el conocimiento para el ciudadano.....	187
<i>Catalina Rodríguez, José Rocha, Rosa Cano</i>	

Author Index	195
Índice de autores	

Editorial Board of the Volume	197
Comité editorial del volumen	

Additional Reviewers	197
Árbitros adicionales	

Soporte al RUP por medio de una plataforma de cómputo basada en la actividad

Pedro C. Santana, Karla Paulina Calderón Vaca

Facultad de Telemática, Universidad de Colima
Colima, México

{psantana, karla_calderon}@ucol.mx

(Paper received on August 10, 2012, accepted on August 24, 2012)

Resumen. Este trabajo presenta el diseño, desarrollo y evaluación de un sistema de gestión de proyectos de software, el cual brinda apoyo al Proceso Unificado de Desarrollo haciendo uso del cómputo basado en actividades. Resultados iniciales de aceptación de uso dan un 90% de aprobación con respecto a la facilidad de uso.

Palabras clave: Gestores de proyectos, Cómputo Basado en Actividades, Proceso Unificado de Desarrollo.

1 Introducción

La ingeniería en software es una disciplina la cual se encarga de llevar a cabo de manera eficiente la producción y mantenimiento de productos de software los cuales podrán ser modificados con el tiempo. El objetivo de la ingeniería en software es evitar caer en el clásico dominio de la programación tradicional y enfocarse más a cuestiones de gestión [1].

El desarrollo del software consta de ciertas etapas las cuales son muy importantes para lograr el objetivo de desarrollar un software de calidad, estas son las siguientes: especificación de requerimientos, análisis, diseño, codificación y pruebas. A estas etapas se les conoce como el proceso de desarrollo de software, el cual consiste en el conjunto de actividades necesarias para transformar los requisitos del usuario en un sistema de software [2]. El Proceso Unificado de Desarrollo (RUP por sus siglas en inglés *Rational Unified Process*), es un proceso de desarrollo de software, el cual en lugar de tener pasos firmemente establecidos, contiene diferentes metodologías las cuales se pueden adaptar en cada etapa según el contexto y las necesidades del proyecto.

Durante estas etapas, existen diversos problemas con los que el equipo de trabajo puede encontrarse relacionados con la organización del proyecto. Debido a esto, ha surgido diversas herramientas que ayudan a los equipos de trabajo a mantener una adecuada organización, a estos se les conoce como gestores de proyectos de software, los cuales ayudan a coordinar el proceso completo.

En la actualidad ha surgido el modelo llamado cómputo basado en actividades (ABC por sus siglas en inglés *Activity-Based Computing*) el cual permite a los usuarios trabajar con aplicaciones específicas que apoyan la manipulación de determinados tipos de información en la realización de tareas específicas [3].

Este trabajo presenta el desarrollo y evaluación de un gestor de proyectos de software de apoyo al proceso RUP utilizando el modelo ABC.

2 Diseño del sistema

La Fig. 1 muestra la arquitectura general para la construcción de este sistema:

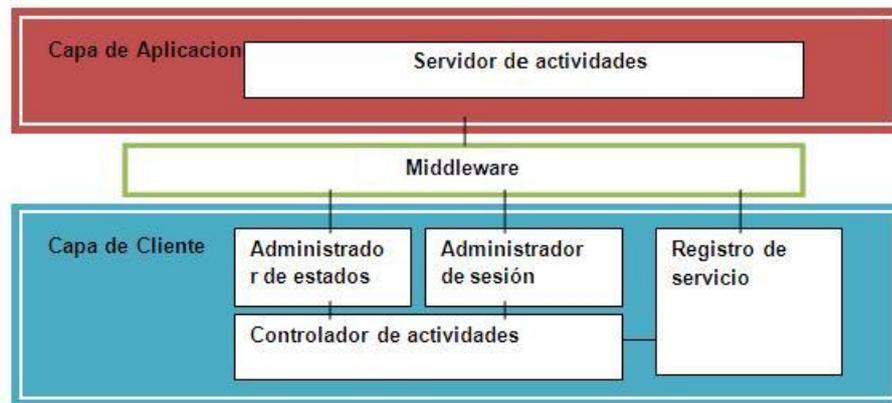


Fig. 1. Arquitectura del sistema.

En la primera parte se muestra la capa de aplicaciones, la cual contiene el “servidor de actividades”, es decir cada una de las actividades que el sistema realiza.

En la segunda parte se muestra la capa de cliente, la cual cuenta con un administrador de estados y de sesión, un controlador de actividades y un registro de servicio. El controlador de Actividades es el vínculo entre el cliente y el servidor.

Un cliente del controlador de actividad registra una o más actividades de administración y mantiene un enlace a la aplicación, la interfaz de usuario a la infraestructura de ABC, que a través del mismo controlador obtiene una lista de actividades para cada usuario.

El Cómputo Basado en Actividades (ABC) consta de los siguientes principios, cada uno aborda distintos problemas.

Centrado en la actividad. Este principio aborda el reto de la aplicación centrada en la informática y apoya las interrupciones en el trabajo al permitir al usuario alternar en las actividades que está involucrado.

Suspensión y reanudación de la actividad: En este principio el usuario puede participar en varias actividades y pueden alternar con otro usuario suspendiendo una actividad y reanudando otra.

Itinerancia de la actividad. La itinerancia de la actividad se rige a través de una serie de eventos de ciclo de vida: registro, acceso, resumen, suspender, salir y sin registro.

Actividades de adaptación. La actividad se adapta a los recursos disponibles.

Actividades compartidas. Se tendrá una lista con todos los usuarios que tendrán acceso a las actividades y podrán reanudar una actividad, es decir dos usuarios podrán trabajar en la misma actividad y también podrán turnarse, cuando un usuario abandone la actividad el otro podrá seguir trabajando en la misma.

Para cubrir estas especificaciones se propuso el uso de una “Barra de actividades” para aplicar el ABC (ver Fig. 2). A continuación se describen las funcionalidades de dicha barra. En el apartado donde dice “Actividades” se listarán todas las actividades que se encuentren registradas en el proyecto. Enseguida se muestran dos actividades, la primera “Análisis” es la que se está realizando en este momento y por lo cual se encuentra habilitada, en cambio la que se llama “ABC” se encuentra deshabilitada debido a que se encuentra en estado de suspensión. Después se encuentran varios botones los cuales sirven para diversas funciones como: crear, eliminar y guardar actividades. También se encuentra el panel de control para configurar alguna actividad o alguna función de la barra de actividades. Y por último la opción de poder invitar participantes en alguna actividad específica.



Fig. 2. Barra de actividades.

3 Evaluación

Para medir la aceptación y facilidad de uso de la plataforma, se realizó una evaluación de usabilidad.

Las pruebas de usabilidad se realizaron con un grupo de 30 alumnos de la Facultad de Telemática en la Universidad de Colima. Se aplicaron los instrumentos de evaluación SUS, un cuestionario para recabar los comentarios generales de los usuarios y el Modelo de Aceptación de la Tecnología (TAM).

3.1 SUS

El SUS ha demostrado ser una herramienta de evaluación robusta y fiable [4]. La cual se correlaciona bien con las métricas de usabilidad.

De cada cuestionario SUS se obtuvo una calificación en una escala de 0 (nula usabilidad) a 100 (alta usabilidad). La evaluación por parte de los usuarios dio una calificación de 68.2.

En la Fig. 3 se puede encontrar la distribución de las frecuencias, en las cuales podemos observar que 20 personas dieron una calificación mayor a 60 puntos a la plataforma, lo que nos indica que el sistema cuenta con una usabilidad adecuada, pero que cuenta con áreas de oportunidad. Para esto analizaremos los comentarios generales de los usuarios.

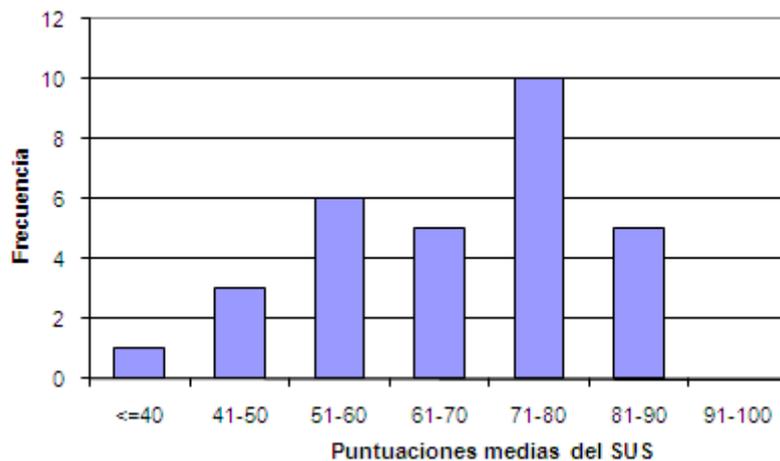


Fig. 3. Distribución de frecuencias de los resultados SUS.

3.2 Evaluación con usuarios

Con los resultados que se obtuvieron de los cuestionarios es posible derivar conclusiones importantes, sobre todo orientadas a fortalezas y debilidades del software para que su operación se adapte más al ambiente del usuario real. De todas las sugerencias sobre las áreas de oportunidad y fortalezas que tiene el sistema, aquellas que contribuirán a lograr los objetivos son las siguientes:

1) Áreas de oportunidad

- Cambiar el tamaño de los botones así como también utilizar imágenes o toda la palabra en lugar de solo utilizar la inicial. El acomodo de los botones puede llegar a causar confusión al usuario.
- Herramientas ilimitadas. Incluir más herramientas para la administración de un proyecto, por ejemplo herramientas para la creación de más diagramas del Lenguaje Unificado de Modelado (UML).

- Compatibilidad. Hacer que el software sea compatible con otros, por ejemplo: MS Word y MS Visio.

2) **Fortalezas**

- Fácil de utilizar, permite realizar el trabajo de una manera sencilla y eficaz.
- Buena apariencia, sencilla pero entendible y funcional.
- Seguro, debido a que se necesita de un usuario para entrar al sistema.
- Suspensión de actividades. Con esta herramienta puede suspender una actividad y reanudarla después sin perder la información.
- Barra de actividades. Esta barra incluye varias herramientas para realizar proyectos.

En cuanto a las áreas de oportunidad de mejora, uno muy interesante es que los botones causan confusión a los usuarios y proponen que se utilicen imágenes o utilizar toda la palabra en lugar de solo utilizar la primera letra de la palabra ya que así será más entendible. Otras sugerencias importantes son que se deberían de incluir más herramientas UML y que la aplicación sea compatible con programas externos como MS Word y MS Visio, esta sin duda valdría la pena considerarla como una mejora a futuro.

3.3 TAM

Desarrollado por Davis en 1989. Es un modelo muy eficaz probado en la predicción del uso de la tecnología [5].

Tomando en cuenta las respuestas “De acuerdo”, “Muy de acuerdo” y “Totalmente de acuerdo”, la herramienta TAM generó los siguientes resultados.

En la pregunta de la percepción de la facilidad el 90% cree que el sistema es fácil de utilizar, el 83% dijo que es fácil de aprender a usar el software, el 80% dijo que es claro y entendible y finalmente el 87% dijo que es fácil de encontrar información en el software.

En el área de la percepción de la utilidad, los resultados obtenidos fueron, el 77% cree que es muy eficiente, el 80% dijo que mejorará su desempeño, el 87% dijo que mejorará su productividad y finalmente el 83% creen que les sería útil este software.

Con respecto a la actitud hacia el uso del software, se obtuvo una respuesta positiva, el 90% creen que es una buena idea el uso de este software.

Por último, la pregunta de “la intención de uso”, el 73% tienen la intención de usarlo, el 87% de los usuarios dijeron que ellos lo volverían a utilizar, y el 80% tienen la intención de utilizarlo (ver Fig. 4).

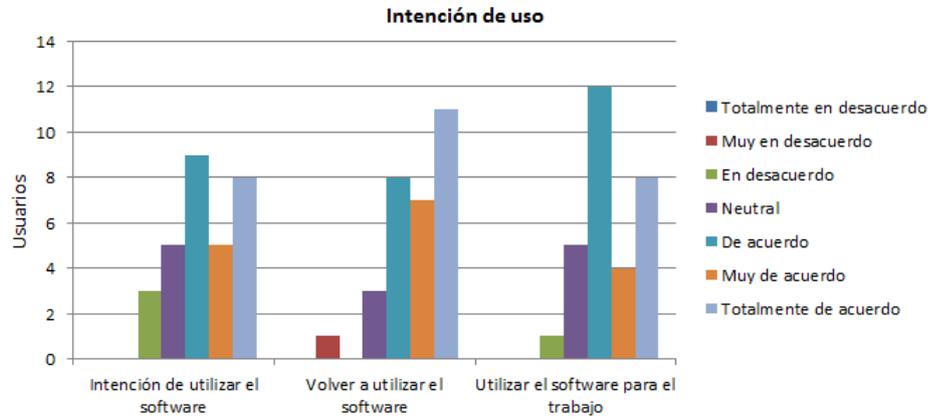


Fig. 4. Intención del uso de la plataforma.

4 Conclusiones

Este trabajo presenta un sistema de gestión de proyectos RUP basado en ABC, la evaluación de este sistema dio como resultado que es útil y permite un mejor desempeño y una mayor eficiencia, además, es considerado como una buena idea. Esto es, ha creado buenas intenciones en los usuarios para seguir usándolo.

Referencias

1. Montesa, J. O. (s.f.). El proceso de Desarrollo de Software. Universidad Politécnica de Valencia, Escuela de Informática 2000.
2. Jacobson Ivar, B. G. El proceso unificado de desarrollo de software. Pearson Addison Wesley.
3. Bardram, J. E. From Desktop Task Management to Ubiquitous Activity-Based Computing. Aabogade 34.
4. Brooke, J. (1996). "SUS: a "quick and dirty" usability scale", en P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester y A. L. McClelland (Eds.) Usability Evaluation in Industry. London: Taylor and Francis.
5. Davis, F. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. MISQ, 13(3), 319–340.

CONCORDIA: Designing a Web-based Platform to Support the Management and Resolution of Territorial Conflicts

César Cárdenas¹, Luis A. Castro², Salomón González³, Marta del Río⁴, Eduardo Calvillo⁵, Christian Lemaitre¹, Liliana Daniel⁶, Alicia Iriberri⁷

¹ Tecnológico de Monterrey – Campus Querétaro, ² ITSON, ³ UAM-Cuajimalpa, ⁴ UDEM, ⁵ UPSLP, ⁶ Municipio de Monterrey, ⁷ University of Illinois at Springfield (ITAM)

{cardenas.cesar, luis.adrian, salomongzlez, maidelrio, eduardo.calvillo, christian.lemaitre, liliana.daniel, alicia.iriherri}@gmail.com

(Paper received on August 10, 2012, accepted on August 24, 2012)

Abstract. One of the main problems in maintaining relationships between government and citizens is the difficulty to solve territorial conflicts. In this sense, instruments that favor mediation and timely information are needed so that an adequate follow-up of the conflict lifecycle is possible. This paper presents a platform aimed at including the diversity of actors involved in a territorial conflict. The platform will store, organize, and retrieve information to provide a repository of information to adequately present it to actors interested in the state of the dispute at any given time through arguments and the documents backing up each party's stance. The paper also presents a preliminary design and first steps in the development of a Web-based platform for the management, resolution, and prediction of territorial conflicts

Keywords: Territorial Conflicts, Knowledge-based Services, Citizen Services, e-Government, e-Participation, Web-based platform, Conflict Management, Conflict Resolution, Conflict Prediction.

1 Introduction

Conflict is a polysemic concept that is commonly present in popular discourse including politics, scientific, and media. Humanitarian conflicts, including human rights, warfare, hunger, violence, epidemic, environmental, electoral, or ethnic conflicts represent a major and widely shared societal concern. Various disciplines, including sociology, political science, anthropology or ethics, have long and widely studied conflict, giving emphasis to both theoretical and practical issues. Within the wide variety of conflict types, one can distinguish those that have a significant and explicit spatial dimension, namely territorial conflicts. Political science has devoted its attention greatly to this specific type of conflicts from a Nation-wide perspective. Other groups have taken a politic-managerial logic to intra-national territories

(conflicts between municipalities or other federal entities), or have focused on problems related to private property or the use of land (communal conflicts, rights of indigenous people, or rights of natives). Environmental issues have taken precedence and importance and conflicts of this type have generated social mobilization, judicial instruments, administrative agents, and significant economic impact.

Thus, the diversity, complexity, and typology of conflicts make this topic relevant today. One area of interest associated with the study of conflicts is the management and resolution of the differences and opposition among stakeholders. Researchers have developed several techniques, mainly at the individual and organizational level. In terms of territorial conflicts, and because of its social complexity, the methods used have led to processes of participation that are of deliberative and of public-action nature. Likewise, social stakeholders have developed strategies of persuasion, pressure, and coercion to meet their objectives, using space as a relevant dimension because space is a causal component (e.g., redefinition of the use of land or establishment of a pollution-prone industry) or because it constitutes in itself an instrument of pressure and coercion (e.g., street blockades or building takeovers). The evolution of and advances in the access to New Information and Communication Technologies (NICTs) allows various stakeholders in society to participate in a collaborative way in democracy [1], [2]. We know that NICTs have largely facilitated the collaborative creation of public policies between government agencies and society [3]. In a sense, various stakeholders in territorial conflicts have appropriated NICTs. We can identify a) citizen participation developments, b) applications and services designed to offer enhanced public administration, and c) services designed to facilitate social vigilance, like citizen observatories. These developments represent one type of innovation geared towards the management of conflicts and relationships among citizens, government, and territories. These developments provide an opportunity to transform conflict lifecycles in a significant way by means of allowing information access, fostering citizen participation, allowing record keeping and making stakeholders' negotiations and compromises public, ultimately resulting in the creation of a collective memory that could be useful in future conflict resolutions.

This paper presents the design and first steps in the development of a Web-based platform for the management, resolution and prediction of territorial conflicts. The paper is organized as follows: in section 2 we present theoretical foundations; in section 3 we present the design methodology; section 4 present the preliminary design of the platform; finally in section 5 we conclude the paper.

2 Theoretical Foundations

The components of the model of conflicts are: sources of information, relation with other conflicts, territoriality and three different types of actors; demanders, opponents, and mediators. There is an interdependence of the conflicts, actors, places and actions (e.g., polysemic) and different sources of information [5]. The conflict evolves in space and time [6]. To modify the perception of a conflict the practice of debate is necessary. The introduction of the debate will help to evolve the attitude towards avoiding conflicts to consensus and negotiation. Figure 1 shows a relational model.

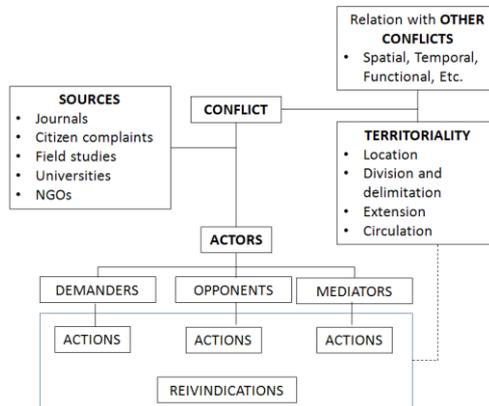


Fig. 1. Components of a Model for Territorial Conflicts

The lifecycle of a conflict and the needs and uses of information at different times is depicted in Figure 2.

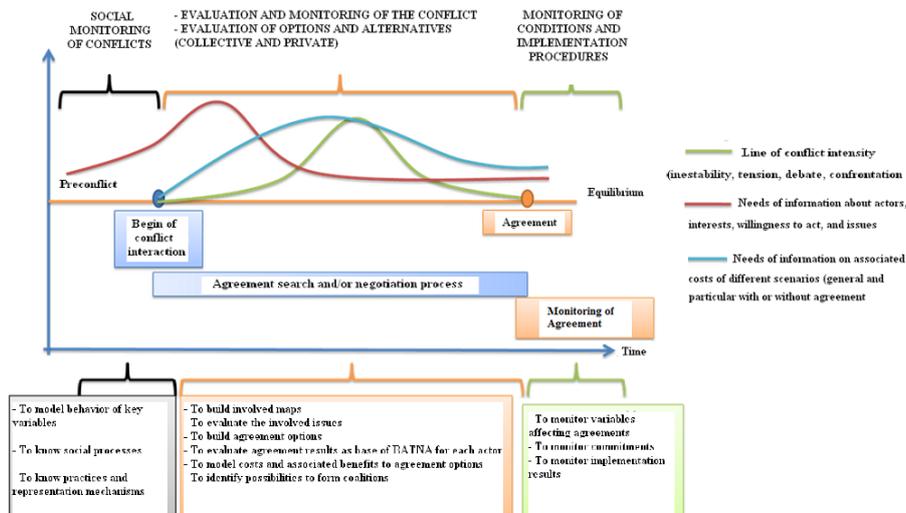


Fig. 2. Needs and uses of information during the lifecycle of a conflict.

2.1 Existing Citizen Participation Projects and Programs in Mexico

Citizen participation projects that include programs to promote community's quality of life, government portal usability, controlled housing development, community infrastructure improvement, and citizen participation in governance are lesser in

number. Table 1 detail the names and specific objectives of existing programs in Mexico related to territorial conflicts.

Table 1. Current Citizen Participation Programs in Mexico Related to Territorial Conflicts.

Project	Sponsor	Objective
The Pact: citizenship + government http://www.planjuarez.org http://www.pactoporjuarez.org Release: May 2001	Plan Estratégico de Juárez, AC	Promote community organization to improve the quality of life in Ciudad Juárez, Chihuahua
Citizen Observatory of Nuevo León's Web Official Portal http://www.nl.gob.mx Release: February 2006	<ul style="list-style-type: none"> • Secretariat of Finances • Social Communication (Government of Nuevo León) 	Supervise the continuous improvement process of Nuevo León's Web Official Portal, in a joint effort between public servants and citizens
Public consultation for State Housing Bill of Nuevo León http://www.nl.gob.mx/?P=consulta_vivienda Release: June 2007	Housing Institute of Nuevo León	Regulate housing development in Nuevo León
Vigilant Taxi Driver http://www.chiapas.gob.mx/taxista-vigilante Release: March 2009	Secretariat of Transportation (Gov. of Chiapas)	To solve local problems of the community (such as street lighting, potholes, etc.) with the help of taxi drivers. While they're driving, they keep public order by sending reports through mobile devices with 3G network
Public consultation for State Development Plan 2010-2015 of Nuevo León http://www.nl.gob.mx/?P=plan_desarrollo_presentacion Release: January 2010	Executive Office of Governor (Gov. of Nuevo León)	Create a strategy document that includes key actions to address the needs of the citizens of the state of Nuevo León
DesdeCantera.com http://www.desdecantera.com Release: June 2010	Social Communication (Gov. of Nuevo León)	Providing a platform for citizen proposals or bills
Public consultation for Sectorial Program of Sustainable Development: Nuevo León 2030 http://nuevoleon2030.nl.gob.mx Release: August 2010	<ul style="list-style-type: none"> • Secretariat of Sustainable • Fomerrey • Housing Institute of Nuevo León 	Update the Urban Development Plan, considering housing and environment, to transform it into a State Program of Urban Development, Housing and Environment, that last in the long term
Public consultation for State Development Plan 2011-2016 of Tamaulipas http://tamaulipas.gob.mx/consultaped Release: March 2011	Gov. of Tamaulipas	Create a State Development Plan to establish the basis for state policies
Atención Ciudadana 070 http://www.ensenada.gob.mx/070	Municipal Gov. of Ensenada, Baja California	Speed up the process of fixing up street lighting, potholes, and garbage collection service.

In addition, in the European Union, a list of research projects related to e-Participation, e-Government, e-Democracy is found at [4]. Some are integrative

platforms, other are more focus on tools development. Furthermore, other are directed to increase e-democracy in young, seniors or low socio-economic status groups. From this review and according to our knowledge, there is not currently a platform for the monitoring and resolution of territorial conflicts. This is why is of paramount importance the design, implementation, and evaluation of a platform that can enable citizens, government, NGOs, the media, and other actors to interact with each other, in a public ambiance.

3 Design Methodology

Up to this stage, this work mostly comprises qualitative techniques to inform the design of the proposed platform. We next explain the stages of the methodology.

3.1 Stage 1: Preliminary Understanding of Conflict Resolution

The first stage of the study is aimed at providing an initial understanding of the phenomenon under investigation. With the help of experts in territorial conflicts, we hope to better understand the problem domain. Simultaneously, an extensive review of literature is needed to better contextualize the design and development of the software platform and to better situate the development of the platform. In this part, we will look for relevant literature in both domains: System Development (Information Systems) and Conflict Resolution (Social Sciences). Finally, this stage also aims at better understanding conflict through a conversation with NGOs, government agencies, and potential users.

3.2 Stage 2: Deeper Understanding and Initial Ideas for Design

This stage aimed at deepening our understanding of territorial conflicts by conducting phone-based semi-structured interviews with experts in territorial conflicts. Also, it includes a set of interviews with activists and NGO's representatives as well as people from the governments and media. This stage helped us to obtain a user profile of the system from the four different stakeholders identified at an event the authors have participated: Citizens, NGOs, Government, agencies, and the media. In addition, it has helped us identify the different tasks/actions taken by them during the course of a conflict. Finally, this stage has shed some light on the current communication processes and resolution practices as perceived by each of the stakeholders as well as an initial understanding of the implications of this research for a democratic society. In this stage we will translate the model from the Social Sciences into Information Systems.

3.3 Stage 3: Design and Evaluation of the Platform

Up until now, the design stage has not been fully completed. The design of the system will be web-based system with a potential to be deployed on mobile devices (e.g., Apps). The design process will be taking into account techniques inspired in participatory design. The summative evaluation of the system will be based on usability of the system as well as on a set of tasks that users will be asked to do. In addition, based on a qualitative study (e.g., interviews with users) we plan to assess the impact of this tool upon the society and the stakeholders.

3.4 Stage 4: Using the Platform

When the platform is ready, it will be used in a controlled setting, this could be in an University or a NGO, using data from existing cases. The objective of this stage is to improve the system through an iterative process on its actual usage.

3.5 Stage 5: Post-mortem analysis

This stage will start once the project has been deployed and the platform has served as a supporting platform in solving at least one conflict. This stage will be used to model the dynamics and structure of territorial conflicts when supported by technological tools. Through content analysis of the topics, posts, supporting documents, a set of reflections and understanding of these processes can be unveiled. Also, through the use of inferential statistics, some temporal patterns, correlations, and information of statistical significance could be found. We also plan to incorporate the analysis of topics and posts through machine learning techniques to automatically organize information and see whether important relationships emerge from the data such as temporal or theme-based patterns.

4 Preliminary Design

The preliminary design of the platform was achieved during different meetings with experts in territorial conflicts as well as authorities of the Monterrey Municipality. We next present the design process as well as some mockups of the platform.

Our first design was inspired in sites promoting online debate such as Procon.org and CreateDebate.com. We thought this could be a good beginning because conflict resolution needs the practice of debate. By using basic principles of usability we designed the first WEB site wireframes which is shown in Fig. 4. Due to space constraints we only present a few wireframes.

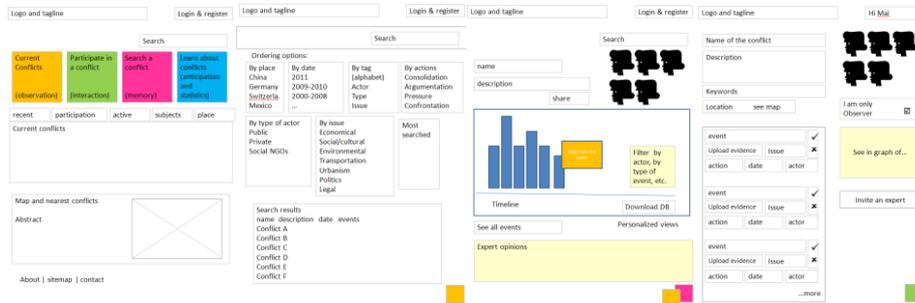


Fig. 3. Homepage -> Search page -> Conflict evolution -> Conflict participation.

Following Fig. 4. from left to right, the homepage of our platform is presented. Several filters, login and register options are shown. By selecting the observation functionality the user can search for current conflicts. If this option is selected the next wireframe page is open. The conflict search can be done by different fields. For instance, by place, date, tag, actions, type of actor and issue. The option of most searched conflicts is also activated. The results of the search are shown at the bottom of this figure. Next figure shows the time evolution of a particular conflict, the share option is enabled in this page. Events and expert opinions are also shown. In this page, the user can download all the event information for a particular conflict. Next figure shows how the user can interact, consult and participate in a particular conflict. Events, actions, date, actor and evidences of a particular conflict are available for the user. User can invite an expert to participate and decides her/his role (e.g., only observer).

As a result of our discussions with the stakeholders and experts in territorial conflicts, we identified some of the key requirements for a platform for management and monitoring of territorial conflicts. The platform needs are the following:

1. Instruments that favor the mediation, consensus and negotiation in an opportunistic way (timely) so the conflicts can be monitored.
2. Functionalities enabling argumentation.
3. The platform must storage, organize and provide information in logical and clear way to the actors or observers at any time and by means of arguments and documents.
4. The platform must be on the WEB (in a server or on the cloud), friendly, accessible and easy to visualize (e.g., based on information visualization science).

5 Conclusions

Territorial conflicts are important components of good governance. Political science has devoted its attention greatly to this type of conflicts. These types of conflicts have generated social mobilization, judicial instruments, administrative agents, and

significant economic impact. The diversity, complexity, and typology of territorial conflicts make this topic relevant today. One area of interest associated with the study of conflicts is the management and resolution of the differences and opposition among stakeholders. In terms of territorial conflicts, and because of its social complexity, the methods used have led to processes of participation that are of deliberative and of public-action nature. Furthermore, the use of ICTs has largely facilitated the collaborative creation of public policies between government agencies and society. In this paper, we present the design and first steps in the development of a Web-based platform for the management, resolution and prediction of territorial conflicts. We believe that such platform will provide the following benefits: a) to provide believable, on time and trustful information to the conflict actors, b) to inform better to the conflict actors, c) to enable the creation of new services based on knowledge about the citizen participation in territorial conflicts, d) to observe the use of the territorial surface from the social perspective.

This paper presented a preliminary effort toward the creation of Web-based platform that can be used to support to the resolution of territorial conflicts. Future work includes the implementation of this platform as well as an evaluation with actual users and post-mortem analysis.

6 Acknowledgements

We thank the CONACYT ICT Research Network (RedTIC CONACYT) in Mexico who provided seed funding through the 6th Grand Challenge. The current work is the result of the Ideas Factory Workshop held at Puebla in 2011.

References

1. OECD, "Open Government: Fostering Dialogue with Civil Society," January 2004
2. Simon French and David Ríos Insua, "e-Democracy Advances in Group Decision and Negotiation" Volume 5, 2010, DOI: 10.1007/978-90-481-9045-4, 2010, Volume 5, Part 5, 345-358, DOI: 10.1007/978-90-481-9045-4_19 Springer
3. OECD, "Citizens as Partners: OECD Handbook on Information, Consultation and Public Participation in Policy-Making," November 2001
4. <http://www.demo-net.org/what-is-it-about/projects/projects/>
5. Villeneuve, Paul, Trudelle, Catherine, Pelletier, Mathieu et Thériault Marius (2009). Les conflits urbains : une approche analytique. Environnement urbain/ Urban Environment. Vol. 3 2009 : 64-82.
6. González Arellano, Salomón et al., La integración de la dimensión espacial en las ciencias sociales y humanidades: Un proyecto docente interdisciplinario, México, UAM Cuajimalpa, 2010 (libro en línea: <http://web.cua.uam.mx/csh/ebook/index.html>)

Almacén de datos espacial para el análisis de desastres naturales en el continente americano

Josefa Somodevilla¹, Yuridiana Alemán¹, Helena Gómez¹, Nahun Loya¹,
¹ FCC, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México
{mariajsomodevilla, yuridiana.aleman, helena.adorno, nahun.loya}@gmail.com
(Paper received on August 10, 2012, accepted on August 24, 2012)

Resumen. Este documento presenta un sistema para soporte de toma de decisiones usando el dominio de los desastres naturales. Partimos de diversos conjuntos de datos que son obtenidos de distintos repositorios, a los cuales se les aplica técnicas de pre-procesamiento para tener un conjunto de datos confiable. Además incorporamos datos espaciales, por ejemplo la superficie de los países, vistos como un dato geométrico dentro de la base de datos. Se propone un modelo de estrella multidimensional usando el motor de base de datos SQL SERVER 2008 para representar el modelo.

Palabras clave: Desastres naturales, Sistema para la toma de decisiones, bases de datos geográficas, almacén de datos.

1 Introducción

Un desastre natural es un evento que produce daños nocivos en la economía, el medio ambiente y/o en la salud de la población. Los desastres naturales son fenómenos que se presentan de diferentes formas y en distintas épocas del año, por lo tanto, el estudio de los desastres naturales es importante ya que estos provocan la pérdida de vidas humanas, hay daños inconmensurables en la estructura de las ciudades, servicios y en la ecología. El principal problema cuando ocurre algún tipo de desastre es que no se tiene la información correcta para enfrentarlo, desde que se presenta hasta que concluye, por tanto es necesario contar con diversos mecanismos para la toma de decisiones haciendo uso de la tecnología. Diversos autores han usado los modelos de toma de decisiones para prevención de eventos de destrucción masiva, por ejemplo en [1] proponen un sistema de toma de decisiones para prevenir riesgos por sismos, usando los datos de U.S Geological Survey y Sistema Sísmico Nacional, ellos incorporan operaciones OLAP y usan minería de datos con el objetivo de encontrar patrones para predecir el comportamiento de los sismos. Los sistemas de toma de decisiones son importantes en diversos dominios, tal es el caso de [2], quienes proponen usar la tecnología de Datawarehouse y los sistemas de información geográfica para pronosticar las mejores áreas de cultivo en las zonas del Brasil, ellos incorporan datos espaciales para representar: municipalidades, zonas y regiones de cultivo, finalmente proponen una forma adecuada de ejecutar las consultas considerando los datos espaciales.

En este trabajo se realiza una recolección de datos correspondientes a los desastres que han ocurrido desde el año 1980 hasta 2011. El objetivo es que la información presentada como resultado sirva de soporte para la toma de decisiones en la prevención y mitigación de desastres, en particular de los países del continente americano. Los datos son obtenidos de *The international disaster database* (EM-DAT) [3] y se les aplica el proceso KDD (*Knowledge Discovery in Databases*) con el objetivo de extraer conocimiento útil que sirva de apoyo para la toma de decisiones. El estudio se enfoca en un número finito de desastres naturales: sequías, terremotos, epidemias, temperaturas extremas, inundaciones, tormentas, erupciones volcánicas e incendios forestales. Se incorpora el uso de los datos espaciales correspondientes a los países de América y son representados en el marco de la tecnología de SQL server, de esta manera se pueden plantear cuestionamientos relacionados con operaciones topológicas entre los países y los desastres naturales.

2 Descripción de los conjuntos de datos

Las fuentes de información consideradas en este estudio son proporcionadas por EM-DAT, los datos espaciales se obtienen manualmente a través de la herramienta Google Earth [4], los datos referentes a las diversas acepciones de los nombres de países y ciudades son obtenidos a través del repositorio en línea Geonames [5] y finalmente los datos del Banco Mundial (BM) [6].

- *EM-DAT* desde 1988 es mantenida por el *Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres (CRED)*. Contiene datos relevantes acerca de 18,000 desastres que han ocurrido desde el año 1900. Esta base de datos es compilada de diversas fuentes incluyendo agencias de la Organización Naciones Unidas (ONU), organizaciones no gubernamentales, compañías de seguros, institutos de investigación y agencias de noticias. Además, proporciona datos de diferentes grupos de desastres entre los que podemos destacar: biológicos, climatológicos, geofísicos, hidrológicos, meteorológicos y tecnológicos.
- *Google Earth* comprende un conjunto de herramientas para la exploración visual de datos, haciendo uso de esta tecnología se obtuvieron los polígonos de cada país, esto para establecer operaciones topológicas de todo el sistema de toma de decisiones en particular con los datos espaciales.
- *Geonames* es un repositorio de datos en línea que provee información acerca de nombres de países y sus posibles acepciones, población, capitales, zonas horarias, código postal, código ISO, niveles de elevación, ubicación de los países en base a su latitud y longitud.
- *BM* es una institución internacional que conforma distintas bases de datos de temas diversos, nosotros usamos los datos referentes a población actual y el Producto Interno Bruto (PIB) de los países.

El conjunto de datos a considerar puede ser resumido en la Tabla 1, en la cual se observa que el mayor número de atributos se obtiene a partir de la base de datos EM-DAT.

Tabla 1. Conjunto de datos y atributos considerados.

Organización	No de registros	No. de Atributos	Atributos
EM-DAT	2429	12	año, clave, dis_subgrupo, dis_tipo, fecha_ini, fecha_fin, no_killed, no_heridos, no_afectados, no_sincasa, total_afectados, total_daño
GOOGLE EARTH	45	3	Longitud, latitud, polígono.
GEONAMES	2429	2	País acep, nombre_pais, Ciudad acep.
BM	2429	2	Población, PIB.

Una forma práctica de mostrar el conjunto de datos a trabajar es de forma gráfica. En la Figura 1 se muestra el comportamiento de los desastres a través de tiempo, la gráfica refleja el número de desastres del periodo comprendido entre 1980 y 2011. Por otra parte en la Figura 2 se presentan los diferentes tipos de desastres considerados en el estudio. Se puede notar que los de tipo meteorológico e hidrológico son los que ocurren con mayor frecuencia en el conjunto de datos

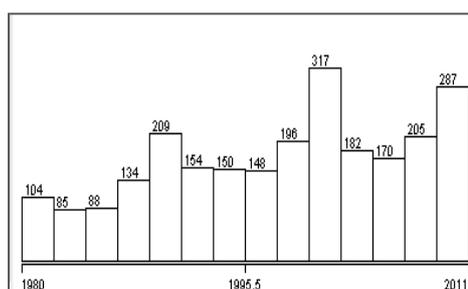


Figura 1. Número total de desastres naturales en el periodo 1980-2011

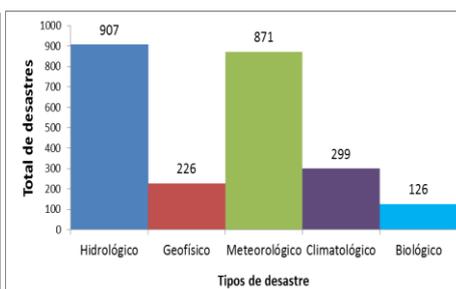


Figura 2. Número de desastres naturales de acuerdo al subgrupo de 1980 hasta 2011.

Para el caso de estudio se consideró todo el continente americano, donde la mayor parte de los desastres son en Estados Unidos (665) y México (182). Sin embargo por parte de Sudamérica se observa que en países como Brasil, Colombia y Perú también se han presentado eventos de destrucción masiva que han provocado diversos daños en la población y en los ecosistemas en general, con un total de 394 entre estos tres países.

3 Diseño del sistema para la toma de decisiones.

Los Almacenes de Datos y operaciones OLAP son de importante utilidad para analizar grandes cantidades de datos. Estos datos que por lo general son extraídos de bases de datos transaccionales, que frecuentemente contienen información espacial, la cual resulta muy útil para el proceso de toma de decisiones [7].

En este trabajo proponemos un sistema de soporte para el análisis de los desastres naturales ocurridos en el continente americano. A partir de la información recolectada, se diseñó en primer lugar un modelo conceptual de la base de datos de

desastres naturales, el cual se presenta en la Figura 4 mediante un diagrama Entidad Relación Extendido (ER), con pictogramas para representar conceptos espaciales [7]. El segundo paso fue realizar el mapeo del modelo ER a un modelo relacional multidimensional, que posteriormente fue implementado en una base de datos SQL Server. La arquitectura del sistema se presenta en la Figura 3.

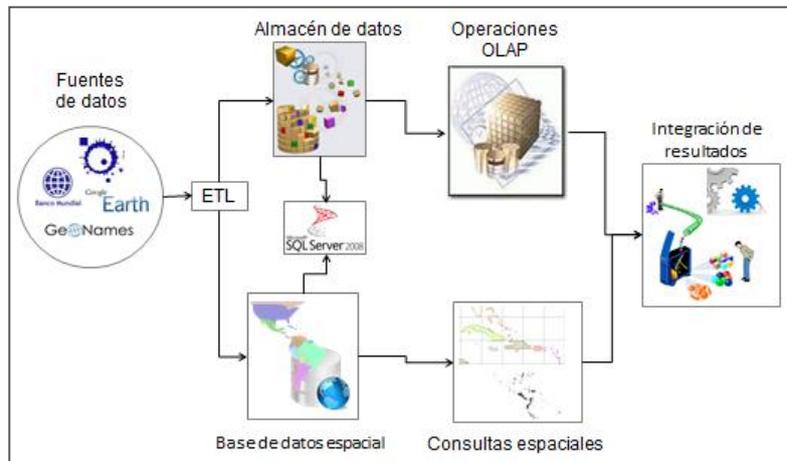


Figura 3. Arquitectura del Sistema para soporte a la toma de decisiones en el dominio de Desastres Naturales.

3.1 Proceso de ETL

La información fue recopilada de diferentes fuentes, en este caso de los diferentes repositorios y bases de datos. Se realizó un proceso de ETL, siglas que en inglés significan Extracción, Transformación y Carga (Figura 3). Dicho proceso se detalla a continuación:

Extracción: Se obtienen los datos de EM-DAT, GEONAMES, BM y Google Earth, y se analizan como se muestra en la Tabla 1. Se integran los datos de las diferentes fuentes y se obtiene un nuevo conjunto de datos listo para la creación del almacén de datos. Se estandarizaron los nombres de las ciudades de los datos obtenidos en EM-DAT con GEONAMES de acuerdo con sus diferentes acepciones. Para los casos que no se pudieron emparar las ciudades automáticamente se realizó una limpieza manual, revisando errores de ortografía, e insertando manualmente aquellas ubicaciones que no estaban contempladas en la base de datos de GEONAMES.

Transformación: Los valores obtenidos a través de la herramienta Google Earth, es decir, las latitudes y longitudes de los bordes de cada país de América fueron transformados en coordenadas geométricas que posteriormente fueron insertadas en forma de polígono, para tener una representación adecuada en la herramienta de desarrollo. También se realizó un control sobre las ubicaciones geográficas de cada ciudad, verificando que cada punto este contenido en su país correspondiente.

Encontramos muchas ciudades que estaban situadas en países que no correspondían y también ciudades situadas en el mar, todos estos casos fueron resueltos manualmente.

Carga (Load): Los datos transformados, son cargados en el sistema utilizando tecnología de SQL Server para almacenes de datos.

3.2 Esquema Multidimensional

Para el diseño del almacén de datos se usó la metodología de Kimball [8,9] basado en un modelado multidimensional en el cual se utilizó un modelo estrella como se muestra en la Figura 5, donde la tabla de hechos contiene la información relevante de cada desastre. Los datos que se consideran son el número de muertos, afectados, heridos, la pérdida económica y el nombre del desastre (aunque este atributo no existe para todos los registros).

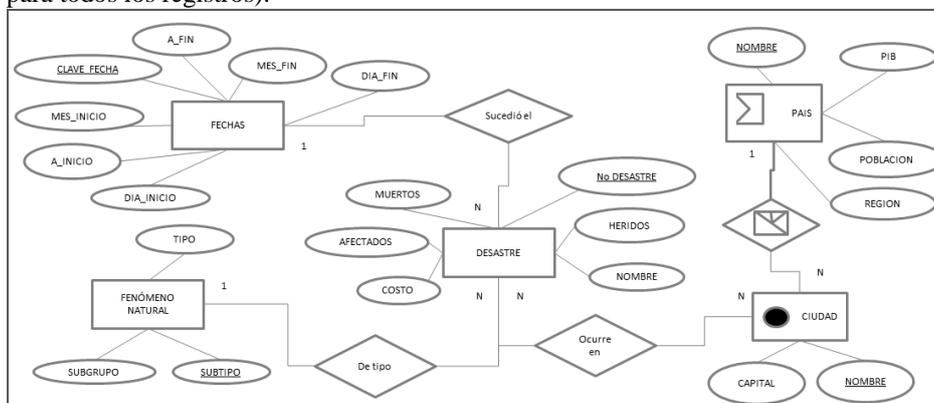


Figura 4. Modelo Conceptual ER extendido con conceptos espaciales, de base de datos para desastres naturales

Se consideran tres dimensiones para la construcción del cubo de datos:

- **Dim_Fechas:** Considerada la dimensión temporal, aquí se especifica la fecha exacta del inicio y fin de cada desastre
- **Dim_Localidad:** Esta es la dimensión espacial, aquí se considera principalmente la ciudad en la que ocurrió el desastre y el país al que pertenece dicha ciudad. Como atributos espaciales, para cada ciudad de registra su ubicación en forma de un par de coordenadas (punto) y la forma geométrica del país (polígono).
- **Dim_Fenómeno_Natural:** Esta dimensión almacena las principales características de cada desastre, en cuanto a su clasificación en subgrupos y subtipos, los subtipos se describen en la Figura 2.

3.3 Operaciones OLAP

Las herramientas OLAP permiten al usuario obtener una visión multidimensional de los datos, se pueden realizar consultas sin tener conocimiento de la estructura interna del almacén de datos. Algunos resultados interesantes obtenidos mediante

consultas OLAP se muestran en la Figura 6, en la cual se presenta el total de desastres agrupados por Continente, América Central (CAM), América del Norte (NAM), América del SUR (SAM), el Caribe, y subgrupo de desastre, excluyendo al año 2012.

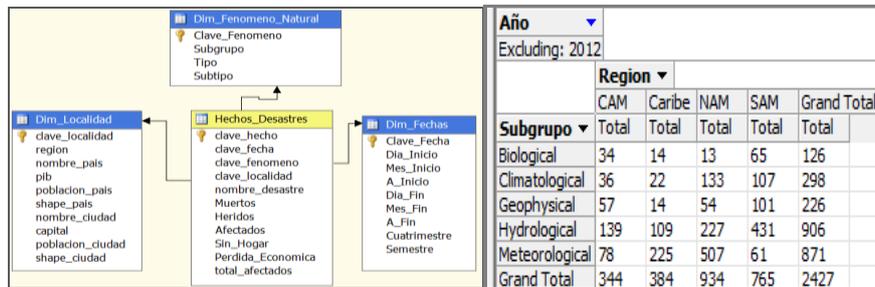


Figura 5. Esquema de estrella para Almacén de datos.

Figura 6. Consulta OLAP.

Año		Region				
Excluding: 2012		CAM	Caribe	NAM	SAM	Grand Total
Subgrupo	Total	Total	Total	Total	Total	Total
Biological	34	14	13	65	126	
Climatological	36	22	133	107	298	
Geophysical	57	14	54	101	226	
Hydrological	139	109	227	431	906	
Meteorological	78	225	507	61	871	
Grand Total	344	384	934	765	2427	

Figura 6. Consulta OLAP.

4 Conclusiones y Trabajo Futuro

En este trabajo hemos presentado un sistema para la toma de decisiones de los desastres naturales, mediante el cual podemos analizar la información histórica, con el objetivo de lograr una mitigación de fenómenos de destrucción masiva. Se pueden visualizar las zonas de riesgo más inminentes, en referencia a cada fenómeno de destrucción masiva considerado en este trabajo. También se pueden estudiar los desastres naturales desde la perspectiva geográfica y el costo monetario generado por tales hechos. Esta herramienta puede ayudar a reducir el tiempo en la toma de decisiones, automatizando las tareas de administración y valoración de un modelo toma de decisiones, especialmente importante para usuarios que no tienen conocimiento profundo acerca de la teoría computacional. Actualmente se está trabajando en la integración de herramientas de minería de datos para la explotación del almacén de datos propuesto y de esta manera generar conocimiento para dar soporte a la toma de decisiones.

5 Referencias

- [1]. Somodevilla, J., Priego, A., Castillo, E., Pineda, I., Vilariño, D., Nava, A.: "Decision support system for seismic risks". Journal of Computer Science and Technology, Vol. 12, No. 2, Argentina, (2012)
- [2]. Sampaio, M.C., de Sousa, A.G., Baptista, C.d.S.: Towards a logical multidimensional model for spatial data warehousing and olap. In: Proceedings of the 9th ACM international workshop on Data warehousing and OLAP. DOLAP'06, New York, NY, USA, ACM (2006) 83-90
- [3]. Université Catholique de Louvain - Brussels – Belgium "EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database" www.emdat.be
- [4]. Keyhole, Inc. y Google ww.earth.google.com, (2005).

- [5]. Geonames, Creative Commons, www.geonames.org, Online access may-15-12 (2012).
- [6]. The World Bank Group, Online access may-15-12, (2012).
- [7]. Shekhar, S., Chawla, S.: "Spatial Databases: A Tour" Prentice Hall,(2003)
- [8]. Kimbal, R., Ross, M., Thornthwaite, W., Mundy, J., Becker B.: Relentlessly Practical Tools for Data Warehousing and Business Intelligence, The Kimball Group Reader (2010).
- [9]. Kimball, R., Reeves, L., Ross, M., Thornthwaite, W.: The Data Warehouse Lifecycle Toolkit. 2nd Edition. New York, Wiley, (2008).

Calidad de una aplicación móvil para eficientar el cumplimiento de la seguridad social en México

Juan Pedro Benítez Guadarrama ¹, Ana Luisa Ramírez Roja ¹, Magally Martínez Reyes²

¹Centro Universitario UAEM Ecatepec de la Universidad Autónoma del Estado de México, {jpbenezg, alramirezr}@uaemex.mx, ²Centro Universitario UAEM Valle de Chalco de la Universidad Autónoma del Estado de México, mmreyes@hotmail.com

(Paper received on August 10, 2012, accepted on August 24, 2012)

Resumen La presente investigación muestra el nivel de calidad de una aplicación móvil fiscal orientada a ser ejecutada en el teléfono celular a fin de cumplir con las obligaciones de seguridad social en aquellos trabajadores que prestan un servicio personal subordinado en las organizaciones en mexicanas. Se realizó un estudio exploratorio, descriptivo e inferencial. La investigación fue no experimental, transaccional y correlacional. Se diseñó la aplicación con base en las disposiciones legales vigentes para el año 2012. Se diseñó el instrumento de medición de la calidad conformado por 20 ítems estructurado con escala tipo Lickert, basado en los criterios e indicadores de la Norma ISO 9126. La aplicación fue validada y evaluada por 50 contadores públicos certificados por una institución reconocida por la Secretaría de Educación Pública en México. Los resultados muestran la calidad de la aplicación fiscal mediante el uso del teléfono inteligente, estimulando la competitividad y productividad organizacional.

Palabras clave: Calidad, Organización, Aplicación móvil, Aportaciones, Seguridad social.

1 Introducción

Las obligaciones fiscales en las organizaciones nacen derivado de realizar actos o actividades previstas en las disposiciones fiscales a partir del fundamento legal de la Constitución Política Mexicana [1], considerada como carta magna o ley suprema [2], el artículo 31 Fracción IV establece la obligación de los mexicanos a contribuir para los gastos públicos, a la Federación, al estado, y municipio en que residan, de manera proporcional y equitativa que dispongan las leyes; con base en el código fiscal federal [3], las contribuciones son consideradas como impuestos, derechos, contribuciones de seguridad social y aportaciones de seguridad (art. 2. CFF. 2012), cada una de ellas específica la contribución a realizar por cada empresa residente en territorio nacional; las aportaciones de seguridad social están a cargo de empresas que son sustituidas por el estado en el cumplimiento de las obligaciones en materia de seguridad social proporcionadas por el estado y son reguladas por la ley de seguridad social [4].

2 Marco contextual

La complejidad del contenido en las disposiciones legales, la falta de claridad en la aplicación, aunado a las constantes reformas y ausencia de asesoramiento al empresario, dificulta el cumplir con su obligación ante las autoridades hacendarias; el uso de las aplicaciones tecnológicas móviles en la gestión administrativa, ha contribuido a mejorar los procesos en la práctica empresarial ante las autoridades hacendarias mexicanas. El diseño del modelo fiscal se realizó con base en los conceptos contenidos en las disposiciones de la ley de Seguridad Social (LSS), considerados como aportaciones de seguridad social que deben cubrir las organizaciones mexicanas que han contratado personal subordinado en territorio mexicano; en el desarrollo, las tecnologías flexibles, específicamente la telefonía celular con aplicaciones móviles fiscales puede ser incorporada por el gobierno federal y el usuario, durante el proceso del pago de las aportaciones con el propósito de mejorar las condiciones para la determinación y cálculo de las aportaciones efectuadas por el patrón y el trabajador; el uso de aplicaciones en teléfono celular, muestran criterios de calidad que pudieran ser considerados como una alternativa en el desarrollo de las prácticas empresariales, buscando la solución a los problemas presentados en el contexto tributario; la validación se realizó por contadores públicos certificados que actualmente prestan servicios profesionales independientes, para validar la calidad de la aplicación móvil puesta en marcha en la práctica común.

La calidad es un factor de eficacia en la Ingeniería del Software que ha sido objeto de interés debido a su importancia en la sociedad empresarial, entre sus finalidades está optimizar los recursos tecnológicos en su desarrollo, esto significa un incremento en la productividad y competitividad organizacional; en estos tiempos las compañías de todo el mundo reconocen que la calidad del producto puede traducirse en ahorro de erogaciones. Las empresas desarrolladoras de software no son la excepción, motivo por el cual en tiempos actuales el crecimiento en aplicaciones tecnológicas se han realizado intensos trabajos para aplicar el concepto de calidad en este ámbito [5].

Además, debido al uso generalizado y la confianza de las personas en los sistemas informáticos, es necesario garantizar que cumplan con los criterios e indicadores de calidad. La evaluación de la calidad del software se realiza por medio de modelos y estándares de calidad del software, los cuales reúnen las actividades y funciones de forma tal que cada una se planee, se controle y ejecute formal y sistemáticamente [6].

Por otro lado, Solarte [7] diseñó un modelo de calidad para procesos de software, en el cual realizó un meta análisis de los modelos de calidad: la norma ISO/IEC, la integración del modelo de maduración de la capacidad CMMI y el modelo de calidad IT MARK para las PYMES, para determinar los beneficios e inconvenientes que presenta el desarrollo de software con calidad; determinando que el modelo CMMI contribuye a mejorar el procesos trabajo y el modelo para obtener la certificación. Moreno [8] desarrolló un modelo para la evaluación de la calidad en uso de sitios Web, con base en el estándar ISO/IEC 9126 - 4, denominada SW-AQUA, mide cuatro aspectos: efectividad, productividad, seguridad y satisfacción en el área de control escolar del Instituto Tecnológico de Motul con una muestra de 8 participantes, el estudio demostró el nivel de calidad en su uso, determinando un nivel excelente en su eficacia, productivo, seguro y satisface las necesidades del usuarios en los niveles estándar de calidad.

Otro de los beneficios que proporcionó la herramienta fueron: rapidez, reducción de errores, mayor precisión y exactitud en las métricas de calidad de uso. Construir un modelo de calidad resulta complejo, usualmente descompone la calidad del producto en jerarquías, las características que forman las listas de comparación, otro modelo de calidad para portales (PQM) que utiliza la fase uno a dos de GQM y el modelo SERVQUAL [9]; ejemplo de ello tenemos el modelo McCall, el cual establece tres áreas: revisión de la calidad del producto de software, transición del producto y calidad en la operación del producto [10]; el modelo Boehm presenta los criterios de calidad en tres divisiones: servicios que ofrece (portabilidad), operación del producto (usabilidad) y mantenibilidad del producto [11]; otro modelo es el propuesto por Bertoa y Villecillo [12] para componentes de software en el que los autores adaptan la norma ISO/IEC 9126 a los componentes COTS (Commercial off-the-shelf). En el nivel cuantitativo (Metric - Métrica) se asocia un conjunto de métricas para cada pregunta a modo de responder a cada una de ellas de forma cuantitativa [13].

A través de la revisión de la literatura se establecen diferentes criterios en la medición de la calidad por tal motivo existen infinidad de modelos y herramientas para evaluar la calidad donde las ventajas de implementarlos presentan diferentes beneficios.

Bolaños & Navia [14], mencionan que las herramientas han crecido de manera exponencial en la industria del software, provocando la omisión en la calidad del producto; en el estudio: Un acercamiento a las prácticas de calidad de software en las empresas colombianas, detectó que se enfrentan a diversos problemas de la calidad de los productos de que desarrollan, el estudio tuvo por objetivo conocer algunas prácticas que desarrollan las empresas de desarrollo de software, encontrando que ninguna empresa manifestó tener equipo de aseguramiento de la calidad, aunque algunas llevan procesos propios para mejorarla, llevándolos a la conclusión de que las empresas son relativamente jóvenes, con limitaciones de personal y recursos; haciendo que los desarrollos sean rápidos, a pesar de tratarse de productos orientados a los requisitos del usuario final, no se le dedica tiempo a la calidad. Desarrollando así el proyecto MACMHA, iniciativa formada por profesores y estudiantes del programa de ingeniería de sistemas de la Universidad de Cauca con la finalidad de mejorar la calidad en los productos que éstas desarrollan. Así mismo, los profesores Omaña, M. y Cadenas, J. [15] de la Universidad Simón Bolívar, Venezuela, realizaron un estudio denominado Manufactura Esbelta: una contribución para el desarrollo de software con calidad; con miras a que las universidades que imparten carreras en el área de computación, sistemas o informática, puedan formar profesionales capaces de responder a las necesidades del entorno, partiendo de la premisa que los desarrollos de software efectuados a la fecha no satisfacen las expectativas de tiempo de desarrollo, fiabilidad, mantenibilidad, portabilidad y calidad. Fue una investigación de campo, apoyada en una revisión documental de tipo no experimental, descriptiva y transeccional con el fin de evaluar la versión 4 del SQLfi. Para ello, empleó el modelo sistémico de calidad del software (MOSCA) con una población de 26 personas miembros del equipo de investigación, tomando una muestra intencional de 11, los cuales evaluaron el producto SQLfi versión 4. Obtuvieron un nivel sistémico de calidad nulo, y concluyeron en la propuesta de la adopción de un modelo de desarrollo para la construcción de software de calidad basado en estándares establecidos de manufactura esbelta (Lean Manufacturing). La contribución

corresponde a una mejora de la calidad sistémica de desarrollo software que permite obtener productos en forma ágil, a un costo razonable y con los recursos presupuestados. El prototipo del modelo permite identificar las fortalezas y debilidades de los productos de software estudiados. Al evaluar los productos de software con el prototipo, verificaron el cumplimiento de los mismos con respecto a los requerimientos críticos de calidad establecidos por el interesado en la evaluación y al mismo tiempo utilizaron los resultados para mejorarlos. Dado que la evaluación es sistémica, identifican los procesos que influyen sobre características determinadas de los productos.

Rodríguez [16] presenta una metodología para la evaluación de la calidad en los modelos UML, formada por un conjunto estructurado de procesos orientado a la evaluación de la calidad, donde a partir de una revisión de estándares, normas y metodologías relacionadas con la evaluación de la calidad del software, elaboró la metodología EVVE formada por un conjunto estructurado de procesos orientados a la relación con el cliente y la externalización de la evaluación de la calidad, fácilmente adaptable; identifica el qué, cuándo, y el quién, de cada una de las fases y actividades de los procesos, así como la secuencia de pasos que se debe seguir a la hora de llevar a cabo la evaluación.

3 Metodología

Los empresarios y trabajadores requieren medios digitales de simplificación orientados a cumplir con las obligaciones ante el Instituto mexicano de Seguros social, con el uso del teléfono inteligente permite mejorar el proceso en la determinación y cálculo de las aportaciones de seguridad social, de manera práctica, sencillo, confiable y sobre todo ahorro de tiempo; con el propósito de dar cumplimiento a las contribuciones, la aplicación se diseño y desarrollo aplicando las disposiciones contenidas en la ley de seguridad social, mediante la programación extrema, además se utilizo el programa crimson editor para desarrollar el lenguaje de programación java y utilizando la plataforma java 2 micro edición se compilo para obtener el archivo ejecutable en el móvil para realizar las practicas fiscales [19].

Es necesario que quien se dedique a producir software trabaje en establecer su modelo de calidad que le permita valorar el nivel de excelencia de su producto e incluir instrumentos de medición que califiquen cada una de las características que lo conforma. Esta investigación se apoya en el modelo de calidad basado en la Norma ISO 9126 [17], la norma 14958 en el apartado 5 [18], establece criterios internos y externos para la evaluación de la calidad de las tecnologías flexibles, en tal sentido, se diseñó un instrumento de medición de la calidad conformado por 20 ítems (funcionalidad, confiabilidad, portabilidad, eficiencia, mantenibilidad, usabilidad), estructurado con escala tipo Lickert, considerando 1 excelente; 2 bueno; 3 regular; 4 deficiente; 5 malo, el instrumento se aplicó a 50 contadores públicos activos prestan servicios de asesoría, consultoría a empresarios dedicadas a realizar actividades empresariales, además de cumplir con los criterios necesarios para su uso y aplicación en la práctica en determinar y calcular las aportaciones de seguridad social.

Al inicio de la evaluación se informó a los profesionistas el objetivo de la investigación, evaluar la aplicación fiscal móvil, se explicó la forma de instalación en su teléfono inteligente con el propósito de usarlo y aplicarlo a fin de conocer los montos de las aportaciones que intervienen en las cuotas obrero patronales, actualmente aplicable para el año 2012, cuya obligación con el Instituto Mexicano del Seguro social es enterar y pagar las aportaciones mensual y bimestral, la contribución debe ser determinada y calculada por el propio empresario para ser cubierto en el periodo especificado en ley; además, se especificó el tipo de tecnología donde se puede utilizar la aplicación fiscal. Así mismo, se desarrolló el modelo tecnológico con base en la legislación fiscal mexicana. Posteriormente se proporcionó el archivo ejecutable por medio de bluetooth al teléfono inteligente, para utilizar la aplicación fiscal y pudiera iniciar el proceso de evaluación.

En la segunda fase se describieron los conceptos que integran la aplicación fiscal en la determinación y cálculo, se explicaron los montos que deben ingresar para obtener los resultados requeridos por la autoridad correspondiente, todos los participantes están asociados con los conceptos que se manejan para calcular el IMSS.

En la tercera fase se proporciono el instrumento estructurado a 20 ítems, fue piloteado con una muestra de 5 participantes, profesionistas prestadores de servicios activos en la base de datos, del Servicio de Administración Tributaria, quienes señalaron que las preguntas no presentaban dificultades de comprensión, por lo que se realizó su aplicación.

En la cuarta fase se llevó a cabo una sesión con una duración de 30 minutos aproximadamente donde se presentó el software, se explicó su funcionamiento, se realizaron casos prácticos reales de contribuyentes obligados a contribuir con las aportaciones ante el IMSS; a continuación, se les proporcionaron los datos de un contribuyente para utilizar la aplicación fiscal y de esta forma se capacitó a los sujetos para usar la aplicación móvil.

En el procesamiento de datos se utilizó el paquete estadístico Statistical Package for Social Sciences (SPSS, Versión 19.0), mediante la utilización del programa se realizó el análisis descriptivo, con el propósito de tener una visión general sobre los resultados obtenidos, se realizó un análisis a través de la aplicación de las medidas de tendencia central en las variables y finalmente a cada uno de los factores predictores de calidad; un análisis inferencial con el propósito de argumentar sobre la correlación de Pearson, con el objetivo de encontrar el grado de relación existente entre las variables de la calidad; además, la regresión lineal para predecir las variables que influyen con mayor fuerza en la calidad.

4 Resultados

La muestra fue elegida de una población de 50 sujetos, donde el 100% (n = 50) aceptaron voluntariamente participar en el estudio. El 60% (n = 30) eran hombres y el 40% (n=20) mujeres, quienes emplearon la aplicación fiscal en su celular como herramienta para el cálculo de las aportaciones de las cuotas obrero patronales.

Por lo que respecta a la edad de los participantes, el 40 % (n = 20) tenían 38 años, el 20% (n = 10) 39 años y el 40 % (n = 20) de 40 años.

Del total de la muestra, los participantes usaron celulares distintos: donde predominó con el 70% (n = 35) Nokia, el 10 % (n = 5) LG, el 10 % (n = 5) Motorola, y el tan solo el 10% (n = 5) con Sony Ericsson (Cuadro 6).

De los criterios de evaluación descriptivos: Media (X) y Desviación Estándar (DE) de los indicadores de la calidad, tenemos que el nivel de calidad global (1.221), en cada una de sus subescalas: eficiencia (X= 1.140; $\sigma = .256$), portabilidad(X= 1.166; $\sigma = .268$), funcionalidad(X= 1.176; $\sigma = .246$), usabilidad(X= 1.216; $\sigma = .265$), fiabilidad(X=1.290; $\sigma = .258$) y mantenibilidad(X= 1.341; $\sigma = .270$), tienden a ser excelentes.

Respecto de la correlación entre subescalas así como de la calidad, observamos que la funcionalidad con eficiencia muestran una muy alta relación, la eficiencia con la portabilidad presenta una alta relación, al igual que la usabilidad con eficiencia y portabilidad, la funcionalidad se relaciona de forma moderada con portabilidad y usabilidad; podemos observar que existe una correlación muy fuerte entre los factores: usabilidad, portabilidad, eficiencia, funcionalidad y mantenibilidad; a diferencia de la fiabilidad muestra menor relación (Tabla 1).

Tabla 1. Tabla de Correlación de Pearson.

Variables de calidad							
	Funciona- lidad	Fiabili- dad	Usabili- dad	Eficien- cia	Mantenibili- dad	Portabili- dad	Cali- dad
Funcionalidad	1.0						
Fiabilidad	.715**	1.0					
Usabilidad	.813**	.786**	1.0				
Eficiencia	.914**	.765**	.855**	1.0			
Mantenibilidad	.775**	.82**	.866**	.718**	1.0		
Portabilidad	.828**	.706**	.855**	.869**	.748**	1.0	
Calidad	.900**	.805**	.964**	.903**	.825**	.909**	1.0

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

5 Discusión

La muestra estuvo compuesta por un 40% de mujeres y 60% de hombres. Las edades oscilaron entre los 38 a los 40 años, el dato más representativo indica que el 40% pertenece a 38 años de edad, lo que nos indica que este tipo de tecnología es usado por adultos dedicados a la gestión tributaria.

En el estudio predominó el uso de celular tipo Nokia con el 70% con una frecuencia de 35 sujetos, contra el 10% para la marca LG, 10% Motorola y 10% Sony Ericsson, con una frecuencia de 5 sujetos respectivamente, resaltando que la marca predominante entre los participantes es Nokia.

Así mismo, el 100% de los sujetos conocen la determinación y cálculo de las cuotas obrero patronal de seguridad social, así como las disposiciones aplicables al ejercicio 2011, así como la legalidad que fundamenta la determinación de las aportaciones tributarias.

El instrumento de medición obtuvo un Coeficiente Alfa de Cronbach de $\alpha=0.911$, lo que indica un nivel de confiabilidad muy bueno.

La percepción de los sujetos en general muestra un nivel alto de cumplimiento respecto de la eficiencia ($X = 1.140$ con desviación estándar de $.256$), portabilidad ($X = 1.166$ con desviación estándar de $.268$), funcionalidad ($X = 1.176$ y una desviación estándar de $.246$), usabilidad ($X = 1.216$ con desviación estándar de $.265$), fiabilidad ($X = 1.290$ con desviación estándar de $.258$) y la mantenibilidad de la herramienta ($X = 1.341$ con desviación estándar de $.270$); en términos generales de calidad, se obtuvo una media de 1.221 con una desviación estándar de $.238$, lo que significa que la aplicación móvil presenta inclinación significativa a la excelencia en la calidad para la práctica fiscal.

En la correlación de Pearson se encontraron veintiuna correlaciones significativas de un total de veintidós posibles. Las correlaciones más altas se dieron entre la funcionalidad y eficiencia ($r= .914$), La calidad muestra correlaciones positivas significativas con la usabilidad ($r= .964$), portabilidad ($r=.909$), eficiencia ($r= .903$), mantenibilidad ($r= .825$) y fiabilidad ($r= .805$); esto representa que las funciones contenidas en la aplicación móvil fiscal reducen el tiempo de respuesta y el uso del teléfono inteligente hacen más eficiente el proceso en la determinación y el cálculo de las cuotas obrero patronales.

Los coeficientes de determinación (r^2) permitieron conocer el nivel de calidad en que cada variable independiente predice el comportamiento de la dependiente. Las variables con muy alto nivel en la predicción del comportamiento de la variable calidad es la eficiencia ($r^2=.930$), con un nivel alto de predicción son: la funcionalidad ($r^2= .915$), seguido de la usabilidad ($r^2=.905$) y portabilidad ($r^2= .879$); el indicador que muestra un moderado nivel de predicción es la mantenibilidad ($r^2=.781$) y confiabilidad ($r^2=.720$).

6 Conclusiones

La validación de profesionistas especializados en contexto fiscal, resolvieron que la aplicación esta en perfectas condiciones al ser ejecutada en tecnología móvil, además cumple con los requisitos que establece la ley de seguridad social para ser utilizada e incorporada en la obtención de información de tipo fiscal útil tanto para el patrón, empresa o institución gubernamental correspondiente, actualmente las autoridades hacendarias buscan incorporar tecnologías de calidad al alcance de los contribuyentes orientadas a cumplir de forma sencilla, práctica y confiable las aportaciones de seguridad social.

La aplicación móvil fiscal presenta niveles excelentes de calidad en el proceso de obtención de información sobre las aportaciones de las cuotas obrero patronales, la funcionalidad presenta niveles de calidad excelentes, se ajusta para realizar funciones

específicas, exactitud en los datos presentados sobre los requerimientos del usuario; la eficiencia presenta niveles de calidad excelentes debido a que el uso del teléfono celular no solo se limita a la comunicación, los niveles altos de eficiencia con base en el tiempo de respuesta inmediata y la utilización del tipo de recurso permiten obtener resultados cuantitativos verídicos, como herramienta fiscal permite conocer al contribuyente los importes sobre las aportaciones efectuadas por el patrón y el trabajador de manera inmediata, la usabilidad presenta niveles de calidad excelentes, debido a que no se requiere de invertir gran esfuerzo; la mantenibilidad presenta niveles excelentes de calidad por su permanencia en la ejecución de la aplicación al momento de ser requerida y ejecutada por el usuario; el nivel de calidad de excelencia en la portabilidad permite ser trasladada de un lugar a otro; por cuanto hace a la confiabilidad presenta excelente nivel de ejecución; variables que proporcionan los elementos suficientes para ser considerada como una aplicación fiscal de calidad con inclusión en la política fiscal y mejoras a la economía del país.

El desarrollo de tecnologías que justifiquen la calidad en los procesos administrativos orientadas al cumplimiento de las aportaciones en las cuotas obrero patronales, motivo de este estudio y la incorporación de la tecnología móvil al área empresarial y profesional, ofrece importantes beneficios productivamente en la gestión administrativa, como la disponibilidad y obtención de información en pocos segundos en cualquier lugar y momento, facilitando la toma de decisiones; soluciones que se integran perfectamente a las exigencias del mundo globalizado, compatible con el sistema informático con el que cuenta la empresa para beneficio de los empresarios mejorando los procesos gubernamentales.

Los resultados de este estudio revelan que la tecnología móvil revolucionará la productividad y competitividad; como efecto de esta tendencia, las aplicaciones móviles ayudarán a fomentar las contribuciones correspondientes a las políticas internas del país. Al suministrar soluciones tecnológicas con calidad permitirá integrar totalmente el tratamiento de las contribuciones en cualquier contexto tributario.

Los trabajos futuros sobre esta línea de investigación pretenden incorporar este tipo de tecnología para la transferencia electrónica de datos a través del teléfono inteligente o tabletas electrónicas que permita obtener la información suficiente para verificar y comprobar la forma de determinación, cálculo y pago de las aportaciones de seguridad social al el Instituto Mexicano de Seguro Social por este medio electrónico, tan ocupado por los usuarios en México a fin de evitar desplazamiento, pérdida de tiempo y uso territorial ilimitado.

Referencias

1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Constitución de Política de los Estado Unidos Mexicanos. México: ECAFSA. (2012)
2. Quintanilla, J. y Rojas J. Derecho tributario mexicano. 4ª. Ed. México: Trillas. (1999)
3. Código Fiscal de la Federación. Código Fiscal de la Federación. Mexico: ECAFSA. (2102)
4. Fisco Nominas. Ley de Seguridad social. México: ECAFSA. (2012)

5. Abud, M.. Calidad en la Industria del Software. La Norma ISO-9126. Núm. 34. (2010)
6. Scalone, F.. "Estudio comparativo de los modelos y estándares de calidad del software". Maestría en Ingeniería en calidad. Universidad tecnológica nacional. Facultad regional Buenos Aires. (2006)
7. Solarte, G.; Muñoz, L.; Arias, B.; Modelos de calidad para procesos de software. Scientia Et Technica, vol. XV, núm. 42, agosto, 2009, pp. 375-379. Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia. (2009)
8. Moreno, S.; González, C. & Echartea, C.. Evaluación de la Calidad en Uso de Sitios Web Asistida por Software: SW – AQUA. Avances en Sistemas e Informática, vol. 5, núm. 1, mayo, 2008, pp. 147-154. Universidad Nacional de Colombia. (2008)
9. Muñoz, C. "Modelo de calidad. WQM, PQM, e-commerce, portlets". Calidad de sistemas de información. (2005).
10. Jaramillo, L., Franco, A., Plan de calidad para la evaluación del producto de software en uso con base en la norma ISO/IEC 9126. Proyecto de grado. Universidad EAFIT. Pág. 17. (2003)
11. Dávila, L., Mejía, P. "Evaluación de la calidad de software en sistemas de información en Internet". CINVESTAV-IPN. Sección de computación. Zacatenco, México, DF. (2003).
12. Manuel F. Bertoa, Antonio Vallecillo. "Quality Attributes for Software Metamodels". In Proc. of QAOOSE 2010, Málaga, Spain, July 2, 2010.
13. Olsina, L. "Ingeniería Web: Marco de medición y evaluación de calidad". Departamento de informática. Universidad nacional de San Luis - La Rioja - Catamarca. (2007).
14. Bolaños & Navia. Practicas para Ingeniería del Software. Madrid. Prentice-hall. (2007)
15. Omaña, M. y Cadenas, J. Manufactura Esbelta: una contribución para el desarrollo de software con calidad. Enl@ce Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento, 7 (3), 11-26. (2010).
16. Rodríguez, M.; Verdugo, J.; Coloma, R.; Genero, M. & Piattini, M. Metodología para la evaluación de la calidad en los modelos UML. REICIS Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software, Vol. 6, Núm. 1, abril-sin mes, 2010, pp. 16-35. Asociación de Técnicos de Informática. España. (2010).
17. Norma ISO/IEC 9126. <http://www.hagalepues.net/universidades/60547-descargar-norma-iso-iec-9126-ingenieria-de-software.html> (2011).
18. International Standarization Organization (ISO, 2010) Norma ISO 9000:2000. En: www.iso.org consultada el: 22/04/2012.
19. Prieto, M. (2005). Desarrollo de juegos con J2ME Java 2 Micro Edición. México: alfaomega.

SPT como Propuesta para la Automatización del Proceso de Inscripción y Formación de Grupos de Escuelas Secundarias

Jesús Hernández Cosío, Mónica A. Carreño León, J. Andrés Sandoval Bringas, Elvia E. Aispuro Félix, Italia Estrada Cota, Jaime Suárez V., Javier Aguilar P. y Azor A. Pérez M.

Universidad Autónoma de Baja California Sur.
Departamento Académico de Sistemas Computacionales.
La Paz, Baja California Sur. México.

{ jhernandez, mcarreno, sandoval, aispuro, iestrada, jsuarez, jaguilar } @uabcs.mx
azor2610@live.com

(Paper received on August 10, 2012, accepted on August 24, 2012)

Resumen. Este artículo reporta el desarrollo de un sistema de información de tipo transaccional como propuesta para soportar el proceso de inscripción de una escuela pública de nivel medio básico. Todo bajo la consideración de que las actuales Tecnologías de Información, permiten desenvolverse adecuada y oportunamente a los cambios que surgen con gran efervescencia, impulsando a las distintas organizaciones a incorporar herramientas y recursos tecnológicos para su beneficio. Por ello, las organizaciones deben identificar el tipo de sistema que realmente les apoyará en el funcionamiento de sus negocios, proporcionándoles información oportuna para propiciar la creación de valor en el cumplimiento de sus objetivos y metas estratégicas. Sin embargo, bajo un estricto sentido realista, debemos aceptar que no todos pueden acceder a estas ventajas, pues existen al mismo tiempo, innumerables carencias en procesamiento y necesidades de información en nuestro inmediato alrededor.

Palabras Claves: Sistemas de Información, Tecnologías de Información, Proceso de Inscripción, Sistemas de Procesamiento Transaccional.

1 Introducción

En la actualidad, somos testigos de grandes problemas y situaciones complejas a las que nos enfrentamos prácticamente en todas nuestras actividades humanas (sociales, biológicas, empresariales, económicas o ecológicas). Situaciones que nos ponen a reflexionar seriamente, sobre todo al tratar de encontrar soluciones viables del deseable tipo ganar-ganar para todos los participantes involucrados [1].

Las soluciones a problemas no suelen ser sencillas y rápidas, continuamente exigen un esfuerzo dedicado y utilizar al máximo nuestra mejor versión de destrezas y

habilidades. Existen problemas que van desde una mínima implicación de conocimiento hasta aquellos que exigen involucrar al máximo todas las capacidades humanas de varios actores inclusive, y algunos obligan la utilización de herramientas que soporten la búsqueda de la solución ideal [2]. La disposición de herramientas no significa un éxito garantizado, pero si permite una adecuación eficiente del manejo o procesamiento de recursos físicos tangibles o intangibles, como la información o el software [5].

Las herramientas de cómputo hoy en día, permiten acelerar y ser eficientes en la generación de información de calidad, a través de procesamientos ejecutados por sistemas de información bajo acopladas plataformas de hardware [6]. Sin lugar a dudas, esto no es una primicia, dado que grandes corporaciones transnacionales han crecido exponencialmente gracias al empleo acertado de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC); sin embargo, el escenario no es el mismo para todos, ocurren situaciones caóticas en empresas, organizaciones, escuelas y en múltiples y variadas instancias de los diversos sectores, empresariales, educativos, gubernamentales y sociales en un lugar determinado [2].

Este trabajo describe un sistema de información de tipo transaccional (operacional), que permitirá acelerar y optimizar un proceso completo de inscripción para la Escuela Secundaria Estatal “*José Vasconcelos*” del Estado de Baja California Sur. Adicionalmente, este desarrollo corresponde a una estrategia universitaria por proyectar a sus alumnos con la construcción de soluciones informáticas, como propuestas para atender necesidades reales, a organizaciones carentes de infraestructura de TIC, pero con una presencia e intensidad de problemas que empobrecen su funcionamiento organizacional.

2 Estado del arte

Dadas las exigencias actuales, las organizaciones e instituciones necesitan de la existencia de sistemas de información incorporados a sus procesos de negocio.

Un Sistema de Información (SI) se puede definir desde el punto de vista técnico, como un conjunto de componentes interrelacionados que recolectan (o recuperan), procesan, almacenan, y distribuyen información para apoyar el control y la toma de decisiones en una organización [3]. A partir de esta definición se puede justificar el hecho de que los SI contienen información acerca de las personas, lugares y cosas importantes dentro de una organización o del entorno en que se desenvuelve [3].

Consecuentemente, también es posible señalar que el tratamiento adecuado de la información conforma vertientes hacia la construcción de una sólida base de soporte a los procesos existentes y conllevan a un buen desarrollo y funcionamiento al interior de una organización [4].

Para una institución educativa, como lo es una escuela secundaria pública, es medular disponer de información acerca de sus alumnos, de los padres de familia, de domicilios, lugares de nacimiento, identificación y clasificación de grados y grupos, entre otros datos relevantes. Sin embargo, cuando se carece de procesos automatizados, la labor de control se puede complicar en tiempo y esfuerzo. Además, cuando no se tiene la más mínima presencia de software dedicado a sus áreas funcionales, es primordial dar un primer paso hacia su nivel transaccional.

De acuerdo a la figura 1, un Sistema de Procesamiento Transaccional (SPT) es la base productora de información para los diversos tipos de sistemas, por esta razón el desarrollo del software está dentro de esta ubicación organizacional y se identifica como un apoyo significativo.

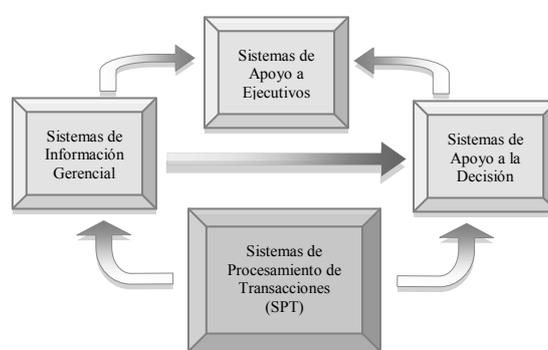


Fig. 1. Interrelación entre los tipos de sistemas de información [3].

Un SPT consiste en un sistema computarizado que ejecuta y registra las transacciones ordinarias cotidianas que se requieren para la conducción de la organización [3], el propósito principal de los sistemas en este nivel es responder las preguntas rutinarias y dar seguimiento al flujo de transacciones en la organización. Cuestionamientos tales como, ¿cuántos alumnos ingresaron?, ¿en qué turno se inscribió determinado alumno?, ¿cuántos alumnos existen en cada grupo?, ¿cuáles son los nombres de los alumnos?, por mencionar algunas inquietudes de información.

3 Desarrollo y componentes del sistema

El sistema ha sido desarrollado utilizando el lenguaje de programación Java y el manejador de bases de datos MySQL, respaldados por sus características de funcionamiento, popularidad y exención de inversión financiera.

La pantalla principal del sistema (fig. 2) consta de las opciones de *Catálogos*, *Registro*, *Modificaciones*, *Armar grupos* y *Cambios de grupo*. En la primera opción, *Catálogos*, se permite ingresar valores a las diferentes tablas que almacenan los datos útiles y necesarios para el sistema. A través de esta opción se captura, actualiza,

elimina y valida los datos que integrarán la información individual de los alumnos a través del registro de inscripción (fig. 3).



Fig. 2. Pantalla principal del sistema.



Fig. 3. Pantalla de la opción de catálogos.

La opción de *Registro* permite al usuario realizar la captura de datos relacionados a un alumno nuevo, efectuando el ingreso de datos por medio de cajas de texto o listas desplegables, las cuales contienen los datos ya validados y almacenados en los catálogos. Esta opción se divide en 3 secciones, la primera para ingresar los datos personales y de procedencia del alumno solicitante (fig. 4). En segundo término, se capturan los datos personales del padre o tutor (fig. 5). Y en la sección final, mediante una pantalla de visualización, se integran los datos capturados para someterlos a una confirmación visual por parte del usuario (fig. 6).

DATOS DEL SOLICITANTE 1/2

No. Folio: 100003 10/8/2012

Clave CURP: PEM4002610HBSZ03

Apellido paterno: PÉREZ Apellido materno: MÁRQUEZ Nombre(s): AZOR ANGEL

Sexo: MASCULINO Domicilio: SANTA INES Y VIOSCA #4660 Colonia: LAS GARZAS

Teléfono: 512 1251198 Fecha de nacimiento: 26 Enero 1996

Nacionalidad: MEXICANO Estado de nacimiento: BAJA CAL Ciudad de nacimiento: LA PAZ

Tipo de sangre: O+ Alergia 1: Ninguna Alergia 2: Ninguna Alergia 3: Ninguna

Escuela de procedencia: IGNACIO M. ALTAMIRANO Promedio: 10.0

Su hijo(a) a sido atendido por alguna institución de Educación Especial: NINGUNA

Su hijo(a) esta becado por algún instituto: SEP

Regresar Continuar

Fig. 4. Captura de datos personales y de procedencia.

SECRETARIA DE EDUCACIÓN PÚBLICA DE BAJA CALIFORNIA SUR
ESCUELA SECUNDARIA GENERAL "JOSÉ VASCONCELOS"
 CLAVE: 03DE50031G
 TURNO: MATUTINO CICLO ESCOLAR: 2012-2013

DATOS DEL SOLICITANTE 2/2 10/8/2012

Solicitante: PÉREZ MÁRQUEZ, AZOR ÁNGEL

Datos del tutor:
 Apellido paterno: MÁRQUEZ Apellido materno: BAÑAGA Nombre(s): ELISA
 Domicilio particular: SANTA INES Y VIOSCA #4660 Teléfono: 612 1251198
 Ocupación: HOGAR
 Domicilio del trabajo: DOMICILIO CONOCIDO Teléfono del trabajo:
 Último grado de estudios: BACHILLERATO

Regresar Continuar

Fig. 5. Datos personales del padre o tutor.

SECRETARIA DE EDUCACIÓN PÚBLICA DE BAJA CALIFORNIA SUR
ESCUELA SECUNDARIA GENERAL "JOSÉ VASCONCELOS"
 CLAVE: 03DE50031G
 TURNO: MATUTINO CICLO ESCOLAR: 2012-2013

10/8/2012

No. Folio: 100003
 Solicitante: PÉREZ MÁRQUEZ, AZOR ÁNGEL
 CURP: PEMARQ02010H85203
 Sexo: MASCULINO
 Domicilio: SANTA INES Y VIOSCA #4660
 Colonia: LAS GARZAS
 Teléfono: 6121251198
 Fecha de Nacimiento: 26/Octubre/1996
 Lugar de Nacimiento: LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR
 Nacionalidad: MEXICANO
 Tipo de sangre: O+
 Alergias: NINGUNA, NINGUNA, NINGUNA

Primaria de procedencia: IGNACIO M. ALTAMIRANO
 Promedio: 10.0
 Institución de educación especial: NINGUNA
 Institución de beca: SEP

Tutor: MÁRQUEZ BAÑAGA, ELISA
 Domicilio: SANTA INES Y VIOSCA #4660
 Teléfono: 6121251198
 Ocupación: HOGAR
 Domicilio del trabajo: DOMICILIO CONOCIDO
 Teléfono del trabajo:
 Último grado de estudios: BACHILLERATO

Message: El registro se ha completado satisfactoriamente.
 Aceptar

Regresar Finalizar

Fig. 6. Despliegado de datos para confirmar.

Una vez completado el nuevo registro de inscripción, se genera un archivo en formato PDF, el cual es guardado y abierto inmediatamente para su impresión (fig. 7). Este formato garantiza un mejor tratamiento y portabilidad del archivo generado.

SECRETARIA DE EDUCACIÓN PÚBLICA DE BAJA CALIFORNIA SUR
ESCUELA SECUNDARIA GENERAL "JOSÉ VASCONCELOS"
 CLAVE: 03DE50031G
 TURNO: MATUTINO CICLO ESCOLAR 2012-2013

DATOS PERSONALES

No. Folio: 100003
 Solicitante: PÉREZ MÁRQUEZ, AZOR ÁNGEL
 CURP: PEMARQ02010H85203
 Sexo: MASCULINO
 Domicilio: SANTA INES Y VIOSCA #4660
 Colonia: LAS GARZAS
 Teléfono: 6121251198
 Fecha de Nacimiento: 26/Octubre/1996
 Lugar de Nacimiento: LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR
 Nacionalidad: MEXICANO
 Tipo de sangre: O+
 Alergias: NINGUNA, NINGUNA, NINGUNA

DATOS DE PROCEDENCIA

Primaria de procedencia: IGNACIO M. ALTAMIRANO
 Promedio: 10.0
 Institución de educación especial: NINGUNA
 Institución de beca: SEP

DATOS DEL TUTOR:

Tutor: MÁRQUEZ BAÑAGA, ELISA
 Domicilio: SANTA INES Y VIOSCA #4660
 Teléfono: 6121251198
 Ocupación: HOGAR
 Domicilio del trabajo: DOMICILIO CONOCIDO
 Teléfono del trabajo:
 Último grado de estudios: BACHILLERATO

RESPONSIVA
 Los suscritos se comprometen a respetar lo establecido en los reglamentos y disposiciones vigentes, acatar lo dispuesto en el reglamento que se esta recibiendo, así como colaborar con las autoridades del plantel para lograr el máximo aprovechamiento escolar.

Nombre y firma del Padre o Tutor ATENTAMENTE Nombre y firma del Solicitante

DIRECTORA DEL PLANTEL

Fig. 7. Datos en el archivo PDF.

La siguiente opción es *Modificar*, permite efectuar cambios a cualquier registro almacenado previamente, y su funcionamiento establece la presentación de los datos relacionados a un alumno, mediante búsquedas dinámicas por folio de registro o por nombre (fig. 8). A través de esta opción, se obtiene flexibilidad para corregir datos en alguno de los campos de libre captura, en caso de ser necesario.



Fig. 8. Pantalla de la opción de modificar.

La opción de *Armaz grupos*, crea automáticamente mediante la aplicación de criterios de promedio y género (fig. 9), 5 grupos, correspondientemente para el turno matutino y vespertino. Al concluir la ejecución del armado de grupos, se genera un archivo en formato PDF, con la clasificación y distribución de los alumnos en grupos. Cabe señalar que esta opción viene a sustituir un proceso manual que exigía la dedicación de dos personas durante 5 días hábiles para producir la propuesta de la organización de los grupos.

Finalmente, se encuentra la opción *Cambiar de grupo*, la cual permite realizar reubicaciones de alumnos de un grupo a otro, siendo efectiva en un momento posterior al armado de grupos. Su operación requiere indicar únicamente el folio de registro asignado al alumno y el nuevo grupo destino (fig. 10).

SECRETARIA DE EDUCACIÓN PÚBLICA DE BAJA CALIFORNIA SUR ESCUELA SECUNDARIA GENERAL 'JOSÉ VASCONCELOS' CLAVE: 03DES0031G TURNO: MATUTINO CICLO ESCOLAR 2012-2013	
--	--

GRUPO A TURNO: MATUTINO		
1	100002	HERNANDEZ COSIO, JESÚS
2	100003	PEREZ MÁRQUEZ, AZOR ÁNGEL
3	100001	PEREZ MÁRQUEZ, LUIS FRANCISCO

Fig. 9. Grupo armado con los criterios.



Fig. 10. Pantalla de cambio de grupo.

4 Resultados

Debido a que el sistema fue concluido recientemente, aún no es posible determinar un análisis y valoración de resultados; sin embargo, existe la fuerte promesa de consolidarse como una implementación definitiva que soporte a un futuro cercano los diferentes procesos escolares de forma integral.

5 Conclusiones

Sin lugar a dudas, la propuesta brindará los elementos propicios para crear un distinto escenario en la institución educativa, la gama de beneficios impulsaran procesos internos de carácter administrativo, no obstante, el enriquecimiento ocurrirá ideando una mejor oferta de productos y servicios de información.

Los alumnos y padres de familia (clientes) deberán percibir una mayor optimización de atención, con más eficiencia y rapidez. Del lado de la administración, se podrán tomar decisiones rutinarias, en menor tiempo y con mayor confianza sobre la información base procesada. Para los usuarios no se espera un cambio radical debido a que las pruebas y capacitación no han manifestado complicaciones de peso ni para dedicar atención significativa.

Para finalizar, es importante destacar que gracias a la apertura de la administración escolar ha sido posible trabajar en esta oportunidad (necesidad). Además, gracias al nivel de involucramiento tanto de la administración como del equipo del proyecto, ha sido posible entender conjuntamente que la información es un elemento vital para la institución, y a través de este sistema de información es factible entender la diferencia entre el éxito o el fracaso para todos los proyectos subsecuentes que se emprendan dentro de una institución que busca sustentablemente su evolución sistematizada.

Referencias

1. Scheel Mayenberger, C.: Modelación dinámica de Ecosistemas. Trillas, México (1998)
2. Luftman, J.: Competing in the Information Age: Strategic Alignment in Practice. Oxford University Press. U.S.A. (1996)
3. Laudon, K., Laudon, J.: Management Information Systems: managing the digital firm. Pearson, Prentice Hall. Lebanon, Indiana, U.S.A. (2007)
4. Boar, B. Strategic Thinking for Information Technology: How to Build the IT Organization for the Information Age. John Wiley & Sons, Inc. U.S.A. (1997)
5. Pressman, R.: Software Engineering: A Practitioner's Approach. McGraw Hill. U.S.A. (2009).
6. Marquardt, M. Building the Learning Organization. McGraw Hill. U.S.A. (1996)

Estimación de Riesgos en un Esquema de Monitoreo Remoto de Pacientes con Diabetes

Víctor Morales-Rocha, Jorge Romero Romero, Luis Felipe Fernández Martínez.

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Instituto de Ingeniería y Tecnología.
Av. Del Charro 450 Nte. Cd. Juárez, Chih.

victor.morales@uacj.mx; al76860@alumnos.uacj.mx; lfernand@uacj.mx

(Paper received on August 10, 2012, accepted on August 24, 2012)

Resumen. La diabetes es una de las enfermedades que causa más muertes en México y el mundo. Un paciente con diabetes usualmente no requiere una hospitalización constante, sin embargo es importante que el personal médico esté al tanto de su salud de forma constante y periódica. En el presente trabajo se propone un esquema de monitoreo remoto de pacientes con diabetes y se muestran los resultados del proceso de estimación de riesgos que se llevó a cabo a fin de diseñar mecanismos que permitan desarrollar y utilizar las aplicaciones de una manera segura.

Palabras clave: Telemedicina; monitoreo remoto; diabetes; seguridad; estimación de riesgos.

1. Introducción

De acuerdo a un reporte de la Organización Mundial de la Salud emitido en Agosto de 2011 [1], existen 346 millones de personas con diabetes en todo el mundo. Dicho informe también estima que las muertes por diabetes se incrementarán drásticamente entre 2005 y 2030. Estos datos alarmantes han llevado en los últimos años a una gran inversión en investigación y desarrollo orientados en el cuidado de los pacientes con diabetes. Recientemente se han propuesto diversos trabajos en el área de la Telemedicina enfocados en el cuidado de estos pacientes, véase por ejemplo [2] y [3].

En este trabajo se presentan los avances de un esquema de monitoreo remoto de pacientes con diabetes en el que se ha considerado prioritario tener en cuenta los riesgos a los que está expuesta la información clínica.

En la sección 2 se describen brevemente los principales cuidados en los pacientes con diabetes. La sección 3 presenta el proyecto que se está llevando a cabo así como la metodología empleada. En la sección 4 se describe brevemente el proceso de estimación de riesgos y los resultados obtenidos. La sección 5 destaca las principales conclusiones y describe el trabajo que falta para finalizar el esquema propuesto.

2. Control de pacientes con diabetes

A un paciente con diabetes se le suele realizar controles médicos una vez al mes, en donde el médico valora su evolución en comparación con el mes anterior y decide si el tratamiento debe continuar igual o si se deben realizar cambios. El médico, sin embargo, no conoce lo que sucedió con el paciente entre una consulta y otra. Por otro lado, un control de glucosa deficiente o un tratamiento inadecuado puede tener consecuencias fatales para el paciente. La hiperglucemia (alto contenido de glucosa en la sangre) y la hipoglucemia (contenido de glucosa en la sangre por debajo de lo normal) son consecuencias severas que pueden atentar contra la vida del paciente [4]. Actualmente existen diversos dispositivos que permiten llevar al paciente un auto-monitoreo de su nivel de glucosa. Estos dispositivos son conocidos como glucómetros. Estas soluciones de auto-monitoreo pueden presentar algunos inconvenientes. Por ejemplo, si una medición de glucosa muestra un valor fuera de rango, el paciente podría decidir alterar su dosis de insulina o medicamento, lo que podría tener malas consecuencias si se hace de manera inapropiada. Un monitoreo constante, por parte del personal médico, de los niveles de glucosa del paciente puede dar información valiosa y por lo tanto indicar el tratamiento más adecuado.

3. Esquema de monitoreo remoto

En el Instituto de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez se está llevando a cabo un proyecto de Investigación y Desarrollo que tiene como objetivo proveer herramientas para un monitoreo remoto eficiente de pacientes con diabetes.

La metodología dispuesta para este proyecto ha sido la siguiente:

- Análisis de requisitos. Principalmente a través de entrevistas con personal médico y de enfermería, así como pacientes con diabetes y familiares.
- Diseño de la arquitectura. De acuerdo a los requisitos y necesidades derivadas del objetivo general, se determinan los componentes del esquema así como las tecnologías a utilizar.
- Estimación de riesgos. Considerada una fase crítica dentro del desarrollo del proyecto debido a que la información clínica es altamente sensible. Su propósito es calcular los riesgos posibles de acuerdo a los requisitos definidos y a la posible arquitectura del esquema.
- Diseño de controles y mecanismos de seguridad. Como resultado del proceso de estimación de riesgos se deberán diseñar los controles adecuados para mantener la información segura.
- Desarrollo de aplicaciones. Habiendo definido los requisitos, arquitectura y controles a utilizar, se desarrollarán las aplicaciones para cada entorno del esquema.
- Pruebas integrales. Se llevarán a cabo las pruebas de calidad de las aplicaciones, primeramente en un entorno simulado y finalmente en un entorno real.

Como resultado de las primeras dos fases se definieron los componentes mostrados en la figura 1 y descritos a continuación:

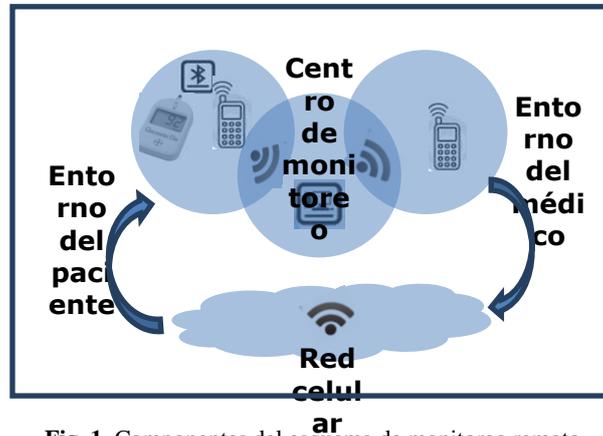


Fig. 1. Componentes del esquema de monitoreo remoto

- Entorno del paciente. El paciente o un familiar lleva a cabo las tareas de registro desde su propio hogar o en cualquier otro lugar en que se encuentre. El paciente cuenta con un glucómetro comercial con capacidad para transmitir información vía bluetooth. La medición de glucosa que se realiza con el glucómetro se transmite a un teléfono móvil en donde reside una aplicación nativa que recibe la información y la retransmite a través de una red celular a una base de datos. La aplicación también tiene la capacidad de recibir información del centro de monitoreo o del propio médico a cargo.
- Centro de monitoreo. El centro de monitoreo visualiza los registros de los pacientes a través de una aplicación Web. Se muestra una lista de los pacientes y sus mediciones más recientes, así como alertas en caso de mediciones consideradas fuera del rango normal.
- Entorno del médico. Consiste de aplicaciones móviles para diferentes plataformas (iOS, BB OS, Android) para uso de los médicos que tienen a cargo pacientes con diabetes. A través de la aplicación, el médico puede consultar los registros del nivel de glucosa de sus pacientes. El médico además recibe alertas de las mediciones fuera de rango y puede enviar mensajes de recomendación a los pacientes.

4. Estimación de riesgos

El esquema propuesto debe cumplir con altos controles de seguridad debido a la criticidad de la información clínica [5]. Si la información enviada desde el entorno del paciente es manipulada, ya sea en su transmisión o durante su almacenamiento, se puede propiciar una prescripción o recomendación médica inadecuada para el paciente, pudiendo afectar gravemente su salud. Lo mismo sucedería si la información o recomendaciones que envía el médico son manipuladas. Para determinar los controles a implementar, se debe realizar primeramente un proceso de estimación de

riesgos. Para llevarlo a cabo se utilizó la metodología propuesta por el NIST, descrita en el documento SP 800-30 [6]. Se eligió esta metodología debido a su enfoque particular en sistemas de información, además de que considera el análisis de riesgos para sistemas en sus fases tempranas, como el análisis de requisitos. Esta metodología se resume en los siguientes pasos:

1. Caracterización del sistema
2. Identificación de amenazas
3. Identificación de vulnerabilidades
4. Análisis de controles
5. Estimación de probabilidad
6. Análisis de impacto
7. Determinación de riesgos
8. Recomendaciones de control
9. Documentación

El proceso se realizó por separado para cada uno de los entornos que componen el esquema, de esta manera se pudieron identificar los riesgos específicos a cada entorno. Los resultados más relevantes se muestran a continuación.

En el entorno del paciente asumimos además que el glucómetro utilizado ha sido probado para fines comerciales y por lo tanto realiza las mediciones correctamente. Como se puede observar en la tabla 1, el mayor riesgo en el entorno del paciente se presenta con un intruso interno (alguien con libre acceso a los dispositivos) que puede acceder a la aplicación con el fin de realizar algún daño.

Tabla 1. Resultados de la estimación de riesgos en el entorno del paciente

Fuente amenaza	Acción	Motivación	Vulnerabilidad	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Nivel de riesgo
Intruso externo	Interceptar y manipular valor de glucosa	Diversión	Red celular insegura	Si	Media	Alto	Medio
	Robar teléfono	Económica	Descuido del paciente	Si	Media	Bajo	Bajo
Intruso interno	Acceder a la aplicación	Causar daño/eliminar o manipular inf.	Débil o nulo control de usuario	Si	Alta	Alto	Alto
	Dañar teléfono	Causar daño	Material sensible	Si	Alta	Medio	Medio
Paciente o usuario	Extravío	Ninguna	Usuario distraído	Si	Media	Bajo	Bajo

En la tabla 2 se muestran los riesgos asociados al entorno del médico, y como se puede apreciar, se presentan riesgos muy similares a los del entorno del paciente.

En la tabla 3 se presentan los resultados de la estimación de riesgos en el centro de monitoreo. Dentro de este entorno se consideró la aplicación Web, la base de datos

que concentra la información de todas las aplicaciones así como la infraestructura física y de telecomunicaciones.

Tabla 2. Resultados de la estimación de riesgos en el entorno del médico

Fuente amenaza	Acción	Motivación	Vulnerabilidad	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Nivel de riesgo
Intruso externo	Interceptar mensaje	Diversión/ causar daño	Red celular insegura	Si	Media	Alto	Medio
	Robar teléfono	Económica	Descuido del médico	Si	Media	Bajo	Bajo
Intruso interno	Acceder a la aplicación	Causar daño/eliminar o manipular inf.	Débil o nulo control de usuario	Si	Alta	Alto	Alto
	Dañar teléfono	Causar daño	Material sensible	Si	Alta	Medio	Medio
Usuario	Extravío	Ninguna	Usuario distraído	Si	Media	Bajo	Bajo
	Mensaje erróneo	Ninguna	Descuido del médico / aplicación mal diseñada	Si	Media	Alto	Medio

Tabla 3. Resultados de la estimación de riesgos en el entorno del centro de monitoreo

Fuente amenaza	Acción	Motivación	Vulnerabilidad	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Nivel de riesgo
Intruso externo	Eliminar o manipular registros	Diversión/ causar daño/ económica	Controles de acceso inadecuados	Si	Media	Alto	Medio
Intruso interno	Eliminar o manipular registros	Causar daño/ económica	Controles de acceso inadecuados	Si	Alta	Alto	Alto
	Dañar equipo	Diversión/ venganza	Material sensible	Si	Media	Alto	Medio
Técnica	Falla de equipo	Ninguna	Mantenimiento inadecuado	Si	Media	Bajo	Bajo
	Falla de energía eléctrica	Ninguna	Falta de respaldos de energía	Si	Media	Alto	Medio
	Pérdida de conexión	Ninguna	Internet	Si	Media	Medio	Medio
Natural	Incendio	Ninguna	Material sensible	Si	Baja	Alto	Bajo
	Inundación	Ninguna	Ubicación	Si	Media	Alto	Medio

En todos los casos se debe poner especial énfasis en mecanismos que permitan mitigar los riesgos que resultaron con un nivel alto, sin embargo, en el diseño del esquema se considerará cada uno de los riesgos existentes a fin de que se pueda crear un esquema de monitoreo remoto seguro y confiable.

5. Conclusiones y trabajo futuro

Un esquema de monitoreo remoto como el propuesto posee importantes ventajas orientadas principalmente al bienestar del paciente, sin embargo también permitiría reducir costos en las instituciones de salud, ya que se evitarían algunas de las complicaciones mayores en la salud del paciente con diabetes. El esquema propuesto puede ser igualmente implementado en otras áreas de salud en donde se requiera el monitoreo remoto de diversos parámetros biológicos de pacientes.

El proceso de estimación de riesgos permite visualizar claramente en dónde se deben enfocar los esfuerzos de implementación de mecanismos de seguridad. Como resultado de este trabajo, se diseñarán los mecanismos apropiados para cada uno de los entornos.

Finalmente, se desarrollarán las aplicaciones específicas de cada entorno. Para el entorno del paciente se desarrollará una aplicación móvil para el sistema operativo *android*. Para el entorno del médico se desarrollarán aplicaciones para las plataformas *iOS*, *android* y BlackBerry OS. Una vez desarrolladas las aplicaciones, se llevará a cabo un proceso de pruebas a fin de validar la efectividad de las medidas.

Referencias

1. World Health Organization. Diabetes. Fact Sheet No. 312, Agosto 2011. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/en/>.
2. Franco, K., Cardenas, A., Pulido, P. *et al.*: Web-based diabetes control. *Journal of Telemedicine and Telecare*, vol. 10, no. 5, pp. 277-281.
3. Nyenwe E., Ashby S, Tidewell J, *et al.*: Improving diabetes care via telemedicine: lessons from the Addressing Diabetes in Tennessee (ADT) project. *Diabetes Care* 2011;34:e34.
4. Web de MedLinePlus (servicio de la Biblioteca Nacional de Medicina de EE.UU). Disponible en: <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/001214.htm>
5. Ureta, J., Garbayo, J.: La seguridad, confidencialidad y disponibilidad de la información clínica. La seguridad y confidencialidad de la información clínica, Pamplona, 2000, pp. 257-286.
6. Stoneburner, G., Goguen, A., Feringa, A.: NIST Special Publication 800-30: Risk Management Guide for Information Systems. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. Julio 2002.

Red de Sensores Inalámbrica para el Cuidado de Pacientes con Padecimientos Cognitivo-Degenerativos¹

Fabián N. Murrieta, Jorge A. Atempa, Arnoldo Díaz-Ramírez, Juan F. Ibáñez y Heber S. Hernández

Departamento de Sistemas y Computación
Instituto Tecnológico de Mexicali

{fmurrieta, jatempa, adiaz, pacois, heberhdz}@itmexicali.edu.mx
(Paper received on August 10, 2012, accepted on August 24, 2012)

Resumen. La población del mundo esta envejeciendo, por lo que nuevos desafíos relacionados con la salud de las personas están surgiendo. Recientemente ha habido un gran interés por investigar la manera en que la tecnología puede ayudar en la atención a pacientes con Padecimientos Cognitivo-Degenerativos, como la enfermedad del Alzheimer. En este artículo se presenta el Sistema Autónomo de Monitorización y Alerta (SAMA), un sistema de cómputo ubicuo escalable y no intrusivo basado en el uso de una red de sensores inalámbrica. SAMA ha sido diseñado para poder determinar en tiempo-real la ubicación de un paciente y para emitir alertas si alguno abandona una zona segura. Se presentan también los resultados de la evaluación de un prototipo del sistema propuesto.

Palabras Clave: Cómputo Ubicuo, Redes de Sensores, Inteligencia Ambiental.

1 Introducción

La población del mundo está envejeciendo, por lo que nuevos desafíos relacionados con la salud de las personas están surgiendo. Algunos de ellos están relacionados con los Padecimientos Cognitivos-Degenerativos (PCD), entre los que destacan la demencia senil o la enfermedad del Alzheimer.

La organización *Alzheimer's Disease International* [3] estima que en el mundo hay aproximadamente 35'558,717 personas con demencia senil y que los costos que ocasiona su atención son cercanos a los \$604 billones de dólares estadounidenses. Tan solo en México existen 350,000 personas con la enfermedad del Alzheimer. Esta es una enfermedad que no tiene cura y que requiere de un tiempo de cuidado de los pacientes de hasta 20 años. Se estima que por lo menos uno de cada cuatro mexicanos tendrá contacto con alguna persona con PCD en los próximos años [4].

La mayoría de las personas con PCD necesitan asistencia constante. Las caídas, el ingreso a zonas de riesgo o las salidas no controladas son algunas de las acciones que ponen en riesgo la salud y la vida de los pacientes con este tipo de padecimientos. El cuidado de pacientes con PCD representa un reto para los gobiernos y la sociedad, por

¹ Este trabajo ha sido apoyado parcialmente por el Programa para el Mejoramiento del Profesorado (PROMEP), con el proyecto No. 9077-2011

lo que en años recientes ha habido un gran interés por investigar la manera en que la tecnología puede ayudar en este problema, mejorando la calidad en la atención a pacientes con PCD y reduciendo costos.

En este artículo se presenta el Sistema Autónomo de Monitorización y Alerta (SAMA), un sistema de cómputo ubicuo escalable y no intrusivo basado en el uso de una red de sensores inalámbrica, diseñado para poder determinar en tiempo-real la ubicación de un paciente y para emitir alertas si alguno abandona una zona segura.

El problema de detección de personas en áreas específicas ha sido estudiado en la literatura, tanto para aplicaciones militares y de vigilancia [1], como en aplicaciones para la salud [2]. Sin embargo, no abordan los problemas de pacientes con PCD o proponen técnicas intrusivas que difícilmente son aceptadas por este tipo de pacientes.

El resto del documento está organizado de la siguiente manera. En la Sección 2 se explica el modelo propuesto. El algoritmo para determinar si un paciente abandona una zona segura se discute en la Sección 3, mientras que la evaluación del modelo propuesto se presenta en la Sección 4. Finalmente, las conclusiones y el trabajo futuro se presentan en la Sección 5.

2 Modelo Propuesto

El objetivo de SAMA es el de apoyar en las tareas de asistencia a pacientes con PCD. Particularmente, que permita conocer si un paciente abandona un lugar seguro y si es necesario, emita una alerta en tiempo-real dirigida al personal que lo cuida o a un familiar.

En este documento se define como *escape* el que un paciente abandone un sitio sin autorización. SAMA ha sido diseñado para identificar si un paciente escapa de una habitación, después de haber llegado a ella por sí mismo o ayudado por alguna otra persona, como un enfermero. Se asume que los pacientes son personas de la tercera edad con PCD, que tienden a rechazar objetos tales como pulseras o dispositivos notorios. Por esta razón, se diseñó un sistema no intrusivo, basado en la utilización de una red de sensores inalámbrica, que es capaz de monitorizar el entorno sin que los pacientes se den cuenta.

Las redes de sensores inalámbricas o WSN (*Wireless Sensor Networks*) son un caso especial de las redes *ad hoc*, ya que pueden auto-organizarse formando diversas topologías y comunicarse sin necesidad de alguna infraestructura. En este tipo de redes, los nodos o *motes* contienen sensores capaces de medir las condiciones del ambiente, tales como temperatura, humedad, movimiento, etc., y de enviar a un nodo especial, llamado *dreno*, la información parcialmente procesada [7].

El uso de una WSN ofrece grandes ventajas para la implementación de SAMA. Una de ellas consiste en que no es necesaria la existencia de una infraestructura previa (e.g., cableado), para desplegar el sistema. De esta manera se tiene una aplicación con un alto grado de flexibilidad. Por otra parte, la posibilidad de integrar casi cualquier sensor a los nodos que forman la WSN permite tener un sistema homogéneo. Esto significa que utilizando tan solo la WSN es posible detectar una gran cantidad de eventos, minimizando así la necesidad de utilizar diversas tecnologías. Finalmente, el

bajo consumo de energía de los nodos hace a la WSN sumamente atractiva desde el punto de vista económico.

Para apoyar en el cuidado de pacientes con PCD, es necesario que los sensores con los que está equipada la WSN sean capaces de detectar los eventos que pueden comprometer la integridad física de los pacientes. Además, es importante la utilización de una cantidad mínima de sensores, y que éstos sean económicos y de alta disponibilidad.

Con la finalidad de elegir los tipos de sensores mas adecuados para detectar exitosamente los escapes, y tomando en consideración los resultados publicados en la literatura, se llevaron a cabo diversas pruebas con diferentes sensores. La elección se hizo con base a la precisión en la detección de los cambios en el entorno y su relación con la cantidad de procesamiento que debe darse a la señal recibida del sensor. De los sensores evaluados dos mostraron un desempeño sobresaliente en la detección de escapes: los pirómetros y los magnetómetros.

Los pirómetros son también conocidos como *sensores pasivos infrarrojos* o PIR, por sus siglas en inglés. Son sensores económicos que detectan la presencia del calor emitido por un objeto o cuerpo cercano. También son capaces de detectar el movimiento de las personas a través del cambio de temperatura provocado al moverse. Como puede observarse, con el uso de pirómetros es posible detectar actividad humana dentro un área específica.

Por otra parte, los magnetómetros son sensores que detectan el cambio de dirección de un campo magnético. Al colocarlos en las puertas de las habitaciones, es posible determinar si éstas se abren y cierran. Sin embargo, se requiere que el sistema sea capaz de diferenciar si la puerta se abrió para que alguien ingrese a la habitación, o si se abrió para que una persona salga de la habitación. Para esto, se ha propuesto un algoritmo que utiliza técnicas de fusión de información, que combinando los valores medidos por pirómetros y magnetómetros, permite determinar si una persona entra o sale de una habitación.

Debido a que existen muchos escenarios a considerar para la detección de escapes, se ha propuesto también otro algoritmo, que combina los valores medidos de los sensores (pirómetro y magnetómetro), así como los eventos *entrada a la habitación* y *salida de la habitación*, para detectar si algún paciente abandona una habitación sin autorización.

Es importante mencionar que los sensores envían la información al drenó solamente cuando detectan actividad. Con la información recibida se ejecutan los algoritmos arriba descritos. En caso de que se detecte un escape, el drenó puede emitir una alerta a algún usuario predeterminado. Por ejemplo, puede enviar un mensaje a algún dispositivo móvil utilizando tecnologías de comunicación inalámbrica o a través de Internet. En la Fig. 1 puede observarse la arquitectura del modelo propuesto.

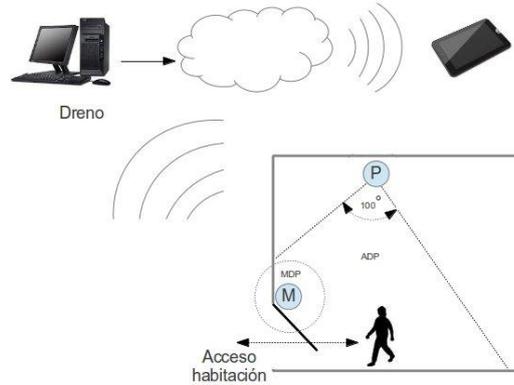


Figura 1 Arquitectura de SAMA

3 Algoritmo basado en relaciones temporales entre eventos

Para definir y obtener un modelo característico de la actividad del paciente que se escapa, se llevaron a cabo experimentos en los que se midieron diferentes variables físicas. Como se mencionó previamente, al analizar los resultados de los experimentos, se llegó a la conclusión de que con nodos equipados con magnetómetros y pirómetros era posible determinar cuando una persona entra a una habitación o la abandona. En la Fig. 1 puede observarse el despliegue del magnetómetro (M) y del pirómetro (P) en los experimentos, así como el área de detección del magnetómetro (MDP) y del pirómetro (ADP).

Una de las observaciones importantes de los experimentos, es que la entrada y salida de una habitación puede diferenciarse utilizando los valores registrados por los sensores. La Fig. 2 muestra las mediciones obtenidas en una entrada a una habitación, y posteriormente en una salida. Puede observarse que en una entrada se registran mediciones del magnetómetro (movimiento de la puerta al entrar), posteriormente se registran mediciones en ambos sensores, y finalmente solo mediciones del pirómetro (actividad dentro de la habitación). En contraste, cuando ocurre una salida, se registra primero actividad en el pirómetro (movimiento dentro de la habitación), seguido de mediciones de ambos sensores, y termina con mediciones solo del magnetómetro (movimiento de la puerta al salir). Utilizando las relaciones anteriores entre los valores medidos por los sensores, en función tiempo, fue posible diseñar un algoritmo basado en técnicas de fusión de información para determinar el tipo de evento ocurrido (e.g., entrada o salida).

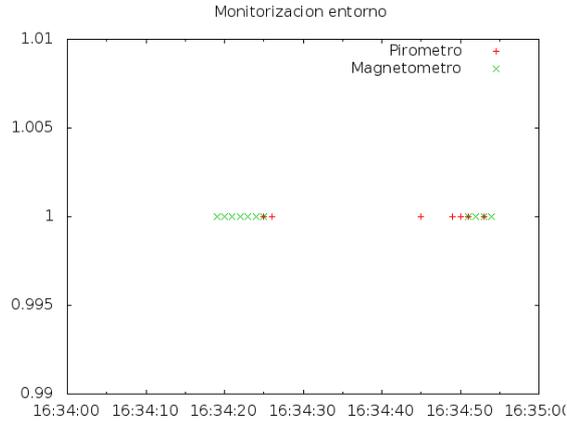


Figura 2 Valores medidos en una entrada y salida de una habitación

Por otra parte, el algoritmo propuesto para la detección de escapes esta basado en la relación temporal mantenida por el orden en que los sensores se activan cuando alguien escapa. A través de diversos experimentos, se observó que un escape es la ocurrencia de eventos o un cambio de estados en el entorno en un orden determinado, donde el paciente que escapa de la habitación primero realiza alguna actividad dentro de la misma (como caminar), posteriormente se abre la puerta y finalmente se tiene inactividad en la habitación. La máquina de estados (ME) que se muestra en la Fig. 3 representa el algoritmo propuesto para la detección de escapes. El algoritmo supone que tan sólo personas autorizadas pueden ingresar a la habitación a través de algún mecanismo de seguridad.

La ME tiene cuatro estados que representan los cambios en el entorno del paciente. El estado 0 representa que la habitación está vacía, mientras que el estado 4 representa que un escape ha ocurrido. Los estados 1, 2 y 3 son estados de transición, y representan el que una o varias personas han entrado a la habitación; que otra persona entró a la habitación estando el paciente en ella; o que una persona ha salido de la habitación dejando al paciente en la misma, respectivamente. Los cambios de estado se producen cuando se han detectado una secuencia de mediciones de los sensores, evaluadas en función del tiempo.

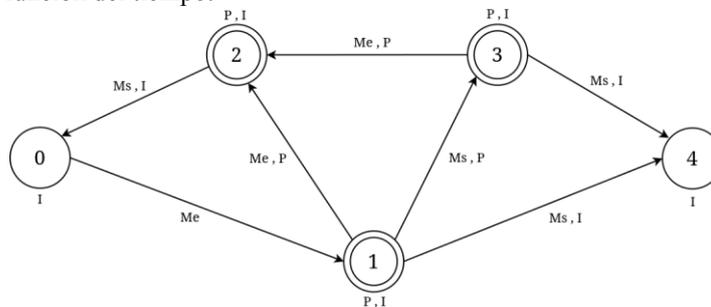


Figura 3 Máquina de estados

Los eventos que provocan cambios de estado son: M_E , que representa que el magnetómetro (considerando también los valores registrados por el pirómetro, como se muestra en la Fig. 2) detectó una entrada; M_S , que representa que el magnetómetro detectó una salida; P, que significa que el pirómetro detecta actividad en la habitación; y finalmente I, que representa un periodo de inactividad dentro de la habitación.

4 Evaluación

El algoritmo propuesto fue evaluado utilizando una habitación con solo un acceso y simulando diversos escenarios de actividad. Los escenarios que se evaluaron fueron los siguientes: a) el paciente llega solo a la habitación y sale con la ayuda de alguna persona autorizada; b) el paciente llega solo a la habitación y la abandona por sí mismo; c) el paciente llega y sale de la habitación acompañado; y d) el paciente llega acompañado a la habitación y sale de ella solo. Como puede observarse, los escenarios b y d representan situaciones de escape.

Para la implementación del prototipo se utilizaron nodos con dos tipos de sensores. Uno de ellos fue el pirómetro, que es capaz de detectar el movimiento de las personas a través de la energía emitida por ellas; esto permite medir su temperatura corporal. El pirómetro utilizado tiene un distancia máxima de detección radial (hacia el frente) de 7 metros, y un ángulo de detección de 100° . El otro sensor utilizado fue el magnetómetro, que permite detectar el cambio en la dirección del campo magnético. Este sensor se utilizó en conjunto con un magneto integrado en la puerta para detectar cuando la misma se abre.

En los experimentos fue utilizada una red de sensores integrada de tres nodos. Cada uno de ellos usa una plataforma de hardware IRIS programada en lenguaje nesC y con sistema operativo TinyOS [6, 7]. Un nodo funciona como drenó y está conectado a una computadora personal a través de una tarjeta de interfaz MIB520. Los otros nodos están integrados a una tarjeta MTS300CA que contienen un magnetómetro y un pirómetro.

El pirómetro utilizado es modelo DYP-ME003. Es un sensor digital que tiene una salida verdadera (*true*) cuando alguien entra en su área de detección. La salida del pirómetro depende de la corriente eléctrica en su fuente de energía. Esto implica que cuando la magnitud de esta corriente decrece, también lo hace la magnitud del nivel alto en la salida del pirómetro.

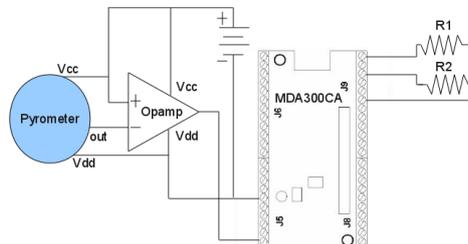


Fig. 4. Pirómetro conectado a tarjeta MDA300CA.

Para tener un mayor tiempo de vida del nodo con el pirómetro y una mayor certidumbre en sus mediciones, el pirómetro se conectó a un amplificador operacional (Opamp) modelo LM741C, que se conecta en una configuración de comparador de magnitud. La salida del amplificador está conectada a la tarjeta MDA300CA. Esta conexión es ilustrada en la Fig. 4. Es importante notar que las resistencias conectadas tiene valores de 10 K Ω y Vcc=5 VCD.

Experimento	Transición de estados
A	0,1,2,0
B	0,1,4
C	0,1,3,2,0
D	0,1,3,4

Tabla 1. Resultados de experimentos realizados.

La Tabla 1 muestra los resultados de los experimentos que se llevaron a cabo, así como la transición de estados detectados por el algoritmo en cada experimento (escenario). Puede observarse que para cada escenario, la Máquina de Estados detectó correctamente los eventos que fueron presentándose, tal y como se puede comprobar revisando la transición de estados generados. Es importante destacar que todos los casos el algoritmo fue capaz de detectar exitosamente los escapes.

5 Conclusiones y trabajo futuro

En este artículo se propuso un modelo para apoyar la atención de pacientes con PCD. El modelo se denominó Sistema Autónomo de Monitorización y Alerta (SAMA), un sistema escalable y no intrusivo basado en el uso de una red de sensores inalámbrica. SAMA fue diseñado para poder determinar en tiempo-real la ubicación de un paciente y para emitir alertas si alguno abandona una zona segura.

Se implementó un prototipo para evaluar el modelo propuesto. Se definieron cuatro experimentos que representaran situaciones comunes en el cuidado de los pacientes. Como resultado, se comprobó que el modelo propuesto es capaz de detectar los escapes existentes.

Como trabajo futuro se contempla la identificación y seguimiento de los pacientes que se escapan, así como la detección de caídas.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a la Asociación del Alzheimer de Baja California, A.C., y a la Estancia Alegre Amanecer de Mexicali, B.C, por el apoyo brindado para el desarrollo de este trabajo.

Referencias

- [1] A. Arora, P. Dutta, S. Bapat, V. Kulathumani, H. Zhang, V. Naik, V. Mittal, H. Cao, M. Demirbas, M. Gouda, Y. Choi, T. Herman, S. Kulkarni, U. Arumugam, M. Nesterenko, A. Vorae, M. Miyashita. A Line in the Sand: A Wireless Sensor Network for Target Detection, Classification, and Tracking. *Computer Networks*, 46(5):605-635, 2004. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S138912860400146X>. Military Communications Systems and Technologies.
- [2] A. Wood, J. Stankovic, G. Virone, L. Selavo, Z. He, Q. Cao, T. Doan, Y. Wu, L. Fang, R. Stoleru. Context-Aware Wireless Sensor Networks for Assisted-Living and Residential Monitoring. *IEEE Network*, 22(4):26—33, 2008.
- [3] Alzheimer's Disease international. www.alz.co.uk.
- [4] Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía. <http://www.innn.salud.gob.mx/>.
- [5] Jennifer Yick, Biswanath Mukherjee, Dipak Ghosal. Wireless sensor network survey. *Computer Networks*, 52:2202-2230, 2008.
- [6] Philip Levis, David Gay. *TinyOS programming*. Cambridge University Press, 2009.
- [7] Philip Levis, Sam Madden, Joseph Polastre, Robert Szewczyk, Alec Woo, David Gay, Jason Hill, Matt Welsh, Eric Brewer, David Culler. *TinyOS: An Operating System for Sensor Networks*. Ambient Intelligence, 2004.

Fundamentos para la creación de un modelo de desarrollo de ambientes virtuales de aprendizaje

Brenda Cerrato Abdalá¹, María Andrade Aréchiga¹

¹ Facultad de Telemática, Universidad de Colima, Colima, México
ing.brenda.cerrato@hotmail.com, mandrad@ucol.mx

(Paper received on August 10, 2012, accepted on August 24, 2012)

Resumen. La incursión de las nuevas Tecnologías en la educación ha traído consigo la generación de nuevas herramientas educativas, como los ambientes virtuales de aprendizaje. Estas nuevas herramientas requieren de la incorporación de aspectos tanto tecnológicos como pedagógicos en modelo diseñado para su creación. Relativo a esto, en este trabajo se analizan 6 plataformas educativas y se realiza un estudio para identificar cuál es la posición de expertos respecto al desarrollo de los ambientes virtuales de aprendizaje.

Palabras Clave: Ambientes Virtuales de Aprendizaje, Modelos de desarrollo, Sistemas Manejadores de Conocimientos.

1 Introducción

Hoy en día, el uso de la tecnología es algo común e incluso, necesario para la realización de las tareas diarias. La incorporación de las diferentes herramientas tecnológicas existentes en las diferentes áreas y campos de trabajo, ha facilitado y modificado la manera en la que se llevan a cabo estas tareas. Una de las áreas beneficiadas es la educación.

Los actuales avances tecnológicos han dado como resultado nuevas formas de compartir, difundir y transmitir la información, que es la fuente del conocimiento adquirido en el proceso formativo de las personas. Esta incorporación de las tecnologías de información y comunicación ha revolucionado de tal forma la manera de educar que han surgido nuevas modalidades como la formación virtual o e-learning [1]. El surgimiento de esta nueva modalidad educativa trajo consigo cambios y renovaciones en la forma tradicional de enseñar. Se generaron los espacios virtuales, como soporte para esta modalidad y con el tiempo, surgieron plataformas como los Sistemas Manejadores de Conocimientos (LMS) y los Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA).

En este trabajo se analizan brevemente 6 de estas plataformas educativas y las características que ofrecen. Se analiza el resultado de la aplicación de una entrevista a un grupo de expertos en el ámbito de la tecnología educativa y se plantea, con base en los resultados, la necesidad de la creación de nuevos modelos de desarrollo que

conjuguen los requerimientos tanto tecnológicos como pedagógicos de estas nuevas plataformas educativas.

2 Formación virtual y Ambientes Virtuales de Aprendizaje

La educación o formación virtual es el proceso de enseñanza que se apoya en el uso de nuevas tecnologías y el Internet, aprovechando las múltiples ventajas que esto implica [2]. Puede ser conocida como *e-learning*, formación virtual o educación virtual, y de acuerdo con varios autores [1,3,4,5] puede tener diferentes variantes tales como educación a distancia, *blended learning*, *computer-based learning*, entre otras.

Así como la educación tradicional requiere de un espacio físico para llevar a cabo la interacción profesor-alumno, la educación virtual también requiere de un espacio diseñado para este fin. Es decir, una plataforma que permita la integración de las herramientas tecnológicas, la distribución del material educativo y la comunicación entre los participantes del proceso de formación. Esta plataforma tecnológica es conocida como un sistema manejador de conocimientos o LMS por sus siglas en inglés, *Learning Management System* [6].

Los LMS integran un conjunto de herramientas tecnológicas que han permitido el desarrollo de los cursos virtuales. Sin embargo, con el tiempo las necesidades de estos cursos han ido cambiando, por lo que los LMS se han ido modificando. Así pues, de los LMS han derivado los CMS (*Course Management System*) o Sistemas Manejadores de Cursos en su traducción en español, y los Ambientes virtuales de aprendizaje (AVA) o *Virtual Learning Environment* (VLE) [4].

En este sentido, un ambiente virtual de aprendizaje es un espacio diseñado pedagógicamente y tecnológicamente para permitir el proceso de aprendizaje y que no requiere al estudiante estar ubicado físicamente en un lugar, para lo cual utiliza las herramientas tecnológicas, por ejemplo el Internet, como medio de comunicación [5].

3 Análisis de Plataformas LMS

Actualmente existen diferentes plataformas LMS en el mercado. Las hay de distribución libre como Moodle, Claroline y ATutor; y de paga como Blackboard, educativa o Desire2learn, entre las más relevantes. Enseguida se describe a cada una de éstas.

Distribución libre:

- Moodle (<http://www.moodle.org>): Su nombre es un acrónimo de Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment y es una plataforma distribuida bajo una licencia GNU (General Public License) desarrollada para la creación de cursos en línea con un enfoque social constructivista. Puede ser descargado desde el sitio oficial y funciona en equipos que puedan soportar una base de datos SQL y procesar instrucciones PHP, ya sea en Windows, Mac o Linux.

- Claroline (<http://www.claroline.net>): Es una plataforma desarrollada inicialmente por UCLouvain (Bélgica) en 2001 y que actualmente es dirigida por el Consorcio Claroline. Sus principios de diseño se basan en un modelo educativo flexible, por lo

tanto la comunidad desarrolló una herramienta simple, flexible y estable. El software puede ser descargado del sitio oficial y no requiere de conocimientos especializados, tanto de los alumnos como de los profesores, para ser utilizado.

- ATutor (<http://www.atutor.ca>): Es una plataforma de software libre diseñada para cursos en línea que sean accesibles, adaptables y con un enfoque de aprendizaje social. El software puede ser descargado de la página donde se eligen los módulos deseados y se arma el paquete que se desea descargar.

Propietarios:

- Blackboard (<http://www.blackboard.com>): Comenzó como una plataforma educativa pequeña, que con el tiempo ha ido mejorando de acuerdo a las necesidades educativas. Fue creada en 1997 por dos estudiantes universitarios que decidieron vender el software y con el tiempo han adquirido miles de clientes por todo el mundo. Actualmente ofrecen su plataforma en diferentes presentaciones: móvil, colaborativa, analítica, etc.

- E-ducativa (<http://www.e-ducativa.com>): Es un software desarrollado por una compañía Argentina en 1999, que actualmente cuenta con soluciones educativas en línea derivadas de diferentes centros de investigación. Esta empresa se especializa en soluciones de educación en línea, ofreciendo productos desarrollados a la medida y de acuerdo con un estudio detallado de las necesidades del cliente.

- Desire2learn (<http://www.desire2learn.com>): Es una compañía que desarrolla software a la medida bajo los principios de originalidad y calidad. En el ámbito de los AVA, ofrece herramientas actuales y orientadas al aprendizaje colaborativo y social utilizando las tecnologías más nuevas. De igual forma que la solución anterior, la compañía desarrolla un producto especializado derivado de un estudio de las necesidades del cliente.

Los LMS deben compartir características específicas que son necesarias en las plataformas de este tipo. De acuerdo con un estudio de herramientas de e-learning llevado a cabo por el Centro de Excelencia de software Libre de Castilla [3], los módulos más comunes que posee un LMS se muestran en la tabla 1 junto con la correspondiente evaluación de cada uno de los 6 LMS mencionados.

Los diferentes LMS analizados comparten la mayoría de los criterios, en mayor o menor medida, como se observa en la tabla 1. Cada uno cumple con los requisitos principales de un LMS. Sin embargo, entre las opciones de distribución libre, Claroline es el LMS que no dispone de algunos elementos evaluados, esto se debe en gran parte a la falta de cooperación de las comunidades de desarrollo del software. Por otro lado, la plataforma Moodle es el LMS de distribución libre más popular y utilizada en todo el mundo.

En cuanto a los LMS privados, no sólo cumplen con las características evaluadas, sino que ofrecen, como es el caso de E-ducativa y Desire2learn, soluciones a la medida, diseñadas con base en un estudio personalizado de las necesidades de la institución, lógicamente esto incrementa el costo del software que de por sí ya puede ser bastante elevado. Entre estas opciones, es Blackboard la plataforma LMS con mayor aceptación en todo el mundo y actualmente está expandiendo sus aplicaciones a dispositivos móviles.

4 Desarrollo de un AVA

El desarrollo de un AVA contempla no sólo el aspecto tecnológico conformado por la elección de una buena plataforma, sino también el aspecto pedagógico. Las plataformas LMS pueden ser consideradas como herramientas que le brindan el aspecto tecnológico al proceso de desarrollo de un AVA. Sin embargo, la parte pedagógica sigue estando rezagada [7]. El uso correcto de estas herramientas va ligado con el diseño de un modelo psicopedagógico y tecnológico que orienta las interacciones entre los usuarios y que verdaderamente promueva el aprendizaje de los alumnos [8].

Tabla 1. Evaluación de LMS

	Criterio	Moodle	Claroline	ATutor	Blackboard	E-ducativa	Desire2learn
Módulos	Blog	✓	x	✓	✓	✓	✓
	Chat	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Correo electrónico	X	x	✓	✓	✓	✓
	Foro	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Wiki	✓	x	✓	✓	✓	X
Herramientas	Gestión de contenidos	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Gestión de usuarios	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Gestión de cursos	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Evaluación	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Herramientas de aprendizaje	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Características de Software	Base de datos	MySQL PostgreSQL Oracle Access	MySQL	MySQL	Oracle, Microsoft SQL Server	-	Microsoft SQL Server
	Programación	PHP	PHP	PHP	-	-	.Net
	Sistema Operativo	UNIX Windows LINUX MAC	UNIX LINUX Windows MAC	UNIX Windows	UNIX Windows	Windows	Windows
Calidad	Costo	Libre	Libre	Libre	Alto	Alto	Alto
	Mantenimiento	X	x	✓	✓	✓	✓
	Usabilidad	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Aceptación						
	Estándares	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Escalabilidad	✓	x	✓	✓	✓	✓
	Seguridad	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Multilinguaje	70 idiomas	32 idiomas	32 idiomas	-	4 idiomas	34 idiomas
	Personalización	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Administración	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Características adicionales	Creado como un CMS Incorpora un servicio de consultas	Presenta características de un CMS	Clasificado como LCMS Incorpora herramientas colaborativas	Soporte de e-commerce Comunidades en línea	Solución personalizada	Solución personalizada	

Para corroborar lo anterior, se realizó una entrevista a 7 mexicanos expertos en tecnología educativa con grados de maestría y doctorado en áreas de Tecnologías de Información, de 6 instituciones educativas. La finalidad del estudio fue identificar la postura de los expertos respecto a la necesidad de la creación de un modelo de desarrollo de AVA, y cuáles son los aspectos, tanto tecnológicos como pedagógicos, que se deben considerar en este modelo.

El instrumento utilizado para recolectar las opiniones de los especialistas consta de una serie de afirmaciones respecto al diseño de un AVA, las cuáles fueron calificadas conforme la percepción de cada entrevistado siguiendo un escala de respuesta tipo Likert (1: Muy en desacuerdo, 2: En desacuerdo, 3: Neutral, 4: De acuerdo, 5: Muy de acuerdo). Este instrumento fue piloteado en 3 ocasiones y sometido a un análisis de consistencia interna para medir su confiabilidad, obteniendo un coeficiente de 0.8273, que indica una alta correlación entre las preguntas y por lo tanto la confiabilidad de éste [9].

Las preguntas guía que conforman el instrumento se listan a continuación:

Tema 1: Definición de Ambientes Virtuales de aprendizaje. Cuyo objetivo es conocer la percepción de los expertos sobre la definición de un ambiente virtual de aprendizaje.

1. Los Ambientes Virtuales de Aprendizaje son plataformas tecnológicas que facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje.
2. Existen otras plataformas tecnológicas que cumplen la misma función que un Ambiente Virtual de Aprendizaje.
3. Los Sistemas de Administración de Aprendizaje (LMS) forman parte de un Ambiente Virtual de Aprendizaje.

Tema 2: Áreas de aplicación de un ambiente virtual de aprendizaje. Con el propósito de identificar aquellas áreas en las que la utilización de un ambiente virtual de aprendizaje es factible y sus beneficios.

4. Actualmente los Ambientes Virtuales de Aprendizaje son ampliamente implementados.
5. Los Ambientes Virtuales de Aprendizaje pueden utilizarse en otras modalidades educativas además de la educación en línea.
6. El principal objetivo de la implementación de un Ambiente Virtual de Aprendizaje es el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Tema 3: Consideraciones de diseño. Con el objetivo de identificar los aspectos a considerar al momento de diseñar un AVA.

7. Los principales aspectos de diseño que se deben considerar al diseñar un AVA son las herramientas tecnológicas y el enfoque pedagógico.
8. El proceso de diseño de un AVA se puede separar en el diseño didáctico y en el diseño técnico-computacional.
9. El proceso de diseño de un AVA requiere del seguimiento de diferentes fases bien definidas.
10. En el proceso de diseño de un AVA el fundamento pedagógico es igual de importante que la selección de las herramientas tecnológicas a utilizar.
11. Se requiere la formación de un equipo multidisciplinario que intervenga en el proceso de diseño de un Ambiente Virtual de Aprendizaje.
12. La implementación de un Ambiente Virtual de Aprendizaje se puede llevar a cabo sin la necesidad de un proceso de diseño que le preceda.

Tema 4: Modelos de diseño de AVA. Para identificar algún modelo de desarrollo de AVA y sus características.

13. El diseño y construcción de un Ambiente Virtual de Aprendizaje debe hacerse siguiendo un modelo de desarrollo.
14. Existen diferentes modelos de desarrollo que pueden utilizarse como guía en la construcción de un Ambiente Virtual de Aprendizaje.
15. Un modelo de desarrollo de Ambientes Virtuales de Aprendizaje debe considerar aspectos tanto pedagógicos como tecnológicos.
16. La elección de un modelo de desarrollo debe hacerse de acuerdo al objetivo educacional del Ambiente Virtual de Aprendizaje.
17. Existe la necesidad de la creación de nuevos modelos de desarrollo de Ambientes Virtuales de Aprendizaje.

Tema 5: Implementación de un AVA. Con el interés de recopilar información acerca del proceso de implementación de un AVA.

18. La implementación de un Ambiente Virtual de Aprendizaje forma parte del proceso de diseño y construcción del mismo.
19. Una vez implementado el Ambiente Virtual de Aprendizaje se requiere un proceso de administración del mismo.
20. Una vez implementado el Ambiente Virtual de Aprendizaje se requieren técnicas de evaluación del aprendizaje de los usuarios.

Para recabar algunas opiniones personales, al final de la encuesta se consideraron una serie de preguntas abiertas que se mencionan a continuación:

1. ¿Considera que la implementación y utilización de un AVA implica algún inconveniente?, ¿cuál/es?
2. ¿Existe algún modelo que guíe el diseño e implementación de un AVA?
3. De conocer algún modelo de desarrollo de AVA, ¿qué modificaciones o mejoras podría hacerle? si es que lo considera necesario.

De acuerdo con los resultados, en cuanto a la percepción en general de los AVA, el 100% de los encuestados los consideran plataformas tecnológicas que facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje y de las cuales los LMS forman parte. Sin embargo, se registraron diferentes opiniones en cuanto a si existen o no otras plataformas que cumplan la misma función que los AVA.

Con relación a las áreas de implementación, el 100% concuerda en que pueden ser implementados no sólo en modalidades educativas en línea, sino también en cualquier otro tipo, como lo son presenciales, semipresenciales, o a distancia. Pero existen diferencias entre si el principal objetivo de la implementación de un AVA es el proceso de enseñanza-aprendizaje o no. Por otro lado, el 57% considera que los AVA no son ampliamente implementados mientras que el 43% se mantiene neutral al respecto.

En el apartado de consideraciones de diseño, el 100% de los encuestados apoya la creación de un grupo multidisciplinario en el diseño correcto de un AVA y que para el mismo se requiere un conjunto de fases bien definidas. El 85% considera que los principales aspectos en este proceso de diseño son tanto los tecnológicos como los pedagógicos. Consideran además, que este proceso puede ser dividido en una etapa de diseño didáctico y otra de diseño técnico-computacional.

Al analizar los resultados obtenidos respecto a la existencia y necesidad de un modelo de desarrollo de AVA, el 100% concuerda en que su desarrollo debe ser guiado por un modelo establecido, y deberá considerar tanto los aspectos pedagógicos y tecnológicos. El 85% piensa que existen modelos que pueden adaptarse como guías para este propósito y que este mismo debe ser elegido de acuerdo con el objetivo educacional que se persiga. De igual forma, el 85% considera que existe la necesidad de crear nuevos modelos de desarrollo específicos para los AVA.

Sobre la implementación de un AVA, se tuvieron resultados dispares sobre si ésta forma parte del proceso de diseño y construcción del mismo, pero el 85% opina es necesario establecer medidas de administración y técnicas de evaluación, tanto del AVA, como del aprendizaje adquirido por los usuarios.

De las preguntas de opinión, se puede concluir que a pesar de las muchas cualidades y beneficios que un AVA puede aportar en la educación, su implementación también puede presentar inconvenientes, el 57% a favor, sobretodo relacionados con la falta de preparación de los profesores, la poca capacidad de adaptabilidad a las herramientas ya existentes, la falta de modelos adecuados que guíen su desarrollo y la necesidad de la creación de un grupo multidisciplinario que intervenga en la creación e implementación del AVA.

Respecto a la identificación de algún modelo diseñado específicamente para la creación de un AVA, se presentaron diferentes opiniones, principalmente, hubo dudas entre si realmente se conocía un modelo que fuera específico para el diseño de AVA, y aquellos que dijeron sí conocerlo, hacían referencia a modelos de desarrollo de software adaptados para la creación de AVA.

5 Trabajo Futuro

Esta investigación forma parte del punto de partida de un proyecto mayor, el cual se enfoca en el análisis de aquellas características deseables y en la identificación de los aspectos necesarios que debe cumplir un AVA. Una vez identificadas estas características, se elegirán las más importantes y que puedan funcionar en conjunto, generando con ellas un modelo de creación de AVA.

Se analizará la documentación correspondiente al tema, las metodologías de software existentes, las herramientas tecnológicas actuales y los diferentes modelos pedagógicos con la finalidad de crear un modelo de desarrollo que contemple aspectos tanto tecnológicos como pedagógicos.

Una vez diseñado el modelo, se comparará con un caso de estudio para determinar si el modelo propuesto cuenta con las características adecuadas para generar AVA funcionales.

6 Conclusiones

El impacto que ha tenido la educación con la implementación de las nuevas tecnologías ha derivado en la creación de diferentes herramientas educativas y

plataformas tecnológicas que apoyan los procesos de enseñanza-aprendizaje en los diferentes niveles de formación.

Actualmente existen diferentes plataformas tecnológicas educativas, como las que se describieron en este documento, pero es necesaria una valoración para determinar cuáles pueden acoplarse a los objetivos y necesidades de las diferentes instituciones que desean implementarlas. De igual forma, es preciso seguir trabajando en modelos y técnicas de desarrollo que no sólo se enfoquen en la creación de la herramienta, sino también en la integración completa de la misma con los aspectos pedagógicos pertinentes.

Para el caso de la creación de AVA, a pesar de que su implementación en diferentes instituciones se ha hecho popular, se carece de modelos claramente establecidos para su desarrollo, como se pudo detectar de los resultados de la encuesta aplicada a expertos en tecnología educativa.

Así pues, este estudio presenta un punto de partida para la creación de una propuesta que contemple las herramientas tecnológicas actuales, los diferentes modelos pedagógicos existentes, las metodologías de desarrollo de software, pero particularmente las necesidades específicas en el desarrollo de ambientes virtuales de aprendizaje.

Referencias

1. Peralta, A. y Díaz, F. (2009). Diseño instruccional de ambientes virtuales de aprendizaje desde una perspectiva constructivista. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado el 25 de junio de 2011. Disponible en <http://www.gabinetecomunicacionyeducacion.com/>
2. McFarlane, D. (2011). A Comparison of Organizational Structure and Pedagogical Approach: Online versus face-to-face. *The Journal of Educators Online*, Vol. 8, No. 1. Documento recuperado el 30 de marzo de 2012 del sitio <http://www.thejeo.com/Archives/Volume8Number1/>
3. Centro de Excelencia de Software Libre (2009). Estudio de las herramientas de e-learning con licencia Creative Commons. Castilla, La Mancha. Documento recuperado el 28 de julio del sitio <http://www.forge.morfeo-project.org/>
4. Brown, S. (2010). From VLEs to learning webs: the implication of web 2.0 for learning and teaching. *Interactive Learning Environments*. Vol. 18, No. 1, March 2010, 1-10.
5. Arjona, M., Blando, M., Sánchez, R. (2009). Instrumentos de verificación para ambientes virtuales de aprendizaje. Extraído el 5 de Septiembre de 2011 de: www.somece.org.mx/
6. Cavus, N. (2009). Efficient Evaluation System for Learning Management Systems. Paper presented at the Bilisim Teknolojileri Isiginda Egitim Kongresi (btie'12) 12th, Ankara, Turkey. Documento recuperado el 30 de diciembre de 2011 del sitio <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED507435.pdf>
7. Miranda, A. (2004). De los ambientes virtuales de aprendizaje a las comunidades en línea. *Revista Digital Universitaria*. Vol.5 No. 10.
8. Rodríguez, D. (2003). Modelo de calidad y estrategia de cambio para un EVE-A: el caso e-MEM. *Virtual Educa*, Barcelona 2004.
9. Garrison, R., Cleveland-Innes, M., Fung, T. (2004). Student role adjustment in online communities of inquiry: Model and instrument validation. *Journal of Asynchronous Learning Networks*. 8(2): 61-74.

Diseño de una colección de Objetos de Aprendizaje sobre Zonas Arqueológicas de México para la asignatura de Arqueología de la Licenciatura en Turismo de la Universidad de Guadalajara.

Saúl Gutiérrez Medina, Luis Alberto Gutiérrez Díaz de León
{saulgm@gmail.com; luis.gutierrez@redudg.udg.mx}
(Paper received on August 10, 2012, accepted on August 24, 2012)

Resumen Este trabajo presenta una perspectiva sobre la utilidad didáctica de los Objetos de Aprendizaje (OAs) en ambientes educativos mediados por tecnologías. Varios estudios revisados hablan de resultados satisfactorios en los aprendizajes mediante el empleo de OAs. La investigación aborda el caso de la asignatura de *Arqueología* de la Licenciatura en Turismo en la Universidad de Guadalajara, cuya modificación del perfil para sus egresados además de su enseñanza mediante el uso aleatorio y no organizado de materiales didácticos tecnológicamente limitados, planteó la necesidad de un modelo sistemático que apoye a sus docentes en los procesos de enseñanza bajo este enfoque. Se propone entonces la creación de una colección de OAs, diseñados instruccionalmente con base en modelos pedagógicos sistemáticos. La evaluación de dos prototipos busca validar su aporte como medios de apoyo para favorecer el aprendizaje de los sitios estudiados y establecer su utilización en la asignatura como herramientas sustentadas pedagógicamente.

Palabras clave: Objetos de Aprendizaje, Arqueología, Diseño de OA, Tecnología Educacional, Turismo, Educación.

1 Introducción

El uso de Objetos de Aprendizaje se ha extendido de manera significativa en diferentes áreas del conocimiento durante los últimos años. Cada vez son más las investigaciones que ratifican sus aportes y utilidad en los ambientes de aprendizaje.

En un estudio reciente sobre OAs, [1] afirman que, dentro del contexto del aprendizaje en ambientes mediados por las TICs, las instituciones universitarias involucran innovaciones en los procedimientos donde la enseñanza se debe planear, ejercer y mediar con la aplicación de la virtualidad y de la interacción para la generación de un autoaprendizaje multidimensionado, secuencial y estructurado para que los alumnos entiendan su significatividad y aplicabilidad.

La Universidad de Guadalajara se encuentra inmersa en esta transformación sociológica, con un papel activo al ser formadora de profesionistas con habilidades en el manejo de las tecnologías y en los diferentes ámbitos que ésta abarca.

1.1 Delimitación del problema

La asignatura de Arqueología de la Licenciatura en Turismo del CUCEA es impartida con el uso de algunos elementos digitales aislados y no organizados de origen externo, adaptando su utilidad a los requerimientos de un contenido curricular en transformación, por lo que se busca apoyar su proceso de enseñanza mediante una colección de Objetos de Aprendizaje (OAs), cuyos contenidos se enfocarán en la descripción de las principales zonas arqueológicas mexicanas y en la gestión de las vías, servicios e información para la promoción de visitas turísticas a las mismas.

Se pretende que el Licenciado en Turismo, más que ser un experto en detalles históricos y técnicos sobre arqueología, sea un gestor profesional capaz de orientar y motivar a los turistas para visitar los sitios arqueológicos estudiados.

2 Marco Teórico

La educación es concebida como un sistema, donde el conocimiento es la materia prima que procesa el estudiante, el mecanismo de entrada lo constituye un instructor a través de un medio o ambiente instruccional, el proceso lo constituyen las actividades de aprendizaje interactivas cuyo resultado final será el aprendizaje obtenido por el estudiante; este es el proceso instruccional al que [2] refieren como un modelo sistemático donde los componentes como parte de un todo, se interrelacionan para trabajar conjuntamente hacia una misma meta: un aprendizaje exitoso.

Destaca lo que afirma [3] sobre el uso de las tecnologías y sus beneficios en los entornos educativos, al señalar que “La capacidad de los sistemas informáticos multimedia para mostrar las interacciones dinámicas de los componentes sugiere que esta tecnología tiene el potencial para ayudar a los estudiantes a desarrollar modelos que representen el mundo de una manera precisa y accesible” (p. 95).

Tal es el caso de los OAs, al verificar varios estudios referentes a la producción de entidades digitales aplicadas en distintos contextos de la educación, basados en metodologías sistematizadas para la estructuración y la evaluación del OA, considerando aspectos técnicos y pedagógicos en todos los casos; su utilización se ha extendido como nuevo paradigma en el diseño de este tipo de materiales, según [4] de la Universidad Central de Venezuela, al destacar las bondades de estos objetos tras un estudio sobre su aplicación en la enseñanza de sistemas de bases de datos.

De la misma forma lo refieren [1] de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, en su estudio sobre la construcción y transferencia del conocimiento mediante el uso de OAs, en el que produjeron un ejemplar tras un análisis documental sobre cómo abordar problemáticas de la educación a distancia dentro del contexto y características de los alumnos en ambientes mediados por las TICs; de igual forma, sus resultados reportan una buena adecuación de la interfaz y de los recursos multimedia para el

aprendizaje del módulo desarrollado, donde la evaluación pedagógica arrojó un alto nivel de aprobación por la mayoría de los alumnos que utilizaron el OA.

Los investigadores [5] de la Universidad Austral de Chile, desarrollaron un modelo colaborativo de construcción de OAs enfocado pedagógicamente en áreas de la salud.

Por su parte, [6] de la Universidad Politécnica de Aguascalientes, produjeron un OA para el área de ingeniería en sistemas con fundamentos pedagógicos y metodológicos basado en mapas mentales; en su proceso contempla indicadores técnicos y pedagógicos que los alumnos meta calificaron, llegándose a la conclusión de que el OA es una herramienta eficaz de apoyo para la enseñanza y aprendizaje.

3 Metodología

El presente proyecto se basa en el modelo ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación) para su realización. Este considera la relación entre el estudiante, el instructor y los materiales, dentro los entornos tecnológicos educativos. Se trata de un flujo de procesos lineal pero dinámico, que conforma un modelo de inter-relaciones sistemático simple y genérico; esto le concede la facilidad de adecuarse a cualquier entorno de aprendizaje al ofrecer una guía flexible para el diseño y producción de materiales educativos, que puede ser modificado y adaptado de acuerdo con el proyecto instruccional que se requiera desarrollar. Dentro de sus tareas considera el desarrollo de evaluaciones formativas y sumativas, fase a la que adaptamos el modelo diseñado por [2], también basado en la teoría de sistemas, en función del tamaño del grupo meta y la consistencia de las recomendaciones de estos autores para su aplicación; éste será incluido dentro de la metodología considerando su valor y enfoque pedagógico orientado al diseño instruccional, con fundamentos teórico-pedagógicos reconocidos.

De este modelo se extraen las evaluaciones mediante instrumentos que consideran escalas tipo Likert, que van de 1 a 5 puntos, desde la valoración de “En total desacuerdo” con valor de 1 punto, hasta “Totalmente de acuerdo” con un valor de 5 puntos, aplicadas a un *experto en diseño* para valorar los elementos técnicos, la evaluación por un *experto en contenido* para valorar elementos pedagógicos, además de la *evaluación de grupo pequeño*, donde la encuesta es aplicada por los alumnos del grupo meta, con indicadores de los dos anteriores para valorar ambos aspectos .

Los indicadores se han elegido mediante una adecuación basada en las dimensiones del modelo *LORI* (Learning Object Review Instrument), por su especial enfoque en la evaluación de OAs, de las que se han considerado:

- a) Calidad de los contenidos
- b) Adecuación de los objetivos de aprendizaje
- c) Retroalimentación y adaptabilidad
- d) Motivación
- e) Diseño y presentación
- f) Usabilidad
- g) Adecuación a estándares

Las evaluaciones consisten en escalas de Likert, con 11 indicadores para el experto en diseño; 10 indicadores para el experto en contenido; y la evaluación de grupo pequeño, con 15 indicadores. Los indicadores se han adaptado a las dimensiones del modelo LORI mencionadas, por lo que pueden encontrarse uno, dos, tres o más que midan aspectos específicos pertenecientes a una misma dimensión; por ejemplo, la *Calidad de los contenidos*, es una dimensión que se alimentará de los resultados de tres indicadores en la encuesta identificados con los números 2, 8 y 15 en este caso:

2. *El vocabulario utilizado en el OA es comprensible;*
8. *Las instrucciones son claras y precisas;*
15. *La redacción es clara y entendible para una lectura amena.*

Éstos indicadores analizan aspectos que tienen que ver con la *calidad de los contenidos* y se agrupan en ésta dimensión del modelo LORI para mejor comprensión.

4 Diseño Instruccional

4.1 Análisis

El grupo meta comprende estudiantes de la asignatura de Arqueología en su mayoría del sexo femenino en un rango de edad de los 18 a los 33 años, con promedio de 22 años en más de la mitad del grupo; con nivel académico general de preparatoria, que serán enfocados hacia la gestión y promoción de emplazamientos arqueológicos.

Se estableció también que los contenidos de los OAs deberán ofrecer un video introductorio. Finalmente, en función de su importancia turística y cultural en nuestro país y el contexto local, se define que los sitios arqueológicos elegidos para la fase de los pilotajes serían Uxmal y Guachimontones (dos prototipos), incluyendo para éste último la generación del video con recursos propios de la Universidad de Guadalajara.

4.2 Diseño

Se planteó la creación de OAs visualmente equilibrados y llamativos, basados en los criterios básicos de usabilidad; estos incluirán actividades que los relacionen y conduzcan directamente con el objetivo instruccional.

Tanto los contenidos instruccionales como su estructuración en los OAs fueron definidos por el experto en contenido delimitando secciones por módulos (Fig. 1).

Se definieron cinco módulos para ambos OAs, accesibles mediante una barra horizontal de botones para organizar la información de forma lógica y secuencial, para una mayor usabilidad al facilitar la navegación a través de la organización de los contenidos. Estos módulos son:

1. *Inicio*. Este contiene el Objetivo instruccional y el video introductorio.
2. *El Sitio*. Contiene información propia del sitio arqueológico.

3. *Servicios Turísticos.* Contiene información sobre servicios de transporte, hospedaje, alimentación e información turística del sitio.
4. *Actividad.* Contiene las instrucciones para la actividad de aprendizaje interactiva que realizarán los alumnos de forma externa.
5. *Evaluación.* Contiene la evaluación para medir los aprendizajes de la información contenida en el OA.



Fig. 1. Vista de la interfaz gráfica con la estructura definida para ambos prototipos

4.3 Desarrollo

Para el desarrollo de los OAs se utilizaron diferentes herramientas multimedia, básicamente Adobe Photoshop CS4 y CS5 para generar los gráficos para los OAs, Adobe Flash CS4 y CS5 para integrar y generar los OAs, Adobe Premiere CS5 para editar videos; así mismo, equipo de grabación de audio profesional, software para edición de audio Sony Vegas y Audacity; cámara profesional Panasonic para grabación de video y cámara fotográfica; equipos de cómputo mac y pc.

4.4 Implantación

El desarrollo de los OAs generó varios archivos para su ejecución; el principal es el *.swf* que una vez puesto en marcha llama a otros elementos fuera de este que lo integran, por lo que se empaquetaron mediante la *compresión* en formato *rar*, que

ofrece una mejor compresión por ahorro de espacio de almacenamiento en relación al *zip*, además de permitir la recuperación física de datos dañados. Dicha compresión genera un archivo único con todos los componentes del OA, facilitando subirse y descargarse rápidamente para su distribución, en este caso a través de *DropBox* para realizar los pilotajes, desde los expertos en diseño y contenido hasta los grupos meta.

4.5 Evaluación

El grupo meta que realizó la evaluación de Uxmal, muestra una tendencia que promedia en 90% su nivel de aceptación del OA en general. La mayoría de las valoraciones para los 15 indicadores se encuentran entre los puntos 4 y 5, es decir, entre *De Acuerdo* y *Totalmente de Acuerdo*, esto es un gran nivel de aprobación.

Para el grupo que valoró el OA de Guachimontones, los resultados muestran una tendencia semejante. Los promedios en todos los indicadores están por arriba de los 4 puntos, en varios casos en los 5 puntos. En este caso la tendencia en el promedio de aceptación general de este OA por parte del grupo meta asciende al 93%.

5 Evaluación de expertos

5.1 Evaluación del Experto en Diseño

De acuerdo al modelo LORI, las dimensiones valoradas en la evaluación fueron:

- Adecuación de los objetivos de aprendizaje
- Diseño y presentación
- Usabilidad
- Adecuación a estándares internacionales (metadatos)

El promedio con que fueron calificados ambos OAs incluyendo las cuatro dimensiones mencionadas es de 3.9 con base en la escala de Likert, lo que significa un nivel aprobatorio muy aceptable por parte del evaluador.

5.2 Evaluación del Experto en Contenido

En este instrumento se consideraron las siguientes dimensiones del modelo LORI:

- Calidad de los contenidos
- Adecuación de los objetivos de aprendizaje
- Retroalimentación y adaptabilidad

La valoración promedio general para ambos OAs incluyendo las tres dimensiones mencionadas fue de 4.8, lo que se traduce que fueron aceptados o aprobados en un 96% por parte del experto en contenido, un grado muy significativo que confirma que se ha alcanzado el objetivo perseguido a lo largo del presente trabajo, aún cuando existen detalles que se pueden mejorar.

6 Conclusiones

Basados en los resultados y tras los análisis realizados, los OAs piloteados obtuvieron una gran aceptación por parte de los estudiantes de ambos grupos meta, mostrando promedios importantes en las 6 dimensiones del modelo LORI valoradas.

Tal como se indagó en las referencias indicadas dentro del marco teórico, al ser sometidos a metodologías de construcción sistemáticas, los OAs son elementos que favorecen y motivan a los alumnos hacia los aprendizajes, acorde con los resultados de este estudio, por lo que su utilidad en apoyo a los docentes y los procesos de enseñanza, queda demostrada una vez más también en este proyecto de investigación.

Dentro de las observaciones y recomendaciones realizadas por los expertos, se pondrá especial atención en las áreas de usabilidad y diseño, con la finalidad de pulir los OAs de tal forma que incremente la viabilidad de llevarlos a su aplicación en el marco del contexto real.

Entre éstas mejoras se consideran las adecuaciones en los tamaños de las fuentes y su contrastación de color con los fondos para permitir un mayor grado de legibilidad; también se agregarán más imágenes en secciones que carecen de ellas, incluyendo la imagen estática de un mapa de ubicación de la zona en la sección de *Ubicación/Localización*.

El botón del *Mapa del OA* se reubicará hacia una sección mayormente visible, probablemente al costado derecho del botón de inicio, para facilitar al usuario la búsqueda y ubicación de cualquier sección en el OA, además de agregar links dentro de todos los elementos mostrados para incrementar la navegabilidad y usabilidad de la herramienta.

Cabe destacar la opinión del experto en contenido en torno a la estructuración de los contenidos, su distribución y su relación con la información expuesta en los videos, en el sentido de haber dado respuesta cabal a lo esperado de estos OAs, con especial énfasis en lo apropiado de la actividad de aprendizaje y su adecuación para el alcance del objetivo instruccional establecido.

De lo anterior se deduce que se han alcanzado los objetivos del presente proyecto, ya que se determinaron y adecuaron los contenidos al perfil definido para la nueva orientación de la asignatura; se modelaron y pilotearon dos OAs tras una acertada definición de su diseño y estructura con base en metodologías, estándares y modelos instruccionales sistematizados; se efectuaron las evaluaciones formativas con resultados que dan cuenta del alcance y utilidad didáctica de ambos OAs, con serias posibilidades de proyectarse en el fomento del uso de las TICs como medios para la estimulación de aprendizajes, una vez que sean aplicadas las recomendaciones emitidas por los expertos para su empleo en el contexto real.

Finalmente, con la prueba fehaciente ofrecida por estos resultados al comprobar el aporte pedagógico de los OAs diseñados, los trabajos futuros podrán enfocarse no sólo a completar la colección de OAs contemplados por la asignatura a la cual se enfocan, sino también a la integración de nuevas zonas arqueológicas que sean descubiertas y a su estudio clasificado por regiones, países o culturas, ya que su contribución posibilita ampliar el panorama para su inserción en entornos virtuales de aprendizaje. En ese tenor, se sugieren investigaciones en diseño instruccional que abarquen un espectro completo dentro de las modalidades educativas no convencionales y a distancia, de tal forma que se modelen cursos en línea de

arqueología totalmente constructivistas y autogestivos, aplicables en cualquier ambiente de instrucción que requiera del dominio de estos conocimientos mediante el uso de colecciones de OAs adecuados a las necesidades pedagógicas y docentes para cada caso en particular.

Para tal fin, se sugiere también realizar investigaciones que coadyuven a actualizar y enriquecer funcional y pedagógicamente la estructura de los OAs de acuerdo a los avances tecnológicos aplicables, mediante el uso de desarrollos o recursos gratuitos disponibles en la red tales como mapas y videos interactivos, visitas a museos y recorridos virtuales, etc., algunos ya disponibles, otros en proceso, lo cual incluye el uso de herramientas para su desarrollo como el lenguaje HTML5 que ofrece funcionalidades que se presume desplazarán aplicativos como el Adobe Flash y para los que ya existen utilerías de conversión de éste último al primero (*Google Swiffy*).

Todas estas sugerencias se enfocan a ofrecer experiencias más reales y completas que faciliten al estudiante una aprehensión más exacta y más significativa de los conocimientos, además de dotar a los docentes de herramientas que apoyen sus esfuerzos en la transferencia de esos conocimientos mediante el uso de las nuevas tecnologías de información y comunicación.

Referencias

1. Hernández, M., y Padilla, G. E. Los objetos de aprendizaje, construcción y transferencia del conocimiento: la planeación en la UNAED para un entorno virtual. En Muñoz, A. J., Álvarez, R. F. J. & Ochoa, X. (Eds.), Tercera conferencia Latinoamericana de tecnología de objetos de aprendizaje LACLO 2008. (pp. 197-203). Aguascalientes, Ags., México: Universidad Autónoma de Aguascalientes (2008)
2. Dick, W., Carey L., y Carey, J. The systematic design of instruction. (5th ed). New York: Allyn & Bacon (2001).
3. Winn, W. Cognitive perspectives in psychology. (D. H. Jonassen, Ed.) Cognitive Psychology, (2), 79-112. Simon and Schuster Macmillan. Recuperado el 27 de octubre de 2011 de <http://aect.org/edtech/04.pdf> (1996).
4. Hernández, Y. C., y Silva, A. Experiencia en la construcción de un objeto de aprendizaje para apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje de los sistemas de bases de datos orientados a objetos. En Muñoz, A. J., Álvarez, R. F. J. & Ochoa, X. (Eds.), Tercera conferencia Latinoamericana de tecnología de objetos de aprendizaje LACLO 2008. (pp. 139-146). Aguascalientes, Ags., México: Universidad Autónoma de Aguascalientes (2008).
5. Bucarey, S., Vieira, A., Cabezas, X., Carrapatoso, E., y Vaz, C. Descripción de pasos básicos para la construcción colaborativa de objetos de aprendizaje y uso del repositorio médico compartido MELOR. En Muñoz, A. J., Álvarez, R. F. J. & Ochoa, X. (Eds.), Tercera conferencia Latinoamericana de tecnología de objetos de aprendizaje LACLO 2008. (pp. 55-61). Aguascalientes, Ags, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes (2008).
6. Juárez, O. y Reyes, P. Objetos de Aprendizaje como apoyo a la educación y fomento al aprendizaje didáctico. En Muñoz, A. J., Álvarez, R. F. J. & Ochoa, X. (Eds.), Tercera conferencia Latinoamericana de tecnología de objetos de aprendizaje LACLO 2008. (pp. 25-32). Aguascalientes, Ags., México: Universidad Autónoma de Aguascalientes (2008).

Diseño de un Videojuego para Televisión Interactiva

Carlos Prieto Álvarez, Pedro C. Santana, José Román Herrera Morales

Facultad de Telemática, Universidad de Colima
Colima, México

{carlos_prieto, psantana, rherrera}@ucol.mx

(Paper received on August 10, 2012, accepted on August 24, 2012)

Resumen. Hoy en día el uso de televisores capaces de utilizar servicios digitales se vuelve más común. El utilizar aplicaciones en la televisión interactiva permite al usuario sacar mayor provecho a los servicios multimedia ofrecidos además de poder brindar un mayor entretenimiento. El diseño e implementación de juegos para esta plataforma permitirá al usuario disfrutar de videojuegos capaces de sacar provecho del contenido proveniente de la programación televisiva además de ofrecer un incentivo adicional para que el usuario haga uso extensivo de los servicios de la televisión digital interactiva. En este artículo se propone el diseño de un videojuego para la plataforma de televisión interactiva.

Palabras clave: Televisión Interactiva, Videojuegos, Plataforma, Diseño, Servicios.

1 Introducción

La televisión interactiva (iTV) saca provecho de la gran cantidad de contenido transmitido por la televisión digital, así como de su calidad en imagen y de la cantidad de canales que se pueden transmitir. Si a esta experiencia televisiva se le suma la capacidad de poder interactuar de manera directa con el contenido podremos experimentar con una gran cantidad de posibilidades en el desarrollo de contenidos [1] y del entretenimiento, como los videojuegos. Desarrollar videojuegos para esta plataforma requiere de un conocimiento en específico de la manera en que las personas interactúan con el televisor, además al contar con características únicas de la plataforma como la recepción de señal de televisión digital se toma en cuenta que la iTV debe ser tratada como un medio único con sus propias restricciones y oportunidades sumándole el potencial de emitir contenido, lo cual da a los desarrolladores la posibilidad de utilizar directamente la transmisión televisiva [2].

2 La televisión digital en el estado de Colima

Para conocer el contexto de la televisión digital en el estado de Colima, se aplicó una encuesta a 500 personas, la cual se orientó a obtener datos relevantes con el uso de la televisión y los servicios de internet. La población utilizada son adultos. Otro aspecto importante a tomar en cuenta en la encuesta es sobre el uso de videojuegos y su aceptación; así como la combinación del Internet y la televisión.

Tener una idea del número de televisores con los que cuenta una parte de la población permite hacerse una idea de cuantas personas son capaces de utilizar el servicio de televisión digital. La cantidad de equipos compatibles con las señales digitales y compatibles con dispositivos para el uso de aplicaciones en la televisión interactiva se midió en una pequeña muestra del estado de Colima donde el perfil aplicaba para personas de 18 años en adelante. Los resultados de la encuesta muestran que la cantidad de televisores analógicos sigue siendo dominante pero el factor de interés es que la cantidad de equipos digitales es de 238 frente a 538 equipos analógicos (ver Fig. 1) Con este dato sabemos que ya existen hogares donde los equipos de televisión digital están sustituyendo a los equipos analógicos.

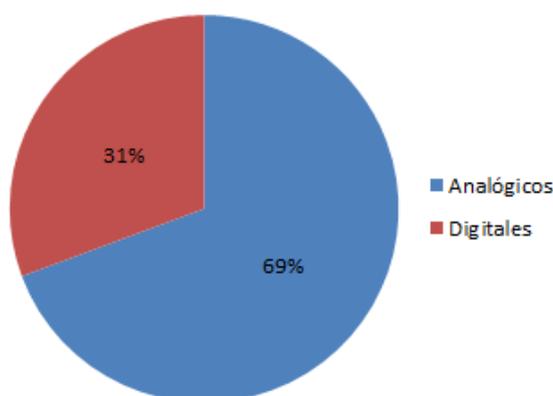


Fig 1. Cantidad de televisores digitales y analógicos

3 Estado del arte

La inclusión de juegos en la televisión interactiva tuvo varias propuestas en sus inicios, los cuales contaban con interfaces basadas en texto y pocas imágenes como en el caso de *Bamboozle* desarrollado por *Teletext* para el canal 4 de Reino Unido. En este juego se presentaban una serie de preguntas que el televidente contestaba a través de las llamadas *Fastext keys*, que son teclas de acceso con diferentes colores [3].

El lanzamiento de Google TV en octubre de 2010 da la oportunidad de tener una plataforma de televisión digital interactiva en más hogares alrededor del mundo con una característica especial de contar con compatibilidad con la máquina virtual *Dalvik*

que permite manipular interfaces al estilo del lenguaje JAVA a través de la transformación de archivos tipo clase de JAVA [4]. La inclusión de Dalvik como maquina virtual compatible permite que en primera instancia se pudieran emular juegos creado para dispositivos móviles como Replica Island uno de los primeros juegos diseñados para un Smartphone llevados a Google TV.

El uso de la televisión como plataforma de juegos en la actualidad cuenta con propuestas innovadoras que hacen uso de los navegadores de internet para jugar, casos como la inclusión de póker en línea a través de Google TV y Samsung Smart TV son proyectos que ponen a prueba las capacidades de la televisión interactiva haciendo uso del conjunto de servicios como internet y la capacidad gráfica de los dispositivos receptores.

Conocer la arquitectura de las herramientas principales mas representativas que adminten manipular la television interactiva nos permite entender la diferencia entre qué elementos son de mayor provecho a la hora de diseñar un juego directamente para esta plataforma en comparacion con otros modelos más tradicionales como lo son la computadora y las consolas de videojuegos.

4 Arquitectura

Este trabajo propone el diseño de un videojuego para iTV, para el cual se eligió la plataforma Google TV, que funciona con el sistema operativo Android. El utilizar dicho sistema operativo nos permite manejar el potencial del hardware y software propuesto por Google. El desarrollo se ha llevado a cabo en un Set-Top-Box Logitech Revue.

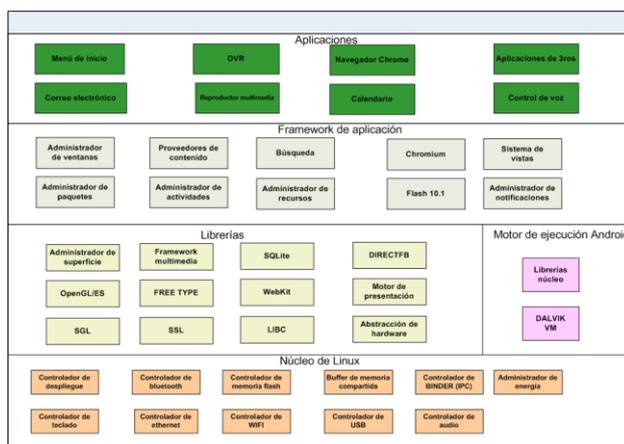


Fig 2. Diagrama de bloques del SO Android.

Dentro del aparato encontramos una configuración a base de componentes dedicados a la recepción y envío de la información de video (Fig. 2). Lo interesante

en la composición del aparato es la integración de un CPU y motor gráfico 3D para el uso de aplicaciones en pantalla. Componentes como el decodificador de video y decodificador de audio nos permite hacer uso de distintos formatos recibidos por los proveedores de la señal e incluso utilizar las señales en alta definición dentro de las aplicaciones.

En este caso para desarrollo de juegos no es necesaria una modificación al sistema de entrada para periféricos, debido a que incluye como componentes puertos USB, puerto Ethernet y conexión bluetooth, los cuales nos permiten transferir datos a la memoria del dispositivo y hacer uso de memoria externa.

Antes de diseñar un juego enfocado en la television interactiva se deben elegir los componentes adecuados que hagan del juego una experiencia de entretenimiento por lo que sacar provecho del tipo de control y el contenido se vuelve una prioridad.

Conociendo hasta el momento de acuerdo al estudio realizado que la recepcion de television digital va en aumento y que la arquitectura del aparato Set-top box basado en Google TV nos permite utilizar graficos y componentes únicos de la señal televisiva obtamos por el diseño de un juego casual [5] ya que requiere de menor tiempo de dedicacion para lograr un avance que resulta en un insentivo satisfactorio inmediato para el usuario.

5 Diseño

La interfaz de usuario dentro del juego forma un papel muy importante, por lo que se optó por un diseño no intrusivo que permite visualizar el contenido de video mientras presenta opciones de interacción al jugador. Una propuesta de juego para el uso de estos contenidos en video consta principalmente de un recuadro en el que se muestra el video correspondiente en la lista y un recuadro a la derecha que presenta una seria de preguntas tipo **Trivia** para que el usuario conteste de manera rápida y sencilla sin que distraiga su atención del programa que se está viendo (ver Fig. 3).



Fig. 3. Interfaz principal del juego.

Este diseño tiene como objetivo incentivar al usuario a seguir jugando ya que los puntos de recompensa que recibe el jugador forman parte de un sistema de premios canjeables por los puntos generados de una partida. Una partida consiste en la visualización de un capítulo de algún programa televisivo en el que se deben contestar todas las preguntas que aparezcan de manera que los puntos ganados se acumulen únicamente para ese capítulo y al final pasen a ser parte de un puntaje total (ver Fig. 4).



Fig. 4. Panel de resultados.

El panel de resultados permite al usuario ver su puntaje final y canjear los premios si así lo requiere, se pretende que al ver una recompensa inmediata el usuario quiera activar ese servicio más a menudo y jugar más partidas al ver sus programación favorita.

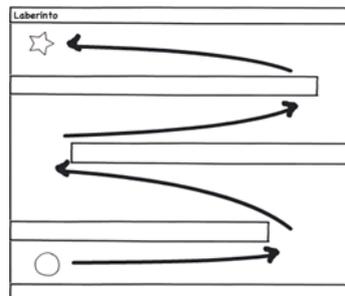


Fig. 5. Juego de laberinto.

Cuando el usuario haga uso extensivo del juego principal podrá acceder a otro juego como recompensa extra en el que se presenta una opción de entretenimiento resolviendo pequeños laberintos que cambian conforme se avanza de nivel (Fig. 5).

6 Trabajo futuro

Una vez desarrollada esta propuesta de diseño, se propone integrar el videojuego a la tienda de distribución de aplicaciones de Google TV para que sea de fácil acceso y cuente con una forma estandarizada de distribución. En cuando al incentivo para el uso de series de televisión se propone un sistema de recompensas en el cual podrán darse premios como fondos de pantalla de las series por parte de las televisoras generando así mayor publicidad para sus programas (Fig. 6). Mantener la temática de los juegos entorno a personajes y acciones pertenecientes a los programas puede incentivar al usuario a ver más series de televisión para así acumular mayor puntaje al contestar las preguntas correctamente.



Fig. 6. Modelo de publicidad.

7 Conclusión

Este trabajo presenta la propuesta de diseño de un videojuego complementado con un sistema de puntaje capaz de funcionar sobre la plataforma de televisión interactiva. Dicha propuesta está fundamentada en un estudio sobre el uso de televisión en el estado de Colima.

El videojuego junto con el sistema de recompensas permite al usuario recibir premios a cambio de puntos lo que incentiva al usuario a seguir utilizando el juego en otros episodios de sus series favoritas.

Referencias

1. Losa Sergio, P. V. (2008). La televisión digital interactiva. España.
2. César Alberto, c. O. (2009). Evaluación de la televisión interactiva desde una perspectiva de usabilidad: caso práctico. Bogotá, Colombia.
3. Teletext. (2004). Bamboozle. Uk.
4. Ehringer, d. (2010). The dalvik virtual machine architecture.
5. Entertainment Software Association.(2011). Essential facts about the computer and video game industry.US.

Propuesta de una Arquitectura en Capas para el Desarrollo de Sistemas Distribuidos de Video-vigilancia

Ignacio Huitzil Velasco¹, Eduardo López Domínguez², Jorge de la Calleja³

^{1,3}Universidad Politécnica de Puebla, Tercer Carril del Ejido "Serrano" s/n San Mateo Cuanalá. Juan C. Bonilla, Puebla, Puebla, México,

²Laboratorio Nacional de Informática Avanzada A.C, Rébsamen 80, esq. Circuito Presidentes Col. Centro Xalapa, Veracruz, México

¹ignacio.h.velasco@gmail.com, ²elopez@lania.mx, ³jdelacalleja@uppuebla.edu.mx
(Paper received on August 10, 2012, accepted on August 24, 2012)

Abstract. In general, the security can be defined as saving the fundamental interests of the human life. In this context, distributed surveillance systems have become an effective tool for providing various security services to people; however the development of these kind of systems include implement various elemental services of computer networks, computer vision, system management, information management, among others. In this work we propose a layer architecture that permits to identify, classify and sort the various necessities services for realizing the design and development of distributed intelligent system of surveillance. In our case, the architecture proposed includes four layers; interconnection, protection, analysis and identification of abnormal events and response. Each of these layers defines the necessary services that should be implemented for the development of third generation systems (intelligent distributed system of surveillance).

Keywords: distributed systems, surveillance system, layer software architecture.

1 Introducción

El término seguridad puede definirse desde distintos puntos de vista y contextos, sin embargo, considerando sólo al que compete al ser humano, se concibe como el salvaguardar sus intereses fundamentales y hasta su propia vida. En la actualidad se han propuesto y desarrollado diversos sistemas de seguridad que emplean alarmas, luz infrarroja, cámaras, sensores, entre otros. En general, los sistemas de seguridad deben considerar y llevar a cabo tres aspectos propuestos por Maloof [1]: el primer es la *protección* que consiste en prevenir hechos indeseables que puedan ocurrir. En segundo lugar la *detección*, ésta se refiere a determinar el momento exacto en el que ocurrió el hecho anormal y que es auxiliado por los mecanismos de protección. Finalmente, después de la detección, la *respuesta* que se refiere a la toma acciones tales como activar alarmas.

Debido a la gran cantidad de información útil que puede ser obtenida y analizada de una secuencia de video, los sistemas de video-vigilancia se han convertido en una herramienta efectiva para brindar servicios de seguridad a las personas en diversos contextos [2, 3, 4]. A los sistemas de video-vigilancia se les puede definir como un sistema de cámaras colocadas en una área (pública o privada en el interior o exterior) con el fin de monitorear y vigilar la actividad que se lleva a cabo [5]. Actualmente, la demanda de este tipo de sistemas es visible en la seguridad de supermercados, edificios inteligentes, en el hogar, el uso militar y gubernamental, entre otros [6, 7].

Por lo tanto, los sistemas de video-vigilancia son un tópico de investigación que permiten su estudio a partir de tres generaciones [4, 8, 9]: la primera generación o *sistemas analógicos* (se basan en Circuitos Cerrados de Televisión CCTV), la segunda generación conocida como *sistemas semiautomáticos* que proveen una mejora tecnológica y de desempeño que permite identificar hechos anormales sobre el video ayudando al operador a realizar esta tarea y finalmente los sistemas de tercera generación los cuales trataremos en este trabajo, también llamados *sistemas inteligentes o automáticos*, que tienen como meta incorporar el enfoque distribuido e incrementar la heterogeneidad. En general, un *sistema inteligente o automático* debe estar compuesto por elementos de: visión por computadora, poseer un control, contar con módulos de almacenamiento y recuperación de evidencias, ser diseñados de manera secuencial y síncrona además de adaptarse en diferentes contextos [8].

Diversos trabajos han propuesto sistemas de video-vigilancia de tercera generación [3, 8,10-13]. En estos trabajos se han propuesto diversas arquitecturas basadas en capas para el desarrollo de sistemas de video-vigilancia de tercera generación; sin embargo, estas propuestas carecen de una estructura y organización adecuada de cada uno de los elementos y servicios que componen a un sistema de tercera generación.

En este artículo se presenta una propuesta de una arquitectura en capas que permite identificar, clasificar, ordenar e integrar los distintos servicios necesarios para llevar a cabo el diseño y desarrollo de sistemas distribuidos de video-vigilancia de tercera generación. La arquitectura propuesta, con base en los aspectos definidos por Maloof [1], está organizada en cuatro capas: *interconexión, protección, análisis e identificación de sucesos anormales y respuesta*. 1) La *capa de interconexión* suministra los servicios necesarios para la comunicación entre los diversos dispositivos y los servicios de seguridad, 2) La *capa de protección* provee el servicio de calibración de cámaras y la transmisión del flujo de video a los clientes finales con el fin de que éstos puedan visualizar lo que sucede en el área vigilada, 3) La *capa de análisis e identificación de sucesos anormales* proporciona los servicios de sensado y análisis del video mediante algoritmos o hardware especial con el fin de detectar, reconocer y rastrear situaciones anormales, además de almacenar y recuperar evidencias, y finalmente 4) La *capa de respuesta* ofrece el servicio de alarmas una vez identificado el hecho anormal.

El artículo se encuentra organizado de la siguiente manera. En la sección 2 se describe el estado del arte. Se define a detalle la propuesta de este trabajo en la sección 3. En la sección 4 se describe de manera breve la implementación de un sistema distribuido móvil que cumple con las primeras dos capas que se proponen y por último, la sección 5 presenta las conclusiones y el trabajo a futuro.

2 Estado del Arte

Diversos trabajos [8, 10-13] proponen una arquitectura en capas para la implementación de sistemas distribuidos de video-vigilancia de tercera generación. A continuación se describen estos trabajos:

Un sistema de video-vigilancia móvil en tiempo real es propuesto por Wang C. et al. (2003) en [10], donde el usuario final puede monitorear una región y controlar las cámaras desde un asistente personal digital (PDA). Este trabajo propone dos capas para su desarrollo:

- 1- *Capa de arquitectura general*: Constituida por los módulos de cámaras, servidor principal de control, terminales de monitoreo y componentes de una LAN inalámbrica. La tarea principal de esta capa consiste en captar el video del sistema de cámaras y transmitirlo a un servidor central donde se visualiza a través de monitores, además de codificar, almacenar y transmitirlo a las terminales móviles.
- 2- *Capa de video-vigilancia móvil*: Integrada por los módulos de: recepción de video para un móvil PDA, transmisión y codificación de video, protocolos de transporte de red, multicast IP, transmisión y recepción de señales de control de cámaras remotas y funciones de la terminal móvil PDA.

La arquitectura propuesta por [10] no cuenta con el aspecto de *protección* (identificar hechos anormales y realizar el almacenamiento de las evidencias) y el aspecto de *respuesta* (alarmas) de acuerdo al ciclo de seguridad de [1].

Por otra parte, MASCOT es un método de diseño para implementar sistemas concurrentes en tiempo real de gran escala que proponen Valera M. y Velatin S.A. (2004) en [8]. Este método incluye el diseño de un sistema de video-vigilancia distribuido e inteligente formado por dos módulos: Módulo de Procesamiento de Datos (MPD) y el Módulo de Control (MC). El módulo MPD se encarga de las funciones de adquisición de video, procesamiento de imágenes y el almacenamiento de evidencias (base de datos). El módulo MC tiene dos tareas importantes: controlar las funciones de MPD y mostrar lo monitoreado al usuario final. Este método omite los aspectos de la seguridad, alarmas y el control de las cámaras.

Mientras tanto, una arquitectura de red inteligente llamada FACET es definida por Bolliger P., Köhler M. y Römer K. (2007) en [13]. La base de esta propuesta es el uso de teléfonos celulares con cámaras. Esta red inteligente tiene la capacidad de detectar movimiento de las zonas monitoreadas mediante el análisis de eventos (sucesos) que indican la entrada y salida de intrusos. Estos eventos son analizados y procesados en cada uno de los teléfonos celulares (llamados eventos distribuidos). La arquitectura FACET se encuentra estructurada por los módulos: cámaras, captura y análisis de imágenes, tiempo de sincronización, sistema de eventos distribuidos, red de comunicación y calibración. El módulo de análisis de imágenes, utiliza el método de substracción de *background* una técnica de segmentación para detección de movimiento. Sin embargo, esta arquitectura carece de los servicios que permiten almacenar los flujos de videos, control de las cámaras y de alarmas para advertir sobre la existencia de movimiento a los usuarios finales.

Por último, el desarrollo de un sistema de video-vigilancia a bajo costo en

hardware es propuesto por Xu L. et al. (2008) y Aswin S. et al. (2009) en [11, 12], integrando teléfonos celulares con cámaras que procesan un algoritmo de substracción de *background* para detectar movimiento. Ambos trabajos incluyen un modelo de tres capas: 1) la adquisición de video a partir de los teléfonos celulares, 2) la detección de movimiento y 3) el envío de alarmas (llamada telefónica o mensaje de texto SMS) que consiste en notificar al usuario final la activación de la capa dos. Este sistema carece de los servicios de monitoreo en tiempo real para usuarios finales, del almacenamiento de evidencias, la calibración y control de cámaras.

3 Arquitectura en Capas

El presente trabajo propone una arquitectura en capas para el desarrollo de sistemas distribuidos de video-vigilancia inteligentes. La arquitectura propuesta está estructurada en capas. Cada capa proporciona ciertos servicios a las capas superiores, ocultando los detalles de los servicios ofrecidos por las capas inferiores. Para el diseño de la arquitectura se consideraron principalmente dos aspectos: las fases del ciclo de seguridad definidas en [1] y los servicios que un sistema de video-vigilancia de tercera generación debe cumplir [3,6-8].

La arquitectura en capas de este trabajo tomó como referencia de diseño a los trabajos de [3, 8, 11, 12].

La arquitectura propuesta en este estudio está formada por cuatro capas: interconexión, protección, análisis e identificación de sucesos anormales y respuesta, que se encuentran colocadas de manera ascendente, ver Figura 1. A continuación se describe cada una de estas capas y los módulos que las integran.

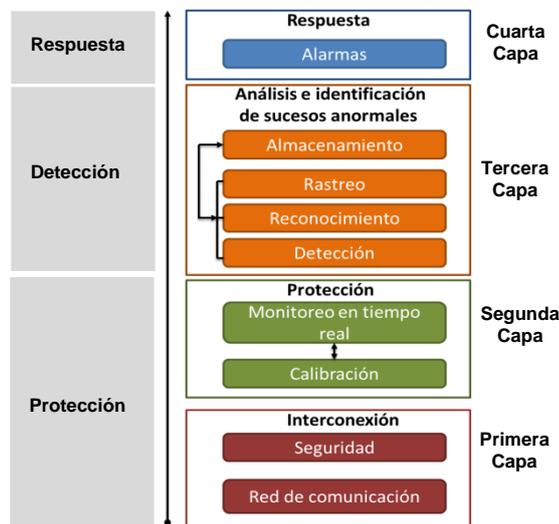


Fig. 1. Arquitectura de software en capas para sistemas de video-vigilancia de tercera generación, (los rectángulos en gris representan las fases del ciclo de seguridad [1]).

3.1 Capa de Interconexión

Es la capa base debido a que el servicio que provee consiste en lograr la comunicación de todos los elementos que intervienen con el sistema de video-vigilancia. Esta capa está integrada por los módulos de red de comunicación y de seguridad, los cuales son descritos enseguida.

Módulo Red de Comunicación.- El módulo considera aquellos elementos físicos y lógicos que intervienen en la comunicación para satisfacer los objetivos que propone el sistema de video-vigilancia y es necesario definir los elementos y características de cada uno de ellos. Por ejemplo en los elementos físicos el número y tipo de cámaras (IP, *Webcam*, celulares, etc.), los dispositivos de red (*routers*, *switches*, servidores), la red (cableada o inalámbrica), los dispositivos o terminales de usuario final (computadoras, móviles, televisores). Por otra parte, en los elementos lógicos, considerar el modelo de conexión y comunicación entre los elementos físicos (modelo cliente-servidor, peer to peer, entre otros) y los protocolos de comunicación tales como TCP/IP o UDP, RTSP, entre otros.

Módulo Seguridad.- El propósito de este módulo se refiere a la seguridad del sistema en su totalidad comprendiendo los aspectos de: confidencialidad, integridad, autenticidad, disponibilidad de los recursos y de la información, consistencia, control de acceso a los recursos.

3.2 Capa Protección

El objetivo de la capa de protección es brindar el servicio de monitoreo (visualizar lo que ocurre actualmente en un área) y el control remoto de las cámaras en tiempo real, a un número determinado de usuarios. En esta capa es necesario definir en primera instancia el tipo de ambiente donde se colocarán las cámaras, en un ambiente controlado (debe cumplir con ciertas características) o dinámico (no hay restricciones) o combinación de éstos. El definir el tipo de ambiente ayudará a implementar con éxito los dos módulos que conforman esta capa: el módulo de calibración y el módulo de monitoreo que son descritos enseguida:

Módulo de Calibración.- Consiste en determinar los parámetros *internos* (distancia focal, factores de distorsión y puntos centrales del plano imagen) y los parámetros *externos* (posición y orientación) de una cámara con el fin de realizar las tareas de monitoreo y posteriormente el análisis de video [14, 15].

Para la calibración de la cámara se determina la geometría, los parámetros *internos* y *externos* que normalmente son calculados de dos formas: 1) mediante un patrón de calibración (marco de referencia del mundo) y 2) mediante un método de autocalibración, el cual se basa en el movimiento de la cámara observado una escena estática y a partir de su desplazamiento, utiliza la información de la imagen para obtener los parámetros. Existen diferentes técnicas y algoritmos de calibración que pueden emplearse en este módulo, para más detalles consulte [15].

Módulo Monitoreo en Tiempo Real.- Este módulo ofrece a los usuarios remotos la capacidad de visualizar el video captado por las cámaras (un número determinado de cámaras y de diferentes tipos) en tiempo real. Para lograr este servicio, se debe establecer la manera en que las cámaras capturen el flujo de video y lo codifiquen mediante un *encoder* (convierte y lo comprime a un nuevo formato de video), para

que posteriormente sea transmitido y visualizado por el cliente. El servicio de monitoreo le permite al usuario acceder en cualquier instante de tiempo que él disponga para supervisar las zonas.

Dentro de este módulo también se incluye el aspecto de manipular las cámaras de manera remota, de tal forma que el usuario tiene el control de las características propias de las cámaras como ampliar o reducir la visualización de la zona (*zoom*), encender luces, sirenas, sistema de voz, cambiar la posición y orientación.

3.3 Capa de Análisis e Identificación de Sucesos Anormales

Consiste en ofrecer el servicio de identificación de sucesos anormales ocurridos en el área monitoreada y del almacenamiento de evidencias (fotos, videos) de estos hechos y de las grabaciones realizadas por el cliente. Esta capa consta de cuatro módulos: detección, reconocimiento, seguimiento de objetos y el almacenamiento.

Los módulos detección, reconocimiento y seguimiento de objetos se encargan de medir las variaciones en el ambiente e identificar situaciones anormales. Dos formas en las que pueden desempeñar estas tareas son: 1) mediante el análisis o tratamiento de imágenes del flujo de video captada por las cámaras (ejemplo algoritmos) y 2) mediante dispositivos electrónicos como los sensores de movimiento. Cada uno de estos módulos tiene un objetivo en particular que se describe a continuación.

Módulo de Detección.- Consiste en localizar situaciones anormales tales como: detectar humo, cambios de temperatura, movimiento (algoritmo *motion template*, entre otros [14]).

Módulo de Reconocimiento.- La función de este módulo es exclusivamente definir o identificar de qué situación anormal se trata, por ejemplo el reconocimiento de objetos animados e inanimados en particular (objetos olvidados, personas) así también, de comportamientos sospechosos de los humanos como hechos violentos y conglomeraciones.

Módulo de Rastreo.- El objetivo de este módulo consiste en que una vez identificado el foco del suceso anormal éste no debe perderse de vista, ejemplo un objeto sospechoso en movimiento.

Módulo de Almacenamiento.- La tarea de este módulo consiste en realizar la grabación de evidencias (fotografía, video y variaciones en el ambiente) y el registro en una base de datos de tipo relacional o distribuida, con el fin de hacer un futuro análisis de las evidencias.

Concluida la grabación y el registro en la base de datos, el sistema tiene la capacidad de proveer a los usuarios finales, los servicios de uso y administración del material multimedia (recuperación de evidencias).

3.4 Capa de Respuesta

Es la última capa de esta arquitectura, la cual proporciona el servicio de informar o advertir al usuario final sobre la existencia de un hecho anormal, que fue identificado sobre el área vigilada. La capa de respuesta esta integrada por el módulo de alarmas que se describe enseguida.

Módulo de Alarmas.- En este módulo se incluyen aquellos elementos o dispositivos que permitan advertir sobre la situación anormal al usuario final. Algunos ejemplos de

alarmas son: envío de correos electrónicos, llamadas telefónicas, mensaje de texto (SMS) y multimedia (MMS) que hacen mención de lo identificado, sirenas, luces, entre otros. Dentro del módulo de alarmas pueden ser incluidos opcionalmente elementos que permitan realizar acciones para tratar de resolver la situación anormal por ejemplo, un detector de humo advierte sobre un incendio y activa un sistema contraincendios.

4 Resultados Preliminares

En esta sección se presenta un prototipo inicial de un sistema distribuido de video-vigilancia que implementa las capas de interconexión y protección. La implementación e integración de las capas de análisis e identificación de sucesos anormales y respuesta se encuentran en desarrollo.

Capa de interconexión

Los resultados del módulo de red de comunicación comprenden a los elementos físicos y lógicos. Los elementos definidos para el sistema distribuido móvil son:

Elementos físicos: 3 cámaras (Dos IP con resolución de 320 x 240 y un dispositivo móvil con cámara de 5MP resolución de 2560 x 1920), 1 servidor de *Streaming*, Red LAN (alámbrica e inalámbrica) y un dispositivo móvil Smartphone con sistema operativo Android 2.1 o superior.

Elementos lógicos: Protocolo de comunicación RTSP (modelo cliente servidor) y Software libre para codificar el flujo de video (*encoder*).

El módulo de seguridad fue implementado del lado del servidor de *Streaming*, que consiste en un módulo de autenticación de usuario (en Java) que permite el acceso al sistema y se definen permisos correspondientes al cliente o al administrador.

Capa de protección

Para el módulo de calibración se estipularon solo los parámetros externos de la cámara definiendo la posición, orientación y el ángulo de visión, colocadas en el interior de un edificio con un ambiente controlado con una luminosidad de 30 a 60 watts.

El módulo de monitoreo en tiempo real se realiza conforme a lo siguiente: Primero, las *cámaras* captan el video de la zona de vigilancia y transmiten este flujo de video al *encoder*. Posteriormente, el *encoder* realiza la conversión y compresión del video a formato H.264 además de cumplir con las características para dispositivos móviles. Una vez tratado el flujo de video por el *encoder* se envía al servidor de *Streaming* que permite al usuario autenticado consultar o visualizar el video en tiempo real desde un dispositivo móvil Android 2.1. Sobre el dispositivo móvil se desarrollo una aplicación que permite la autenticación del usuario, la selección de la cámara y el monitoreo del área vigilada de manera remota en tiempo real.

5 Conclusiones y Trabajo Futuro

El diseño de una arquitectura en capas es indispensable para el desarrollo de sistemas de video-vigilancia en especial de la tercera generación. En este trabajo se ha

propuesto una arquitectura de cuatro capas: interconexión, protección, análisis e identificación de sucesos anormales y respuesta. La arquitectura propuesta permite identificar, clasificar, ordenar e integrar los distintos servicios necesarios para llevar a cabo el diseño y desarrollo de sistemas distribuidos de video-vigilancia de tercera generación. Una de las ventajas de esta arquitectura es la flexibilidad de integrar o extender nuevos módulos con nuevos servicios de acuerdo las necesidades y contextos de vigilancia que se requieran. Como trabajo futuro se implementarán las capas de análisis e identificación de sucesos anormales y respuesta al sistema distribuido de video-vigilancia móvil, así también las pruebas correspondientes.

Referencias

1. Maloof A.M. Machine Learning and Data Mining for Computer Security. Springer, United States of America, (2006)
2. Gonzalez G. Sistema de vigilancia ip vía teléfono móvil, (2001). www.rnds.com.ar, ww.flexisoft.com
3. San Miguel J.C, Bescós J., Martínez J., y García A. Diva: A distributed video analysis framework applied to video-surveillance systems. IEEE computer society. Ninth International Workshop on Image Analysis for Multimedia Interactive Services, pages 207–210, (2003).
4. Kurman P., Miltan A., y Kurman P. Study of robust and intelligence in visible and multi-modal framework. Informatics (Slovenia), pages 63–77, (2008).
5. Davis K., Kelsey J., Langellier D., Mapes M., y Rosendahl J. Security cameras, (2003)]. CTER Program at UIUC. <http://students.ed.uiuc.edu/jkelsey/surveillance>
6. Song H., Feng X., Zhao Q., Chi Y., y Yeng H. Mobil video surveillance system of 3g network based on arm9. IEEE e ICCASM (International Conference on Computer Application and System Modeling), pages 400–403,(2010)
7. Zang Q. y Klette R. Object classification and tracking in video surveillance. In Lecture Notes in Computer Science, volume 2756, pages 198–205. Springer Berlin, (2003)
8. Valera M. y Velatin S.A. Real-time architecture for a large distributed surveillance system. IEEE Intelligent Distributed Surveillance Systems, pages 41–45, (2004)
9. Valera M. and Valastin S. A. Intelligent distributed surveillance systems: a review. IEEE Processing Vision, image and signal. Image signal Process, 152(2), 192-204 , (2005)
10. Wang C., Mao Z., Zhnag Y. y Luo H. The mobile video surveillance system based on wireless LAN [o], (2003)
11. Xu L., Wang Z., Wang H., Shi A. y Li C. A J2ME based intelligent video surveillance system using moving object recognition technology. Congress on Image and Signal Processing CISP. 2008, 2:281–285, (2008)
12. Aswin S., Snthiyan Sethuram A., Varun A. y Vasanth P. A 2ME based wireless automated video surveillance system using motion detection method. Reporte técnico, Department of Electronics and Communication Engineering, AMRITA School of Engineering, Coimbatore, India, (2009)
13. Bolliger P., Köhler M. y Römer K. Facet: Towards a smart camera network of mobile phones. Proceedings of the 1st ACM International Conference on Autonomic Computing and Communication Systems (Autonomics '07), (2007).
14. Bradski G. and Kaehler A. Learning OpenCV. O'reilly, United States of America, (2008)
15. Aracena P. D., Campos P. y Tozzi L. C. Comparación de técnicas de calibración de cámaras digitales Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Tarapacá, Arica Chile, vol.13, n°1, pp. 57-67, (2005)

***UbicaT*: un sistema basado en tecnología asistiva para invidentes**

Irsa Yuliana Valencia Valencia¹, Juan Antonio Guerrero Ibáñez², Erika Margarita Ramos Michel³

Facultad de Telemática, Universidad de Colima, Av. Universidad #333,
Colonia Las Víboras, Colima, Col., 28040. México
irsa_yuliana@ucol.mx¹, antonio_guerrero@ucol.mx², ramem@ucol.mx³
(Paper received on August 10, 2012, accepted on August 24, 2012)

Resumen. Existe una necesidad real de contar con tecnología para que los invidentes mejoren su autonomía y calidad de vida. La tecnología debe adaptarse a las necesidades considerando los intereses y formas de interacción de las personas invidentes. En este artículo se propone *UbicaT* un sistema inspirado en la tecnología asistiva, que hace uso de la infraestructura de red existente y que está diseñado específicamente para ser usado por invidentes con el objeto de facilitarle un mecanismo para conocer su posición dentro de un área establecida. Los resultados preliminares muestran una precisión en la posición lo suficientemente aceptable, al haberse presentado tan sólo errores de 1 a 5 metros al momento de localizar al invidente.

Palabras clave: Invidentes, Tecnología asistiva, Posicionamiento.

1 Introducción

Al momento de evaluar la sociedad, es importante poner atención al tipo de oportunidades que ésta ofrece a sus individuos más débiles [1], y es aquí donde radica la importancia de la tecnología para los invidentes, ya que ésta se vuelve una herramienta importante para promover la igualdad de condiciones, eliminar barreras y mejorar su integración y autonomía en la sociedad.

En relación a los derechos de igualdad, hay que recordar que las personas invidentes deberían contar con las mismas oportunidades para acceder a los servicios y beneficios de las nuevas tecnologías, y para comprender la magnitud del compromiso que la sociedad tiene para con ellas, basta decir que de acuerdo a cifras proporcionadas por la Organización Mundial de la Salud en 2011, en el mundo hay aproximadamente 285 millones de personas con discapacidad visual (39 millones son ciegos y 246 millones presentan baja visión) y aproximadamente el 90% de ellas se concentra en los países en desarrollo [2]. Un estudio sobre las personas invidentes en México arrojó que de las personas con algún tipo de discapacidad, el 27.2% (alrededor de 1,561,081 personas) tienen discapacidad visual [3]. Las oportunidades de trabajo para personas invidentes son reducidas, aproximadamente sólo el 3% llega a niveles superiores de educación y únicamente 6% consigue algún tipo de empleo.

Con estas cifras de población invidente en México, es sorprendente el rezago en cuanto a su desarrollo profesional y laboral. Existen algunas instituciones como es el

caso del Comité Internacional Pro Ciegos IAP que ayuda a los invidentes para terminar los estudios básicos, y que les proporciona las tecnologías necesarias para ellos, sin embargo, queda aún mucho por hacer para estas personas.

El uso de las Tecnologías de Información y Comunicación pueden proporcionar las herramientas que faciliten la integración de estas personas en la sociedad moderna [4]. Aun así, siguen existiendo brechas que dan lugar a rezago tecnológico en algunos sectores de la población, tal es el caso de personas con discapacidades. Para subsanar lo anterior, surge la Tecnología Asistiva (AT) (conocida también como Tecnología de Ayuda o Tecnología de Soporte), que es utilizada para lograr más independencia y para realzar la calidad de las personas.

La Universidad de Colima, en un esfuerzo por integrar a las personas con discapacidades a la comunidad universitaria cuenta con facilidades como rampas, etiquetas braille y puertas automáticas, sin embargo, esto no es aún suficiente para evitar que estudiantes invidentes se confundan y pierdan en las instalaciones del campus. Como complemento al trabajo realizado hasta la fecha, se desarrolla el sistema *UbicaT*, con el objeto de brindar autonomía a los invidentes para desplazarse dentro del campus mediante el uso de tecnología asistiva.

UbicaT utiliza *Wi-Fi* (es la abreviatura en inglés de *Wireless Fidelity*, Fidelidad Inalámbrica) para posicionar a los usuarios, ya que es una tecnología existente dentro del campus y además los puntos de acceso se encuentran ubicados estratégicamente para proporcionar cobertura en la mayoría de zonas del campus. Esta cobertura nos permite, en base a la intensidad de señal, posicionar a un objeto que se encuentre dentro del área de cobertura y cuente con la interfaz de comunicación adecuada. Además para tener una mayor exactitud en el proceso de posicionamiento, se utiliza la tecnología GPS (por sus siglas en inglés *Global Position System*) como un complemento al momento de posicionar en *UbicaT*.

El resto del artículo está organizado de la siguiente manera: en la sección 2 se realiza un análisis general del estado del arte de tecnología asistivas. Una descripción detallada del sistema *UbicaT* se presenta en la sección 3. La sección 4 muestra una serie de resultados preliminares que se han obtenido hasta el momento de la escritura de este artículo. Finalmente terminamos este artículo plasmando las conclusiones y trabajo futuro.

2 Estado del Arte

Esta sección trata sobre la AT de alta tecnología para discapacidad sensorial, específicamente la discapacidad visual. Se presentan ejemplos de productos y equipos basados principalmente en las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y soluciones a personas con discapacidad visual que incluyen ayuda a la movilidad, lectura y escritura.

Las pantallas Braille son dispositivos que permiten a los invidentes a leer lo que aparece en la pantalla de la computadora. Estos dispositivos funcionan subiendo y bajando unos pasadores formando diferentes combinaciones que el usuario puede leer con el tacto (Figura 1a) [5]. Los teclados Braille, permiten escribir en medios

electrónicos a las personas invidentes, estos teclados pueden ser de 6 teclas principales para escribir braille convencional y con 8 teclas principales que permiten escribir en 6 y 8 puntos (Figura 1b) [6]. Lectores de pantalla. Son aplicaciones de AT que leen lo que se muestra en la pantalla. Esta aplicación también hace lo contrario convirtiendo de voz a texto, reconociendo comandos de voz o tomando información a través de un dispositivo Braille. Las opciones de accesibilidad, En los sistemas operativos Windows, a partir de la versión XP comenzaron a añadir herramientas de accesibilidad para invidentes y débiles visuales, así mismo, actualmente el iPhone y teléfonos con sistema operativo Android, traen precargadas opciones de accesibilidad las cuales ofrecen un control de voz y un lector de pantalla, que ayudan a los invidentes a utilizar el dispositivo con mínimas o nulas restricciones [7].



Fig. 1. Dispositivos para discapacidades visuales a) Pantallas braille, b) Teclado braille.

Además, en la literatura se han publicado varias propuestas relacionadas con los sistemas de posicionamiento. En [8] los autores trabajaron en un método para mejorar la precisión del posicionamiento por *Wi-Fi* en ciudades usando como apoyo dos satélites, GPS TDOA. Los resultados de su investigación muestran que la integración de ambas tecnologías puede mejorar la precisión hasta en un 56%, con lo que concluyen que este método puede utilizarse como un sistema de posicionamiento preciso para ciudades o exteriores que utilicen *Wi-Fi*. En [9] los autores hablaron sobre un sistema híbrido que utiliza *Wi-Fi* y *GPS* para ofrecer un mejor posicionamiento en exteriores mediante el uso de algoritmos. Los resultados obtenidos muestra que la precisión se mejora en un 150% cuando se utiliza un sistema híbrido de tecnologías *Wi-Fi* y *GPS*. En [10] los autores proponen utilizar los puntos de acceso público existente para precisar la exactitud del *GPS* en exteriores, y concluyen en que efectivamente se puede mejorar la posición utilizando *Wi-Fi* cuando el *GPS* falla. Por lo anterior consideramos que *UbicaT* es una herramienta alternativa para facilitar la movilidad e independencia de invidentes dentro del campus universitario.

3 Sistema Asistivo *UbicaT*

El sistema *UbicaT* está enfocado a proporcionar una herramienta tecnológica que facilite la movilidad y orientación de los invidentes que forman parte de la comunidad universitaria. A continuación se explica a detalle la arquitectura que conforma el sistema *UbicaT*.

3.1 Arquitectura

UbicaT se basa en una arquitectura que define tres planos: el de aplicación, el de control y el de recolección como se muestra en la figura 2.

El plano de recolección está constituido por el módulo de sensado el cual es responsable de la recolección de información que obtiene a través de la interfaz *Wi-Fi* y del sistema *GPS*. Toda la información la almacena en una base de datos que se encuentra en el plano de control. El plano de control lleva a cabo la validación de los datos recolectados, crea la base de datos de conocimiento y realiza los cálculos mediante un algoritmo para determinar la ubicación de la persona. Finalmente el plano de aplicación está conformado por la aplicación que utiliza el usuario para interactuar con el sistema.

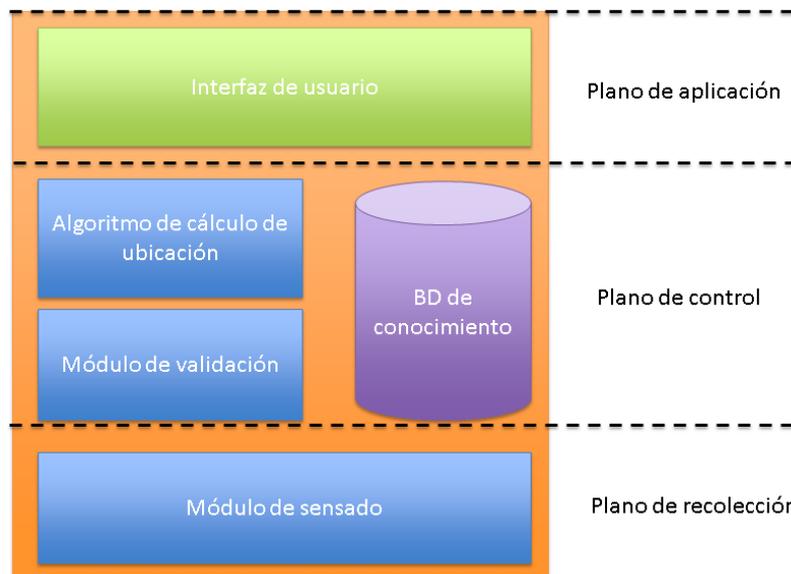


Fig. 2. Arquitectura de *UbicaT*.

3.3 Interfaz de la interacción

UbicaT es un sistema basado en tecnología asistiva, por lo cual se trató de adaptar la tecnología existente. *UbicaT* fue implementado en un dispositivo Motorola Defy la razón por la cual se escogió este dispositivo, es porque cuenta con el sistema operativo Android el cual es de código abierto, existe mucha información disponible para el desarrollo de aplicaciones nuevas y tiene las características de accesibilidad necesarias para la aplicación, con un precio accesible. El dispositivo fue adaptado con un lector de pantalla el cual dicta todo lo que aparece en pantalla y los botones seleccionados.

La funcionalidad de *UbicaT* es muy sencilla ya que puede ser activado con un botón físico en el dispositivo o desde cualquier parte de la pantalla. Cuando *UbicaT* se

encuentra activo, el sistema cuenta con un botón de toda la pantalla que le permite al invidente activar o desactivar el sistema en cualquier momento. Además es importante mencionar que durante todo el trayecto el dispositivo le indica por medio de voz al usuario que es lo que está realizando. En cuanto *UbicaT* se activa, el modulo de sensado comienza a leer las señales que el dispositivo encuentre a su alcance, al momento de reconocer una señal, el dispositivo informará al usuario su posición, por medio de un mensaje de voz.

4 Resultados Preliminares

Para evaluar que *UbicaT* sea un sistema que realmente pueda posicionar al invidente en un área predefinida se tuvieron que analizar la cobertura real de la red dentro del campus mediante la recopilación de la intensidad de la señal recibida por el dispositivo en lugares trascendentales para el desplazamiento de los invidentes. Además se realizó un levantamiento de mediciones de coordenadas GPS para asegurar su posición y finalmente se implementó un algoritmo basado en geo-cercas para definir perímetros que nos ayuden a mejorar la precisión de la posición.

4.1 Escenario

El escenario donde se plantea el uso del sistema es el campus central de la Universidad de Colima (UdC), el área está cubierta por una serie de puntos de acceso los cuales se muestran en la figura 3.



Fig. 3. Mapa de puntos de acceso del campus central de la UdC [11].

En el mapa puede observarse que los puntos de acceso se encuentran dispersos, y que en algunas áreas la cobertura es poca o nula. Un aspecto a señalar es que todos los puntos de acceso se llaman “WUCOL”, ya que conforman la red inalámbrica con ese mismo nombre. Por lo anterior, para identificar cada punto de acceso es necesario utilizar la información de su dirección MAC (Media Access Control).

4.2 Resultados

Para evaluar el desempeño de *UbicaT*, se hicieron pruebas en el mismo lugar de la obtención de datos. Los datos fueron obtenidos con software gratuito de escaneo de Wi-Fi que se utilizó la aplicación llamada *Ligero WiFi Scanner* por JerzyCode y GPS que se utilizó la aplicación llamada *Compartir mi Coordenadas GPS*, por TappiApps ambas aplicaciones fueron obtenidas de Google Play.

El recorrido de prueba se realizó con una versión de prueba de *UbicaT*, teniendo en su base de datos solo 4 lugares, durante tres días consecutivos cubriendo tres horarios durante el día, 8:00, 14:00 y 20:00 horas, haciendo recorridos por las zonas identificadas para detectar el funcionamiento de cálculo del posicionamiento y establecer su precisión. En la figura 4 se muestra un ejemplo de las zonas de prueba del día uno y la distancia en metros del punto central de la geo-cerca.

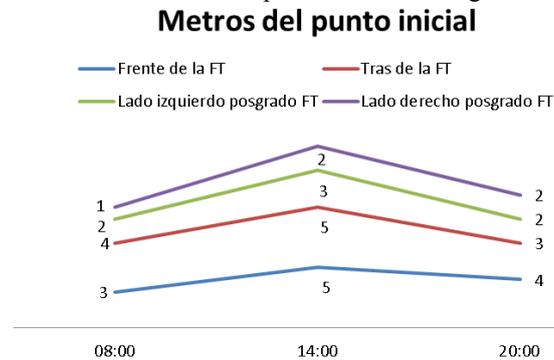


Fig. 4. Las líneas de colores indican en que momento del día existe mayor distancia del punto exacto, FT (Facultad de Telemática)

Los resultados de las pruebas fueron positivos, el algoritmo puede posicionar en un rango de 1 a 5 metros de precisión a partir del punto central de la geo-cerca, por lo cual un invidente puede saber su posición en las regiones donde se probó el sistema con un margen de error de ± 5 metros en promedio de los resultados de los tres días de prueba.

El rango de error es variable debido a la inestabilidad de la señal *Wi-Fi* así como del *GPS*, las condiciones ambientales como la lluvia, el sol, frío o calor y el número de usuarios conectados a la red, son factores que repercuten en la calidad de la intensidad que reciben los aparatos, es por eso que *UbicaT* fue probado en diferentes horas del día y diferentes días.

5 Conclusiones

En este escrito se presenta *UbicaT*, un sistema asistivo basado en tecnologías *Wi-Fi* y *GPS* y que tiene como propósito ayudar a que los invidentes se ubiquen dentro del campus universitario, es decir, facilitarles a tener autonomía de desplazamiento. Los resultados obtenidos muestran que este sistema es capaz de posicionar a un invidente en un rango no mayor a 5 metros a la redonda, por lo que se considera una

herramienta de apoyo importante para la orientación de las personas con discapacidad visual. Una de las ventajas de *UbicaT* es que hace uso de la infraestructura existente en el campus, por lo que se considera una solución factible al no requerir de la implementación de equipos adicionales. Como trabajo futuro se pretende mejorar la exactitud de *UbicaT* y agregar más funcionalidades como avisos indicando que hay caminos cerrados por construcción, por ejemplo. De igual manera se realizará una evaluación de usabilidad, ya que por ahora sólo se ha probado la funcionalidad del algoritmo y no se han realizado pruebas con los usuarios finales.

Referencias

1. Battro, A., Computación y aprendizaje especial: aplicaciones del lenguaje Logo en el tratamiento de niños discapacitados (1986).
2. OMS Ceguera y problemas visuales. Organización Mundial de la Salud, (2011).
3. INEGI Censo sobre discapacidad visual en México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (2011).
4. Annan, K., "Building the Information Society: a global challenge in the new Millennium", in World Summit on the Information Society (2003): Ginebra.
5. Opletex, ALVA Satellite Braille Display series, (2009).
6. CareTec, GalaTee - Braille Keyboard, (2011).
7. Microsoft. Accesibilidad en productos Microsoft, (2010).
8. Tan, Y.K. and A.G. Dempster, Using two global positioning system satellites to improve wireless fidelity positioning accuracy in urban canyons. IET Communications, (2011).
9. Zirari, S., P. Canalda, and F. Spies, WiFi GPS based Combined positioning Algorithm. Wireless Communications, Networking and Information Security (WCNIS), (2010).
10. Mok, E., Using outdoor public WiFi and GPS integrated method for position updating of knowledge-based logistics system in dense high rise urban environments. Supply Chain Management and Information Systems (SCMIS), (2010).
11. Guzmán, K., Red Inalámbrica de la Universidad de Colima. Dirección General de Servicios Telemáticos, (2012).

Simulador de planes para el control del flujo vehicular

Julio Vega-Hernández, Alfredo Villanueva-Pastor, Mario Ramírez-Morales, Carlos Silva-Sánchez.

Escuela Superior de Cómputo I.P.N. simulador.vehicular@gmail.com

(Paper received on August 10, 2012, accepted on August 24, 2012)

Resumen Este artículo presenta el desarrollo de una herramienta de software que implementa la programación concurrente para simular el comportamiento del flujo vehicular en una zona geográfica delimitada utilizando redes de Petri Híbridas y un sistema de inteligencia artificial multiagente. El sistema permite crear, modificar, simular y validar el modelo de la red vial directamente en una interfaz web compuesta por un GIS (Sistema de Información Geográfica) mediante el cual se obtiene, procesa y despliega la información geoespacial almacenada previamente que representa a la red vial de la Ciudad de México. El funcionamiento y las pruebas realizadas para verificar la validez de esta herramienta están basados en la teoría fundamental del flujo vehicular con un enfoque macroscópico.

Palabras clave: Simulación, Sistema de Información Geográfica, red de Petri, programación concurrente, modelado del flujo vehicular, sistema multiagentes.

1 Introducción

Actualmente el control del tránsito en la Ciudad de México se lleva a cabo mediante planes y estrategias creadas para distribuir el flujo vehicular a través de la red vial de la urbe, estos planes son elaborados manualmente por los responsables de Tránsito y Vialidad en el Distrito Federal, que por lo general son ingenieros en tránsito. Es importante establecer que estos planes son realizados de manera empírica en base a los estudios y conocimientos propios del ingeniero a cargo, es por esto que los resultados de su implementación se observan una vez este es ejecutado en la realidad, con la posibilidad de que su funcionamiento no sea el óptimo, provocando que los recursos humanos y materiales no sean utilizados de una manera eficiente.

Se propone como solución a este problema la utilización de la simulación ya que constituye una técnica económica que permite generar diferentes escenarios posibles para un modelo, poniendo a disposición del usuario información cuantificable para apoyarlo en el proceso de toma de decisiones así como en la detección y corrección de comportamientos no deseados en el flujo vehicular previo a la implementación práctica de los planes de control con el consecuente ahorro de recursos [1].

© M. Andrade, C. Flores, R. Gutiérrez
and P. Santana (Eds.)
Special Issue in Information Technology
Research in Computing Science 57, 2012, pp. 125-132



La presente herramienta simula modelos de flujo vehicular basados en variables fundamentales viales como la tasa, velocidad y densidad de flujo, así como en características y elementos de tránsito definidos en el sistema como bloqueos de vialidades, cambio del sentido de circulación de las calles, aumento en el tiempo de las fases de los semáforos etc.

2 Bases Teóricas

2.1 Simulación

La simulación, la definimos como el proceso de diseñar, y desarrollar un modelo establecido de un sistema para conducir experimentos con el propósito de comprender su comportamiento; entendiendo como modelo a la representación o abstracción de la realidad seleccionando solo los atributos y características necesarias para los objetivos del sistema planteado. En el caso propio del modelado del flujo vehicular para este trabajo, se usó el enfoque macroscópico el cual no tienen en cuenta características específicas de los automóviles y generalmente promedia todos los datos o variables cuyo comportamiento estadístico permite hacerlo. Las variables a tomar en cuenta como entrada para el modelo son: velocidad, densidad y flujo vehicular en el caso de los carriles y en el caso de las intersecciones las fases de los semáforos y el tiempo de espera en la cola de servicio.

2.2 Modelado con redes de Petri híbridas.

Las redes de Petri son un formalismo matemático que permite modelar sistemas no determinísticos, distribuidos y/o estocásticos, con procesos concurrentes, paralelos y asíncronos [5]. Se las ha utilizado en distintas áreas como en química, redes informáticas, inteligencia artificial, tránsito entre otras.

Como modelo de descripción, una red de Petri (PN, Petri Net) es un grafo orientado en el que intervienen dos clases de nodos: los lugares y las transiciones, unidos alternativamente por arcos dirigidos. También existen las marcas que se suelen representar mediante un punto en el interior de un lugar. El conjunto de marcas asociadas a cada uno de los lugares en un momento dado, constituye un marcado de la PN. Para la descripción funcional de sistemas concurrentes los marcados representan estados y las transiciones sucesos que dependen del cumplimiento de determinadas condiciones.

Las Redes de Petri se definen como una cuádrupla [5], donde P es un conjunto finito y no vacío de lugares, T es un conjunto finito y no vacío de transiciones, F es un conjunto de arcos dirigidos y W es la función que asigna un peso a cada arco.

$$P = \{P, T, F, W\} \quad (1)$$

El modelo de la red vehicular para este proyecto está basado en lo propuesto por Di Febraro [12] quien propone utilizar redes de Petri híbridas, así tomamos ventaja del flujo de tráfico urbano como fluidos, tomando en cuenta el dinamismo de las luces de tráfico y su influencia en flujo de la red, para entonces controlar los vehículos. Las

redes de Petri híbridas con las que contará el simulador están compuestas por redes de Petri continuas (basan su funcionamiento en variables continuas) y redes de Petri discretas (basan su funcionamiento en estados discretos), la regla de disparo se basa en el tiempo asignado a cada fase para pasar de un estado a otro.

Esta red vial está compuesta por tres redes de Petri continuas que modelan el flujo de vehículos que entran a la intersección y a las colas, y tres redes de Petri también continuas que modelan el flujo de vehículos que salen de la intersección (ver Figura 1). Además una red de Petri discreta que representa los semáforos. El marcado en la parte continua de la red representa el número de vehículos que hay en cada lugar. En el modelo discreto, el lugar P_k representa que la fase k está habilitada, el lugar $P_i g$ representa el periodo verde para la fase k y el lugar $P_j a$ representa el periodo de rojo para la fase k .

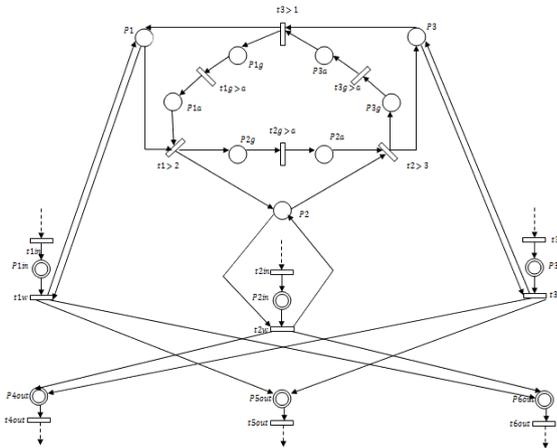


Fig. 1. Modelo de la intersección

2.3 Sistema multiagentes para el control del flujo.

Un sistema multiagentes se basa en agentes, los cuales tienen como propósito ejecutar una tarea o proceso específico en el sistema. En la actualidad no existe una única definición para el término agente, sin embargo, es universalmente aceptado [11] que cada agente debe tener autonomía y a la vez interactuar con otros agentes. Existen dos tipos de agentes en el sistema: agentes de control del flujo en carriles y agentes de control de las intersecciones; los primeros distribuyen el flujo a través de un carril modelado en una red de Petri continua (controlado en base al teorema de Greenberg) y los segundos controlan las intersecciones basándose en una red de Petri discreta la cual controla el sistema de eventos del cambio de fases.

2.4 Sistema de Información Geográfica.

Un sistema de información geográfica (GIS por sus siglas en inglés) es un conjunto de herramientas, procedimientos y datos que sirven para analizar, visualizar, guardar y transformar información geográfica con un fin específico. Estos sistemas cumplen un papel muy importante en la toma de decisiones en diversas áreas de desarrollo. En este trabajo el GIS que se implementó está constituido por una base de datos de información geográfica para almacenar los datos de la red vial, un servidor de mapas para organizar, procesar y enviar toda esta información al cliente y un módulo del front-end de la aplicación que presenta la información de la simulación y sus resultados al usuario.

3 Arquitectura

Esta herramienta simula los planes de control de flujo vehicular y presenta los resultados mediante una interfaz web además de proporcionar reportes detallados en formato PDF con los resultados arrojados por el sistema multiagentes. La simulación se lleva a cabo en el servidor ejecutándose de manera concurrente con la implementación de hilos en el lenguaje Java. La representación gráfica de la simulación se muestra al usuario en el navegador web con una capa que muestra las imágenes del mapa de la zona geográfica elegida y una capa adicional que muestra la animación del flujo vehicular como si se tratara de un fluido. El usuario del sistema puede modificar las variables del modelo (tasa, densidad, flujo, características físicas de las calles, etc.) y de la simulación (tiempo de simulación, escala, etc.).

En la figura 2 se muestra la arquitectura de la herramienta mediante un diagrama de capas, el cual está formado por tres módulos:

- Capa de datos. Se compone de dos almacenes, por un lado se guarda la información geográfica en una base de datos espacial y por otro la información de los planes y la configuración del simulador en una base de datos relacional.
- Capa lógica. Se compone de 4 módulos principales:
 - El simulador: Se basa en un sistema multiagentes que sincroniza las acciones de los diferentes agentes que controlan el modelo de la red vial. Este modelo se construye con redes de Petri híbridas generadas dinámicamente en base a los datos geoespaciales que definen los carriles y las intersecciones en la simulación.
 - El GIS: Procesa la información geográfica disponible para enviarla a la capa de interfaz de usuario en forma gráfica (imágenes cartográficas usando rasters a través del Web Map Service [14]) o en texto (datos espaciales con el formato vectorial descrito por el Web Feature Service [13]).
 - El módulo de generación del flujo vehicular: Este se basa en una distribución normal para su funcionamiento.

- El módulo de acoplamiento con un software externo de optimización: Este se construyó para comunicarse con una aplicación externa que optimice los tiempos de las fases de los semáforos de una red vehicular.
- Capa de interfaz de usuario. Esta conformada por el componente del GIS que funciona a través de un navegador web y que permite al usuario interactuar con el sistema para analizar y visualizar la información.

Como parte del GIS se creó una base de datos espacial que contiene la descripción de la red vial de una zona geográfica en específico (en este caso del Distrito Federal de México), de manera que funciona como fuente de datos geospaciales para el servidor de mapas. Este servidor de mapas permite crear y renderizar imágenes con zonas geográficas digitales para su consulta y visualización en la Interfaz Gráfica de Usuario y así mismo manipular esta información para ser enviada, interpretada y trabajada por el simulador.

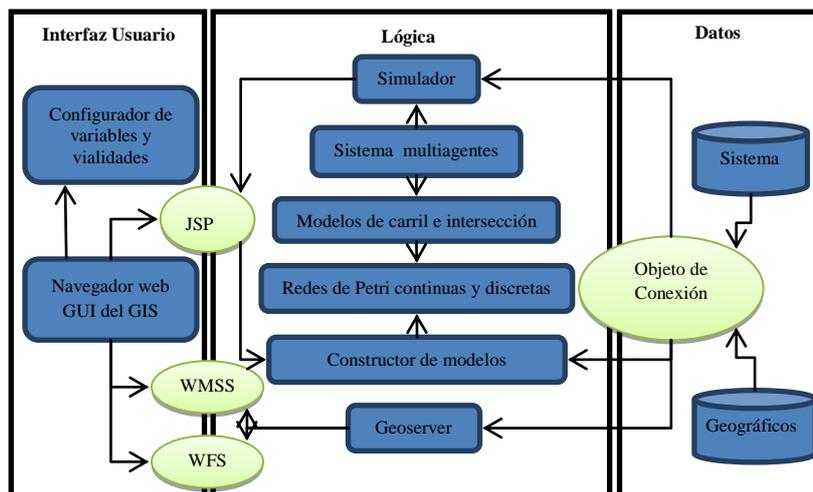


Fig. 2. Arquitectura del Sistema.

4 Resultados

En primera instancia se creó un software secundario optimizador en base a algoritmos evolutivos, que al acoplarse al módulo de optimización de la herramienta se obtuvo en promedio un 35 % de mejora máxima del flujo vehicular.

El proceso de comprobación de los resultados del sistema se realizó a través de un conjunto de cinco pruebas, en las cuales se compararon tanto las características funcionales de la aplicación como el comportamiento lógico de la simulación con respecto a la información teórica contenida en la tesis [11], el trabajo anteriormente citado se eligió como referencia debido a las similitudes en el enfoque de la simulación. A continuación se describe sólo la 005, para mayor referencia sobre las demás pruebas consulte el reporte original del proyecto [10].

Prueba.005: Verificación y comprobación de resultados con respecto a una simulación cuyo resultado es conocido y válido. *Sitio:* SO. Ubuntu 11.04, 4 GB RAM, 8 núcleos. *Condiciones Iniciales:* Se ha configurado el sistema de acuerdo a la verificación de la tesis [11]. La prueba consiste en programar el modelo de la intersección I_k y verificar que la simulación se comporte con un margen de error máximo del 10 % de acuerdo a los datos de referencia, en la figura 3 se puede observar una imagen con la representación gráfica de dicha intersección.



Fig. 3. Representación de la zona geográfica de la simulación.

Los datos con los que inicia la simulación fueron extraídos de la tesis [11] provenientes del Departamento de vialidad de la alcaldía de Mérida Venezuela y son los siguientes:

- El horario de la simulación planteada es de 7:30 a 8:30 de la mañana.
- El flujo mínimo es de 1630 vehículos, el flujo máximo es de 3120 vehículos

En la figura 4 se observa una captura de pantalla de la intersección creada en nuestra herramienta, las flechas verdes indican el sentido de circulación de las calles, las naranjas indican que en esas calles se inyectará el flujo vehicular, y las líneas moradas resaltan las calles que se involucrarán en la simulación.

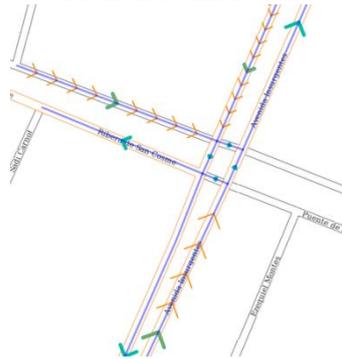


Fig. 4. Imagen que muestra a la intersección I_k modelada en nuestro sistema.

Finalmente en la segunda columna de la tabla 1 se indican los resultados de la prueba de la tesis [11] comparados con los resultados de la simulación hecha por nuestra herramienta presentes en la tercera columna.

Tabla 1. Comparación de resultados de la prueba de referencia contra los del presente trabajo

Característica	Tesis Ref.	Simulador de planes
Total de vehículos generados	3289	3220
Número de autos que cruzan un carril	1803	1855
Número de autos que esperan ser atendidos	1486	1365
Norte de Ac. Campo Elías descarga	1042	1032
Norte de Ac Campo Elías entrada	223	243
Av. 5 Zerpa Descarga	773	793
Av. 5 Zerpa Entrada	140	127
Av. Tulio cordero Entrada	304	319
Av. Tulio Cordero Salida	766	786

Como se puede observar, los datos obtenidos por el simulador de planes para el control de flujo vehicular tienen hasta un 95 por ciento de similitud, por lo que se puede asumir que la prueba es correcta.

5 Conclusiones

La herramienta construida es de gran apoyo al ingeniero de tránsito en la tarea de distribuir el flujo vehicular en la Ciudad de México, pues le permite realizar en 85% menos tiempo la creación, modificación y verificación de planes de control que hoy en día se realiza de manera manual, de la misma manera se evitan cerca del 90% de las implementaciones potencialmente fallidas, minimizando así las pérdidas económicas (recursos humanos, materiales y de tiempo), para finalmente beneficiar a la población que se transporta en automóviles y autobuses al reducir sus tiempos de traslado.

Finalmente concluimos que el sistema es correcto y funcional de acuerdo a los datos que se recopilaron de los resultados de las pruebas realizadas, comparados con los datos de la investigación teórica, principalmente en el manejo del flujo vehicular, las intersecciones y los resultados de la simulación.

Referencias

1. Nicholas J. Garber y Lester A. Hoel “Multiscale Modelling and Simulation”, Editorial Cengage Learning, Mexico D.F., Capitulo 6 2005, pp 175-250.
2. Luis R.; Galán, José M.; Santos, José I.; del Olmo, Ricardo. “Modelado de sistemas complejos mediante simulación basada en agentes y mediante dinámica de sistemas” Empiria. Revista de Metodología de Ciencias Sociales. Vol. 16. 2008,pp. 85112.
3. Gómez, M. y Barredo, J.I. “Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio”. Editorial Ra-ma. Madrid, España,2005, pp40-50
4. S. P. Hoogendoorn y P. H. L. Bovy, “State-of-the-Art of Vehicular Traffic Flow Modeling.” Proc. Inst. Mech. Engrs. Parte I. 215 ,2001,pp 283-305.
5. Stephen P., Grew Gelman , “Simulations Statics Foundations and Methods”, Editorial Academic Press, 1998
6. Laureano F. Escuden Edidewt, “Aplicaciones de la Teoría de Colas”. Editorial DeustoBilbao España, 1972.
7. “GWT OpenLayers”, Disponible: <http://www.ohloh.net/p/gwt-openlayers>
8. “OpenStreetMaps Elements”, Disponible: <http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Elements>
9. Hazzard Erik. “OpenLayers 2.10 Beginners Guide”. Editorial Packt Publishing Ltd., Birmingham, UK. 2011.
10. Vega-Hernández J. Villanueva-Pastor A. (2011). *Simulador de Planes para el Control del Flujo Vehicular*. (Tesis inédita de pregrado). Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional, México, D.F.
11. Camacho J (2008). *Estudio del uso del sistema multiagentes para el modelado del tráfico de autos*. (Tesis inédita de pregrado). Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
12. Di Febraro, A.. Optimization of Manufacturing Systems Modeled by Timed Petri Nets, Proceedings of Sixth International Workshop on Discrete Event systems, IEEE 2002.
13. “OpenGIS Web Feature Service (WFS) Implementation Specification”, Disponible: <http://www.opengeospatial.org/standards/wfs/>.
14. “OpenGIS Web Map Service (WMS) Implementation Specification”, Disponible: <http://www.opengeospatial.org/standards/wms/>.

Predicción de la calidad del aire de la Ciudad de México basado en minería de datos

Nahun Loya¹, Hortensia Reyes², Yuridiana Alemán¹ y Helena Gómez-Adorno¹

¹ Facultad de Ciencias de la Computación, ² Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas,
^{1,2} Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

72180 Puebla, México.

nahun.loya@gmail.com, hreyes@fcfm.buap.mx, yuridiana.aleman@gmail.com,
helena.adorno@gmail.com

(Paper received on August 10, 2012, accepted on August 24, 2012)

Resumen. En el presente artículo se hace una revisión de los principales algoritmos de clasificación supervisada, con el objetivo de encontrar modelos para pronosticar los niveles de calidad del aire en base a un conjunto de atributos (4 químicos y 4 atmosféricos), se usan los datos del Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México (SIMAT) correspondientes a las mediciones horarias de los años 2010 a 2011 considerando las estaciones meteorológicas: Pedregal, Tlalnepantla y Xalostoc. Los modelos obtenidos son usados para predecir la calidad del aire, éstos tienen una precisión de hasta 92.14%.

Palabras clave: Árboles de decisión, C4.5, Pronóstico de la calidad del aire, SIMAT, Redes neuronales, Decision Stump, Random Trees, Random Forest, ozono.

1 Introducción

Las grandes ciudades como Los Ángeles, Tokio, Moscú y la Ciudad de México presentan problemas de contaminación ambiental, éstas monitorean la calidad del aire en la tropósfera con el objetivo de documentar el problema de ozono y medir el progreso de la reducción de concentraciones emitidas por los habitantes [1].

El ozono es una molécula que está compuesta por tres átomos de oxígeno. En la tropósfera terrestre es un poderoso oxidante que reacciona rápidamente con otros compuestos químicos. El ozono penetra a través de las membranas celulares causando efectos nocivos en la salud. Cuando una persona se expone a altas concentraciones sufre trastornos en el tracto respiratorio. Estudios epidemiológicos han encontrado asociaciones entre los niveles diarios de ozono y la mortalidad.

Es importante encontrar formas de documentar, analizar, modelar y pronosticar el fenómeno de la contaminación.

El objetivo de este trabajo es encontrar modelos en base al entrenamiento de diferentes clasificadores supervisados incorporando datos de atributos tanto químicos

como atmosféricos, que son considerados predictores de niveles de la calidad del aire (en particular con respecto a ozono) [2].

A continuación se muestran distintos modelos propuestos en la literatura que estudian el fenómeno de la contaminación atmosférica.

2 Trabajo Relacionado

Se han realizado diversos estudios para inferir niveles de contaminación en el campo de la estadística tradicional y para predecir en el campo de los árboles de decisión y otros clasificadores. Por ejemplo Seinfeld [2] realiza un estudio que mide las tendencias de ozono usando los valores máximos diarios para estimar tendencias del mismo.

En México existen trabajos relacionados para evaluar la contaminación en particular por ozono [3], [4] y [5], ellos intentan predecir las áreas con mayor riesgo para los habitantes de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), mostrando tendencias de comparaciones entre algunas ciudades.

Barai [6], presenta una red neuronal para predecir la calidad del aire, ellos consideran un número limitado de datos y utilizan diferentes modelos de redes neuronales para pronosticar los valores de la calidad del aire.

Zvyagintsev [7], muestra dos métodos sintónicos estadísticos para predecir los máximos diarios que se originan en la superficie en base atributos meteorológicos haciendo uso de los datos de la capital rusa Moscú. Zvyaginsev concluye que los mejores atributos para realizar la predicción son: el tiempo, la temperatura y la humedad relativa.

Cortina-Januchs [8], usa los datos de partículas menores a 10 microgramos (PM10) de la ciudad de Salamanca, México, con el objetivo de crear un sistema de alarma para predecir las concentraciones en dicha ciudad. Usan los modelos de redes neuronales y consideran otros atributos como: dirección del viento, temperatura y humedad relativa.

Loya [9], usa procesos de Procesos de Poisson No-Homogéneos con el objetivo de modelar el fenómeno de la contaminación por ozono de la Ciudad de México, como resultado se obtienen cinco modelos diferentes para cinco estaciones meteorológicas: Pedregal, Plateros, Tlalnepantla, Merced y Xalostoc.

A continuación se explican las características de la zona que es objeto de la presente investigación.

3 Caso de estudio

La ZMVM se encuentra ubicada en una cuenca que restringe la libre circulación del viento sin permitir una buena ventilación, tiene un parque vehicular cercano a los 4 millones de vehículos, donde operan aproximadamente 30,000 industrias [10].

Para desarrollar este estudio se usa el conjunto de datos del subsistema Red de Monitoreo Automática (RAMA) y la Red de Meteorología y Radiación Solar (REDMET) considerando las mediciones horarias del periodo Enero 2010 a Diciembre de 2011, se toman en cuenta tres estaciones meteorológicas: Pedregal, Tlalnepantla y Xalostoc debido a que en estas se tienen datos confiables que han sido validados por diversos organismos.

En la Tabla 1 se muestra los atributos considerados en el estudio, junto con su abreviatura, los niveles máximos permitidos para cada contaminante según la Norma Oficial Mexicana (NOM-1993) [11] y la unidad de medida de cada atributo.

Tabla 1. Atributos químicos y atmosféricos considerados en el estudio.

Atributo químico/ atmosférico	Valor máximo permitido según NOM-1993	Unidad de Medida
Ozono (O ₃)	0.11ppm	Partículas por millón
Monóxido de carbono (CO)	11 ppm	Partículas por millón
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	0.21ppm	Partículas por millón
Dióxido de azufre (SO ₂)	0.13ppm	Partículas por millón
Temperatura (TMP)		Grados Celsius
Humedad Relativa (HR)		Porcentaje (%)
Velocidad del viento (WSP)		Metros sobre segundo (m/s)
Dirección del viento (WDR)		Grados Norte

Se aplican técnicas de minería de datos con el objeto de obtener un conjunto robusto y por lo tanto susceptible de aplicar algoritmos de clasificación, haciendo uso de la herramienta Weka [12]. El preprocesamiento de los datos es mostrado en la siguiente sección.

4 Pre-procesamiento de datos

Se realiza una integración de datos en donde se mezclan diferentes conjuntos de los mismos correspondientes al SIMAT, a continuación se muestra dicha integración.

4.1 Integración de datos

Las bases de datos iniciales contienen información que no es relevante para este estudio, por consiguiente se lleva a cabo un filtrado de la información que es importante y se realiza una integración de los datos, que son útiles dado que se toman de diversas fuentes, en este caso de al menos dos bases de datos diferentes. En particular se conservan los atributos: CO, NO₂, SO₂, TMP, RH, WDR, WSP y la

HORA. Se descartan datos de otras estaciones meteorológicas y otro tipo de atributos como: partículas menores a 10 microgramos, radiación solar y precipitación fluvial. Como se usa una clasificación supervisada se estiman las clases en base a los intervalos estudiados en la NOM-1993, los cuales se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Rangos de concentración para la asignación de clases.

Intervalo O ₃	Clase	Clase de la calidad del aire
0.000-0.055	Verde	Buena
0.056-0.110	Amarillo	Regular
0.111-0.165	Naranja	Mala
0.166-0.220	Rojo	Muy Mala
>0.220	Morado	Altamente Mala

4.2 Limpieza de los datos y valores perdidos

Aunque es bien sabido que los clasificadores que se usan pueden trabajar con ruido y valores perdidos, se desarrolla una estimación para aproximar estos últimos. Suponiendo que el valor perdido es V_n , se puede realizar una estimación obteniendo un promedio en base al valor V_{n-1} y V_{n+1} .

4.3 Selección de atributos

Para esta tarea se utiliza “ChiSquaredAttributeEval” definido en el paquete Weka, el cual evalúa el valor de un atributo calculando el valor del estadístico chi-cuadrado. Los resultados son mostrados en la Tabla 3 y pueden ser interpretados de la siguiente manera: el atributo más significativo es el atributo que tenga el valor más cercano a 1, en consecuencia el atributo menos relacionado, es el más alejado de 1. Como resultado se observa que los atributos que teóricamente aportan más información y mejoran la precisión de los clasificadores son: CO, NO₂, SO₂, TMP, RH y la HORA. Por lo tanto se descarta los atributos WDR y WSP.

Tabla 3. Valores para la selección de atributos.

Atributo	PEDREGAL	TLALNEPANTLA	XALOSTOC
HORA	3.8+0.4	3.2+0.7	3.3+0.4
CO	3.1+0.5	2.9+0.9	2.0+0.0
NO ₂	5.9+0.3	3.7+1.3	6.1+0.8
SO ₂	2.1+0.3	4.8+1.6	6.5+2.2
TMP	1.0+0.0	1.0+0.0	1.0+0.0
RH	5.1+0.3	5.6+0.4	5.0+0.6
WDR	7.6+0.4	7.9+0.3	7.3+0.4
WSP	7.4+0.4	6.9+0.3	4.8+0.7

A continuación, se discute como se obtiene una muestra aleatoria estratificada.

4.4 Muestra aleatoria estratificada y desbalanceo de clases

Se obtiene un muestreo estratificado de los datos, donde los estratos son las estaciones del año (primavera, verano, otoño e invierno). Para asegurar que las clases sean significativas se observan dos muestras adicionales, las cuales tienen el mismo comportamiento en lo que respecta a la cantidad de instancias correctamente clasificadas.

4.5. Clasificadores utilizados

Los clasificadores usados son los estudiados en [13]:

- *Arboles C4.5*: Se basa en la construcción del árbol de decisión a partir de un grupo de datos de entrenamiento usando el concepto de entropía de la información [14].
- *Decisión Stump*: Es un modelo de aprendizaje automático que consiste de un árbol de decisión en un nivel, es decir un árbol de decisión con un nodo el cual está inmediatamente conectado a sus nodos terminales u hojas. La predicción se realiza basándose en el valor de únicamente una característica [15].
- *Naïve Bayes*: Es un clasificador con asignación de probabilidades, en particular en el teorema de Bayes, se suele suponer independencia en las variables predictoras [16].
- *Random Trees*: Es un clasificador basado en la teoría de grafos, donde se tiene un grafo dirigido, en el cual para un vértice raíz U y cualquier otro vértice V , existe exactamente un único camino de U a V . Este algoritmo considera un proceso estocástico para realizar la clasificación [17].
- *Random Forest*: Agrupa diversos árboles de clasificación, para catalogar un nuevo objeto de un vector de entrada. Cada árbol proporciona una clasificación y vota por la clase a la cual pertenece el nuevo objeto. El bosque de árboles realiza la clasificación tomando en cuenta la mayoría de votos del nuevo objeto [17].
- *Multilayer Perceptron*: Es una red neuronal, tiene una capa de entrada, una o más capas ocultas y una capa de salida. Generalmente usa el algoritmo de backpropagation para su entrenamiento que es basado en el ajuste de pesos [18].

A continuación se muestra los resultados obtenidos.

5 Resultados

Inicialmente se considera un conjunto de 420,800 datos, posteriormente para cada estación meteorológica se tiene una muestra estratificada de 14,000 instancias obtenida en base a la fase de preprocesamiento, las muestras son utilizadas para realizar el entrenamiento de los modelos, para verificar se usa validación cruzada de 10 pliegues.

Los atributos seleccionados para realizar la clasificación son: CO, NO₂, SO₂, TMP, HR, HORA, y CLASE. El modelo de predicción usado está basado en las observaciones de los niveles de los atributos químicos y atmosféricos elegidos a partir de la selección de los mismos, es decir si se desea predecir la calidad del aire en la hora n del día. Los clasificadores deben ser capaces de: observar el comportamiento de los demás atributos en ese instante de tiempo, aproximar un valor de ozono y pronosticar en base al modelo obtenido la calidad del aire como: Buena, Regular, Mala, Muy mala y Extremadamente Mala.

En la Tabla 4 se muestra el porcentaje de instancias correctamente clasificadas (CCI, por sus siglas en Inglés) de los clasificadores estudiados. Después de probar diferentes configuraciones para cada clasificador, los parámetros con mejor nivel de precisión son los siguientes:

- C4.5: Confidence factor=0.05, MinNumObj=2, seed=1, NumFolds=3, Poda=Falso
- DecisionStump y Naive Bayes: Valores por default.
- RandomTree: K-value= 0 MinObjects =1.0 , Seed= 1
- RandomForest: -Num trees=50 -Num features= 0 -S 1 -depth 10 -num-slots 1
- MultilayerPerceptron: 1 Layer, 500 epochs training y 8 neurons by layer.

Tabla 4. Niveles de precisión globales por clasificador, en la primera columna se tiene el clasificador usado, en la segunda, tercera y cuarta se muestra en porcentaje, la cantidad de CCI para cada estación meteorológica estudiada. Se muestra mediante el sombreado el clasificador con el cual se obtuvieron los mejores resultados.

Clasificador	PED	TLA	XAL
C4.5	91.20	82.49	91.40
Decision Stump	73.91	62.36	81.44
Random Tree	88.30	80.86	89.45
Random Forest	92.14	85.37	92.23
Naïve Bayes	85.83	74.40	82.37
Multilayer Perceptron	88.71	84.94	88.28

Se puede observar que el mejor modelo para las tres estaciones meteorológicas está dado por el clasificador basado en árboles *Random Forest*. Para todas las estaciones meteorológicas se observa que la mayoría de los clasificadores supervisados muestran una buena precisión al categorizar los niveles de contaminación.

Por otra parte en conjunto, los árboles de decisión *C4.5* y *Random Forest* presentan un mejor comportamiento que los clasificadores basados en probabilidad como *Naïve Bayes* y redes neuronales como *Multilayer Perceptron*.

En la Tabla 4 se puede observar que la precisión para cada estación meteorológica está en el intervalo [73.91-92.14] para el caso de Pedregal, [62.36-85.37] Tlalnepantla y [81.44 – 92.23] para Xalostoc. Se observa que la clase con mejor precisión es “Verde” o “Buena” debido a que los datos de entrenamiento en esa clase son claramente identificables a diferencia del resto de clases en las cuales los valores límite son más estrechos.

6. Conclusiones y trabajo futuro

La implementación realizada para estimar la calidad del aire con respecto a ozono, puede ser usada como herramienta para la toma de decisiones, planeación y evaluación de la calidad del aire, inclusive para informar a las personas acerca de alguna emergencia. En este documento son mostrados modelos para el pronóstico de la calidad del aire basados en el entrenamiento de clasificadores supervisados, considerando los datos de atributos químicos y atmosféricos del SIMAT de la Ciudad de México.

Este trabajo será presentado a las autoridades del SIMAT, ya que puede ser de gran ayuda en la prevención de diversos fenómenos que se originan a raíz de la contaminación ambiental subyacente en la Ciudad de México.

Finalmente como trabajo futuro se pretende investigar acerca de otras variables químicas que pueden influir substancialmente en los niveles de ozono, por ejemplo partículas menores a 10 microgramos, precipitación fluvial, inclusive es necesario integrar otros factores como las emisiones de ceniza volcánica del Popocatepetl ubicado en las cercanías de la Ciudad de México. También se pretende extender la clasificación considerando un mayor número de estaciones meteorológicas, así como la de otros estados de la República Mexicana.

Referencias

1. Reyes, H., Vaquera, H., or, J.V.: Estimate of tendencies in high levels of urban ozone using the quantiles of the distribution of generalized extreme values 21, 470-481. (2010).
2. Seinfeld, J.: Committee on tropospheric ozone formation and measurement; Board on Environmente Studies and Toxicology; Board on Atmospheric Sciences and Climate;

- Commission on Geosciences, Environment and Resources; National Re-search Council, Rethinking the on ozone problem in urban and regional air Pollution. National Academic Press, Washington (1991).
3. Molina, M., L., M.: The impacts of magacities on air pollution, environmental aspects of urbanization, Goteborg Sweden (2004).
 4. Aguirre E., A.A.L.B.: A system for forecast of the maximun ozone levels. *Atmospheric Environment* 38 4689-4699, (2004).
 5. I.N.E.G.I.: Estadísticas del Medio Ambiente. Semarnap, México (1999).
 6. Barai, S., Dikshit, A., Sharma, S.: Neural network models for air quality prediction: A comparative study. In Saad, A., Dahal, K., Sarfraz, M., Roy, R., eds.: *Soft Computing in Industrial Applications. Volume 39 of Advances in Soft Computing.* Springer Berlin / Heidelberg 290- 305, (2007).
 7. Zvyagintsev A.: Statistical forecast of surface ozone concentration in Moscow, *Russian Meteorology and Hydrology*, Allerton Press, Inc. distributed exclusively by Springer Science+Business Media LLC, 499-506, (2008).
 8. Cortina-Januchs M.G., Barrón-Adame J.M., Vega-Corona A., Andina D.: Pollution Alarm System in Mexico, *Proceeding IWANN '09 Proceedings of the 10th International Work-Conference on Artificial Neural Networks: Part I: Bio-Inspired Systems: Computational and Ambient Intelligence*, 1336-1343, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg (2009).
 9. Loya N.: Modelación de fenómenos atmosféricos usando procesos de Poisson no-homogéneos. Tesis de Licenciatura, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, (2008).
 10. Gobierno del Distrito Federal, Sistema de monitoreo atmosférico, Online Acceso 15 de enero de 2012. <http://www.sma.df.gob.mx/simat/>
 11. Norma Oficial Mexicana (NOM-1993), disponible en la página oficial del SMA: http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/anterior_NOM-020-SSA1-1993.pdf
 12. Hall M., Frank E., Holmes G., Pfahringer B., Reutemann P., Witten I.H.: *The WEKA Data Mining Software: An Update*; SIGKDD Explorations, Volume 11, Issue 1. (2009).
 13. Mitchell, T.M.: *Machine Learning*. 1 edn. McGraw-Hill, Inc., New York, NY, USA (1997).
 14. Quinlan J.: *Programs for machine learning*, Morgan Kaufmann Publishers, (1993).
 15. Iba Ai A., Langley P.: Induction of One-Level Decision Trees, *Proceedings of the Ninth International Conference on Machine Learning*, Morgan Kaufmann, 233-240 (1992).
 16. John G., Langley P.: Estimating Continuous Distributions in Bayesian Classifiers. In: *Eleventh Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence*, San Mateo, 338-345, 1995.
 17. Breiman L.: *Random Forests*. *Machine Learning*. 5-32. (2001).
 18. McCulloch W., Pitts W.: A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity, *Bulletin of Mathematical Biology*, Vol. 5, No. 4 115-133, (1993).

Sistema de Información para el Transporte Público de la Zona Metropolitana Colima - Villa de Álvarez

Jesús Verduzco, Mauricio Jiménez, Marlene Maciel, Daniel Esquivel,
José Espinoza y Luis Espinoza

Instituto Tecnológico de Colima

averduzco@itcolima.edu.mx; {el_ma0, mar106ale}@hotmail.com
{desquivel91, trinoeg8, styckmaknx226}@gmail.com
(Paper received on August 10, 2012, accepted on August 24, 2012)

Resumen En este documento se presenta una propuesta de solución a la problemática de la falta de información que experimentan los usuarios del sistema de transporte público de la zona metropolitana Colima-Villa de Álvarez. La propuesta consiste en un sistema de información nombrado SITPC, constituido por cuatro módulos: un sistema de información que contiene las rutas, horarios y ubicación de las estaciones de la red del transporte público, un sitio web que pone a disposición de los usuarios del transporte esta información, una aplicación móvil con realidad aumentada para orientar al usuario en la búsqueda de estaciones y un tablero electrónico para mostrar información en el interior de las unidades de transporte.

Palabras Clave sistemas de información, transporte público, aplicaciones móviles.

1. Introducción

El sistema de transporte público de cualquier ciudad en el mundo representa la columna vertebral de la movilidad ciudadana para actividades económicas, sociales, recreativas y educativas, entre otras.

La diferencia del Sistema de Transporte Público entre una ciudad de primer mundo y otra en un país en vías de desarrollo, es la calidad del servicio. En el primer caso, los usuarios tienen a su disposición mapas y horarios que se apegan con exactitud a los tiempos y movimientos entre los destinos que cubren las rutas de autobuses de pasajeros en zonas urbanas. En el segundo, los usuarios tienen que adivinar a qué hora, por dónde y hacia donde corren las rutas de pasajeros; el común denominador es que no hay información, no hay mapas, no hay horarios y en la mayoría de los casos ni siquiera hay señalización que ubique las paradas de los autobuses.

La zona metropolitana Colima – Villa de Álvarez, en el estado de Colima (ver figura 1), tiene una población de 267 mil personas y se integra por dos municipios: Colima, que es la capital del estado, con aproximadamente 147 mil habitantes, y Villa de Álvarez, municipio conurbado en el que habitan alrededor de 120 mil personas [1].

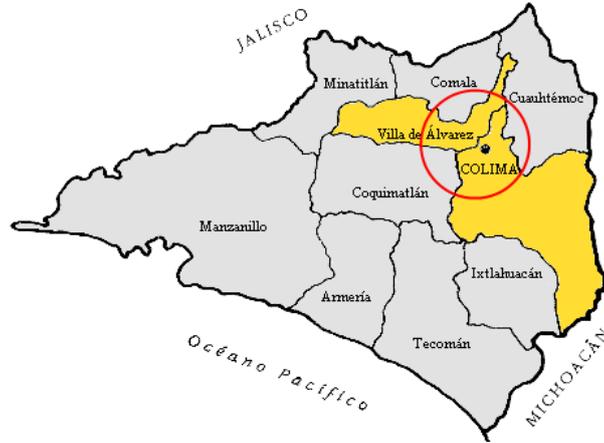


Fig. 1 Zona metropolitana Colima – Villa de Álvarez. Imagen tomada de la biblioteca digital del ILCE [2].

La zona metropolitana Colima-Villa de Álvarez cuenta con un numeroso padrón de vehículos, de acuerdo al INEGI en 2010 existían 114,770 registrados [3]. La relación de automóviles por cada 1000 habitantes se encuentra por encima de ciudades como Barcelona y Tokio [4], como se muestra en la figura 2. Por lo que esta zona experimenta una problemática similar a la que enfrentan actualmente las grandes áreas metropolitanas, como Los Ángeles o Londres, que ya tienen graves problemas de congestión y contaminación por su alto número de vehículos.

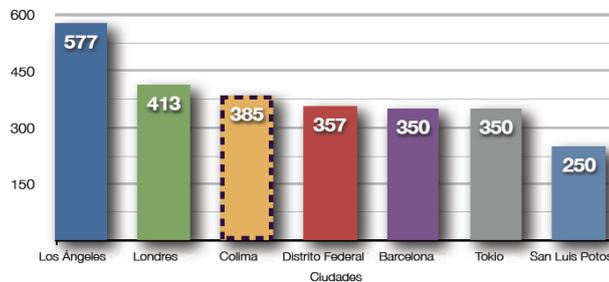


Fig. 2 Número de vehículos particulares por cada 1000 habitantes en áreas metropolitanas. Fuente: IPCO [4]

De acuerdo a información proporcionada por el Instituto de Planeación para el Municipio de Colima (IPCO) [4], en los últimos años el parque vehicular ha mostrado un crecimiento de aproximadamente 9% anual (ver figura 3) y de seguir esa tendencia, se prevén problemas similares a los de las grandes metrópolis, lo cual dificultará la movilidad urbana.

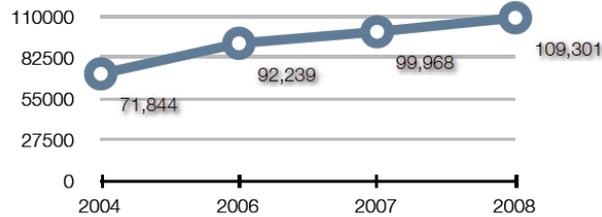


Fig. 3 Gráfica del crecimiento anual del parque vehicular en Colima. Fuente: IPCO [4]

Con respecto al transporte público, la Dirección General del Transporte y de la Seguridad Vial del estado de Colima señala que en la zona conurbada Colima-Villa de Álvarez circulan oficialmente, en el 2012, 25 rutas con 224 unidades, que pertenecen a las empresas concesionarias SOCACOVA con 98 unidades, SINTRA con 70 unidades y Sistema Único con 56 unidades. Adicionalmente, circulan tres unidades especiales para personas con capacidades diferentes que están a cargo del gobierno del estado [5].

La realidad en las diferentes ciudades de la República Mexicana es que por costumbre, por circunstancia o por necesidad, en su gran mayoría los usuarios del transporte público son los que no tienen automóvil propio, mientras que en las grandes ciudades del primer mundo, aún quienes poseen automóvil prefieren usar el transporte público, porque es cómodo, confiable y les resulta más conveniente a los usuarios. Hay otras diferencias, como la calidad del servicio, la modernidad de las unidades, la cantidad de usuarios y otros factores importantes, pero no serán abordados en este artículo.

La aspiración de las autoridades gubernamentales y de los usuarios del transporte público de cualquier ciudad es contar con un transporte público eficiente, que represente una real alternativa al uso del automóvil, ya que ello conlleva a varios beneficios, entre otros; una reducción significativa de los problemas de congestión vial y de contaminación; ahorro en el consumo de combustibles, menor presión a espacios públicos y privados para estacionamiento; también desahoga los puntos de mayor atracción turística, o de gran afluencia por actividades deportivas, de esparcimiento o con fines recreativos, como es el caso de eventos especiales y ferias, pero sobre todo, propicia una mayor convivencia social entre los usuarios que redundan en una ciudad más habitable.

En nuestro país, en las grandes urbes como el Distrito Federal, Guadalajara y Monterrey, existen mapas impresos y digitales de la red del Metro, Metrobus y algunas rutas urbanas. Desafortunadamente, en la mayoría de las ciudades del interior del país se carece de información que facilite el conocimiento, acceso y uso de la red del sistema de transporte público. El ciudadano, sea local, visitante nacional o extranjero, quisiera poder tener a su alcance un tablero, un mapa, o una página Web que muestre con claridad los detalles del sistema de transporte público, tales como información de las rutas, horarios y secuencias de paso de las unidades por cada estación, los tiempos estimados de las rutas, etc. Esta información tan necesaria para el usuario del transporte público, no existe en muchas ciudades.

La zona metropolitana Colima-Villa de Álvarez no escapa a este problema de falta de información. Actualmente existen algunas páginas web como *Localizanet.com* [6],

Buscaturuta.com [7] o incluso una sección en la página de la *Federación de Estudiantes Colimenses* (FEC) [8] pero lamentablemente éstas no cuentan con información actualizada y completa sobre rutas, horarios, tarifas y otros servicios. Principalmente por esta razón, en nuestro proyecto elegimos esta zona para elaborar un estudio que nos permita proponer un sistema de información que motive y facilite el uso del transporte público.

2. Desarrollo de la propuesta

Con el objetivo de solucionar la problemática antes descrita y para validar la factibilidad de nuestra idea, desarrollamos un prototipo a escala reducida del Sistema de Información para el Transporte Público de Colima (SITPC). Dicha propuesta se describe en cinco etapas:

2.1 Definición de rutas y estaciones

En la primera etapa del proyecto, se seleccionaron cinco rutas de transporte público y se registraron todas las estaciones o paraderos de cada una de ellas. A cada estación se le asignó un nombre con la finalidad de que el usuario pueda identificarlas fácilmente. Así mismo, se elaboraron los mapas de las rutas que pasan por cada estación, así como el mapa general de la red de rutas. Esta información será colocada impresa en cada estación para que el usuario pueda conocer las rutas y los detalles de los recorridos de cada una de ellas.

a. Registro de horarios

La segunda etapa consistió en definir los horarios de cada una de las rutas y colocarlos impresos en cada estación. Para este fin, se midieron los tiempos de llegada y la frecuencia de arribo de cada autobús en las estaciones, así como el tiempo total de recorrido de cada una de las rutas.

Para organizar los horarios con relación a la afluencia de usuarios. Se designaron cuatro periodos a los cuales se les asignó un color para facilitar su identificación.

- *Periodo azul*: de lunes a viernes durante temporada escolar. Es el periodo donde se utiliza el 100% de las unidades [9] ya que registra una mayor demanda debido a la gran cantidad de estudiantes y trabajadores que utilizan servicio de transporte público y se rige de acuerdo al calendario de la SEP tomando en cuenta los ciclos escolares (Enero – Junio y Agosto – Diciembre).
- *Periodo verde*: abarca de lunes a viernes durante el periodo vacacional y cubre los meses de Enero, Abril, Julio y Diciembre. En este periodo disminuye un 20% el número de unidades debido a que se registra una menor demanda en el servicio [9].
- *Periodo naranja*: especifica los horarios del transporte público los días sábados donde se utiliza el 80% de las unidades [9].
- *Periodo morado*: incluye los domingos y días festivos. Estos son los días con menor actividad en el servicio de transporte público ya que sólo circulan el 50% de las unidades [9].

b. Implementación de la página web SITPC

La finalidad de la tercera etapa consistió en poner a disposición de un mayor número de usuarios la información del transporte público, considerando por ejemplo un visitante que quisiera utilizarlo. Para este fin, se implementó un sitio web que concentra la información recabada del transporte público. Se incluyen horarios, mapas interactivos y datos complementarios sobre las trayectorias de las distintas rutas, que pueden consultarse mediante Internet. La figura 4 muestra una captura de pantalla del sitio web SITPC, que puede ser consultada en: <http://posgrado.itcolima.edu.mx/sitpc/>



Fig. 4 Página principal del sitio web "SITPC".

La página web cuenta con seis secciones: *Rutas*, *Horarios*, *Tarifas*, *Mapa de Rutas*, *Buen Viaje* y *Noticias*.

En la sección de *Rutas* se pueden observar los sitios más representativos de la ciudad por los que pasa cada ruta, así como el tiempo total de recorrido de cada una de ellas y su frecuencia de llegada a cada estación o paradero.

La sección *Horarios* muestra a detalle la relación de estaciones que siguen las unidades del transporte público y la hora de llegada, estructuradas en cuatro periodos, tal como se especificó en la sección 2.2.

La sección *Tarifas* presenta las tarifas que se manejan para los usuarios en general del transporte público, así como los descuentos a estudiantes y personas de la tercera edad.

En la sección *Mapa de Rutas* se encuentra disponible un mapa interactivo en el que se muestra el recorrido de cada ruta. Cada trayecto se identifica con un número y color distinto, además es posible ubicar cada estación en su recorrido. Los usuarios podrán descargar estos mapas en formato pdf para consulta o impresión (ver figura 5).



Fig. 5 Vista de la sección Mapa de Rutas en el sitio web "SITPC."

Una sección importante es la de *Buen Viaje*, en la que el usuario puede encontrar algunos consejos útiles para generar una cultura de buenas prácticas en el transporte urbano, por ejemplo, viajar más cómodamente, respetar los asientos destinados a personas de la tercera edad, discapacitados y mujeres embarazadas, así como, desplazarse con mayor seguridad dentro del sistema de transporte público.

Finalmente, en la sección de *Noticias* se presenta a los usuarios información importante sobre el sistema de transporte público, tales como: la eventual suspensión del servicio, modificaciones en las rutas, avisos sobre cambios de horario o inicio de periodos vacacionales, entre otros. Otra ventaja del sitio web es que puede ser consultada desde cualquier dispositivo móvil que cuente con una conexión a internet ya que está diseñada para adaptarse a distintas resoluciones de pantalla, como se muestra en la figura 6.



Fig. 6 Fotografía tomada a un dispositivo móvil mostrando el sitio web SITPC.

2.2 Aplicación móvil

En la cuarta etapa se desarrolló una aplicación móvil, que permite al usuario llevar consigo la información antes mencionada, tomando como referencia que una

gran parte de la población joven, sobretodo la población estudiantil, está asociada al uso de los dispositivos móviles, representando un porcentaje importante de usuarios del transporte público.

Además se prevé complementar la aplicación móvil, desarrollando un módulo que permita mostrar a los usuarios poseedores de dispositivos móviles equipados con cámara y cliente GPS, información sobre su ubicación geográfica y las estaciones más cercanas a través de la realidad aumentada. Una vista del prototipo se muestra en la figura 7.



Fig. 7 Módulo de aplicación móvil de realidad aumentada del SITPC.

Otro servicio relacionado al uso de dispositivos móviles que se planea incorporar, es el envío de información por SMS. Utilizando este servicio, el usuario podrá enviar peticiones de información sobre rutas del transporte público así como horarios de llegada y estaciones más cercanas, recibiendo como respuesta estos datos en su teléfono celular.

2.3 Tablero electrónico

Con el objetivo de proporcionar información del recorrido de la ruta a los usuarios que viajan en una unidad del transporte público. En la quinta etapa, se creó un tablero electrónico que será colocado dentro de las unidades. En él se muestra la trayectoria que sigue la ruta de transporte. Así mismo, se indican las estaciones por las que pasa la unidad.

El tablero cuenta con un sistema de alertas tanto visuales como auditivas que emite señales que avisan a los pasajeros el nombre de la estación. Este formato de información es incluyente, ya que también favorece a las personas con discapacidad visual o auditiva, para que puedan conocer el recorrido de la ruta de transporte. El prototipo se muestra en la figura 8.



Fig. 8 Prototipo de tablero electrónico de información de SITPC.

3. Conclusiones

Este documento describe la primera fase en la implementación del sistema de información para usuarios del transporte público en el estado de Colima. El objetivo de este sistema es proporcionar información detallada a los usuarios del sistema de transporte público para que lo puedan utilizar de manera simple y eficaz.

Con este sistema los usuarios del transporte público dispondrán de la información suficiente para ubicar las rutas y estaciones a utilizar para llegar a su destino, así como los horarios de cada una de ellas. Se incluye información auditiva y visual al interior de las unidades, además de opciones de consulta a través de un sitio web y en dispositivos móviles.

La puesta en marcha de este sistema de información en conjunto con otras medidas gubernamentales tales como la implantación de la calidad del servicio, puede contribuir a motivar el uso del transporte público entre la población convirtiéndose en una real alternativa al uso del automóvil, aminorando los efectos de congestión vial y contaminación en la zona conurbada Colima-Villa de Álvarez.

Referencias

1. INEGI. Población total en los municipios de Colima y Villa de Álvarez [Internet]. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía; 2010 [Consultado el 25 de Julio de 2012]. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx>
2. Biblioteca Digital del ILCE. Laboratorio político [Internet]. México: Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa; [Consultado el 25 de Julio de 2012]. Disponible en: http://biblioteca-digital.ilce.edu.mx/sites/estados/libros/_colima/html/sec_77.html
3. INEGI. Automóviles registrados en circulación [Internet]. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía; 2010 [Consultado el 25 de Julio de 2012]. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx>
4. Agencia de Desarrollo Urbano de Colima. Agenda Estratégica de Movilidad y Transporte de la Zona Metropolitana de Colima [Internet]. Colima, México; 2010 [Consultado el 25 de

- Julio de 2012]. Disponible en: http://www.ipco.gob.mx/media/estudios_proyectos/agenda%20de%20movilidad%20y%20transporte.pdf
5. Iglesias Yañez, D. (31 de Agosto de 2012). Subdirector Operativo de la Dirección de Transporte y de la Seguridad Vial. (M. Jiménez, J. Espinoza, & D. Esquivel, Entrevistadores)
 6. Localizenet [Internet]. México: Localizenet; 2011 [Consultado el 25 de Julio de 2012]. Disponible en: <http://localizenet.com/?seccion=6>
 7. Buscaturuta [Internet]. México: Busca tu Ruta; 2010 [Consultado el 25 de Julio de 2012]. Disponible en: <http://www.buscaturuta.com/mx/colima>
 8. FEC. Rutas de Transporte [Internet]. México: Federación de Estudiantes Colimenses; 2009 [Consultado el 25 de Julio de 2012]. Disponible en: <http://www.federaciondeestudiantescolimenses.com/convocatorias/rutas.htm>
 9. González, J. (28 de Agosto de 2012). Secretario del Consejo de Administración de SOCACOVA. (M. Jiménez, & D. Esquivel, Entrevistadores)

Análisis de ontologías y estándares para productos y servicios en la Web

Perla García Ponce¹, Jorge Gutiérrez Pulido¹, María Andrade-Aréchiga¹

¹ Facultad de Telemática, Universidad de Colima, Colima, México

E-mails: {pgarcia4, jrqp, mandrad}@ucol.mx

(Paper received on August 10, 2012, accepted on August 24, 2012)

Resumen. Un dominio de aplicación prometedor para la tecnología de Web Semántica es la descripción de productos y servicios en la Web, para que tanto humanos como agentes de software puedan procesar información proporcionada por ontologías. Si bien ha habido avances sustanciales en el desarrollo de ontologías para los productos, éstos por sí solos no proporcionan los medios de representación necesarios para el comercio electrónico, por lo que es necesario agregar ontologías que incluyan todos los aspectos comerciales faltantes. En este artículo se analizan algunas de las ontologías más usadas en comercio electrónico: eClassOWL, ProductOntology y GoodRelations. Las primeras dos, proporcionan lo necesario para describir un producto o servicio y la tercera provee clases, atributos y valores para describir la relación entre una entidad comercial y un producto o servicio, es decir, la oferta comercial y sus detalles.

Palabras Clave: Comercio electrónico, Ontología, Productos y Servicios, Good Relations, eClassOWL, ProductOntology.

1 Introducción

En los últimos años, el comercio ha crecido rápidamente, y ha permitido, por medio de mercados electrónicos, romper la barrera geográfica y competir a gran escala. Los mercados electrónicos abren la posibilidad de la integración global y permiten a los compradores analizar una amplia gama de productos y servicios rápidamente, reduciendo esfuerzos y tiempos requeridos por las actividades comerciales tradicionales. Por otro lado, los vendedores pueden reducir los costos, mantenerse competitivos y presentar los productos al cliente sin estar sujetos a las limitaciones de los catálogos en papel, tales como un número máximo de páginas [1]. Una mayor cantidad de productos favorece a (i) compradores, ya que cuentan con más opciones de productos, (ii) vendedores, ya que pueden mantener los productos actualizados, y (iii) fabricantes, que son capaces de llegar a mejorar la colocación de sus productos en el mercado electrónico [2].

La manipulación y el intercambio de información precisa y semánticamente enriquecida puede mejorar la calidad de un sistema de comercio electrónico y ofrecer un alto nivel de heterogeneidad e interoperabilidad entre sistemas [3]. Para obtener información semántica del comercio electrónico se utilizan tecnologías de la Web Semántica, ya que proporcionan significado explícito a la información disponible en

la Web para el procesamiento automatizado y la integración de la información en ontologías. Una ontología define los términos utilizados para presentar un dominio de conocimiento que es procesado tanto con humanos como por agentes de software. En el caso del comercio electrónico, las ontologías juegan un papel importante en la formalización de la información de los productos y servicios, ayudando a resolver problemas del comercio electrónico tradicional, ie búsquedas relacionadas [4].

A lo largo de este escrito se presentan algunas de las ontologías más importantes en el dominio del comercio electrónico, una discusión sobre las diferencias entre ellas y escenarios que representan el comercio electrónico.

2 Integración de eClassOWL, ProductOntology y GoodRelations en el comercio electrónico

Para publicar datos semánticos relacionados con el comercio electrónico, se necesita un lenguaje legible por la máquina para describir al menos dos aspectos. En primer lugar, los productos y servicios (por ejemplo, una cámara de video es de tipo electrónico con la característica de ser de 12 megapíxeles), y en segundo lugar, los detalles comerciales de su oferta (por ejemplo, el precio y detalles de envío) [5]. Para complementar estos dos aspectos podemos utilizar eClassOWL y productontology que describen los productos o servicios y GoodRelations que describe los aspectos comerciales, es decir, la relación entre una entidad comercial y los productos que ofrece.

2.1 GoodRelations

GoodRelations (*GR*) es una ontología que puede ser utilizada para describir información relacionada con una oferta comercial, describiendo características, precios, tiendas, horarios, opciones de pago y similares. Ésta puede ser integrada en páginas web estáticas y dinámicas, y también procesada por otros equipos. Esto aumenta la visibilidad de los productos y servicios en la última generación de motores de búsqueda, sistemas de recomendación, y otras aplicaciones [6].

El objetivo de *GR* es definir una estructura de datos que sea adecuada para cualquier tipo de mercado, válida a través de diferentes etapas de producción y formatos de representación [7]. Esto se logra mediante el uso de clases, relaciones, propiedades y valores disponibles en la ontología.

Las clases principales que representan los escenarios de comercio electrónico en la ontología son [8]:

- *gr:BusinessEntity*, es la entidad comercial, como una persona o una organización.
- *gr:WebResource*, un recurso web que contiene información relacionada con una entidad comercial, la oferta de un modelo o similar.
- *gr:ProductOrService*, especifica un producto o servicio, como una televisión, una casa, un coche o auto lavado de carros.

- gr:Offering, una oferta para transferir productos o servicios por cierta compensación, como vender, reparar o alquilar.
- gr:Location, el lugar donde la oferta está disponible, como una tienda o una estación de gasolina.
- gr:BusinessFunction, el tipo de actividad ofrecido por la entidad comercial.

En la Fig. 1, se muestra un diagrama con las clases de GR que representan la relación entre una entidad comercial, la oferta y sus productos o servicios.

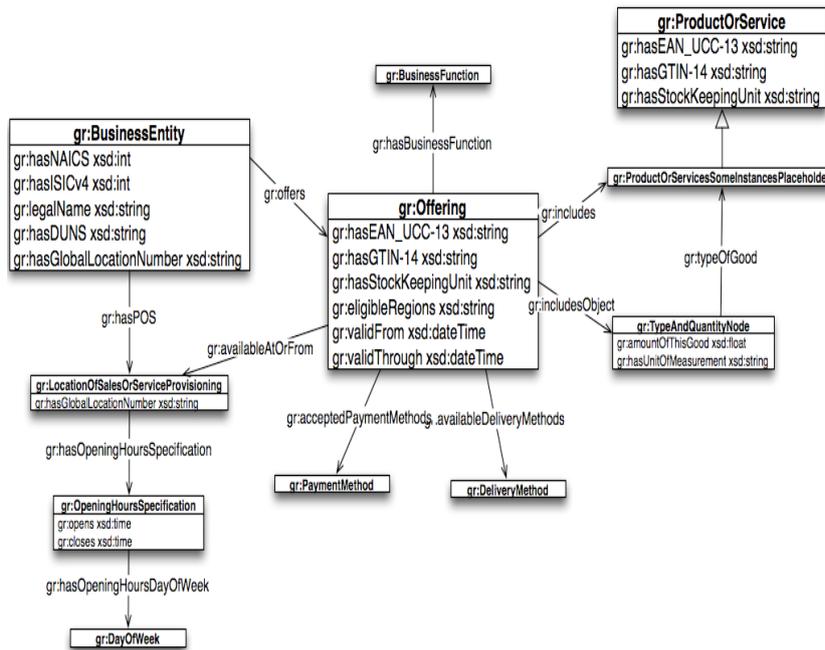


Fig. 1. Diagrama de las principales clases en GoodRelations [8].

En muchos casos, es deseable especificar aspectos comerciales adicionales para saber qué servicio o producto se está ofreciendo.

2.2 ProductOntology

Este servicio extiende aproximadamente trecientas mil definiciones precisas de tipos de productos o servicios para estándares del comercio electrónico como GoodRelations y Schema.org. Es conocido como productontology y permite el uso de cualquier URI¹ de Wikipedia para definirlos.

¹ URI por sus siglas en inglés “Uniform Resource Identifier”, identifica inequívocamente un recurso, en el caso de productontology lo necesita para identificar las páginas que contienen definiciones de productos.

Básicamente, ofrece definiciones y traducciones de los productos que se encuentran en Wikipedia de idioma inglés. Por ejemplo en la tabla 1, se muestran las URI's que identifican las páginas de Wikipedia que contienen información sobre productos, por lo tanto, sólo se tiene que cortar el nombre del domino y remplazarlo por el de productontology para proporcionar definiciones en diferentes formatos [9].

Tabla 1. Productos en Wikipedia y su identificador de clase en productontology.

URI de Wikipedia	Identificador de la clase en productontology
http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_phone	http://www.productontology.org/id/Mobile_phone
http://en.wikipedia.org/wiki/Sweet_potato	http://www.productontology.org/id/Sweet_potato
http://en.wikipedia.org/wiki/Pencil	http://www.productontology.org/id/Pencil
http://en.wikipedia.org/wiki/Manicure	http://www.productontology.org/doc/Manicure
http://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle	http://www.productontology.org/id/Bicycle

Productontology está diseñada para ser compatible con la ontología GR para el comercio electrónico, pero puede ser utilizado para otros propósitos que sigue la Web Semántica que requieran definiciones de clases de objetos en el dominio. Para establecer clases, instancias y propiedades en conjunto con GR, es necesario utilizar la clase de GR *gr:ProductOrService* como clase padre de las clases obtenidas en productontology [9].

2.3 eClassOWL

Esta ontología se usa para describir clases, atributos y valores de productos o servicios en la Web. Para establecer las clases y propiedades, la ontología está basada en el estándar de clasificación y descripción *eCl@ss* que incluye: conceptos de productos y de servicios, propiedades para esos productos y servicios, valores para las propiedades, una clasificación de los conceptos de los productos; recomendaciones de qué producto debería ser usado por cada tipo de producto y recomendaciones indicando qué valores están permitidos por cada propiedad [5].

La ontología consiste en tres módulos diferentes separando las clases, las propiedades de las clases y las propiedades de los valores [4]:

eClass_51en.owl es el módulo que contiene todas las definiciones de clases, propiedades y valores. Cada categoría o clase de *eCl@ss* está representada en dos formas diferentes, una clase genérica y otra para el mismo concepto en el contexto de la taxonomía original.

eClassClassesProperties_51en.owl contiene las recomendaciones de las propiedades *eCl@ss* para cada clase. Las recomendaciones pueden ser utilizadas para detectar las propiedades adecuadas al anotar un producto o servicio, o el momento de expresar una consulta. Un elemento importante de *eCl@ss* es estandarizar las propiedades utilizadas para describir elementos similares.

eClassPropertiesValues_51en.owl: este módulo contiene las recomendaciones de los valores *eCl@ss* para todas las propiedades que soportan tipos de dato enumerativo. Las recomendaciones pueden ser utilizadas para detectar los valores adecuados para una propiedad o para validar si los datos existentes son valores permitidos.

Las propiedades de *eCl@ss* son compatibles con dos tipos básicos: propiedades datatype, que se pueden utilizar con cualquier valor literal del tipo de datos respectivo y propiedades con valores predefinidos en *eCl@ss*.

3 Discusión

En esta sección se presenta una discusión sobre las ontologías mencionadas anteriormente en el dominio del comercio electrónico.

GoodRelations proporciona una ontología superior para los tipos de productos, servicios y sus características, pero no es una ontología de productos y servicios. Es una ontología sobre las relaciones entre una entidad comercial y lo que ofrece. La clase que define una oferta comercial en GR es *gr:Offerings*, y puede incluir diferentes tipos de productos y servicios en una sola, como en una agencia de automóviles, una oferta comercial puede incluir tanto un servicio de mantenimiento como accesorios, por lo que es de suma importancia lograr una clasificación adecuada de los productos por medio de la taxonomía que brindan las ontologías.

Nos encontramos con varios tipos de entidades conceptuales al momento de clasificar un producto: primero, las instancias, como por ejemplo, un teléfono celular o un automóvil. En segundo lugar, los modelos o marcas de productos determinados, por ejemplo, Motorola 333 o el modelo de coche Volkswagen CC. En tercer lugar, las clases de los productos que son similares en su función o su naturaleza, como por ejemplo la clase "Auto", que incluye todos los tipos de automóviles. En *eClassOWL* y *productontology*, no hacen distinción entre las instancias y los modelos de un tipo de producto o servicio porque proveen clases como "Laptop" y atributos como "*hasScreenSize*", que en ausencia de una definición formal de su semántica, pueden ser utilizadas tanto para los modelos que describen los productos (por ejemplo, el tamaño por defecto de una pantalla de un modelo de laptop en particular), como para los casos de productos (por ejemplo, laptop HP dv5).

Esta es la razón por la que las clases de productos y servicios de *eClassOWL* y *productontology* deben ser subclases de las clases de productos en GR, representada por la unión de *gr:ProductOrService* como la clase de nivel superior y como subclases *gr:ActualProductOrService* para describir los productos y *gr:ProductOrServiceMode* para el modelo.

La diferencia entre *productontology* y *eClassOWL* es que la primera sólo ofrece clasificación, descripción y traducción de un producto o servicio, dejando las relaciones y propiedades en dominio de GR, por ejemplo para cierto producto², se define su nombre como "Automobile", (siendo una clase o nombre de marca de un producto), un comentario con su descripción obtenido de Wikipedia, perteneciendo como subclase de *gr:ProductOrService*, con más de 240 traducciones y por último los dominios y rangos para ser definidos con la ontología GR como *gr:isConsumableFor*, *gr:weight*, *gr:width*, entre otros. Mientras que *eClassOWL* incluye especificaciones de las clases, atributos de los elementos, valores de las relaciones entre las clases y atributos [10].

² <http://www.productontology.org/id/Automobile>, representación de un producto en la ontología.

Este principio se puede encontrar en la mayoría de las industrias y es la base de la potencia genérica del comercio electrónico, en el que permite utilizar dominios en específico, como la ontología GR puede ser acompañada con la ontología VSO³ para describir todos los aspectos comerciales de carros, botes, bicicletas y otros tipos de vehículos.

4 Resultados de Consultas en Ontologías de Productos, Servicios y Ofertas

Protégé es un software libre que implementa un conjunto de estructuras para el modelado del conocimiento, soporta la creación, visualización y manipulación de ontologías en diversos formatos de representación. Esta plataforma fue utilizada para modelar las ontologías anteriormente mencionadas y para crear por medio del lenguaje SPARQL consultas a escenarios típicos del comercio electrónico.

El código que se muestra a continuación, es una consulta la cual obtiene aquellas entidades comerciales con una oferta para un tipo de producto definido por productontology. La consulta consta de tres partes: i) la cláusula PREFIX asocia GR y productontology a una etiqueta, con el objetivo de conocer cuales ontologías se utilizarán y evitar ambigüedad, ii) SELECT * identifica que todas las variables deben aparecer en los resultados y iii) la cláusula WHERE proporciona un patrón gráfico para extraer las entidades comerciales que tengan una oferta de venta con todos aquellos productos que sean de tipo “Hammer”.

Consulta SPARQL, obtiene las entidades comerciales que ofrecen en venta todos los productos de tipo “Hammer”.

```
PREFIX pto: <http://www.productontology.org/id/>
PREFIX gr: <http://purl.org/goodrelations/v1#>
SELECT * WHERE{
OPTIONAL {?company gr:offers ?offer} .
OPTIONAL {?offer a gr:Offering } .
OPTIONAL {?offer gr:hasBusinessFunction gr:Sell } .
OPTIONAL {?offer gr:includes ?product } .
?product a <http://www.productontology.org/id/Hammer> .
}
```

Los resultados obtenidos de la consulta anterior se muestran en la Fig. 2. Las entidades comerciales fueron una empresa y una persona. La empresa HammerCorp tiene una oferta de venta con dos productos diferentes y la persona Ben Miller con un producto, todos de tipo “Hammer”.

company	offer	product
HammerCorp	Offer789	Hammer7
HammerCorp	Offer789	Hammer98
BenMiller	Offer1	Hammer

Fig. 2. Resultados de entidades comerciales.

La siguiente consulta utiliza eClassOWL para describir aquellos productos de tipo “pencil” y que se encuentren instanciados en GR. Para obtener el tipo de producto

³ Vehicle Sales Ontology en <http://www.heppnetz.de/ontologies/vso/ns>.

deseado, primeramente debemos encontrar la clase principal que lo representa, en nuestro caso es la clase "Writing instrument, eraser, correction pen". En segundo lugar, debemos considerar la clase genérica (gen) y taxonómica (tax) que provee eClassOWL. La clase gen representa los productos de clasificación real y la clase tax aquellos productos que pueden estar relacionados con ese término. La consulta presentada hace uso de la clase gen para obtener el tipo de producto y excluir los productos o servicios relacionados con él, como mantenimiento o dibujos, el identificador que representa a la clase genérica es C_AKF303003-gen. Además de obtener los productos de tipo "pencil" también deseamos obtener su tamaño, por medio de su propiedad definida en eClassOWL, como P_BAF559001. Para obtener los productos con las características mencionadas y además que se encuentren en una oferta comercial, utilizamos una unión con las clases de productos de GR. Los resultados obtenidos se muestran en la Fig. 3.

Consulta SPARQL, que utiliza GR y eClassOWL para obtener los productos en GR de tipo "pencil".

```
PREFIX gr: <http://purl.org/goodrelations/v1#>
PREFIX eco: <http://www.ebusiness-unibw.org/ontologies/eclass/5.1.4/#>
SELECT * WHERE
{ ?pencil a eco:C_AKF303003-gen.
  {?pencil a gr:ActualProductOrServiceInstance.}
  UNION
  {?pencil a gr:ProductOrServicesSomeInstancesPlaceholder.}
  ?pencil eco:P_BAF559001 ?value.
}
```

pencil	value
http://www.heppnetz.de/files/eclassdemo.rdf#somePencils	http://www.heppnetz.de/files/eclassdemo.rdf#QuantitativeValueFloat_1
http://www.heppnetz.de/files/eclassdemo.rdf#myPencil	http://www.heppnetz.de/files/eclassdemo.rdf#QuantitativeValueFloat_1

Fig. 3. Resultados de productos de tipo "pencil" en GR.

Las consultas demostradas anteriormente permitieron el intercambio de información entre las ontologías, demostrando que puede existir interoperabilidad entre ellas.

5 Conclusión

El uso de ontologías proporcionan un vocabulario y una organización de conceptos particulares que representan un marco de trabajo conceptual para el análisis, discusión o consulta de información de un dominio en específico, en este caso el comercio electrónico. Sin embargo, existen necesidades que implican el uso de diferentes ontologías para diferentes escenarios del comercio, por lo que hemos presentado algunas de ellas que se complementan para cumplir con el objetivo de dotar información semántica relacionada con el comercio electrónico en la Web.

Los resultados mostrados, son un claro ejemplo de que con el uso de las ontologías, la información del comercio electrónico puede ser interoperable y semánticamente enriquecida. Es decir, perfectamente descrita y clasificada de manera que su significado exacto esté al alcance tanto de las máquinas como del humano.

Proponemos, como trabajo futuro, la creación de agentes de software que hagan uso de estas ontologías en escenarios del comercio electrónico. De esta manera las computadoras podrán manipular y procesar la información adecuadamente en beneficio de clientes o proveedores.

Referencias

1. Beneventano, D., et al., A web service based framework for the semantic mapping amongst product classification schemas. *Journal of Electronic Commerce Research*, 2004. **5**(2).
2. Abels, S. and A. Hahn, Reclassification of Electronic Product Catalogs: The “Apricot” Approach and Its Evaluation Results. *Informing Science*, 2006. **9**.
3. Lee, T., et al., Building an operational product ontology system. *Electronic Commerce Research and Applications*, 2006. **5**: p. 16-28.
4. Radinger, A. and M. Hepp. eClassOWL - The Web Ontology for Products and Services. OWL Representation of the eCl@ss Classification Standard. [cited 2012 07 12]; Available from: <http://www.heppnetz.de/projects/eclassowl/>.
5. Leukel, J., V. Schmitz, and M. Hepp, A quantitative analysis of product categorization standards: content, coverage, and maintenance of eCl@ss, UNSPSC, eOTD, and the RosettaNet Technical Dictionary. *Knowl. Inf. Syst.*, 2007. **13**(1): p. 77-114.
6. Hepp, M., Product Variety, Consumer Preferences, and Web Technology: Can the Web of Data Reduce Price Competition and Increase Customer Satisfaction?, in *Proceedings of the 10th International Conference on E-Commerce and Web Technologies2009*, Springer-Verlag: Linz, Austria. p. 144-144.
7. Hepp, M., GoodRelations: An Ontology for Describing Products and Services Offers on the Web, in *Proceedings of the 16th international conference on Knowledge Engineering: Practice and Patterns2008*, Springer-Verlag: Acitrezza, Italy. p. 329-346.
8. Hepp, M. GoodRelations Language Reference. 2011 2011-10-01 [cited 2012 07 23]; Available from: <http://www.heppnetz.de/ontologies/goodrelations/v1>.
9. Hepp, M. The Product Types Ontology: High-precision identifiers for product types based on Wikipedia. [cited 2012 07 23]; Available from: <http://www.productontology.org/>.
10. Leukel, J., Standardization of Product Ontologies in B2B Relationships – On the Role of ISO 13584, in *Proceedings of the Tenth Americas Conference on Information Systems,2004*: New York, USA. p. 4084-4091.

Control Visual Mediante Optimización Basada en Enjambres Artificiales de Abejas

Marco Perez-Cisneros, Jose Luis Muñoz-Velasco, Erik Valdemar Cuevas Jimenez,
Daniel Zaldivar Navarro

{marco.perez, erik.cuevas, daniel.zaldivar}@ucei.udg.mx, jl_csyc@live.com*

(Paper received on August 10, 2012, accepted on August 24, 2012)

Resumen Este artículo presenta un nuevo esquema para utilizar un algoritmo de optimización heurística en la implementación de esquemas de control visual basado en imagen. Tomando como base la optimización heurística, la tarea de control visual se plantea como un problema de optimización. El error entre las características de la imagen de referencia y las características instantáneas en la imagen permiten plantear una función objetivo a minimizar. Las diversas pruebas realizadas destacan lo útil que puede llegar a ser la optimización aplicada a este tipo de problemas, sobre todo cuando el método clásico presenta problemas de inestabilidad y convergencia.

Palabras Clave: IBVS, control visual, optimización heurística, ABC abejas.

1 Introducción

Desde los años ochenta, el control visual ha desarrollado los postulados teóricos que sustentan la implementación de distintos esquemas de regulación visual. Un número importante de implementaciones se han reportado en la literatura con aplicaciones en la aeronáutica, en naves acuáticas, robots médicos, entre otras [1],[2],[3].

Los esquemas de control visual pueden clasificarse en tres enfoques: control basado en imagen (2D), control basado en posición (3D) y un enfoque híbrido (2 1/2 D) [4],[5].

Este proyecto de investigación concentra el interés sobre el Control Visual Basado en Imagen (IBVS por sus siglas en inglés). En este contexto, la tarea de control consiste en determinar la entrada que se aplica al sistema robótico de acuerdo con el error que se genera al comparar la imagen de referencia y la imagen actual de la cámara.

El esquema se implementa bajo la arquitectura “eye-in-hand” que refiere al montaje de una cámara sobre el eslabón final de una cadena robótica de seis grados de libertad (6DOF). La relación entre la velocidad de la cámara τ y la variación del tiempo de las características visuales \dot{s} es dada por:

$$\dot{S}(t) = L_s \tau(t) \quad (0.1)$$

Donde L_s es la matriz de interacción asociada a s . El objetivo del control visual es minimizar el error $e(t)$ entre las características de referencia s^* , suponiendo que son constantes y las características medidas $s(t)$. Se define de la siguiente manera:

$$e(t) = s(t) - s^* \quad (0.2)$$

Con el fin de satisfacer un decaimiento exponencial del error (1.2), matemáticamente expresado por:

$$\dot{e}(t) = -\lambda e(t) \quad \text{Con } \lambda > 0 \quad (0.3)$$

Y considerando el modelo de lazo abierto (0.1), obtenemos la ley de control de retroalimentación clásica escrita como:

$$\tau(t) = -\lambda L_s^+ e(t) \quad (0.4)$$

Donde L_s^+ es la pseudo-inversa de la matriz de interacción aproximada.

Otras formas de tratar con las tareas del IBVS es usando leyes de control avanzadas como control óptimo [6], desigualdades lineales matriciales [7], modelo de control predictivo (MPC) [8], [9], [3], [10] y usando algoritmos de optimización heurística.

Una parte fundamental de esta investigación se basa en la aplicación de esquemas de optimización heurística dentro de la estructura de un controlador visual basado en imagen 2D. El planteamiento supone que dicha inclusión permitirá mejorar el rendimiento del sistema y de forma importante suprimir algunos estados de indefinición en la operación de esquemas de control visual que se han documentado ampliamente en la literatura [11].

La implementación del algoritmo de optimización heurística nos permite hacer simulaciones haciendo uso de un modelo robótico en combinación con el modelo de la cámara y obtener el resultado que minimice de manera óptima el error entre las características de referencia y las características actuales. Evadiendo de esta manera problemas de estabilidad que se presentan de manera inherente en los esquemas de control visual clásico, como la oclusión de alguno de los puntos de la imagen, o cuando la matriz jacobiana es una matriz singular.

Existe una amplia gama de algoritmos de optimización heurística que pueden utilizarse en este caso. Algunos de estos se encuentran disponibles en la literatura. Atendiendo criterios sobre la facilidad de implementación y adaptación al algoritmo de control visual, se decidió experimentar en primera instancia con el algoritmo de "Artificial Bee Colony" (ABC).

Este artículo está organizado de la siguiente manera: En la sección 2 se reafirma el contexto del estudio y se menciona brevemente el algoritmo "Artificial Bee Colony". Después, en la sección 3, la estrategia propuesta es desarrollada. En la sección 4, los experimentos de simulación remarcan la efectividad del método propuesto. Finalmente, en la última sección, se detallan las conclusiones y trabajo futuro.

2 IBVS planteado como un problema de optimización

2.1 Algoritmo de colonia artificial de abejas

El algoritmo de la colonia artificial de abejas (Artificial Bee Colony ABC) asume la existencia de un conjunto de operaciones que asemejan algunas características del comportamiento de las abejas melíferas. Por ejemplo, cada solución dentro del espacio de búsqueda incluye un conjunto de parámetros representando posiciones de fuentes de alimento. El valor de afinidad (fitness) hace referencia a la calidad de la fuente de comida, la cual está fuertemente relacionada con la posición de la misma. El proceso imita la búsqueda de las abejas por fuentes de alimento valiosas dando como resultado un proceso análogo para encontrar soluciones óptimas [12].

2.1.1. Perfil biológico de las abejas

El modelo mínimo para una colonia de abejas melíferas consiste de tres clases de abejas: abejas obreras, abejas espectadoras y abejas exploradoras [13]. Las abejas obreras serán responsables de investigar las fuentes de alimento y compartir la información con abejas espectadoras reclutadas. Éstas, a su vez, tomarán una decisión al escoger fuentes de comida considerando dicha información. Las fuentes de alimento que tengan una mayor calidad tendrán más posibilidades de ser seleccionadas por abejas espectadoras que aquellas que presenten una calidad más baja. Una abeja obrera cuya fuente de comida es rechazada por abejas obreras y espectadoras debido a su baja calidad cambiará a ser una abeja exploradora para buscar aleatoriamente por nuevas fuentes de alimento. Por lo tanto, la explotación es efectuada por abejas obreras o espectadoras mientras que la exploración es llevada a cabo por abejas exploradoras.

Los detalles de implementación de tales operaciones tipo abeja dentro del algoritmo ABC son descritas en la siguiente sección.

2.1.2. Descripción del algoritmo

Semejante a otros enfoques basados en enjambre, el algoritmo ABC es un proceso iterativo. Comienza con una población de soluciones o fuentes de comida generadas aleatoriamente. Las siguientes tres operaciones son aplicadas hasta que un criterio de paro es alcanzado [14]:

1. Enviar abejas obreras.
2. Selección de fuentes de comida por parte de abejas espectadoras.
3. Determinar las abejas exploradoras.

2.1.2.1. Inicialización de la población

El algoritmo comienza definiendo el tamaño N_p de la colonia, posteriormente se inicializan $N_f = N_p / 2$ fuentes de alimento para las abejas obreras, la mitad restante de abejas serán observadoras; cada fuente de comida es un vector D -dimensional que contiene los valores de los parámetros a ser optimizados, los cuales son aleatoria y uniformemente distribuidos entre los límites inferiores x_j^{inf} y superiores x_j^{sup} previamente definidos.

$$\begin{aligned} x_{j,i} &= x_j^{\text{inf}} + \text{rand}(0,1) \cdot (x_j^{\text{sup}} - x_j^{\text{inf}}); \\ j &= 1, 2, \dots, D; i = 1, 2, \dots, N_f \end{aligned} \quad (1.1)$$

Con j e i siendo los índices de parámetro y población respectivamente. Por lo tanto $x_{j,i}$ es el j -ésimo parámetro del i -ésimo individuo (posición de fuente de alimento).

2.1.2.2. Enviar abejas obreras

La cantidad de abejas obreras es igual al número de fuentes de alimento. En esta etapa cada abeja obrera genera una nueva fuente de comida en la vecindad de su posición actual de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} v_{j,i} &= x_{j,i} + \phi_{j,i} (x_{j,i} - x_{j,k}); \\ k &\in \{1, 2, \dots, N_f\}; j \in \{1, 2, \dots, D\} \end{aligned} \quad (1.2)$$

$x_{j,i}$ Es un parámetro j seleccionado aleatoriamente del i -ésimo individuo y k es una de las N_f fuentes de alimento, satisfaciendo la condición $i \neq k$. Si un parámetro dado de la solución candidata v_i excede sus límites predeterminados, ese parámetro debe ser ajustado de manera tal que se encuentre en el rango apropiado. El factor de escalamiento $\phi_{j,i}$ es un número aleatorio entre $[-1 \ 1]$. Una vez que una nueva solución ha sido generada, se calcula un valor de afinidad asociado con una solución particular el cual representa su viabilidad.

El valor de afinidad para un problema de minimización puede ser asignado a cada solución v_i a través de la siguiente expresión:

$$fit_i = \begin{cases} \frac{1}{1+J_i} & \text{si } J_i \geq 0 \\ 1+abs(J_i) & \text{si } J_i < 0 \end{cases} \quad (1.3)$$

Donde J_i es la función objetivo a ser minimizada. Posteriormente se aplica un proceso de selección rigurosa entre v_i y x_i . Si la cantidad de néctar (afinidad) de v_i es mayor, entonces la solución x_i es reemplazada por v_i ; en otro caso x_i permanece.

2.1.2.3. Selección de fuentes de comida por abejas espectadoras

Cada abeja espectadora (La cantidad de abejas espectadoras corresponde al número de fuentes de alimento) selecciona una de las fuentes de comida propuestas dependiendo en su valor de afinidad, el cual ha sido previamente definido por las abejas obreras. La probabilidad de que una fuente de comida sea seleccionada es obtenida a partir de la siguiente ecuación:

$$Prob_i = \frac{fit_i}{\sum_{j=1}^{N_f} fit_j} \quad (1.4)$$

Donde fit_i es el valor de afinidad de la fuente de comida i el cual está relacionado al valor de la función objetivo J_i correspondiente a la fuente de comida i . La probabilidad de que una fuente de comida sea seleccionada por una abeja espectadora incrementa con un aumento en el valor de afinidad de la fuente de comida. Después de que la fuente de alimento es seleccionada, las abejas espectadoras irán a dicha fuente de comida y escogerán una nueva fuente de alimento candidata dentro de la vecindad de la fuente de comida seleccionada inicialmente. La nueva fuente de alimento candidata es expresada y calculada por medio de eq. (2.2). En caso de que la cantidad de néctar *i.e.* afinidad de la nueva solución sea mejor que antes, dicha posición es mantenida; en otro caso la última solución permanece.

2.1.2.4. Determinar abejas exploradoras

Si la posición de una fuente de comida i (solución candidata) no puede ser mejorada a lo largo de un número predeterminado de intentos conocido como "límite", la fuente de alimento se abandona y la abeja empleada u observadora correspondiente se convierte en una exploradora. Una abeja exploradora investiga el espacio de búsqueda sin información previa *i.e.* la nueva solución es generada aleatoriamente tal como se indica en eq. (2.1). Para verificar si una solución candidata ha alcanzado el límite predeterminado un contador A_i es asignado a cada fuente de

comida i . Dicho contador es incrementado como consecuencia de que una operación de tipo abeja falle en mejorar la afinidad de la fuente de comida.

El algoritmo muestra de manera general los pasos efectuados por el algoritmo ABC. Los pasos 6–11 del algoritmo representan las acciones de las abejas obreras mientras que los pasos 12–22 corresponden a las abejas espectadoras. La figura 1a muestra el diagrama de flujo del algoritmo de optimización ABC.

3 Control visual 2D por medio del algoritmo ABC

El IBVS es formulado como la minimización del error en la imagen, de manera que el algoritmo ABC en combinación con el esquema de control visual proporcionen el vector de velocidad que minimice de manera óptima el error entre las características de la imagen actual y las características de la imagen de referencia, en cada iteración.

Para resumir, los pasos que se aplican en el proceso IBVS basado en el algoritmo de optimización ABC son los siguientes:

Paso 1: Se configuran los parámetros de control del algoritmo: tamaño de la colonia, número de fuentes de comida, el límite hasta el cual se abandona una fuente de comida que no puede ser mejorada y el número de ciclos para búsqueda de alimento.

Paso 2: Se asignan las variables específicas del problema: la función de costo a ser optimizada, el número de parámetros del problema a ser optimizados, los límites inferior y superior de los parámetros, y el número de veces que debe ejecutarse el algoritmo para alcanzar la posición deseada.

Paso 3: Inicialización de la cámara (parámetros y la posición inicial en la que se encuentra).

Paso 4: Se generan las fuentes de comida, se prueba cada una en un esquema de control visual simulado y se memoriza la que obtiene mejor resultado.

Paso 5: Se envían a las abejas obreras a las fuentes de comida (cada abeja modifica una posición en la fuente de comida y se evalúa la nueva solución en el esquema de control visual simulado).

Paso 6: Cálculo de probabilidades (la fuente de comida es elegida en base a su probabilidad, la cual es proporcional a su calidad).

Paso 7: Envío de las abejas observadoras a buscar los lugares de fuentes de comida (la abeja espectador decide qué fuente de comida explotar de manera probabilística, se evalúan las nuevas fuentes de comida en el esquema de control visual y se memoriza la mejor solución).

Paso 8: Aplica la mejor solución guardada en memoria al esquema de control visual real.

Paso 9: Regresa al paso 4 y se repite este mismo proceso hasta que se alcance el número de veces que debe ejecutarse el algoritmo para llegar a la posición deseada.

4 Experimentos de simulación

Diversas pruebas muestran lo que puede aportar el algoritmo ABC al esquema de control visual basado en imagen, los resultados son comparados con el esquema de control clásico introducidos en la sección 1, eq (1.1) (1.2) (1.3)

La tarea de control consiste en posicionar la perspectiva de una cámara de vuelo libre con respecto a la proyección en perspectiva de 4 puntos. Estos cuatro puntos forman un cuadrado de 400 píxeles de lado, en el espacio cartesiano

4.1. Rotación alrededor del eje de la cámara

En el IBVS clásico una rotación de π radianes alrededor del eje óptico, se sabe que conduce a una falla en la ley de control [11].

Como el IBVS elige la ruta más corta en el **plano de la imagen**, la cual sería una línea recta de un punto a otro en diagonal, la cámara realiza un retroceso infinito, cayendo en una singularidad. En contraste un controlador basado en el algoritmo ABC genera un control independiente: la rotación de π radianes sobre el eje óptico es realizada con un rango aceptable de traslación en z .

En la figura 1b se muestran los resultados obtenidos al aplicar el algoritmo ABC al esquema de control visual, en ella puede observarse que el error siempre tiende a disminuir en cada uno de los puntos.

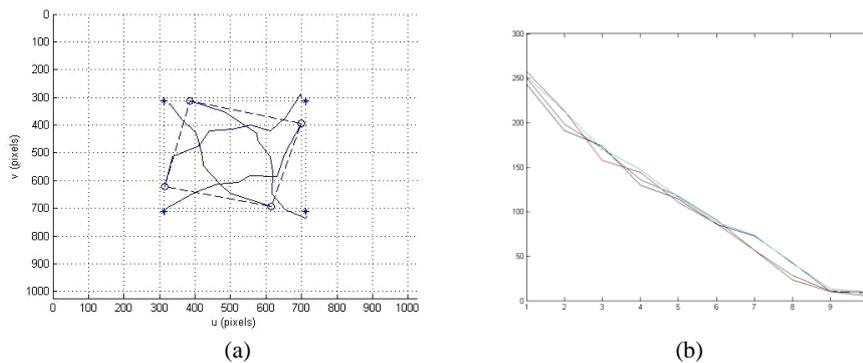


Fig. 1 Desempeño del algoritmo ABC aplicándolo al esquema de control visual. (a) Trayectoria de los puntos en la imagen, (b)

5 Conclusiones

En este artículo, se ha propuesto un método basado en algoritmos de optimización heurística para resolver el problema de control visual basado en imagen. El objetivo es plantear la tarea de control visual como un problema de optimización en el plano de la imagen. La diferencia entre los puntos de referencia en la imagen y los puntos actuales es lo que se pretende minimizar en base al vector de velocidad de la cámara que se ingresa al sistema de control. Se han mostrado resultados de simulaciones y se ha comprobado al resolver varios problemas que al esquema de control visual clásico le es imposible solucionar, que este método puede ser de gran interés para evitar problemas de estabilidad y convergencia que inherentemente se presentan en los esquemas clásicos de control visual basado en imagen.

Esta tarea de control visual basado en imagen formulada como un problema de optimización es adecuada para el manejo de restricciones, por ejemplo las restricciones de visibilidad donde esta propuesta asegura de que los puntos de la imagen se mantengan siempre en el campo de vista de la cámara.

6 Referencias

1. O. Bourquardez, R. Mahony, N. Guenard, F. Chaumette, T. Hamel, L. Eck, *Image-based visual servo control of the translation kinematics of a quadrotor aerial vehicle*, IEEE Trans. on Robotics, to appear, 2009.
2. M. Dunbabin, P. Corke, G. Buskey, *Low-cost vision-based AUV guidance system for reef navigation*, IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation (ICRA), pp.7-12, New Orleans, USA, April 2004.
3. J. Gangloff, M. De Mathelin, *High speed visual servoing of a 6 dof manipulator using MIMO predictive control*, IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, (ICRA), San Francisco, USA, April 2000.
4. F. Chaumette, S. Hutchinson, *Visual Servo Control, Part I: Basic Approaches*, IEEE Robotics and Automation Magazine, Vol. 14, pp 82-90, December 2006.
5. F. Chaumette, S. Hutchinson, *Visual Servo Control, Part II: Advanced Approaches*, IEEE Robotics and Automation Magazine, Vol. 14, pp 109-118, March 2007.
6. K. Hashimoto, H. Kimura, *LQ optimal and nonlinear approaches to visual servoing*, in Visual Servoing, K. Hashimoto, Ed. (Robotics and Automated Systems). Singapore: World Scientific, 1993, vol. 7, pp. 165-198.
7. P. Dan`es, D. Bellot, *Towards an LMI approach to multicriteria visual servoing in robotics*, European Journal of Control, 12(1):86-110, 2006.
8. G. Allibert, E. Courtial, Y. Tour`e, *Visual Predictive Control for Manipulators with Catadioptric Camera*, IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation (ICRA), pp. 510-515, Pasadena, USA, May 2008.
9. G. Allibert, E. Courtial, Y. Tour`e, *Real-time visual predictive controller for image-based trajectory tracking of mobile robot*, 17th IFAC World Congress, pp. 11244-11249 Seoul, Korea, July 2008.
10. M. Sauv`ee, P. Poignet, E. Dombre, E. Courtial, *Image Based Visual Servoing through Nonlinear Model Predictive Control*, 45th IEEE CDC, San Diego, USA, December 2006.
11. F. Chaumette, *Potential problems of stability and convergence in image-based and position-based visual servoing*, The Confluence of Vision and Control, Lecture Note in Control and Informations Systems, Vol 237, pp. 66-78, Springer-Verlag, 1998.
12. D. Karaboga, B. Basturk. *On the performance of artificial bee colony (ABC) algorithm*. Applied soft computing, Volume 8, Issue 1, January 2008, Pages 687-697
13. N. Karaboga. *A new design method based on artificial bee colony algorithm for digital IIR filters*. Journal of the Franklin Institute 346 (2009) 328-348.
14. D. Karaboga, B. Akay. *A comparative study of Artificial Bee Colony algorithm*. Applied Mathematics and Computation 214 (2009) 108-132.

Análisis señal-ruido de una red neuronal de Hopfield con sinapsis simétricas y distribución de grado arbitraria

Francisco Reynaga¹, Gabriel China¹, Mario Barragán¹ y
Josué Garnica¹

¹ Universidad Tecnológica de Manzanillo,
Camino Hacia las Humedades SN, Col. Salagua, Manzanillo, Colima
Correo electrónico: francisco.reynaga@gmail.com
(Paper received on August 10, 2012, accepted on August 24, 2012)

Resumen. En este trabajo se estudia, usando un método señal-ruido, una red neuronal de Hopfield con sinapsis simétricas y distribución de grado arbitraria. Las ecuaciones obtenidas tienen una muy buena correspondencia con las predicciones realizadas por simulación.

Se analiza la evolución temporal del traslape para redes con tres distribuciones de grado distintas: una distribución Delta, una distribución de Poisson y una distribución con Ley de Potencia. Se muestra que la red con la distribución delta tiene el mejor rendimiento de las tres distribuciones. La distribución con ley de potencia tiene el peor desempeño.

Palabras clave: redes neuronales, máquinas de boltzmann, procesos estocásticos, análisis señal-ruido.

1 Introducción

La arquitectura de las redes neuronales es un tema que ha tomado relevancia en fechas recientes. De especial interés son las arquitecturas que tienen una similitud con las redes biológicas.

En 1982, Hopfield presentó un modelo de red neuronal con memoria autoasociativa, comportamiento determinista y una arquitectura completamente conectada. Este modelo fue generalizado a un modelo estocástico también llamado "Máquinas de Boltzmann". Estas redes se han aplicado con éxito a problemas de visión artificial (ver por ejemplo [1], [2] y [3]). Algunas de las aplicaciones de visión artificial que contribuyen a la solución de los grandes retos de las Tecnologías de la Información son el registro automático de placas de autos, reconocimiento de rostros, análisis de imágenes de ultrasonidos y rayos X, etc.

El análisis de redes neuronales que recuperan secuencias de patrones con diversas arquitecturas se ha estudiado en [4]. Recientemente se publicó un trabajo donde se estudia, usando un análisis señal-ruido, el comportamiento de las redes neuronales de Hopfield estocásticas con distribución de grado arbitraria para sinapsis asimétricas [5]. En dicho artículo se realizó un análisis comparativo de varias arquitecturas de redes neuronales. En el presente trabajo se extiende el análisis a redes neuronales con sinapsis simétricas. El estudio de redes neuronales con sinapsis simétricas es importante, ya que las Máquinas de Boltzmann también presentan sinapsis simétricas. Por otra parte, el estudio comparativo de arquitecturas de redes permitirá determinar aquellas con mejor desempeño en las Máquinas de Boltzmann.

Para el análisis teórico, se utiliza un método señal-ruido que fue originalmente presentado en [6] para el modelo de Hopfield completamente conectado, el cual es extendido en este trabajo a redes neuronales con distribución de grado arbitraria. Este método genera resultados exactos en modelos con sinapsis simétricas completamente conectados. En las siguientes secciones se presenta una extensión del análisis señal-ruido a redes neuronales con distribución de grado arbitraria. El análisis se realiza en redes neuronales donde la conectividad promedio por neurona es muy grande (infinita, en el análisis matemático). En [7] se estudian redes con una conectividad pequeña (finita, en el análisis matemático) por neurona. Sin embargo es muy difícil obtener la evolución temporal de los parámetros de orden con el método propuesto en dicho trabajo para el caso de sinapsis simétricas. La ventaja del método propuesto en el presente trabajo es que se puede obtener la evolución temporal a tiempos grandes, permitiendo analizar características de la red cuando se va a un estado estacionario, por ejemplo, la cuenca de atracción.

Este trabajo se compone de la siguiente forma: en la sección 2 se presentan las definiciones de la red de Hopfield con distribución de grado arbitraria y su regla de evolución. En la sección 3 se presenta el análisis señal-ruido y las ecuaciones de los parámetros de orden resultantes. En la sección 4 se realiza un análisis numérico usando algoritmos del tipo Monte Carlo y simulaciones numéricas que se comparan con los resultados analíticos. Por último, en la sección 5 se presentan las conclusiones.

2 Definiciones

Estudiaremos redes que consisten de N neuronas binarias $\sigma_i \in \mathcal{S}$ con $\mathcal{S} = \{-1, 1\}$. Un estado de la red es descrito por

$$\boldsymbol{\sigma}(t) = \{\sigma_i(t)\} \quad i \in \{1, \dots, N\} \quad (1)$$

y la historia del sistema hasta el tiempo t es descrita por

$$\boldsymbol{\sigma} = \{\sigma_i(t')\} \quad i \in \{1, \dots, N\}, \quad t' \in \{0, \dots, t\}. \quad (2)$$

Se tiene interés en almacenar p patrones $\boldsymbol{\xi}^\mu = \{\xi_i^\mu \in \mathcal{S}\}$ con $i \in \{1, \dots, N\}$, $\mu \in \{1, \dots, p\}$. Las componentes de los patrones forman una colección de variables aleatorias idénticamente distribuidas (*va iid*), tomando los valores ± 1 con probabilidad $1/2$. Cada neurona está conectada con el resto de las neuronas por sinapsis J_{ij} que definen el modelo a estudiar.

El campo local de la neurona i se define por $h_i(t) = \sum_j J_{ij} \sigma_j(t)$. Al

tiempo $t = 0$, todas las neuronas se escogen *vauid* de acuerdo a la distribución de probabilidad

$$P(\sigma_i(0) = \pm 1) = \frac{1 \pm m_0 \xi_i^1}{2}. \quad (3)$$

Así que, el traslape entre el estado inicial $\boldsymbol{\sigma}(0)$ y el patrón $\boldsymbol{\xi}^1$ es m_0 en el límite $N \rightarrow \infty$.

En una red con distribución de grado arbitraria, las sinapsis están definidas de la siguiente forma

$$J_{ij} = \frac{c_{ij}}{c} \sum_{\mu=1}^p \xi_i^\mu \xi_j^\mu \quad J_{ii} = 0. \quad (4)$$

donde c representa la conectividad promedio de las neuronas. Definimos el grado k_i de la neurona i (número de sinapsis de dicha neurona) como $k_i = \sum_j c_{ij}$. Así

que, $c = \frac{1}{N} \sum_i k_i$. La capacidad de estas redes está dada por $\alpha = p/c$. Las

propiedades de la arquitectura están descritas por el conjunto de variables $\mathbf{c} = \{c_{ij}\}$, $i, j \in \{1, \dots, N\}$, con $c_{ij} \in \{0, 1\}$. Estas variables se escogen aplicando las siguientes probabilidades (con la restricción para los grados mostrada arriba):

$$P(c_{ij}) = \frac{c}{N} \delta_{c_{ij}, 1} + \left(1 - \frac{c}{N}\right) \delta_{c_{ij}, 0}. \quad (5)$$

En nuestro caso $c_{ii} = 0$, que implica ausencia de autointeracciones, y $c_{ij} = c_{ji}$ ya que los modelos en este trabajo tienen sinapsis simétricas. Los grados de conectividad son establecidos mediante una distribución de grado arbitraria $P(k_i = k)$, tal que $c = \sum_k k P(k)$. Escogemos la conectividad c de tal forma que diverge con N , es

decir, $\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{c} = 0$. Sin embargo $\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{c}{N} = 0$. En el caso $c = N$, se regresa al modelo de Hopfield completamente conectado. El límite termodinámico se da cuando $c, N \rightarrow \infty$.

Todas las neuronas se actualizan simultáneamente de acuerdo a la siguiente probabilidad de transición

$$P(\sigma_i(t+1) | \boldsymbol{\sigma}_{(i)}(t), \mathbf{c}_{(i)}, \boldsymbol{\xi}) = \frac{1}{2} [1 + \sigma_i(t+1) \tanh(\beta h_i(t))] \quad (6)$$

Donde

$$\boldsymbol{\sigma}_{(i)}(t) = \boldsymbol{\sigma}(t) \setminus \{\sigma_i(t)\} \quad (7)$$

$$\mathbf{c}_{(i)} = \mathbf{c} \setminus \{c_{ii}\} \quad i \in \{1, \dots, N\}, \quad (8)$$

$$\boldsymbol{\xi} = \{\xi_j^\nu\} \quad j \in \{1, \dots, N\}, \quad \nu \in \{1, \dots, p\} \quad (9)$$

con $\beta = T^{-1}$. La cantidad T , también llamada temperatura, es una medida del comportamiento estocástico de la red (en el caso $T = 0$ el sistema es completamente determinista).

El traslape está definido de la siguiente forma $m(t) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \xi_j^1 \sigma_j(t)$. De las condiciones iniciales (4), $m(0)$ es de orden $\mathcal{O}(1)$. Para $t > 0$ introducimos el ansatz condensado, suponemos que el sistema tiene una correlación finita, en el límite termodinámico, solamente con el patrón ξ^1 al cual llamamos condensado. Es decir, se supone que $m(t)$ es de orden $\mathcal{O}(1)$. Debido a que el patrón ξ^μ , $\mu \neq 1$, es independiente de ξ^1 , la correlación entre el sistema y el patrón ξ^μ es pequeña para N grande.

3 Análisis señal-ruido

El campo local se separa en dos partes

$$h_i(t) = \xi_i^1 \frac{1}{c} \sum_{j \neq i} c_{ij} \xi_j^1 \sigma_j(t) + \frac{1}{c} \sum_{j \neq i} c_{ij} \sum_{\mu \neq 1} \xi_i^\mu \xi_j^\mu \sigma_j(t) \quad (10)$$

El primer término del lado derecho de la ecuación anterior, que tiene al patrón condensado, se interpreta como una señal y el segundo que es ruido. Se puede realizar un análisis señal-ruido como el desarrollado en [6] para el modelo de Hopfield completamente conectado. El resultado del análisis son tres parámetros de orden $m(t)$, $C(t, t')$ y $G(t, t')$ que describen la dinámica de la red estudiada: el traslape

$$m(t) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \xi_j^1 \sigma_j(t) = \left\langle \xi^1 \sigma(t) \right\rangle_*, \quad (11)$$

la función de correlación

$$C(t, t') \equiv E \left[\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \sigma_j(t) \sigma_j(t') \right] = \left\langle \sigma(t) \sigma(t') \right\rangle_*, \quad (12)$$

y la función respuesta, que se escribe con la ayuda de un campo externo $\theta_j(r)$ que se introduce al campo local $h_j(r)$, $r \in \{0, \dots, t-1\}$,

$$G(t, t') = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \left(\frac{\partial \langle \sigma_j(t) \rangle_j}{\partial \theta_j(t')} \Big|_{\{\theta_j(r)=0\}} \right) \frac{\text{Pr} \partial \langle \sigma(t) \rangle_*}{\partial \theta(t')} \Big|_{\{\theta(r)=0\}}. \quad (13)$$

en todos los casos $\sigma(t)$ representa una neurona efectiva, Pr denota convergencia en probabilidad y E el valor esperado. El promedio efectivo (que aparece en las ecuaciones anteriores) de una función $f(\sigma)$, para $t_f > 0$, está dada por (omitiendo el índice en el patrón condensado) :

$$\langle f(\sigma) \rangle_* = \sum_{\sigma(0) \dots \sigma(t_f)} \sum_k \sum_{\xi} \int d\phi P(\phi) P(k) P(\xi) P(\sigma | \xi, \phi, k) f(\sigma) \quad (14)$$

donde $\sigma = (\sigma(0), \dots, \sigma(t_f))$, $\phi = (\phi(0), \dots, \phi(t_f - 1))$, $d\phi = \prod_{t=0}^{t_f-1} d\phi(t)$.

La variable k representa el grado de la neurona efectiva. Las variables aleatorias ϕ tienen distribución Gaussiana con promedio cero y matriz de covarianza $\mathbf{C} = \{C(t, t')\}$. En este promedio efectivo, $P(\phi)$ es una distribución de probabilidad Gaussiana multidimensional

$$P(\phi) = \frac{1}{\sqrt{\det(2\pi\mathbf{C})}} \exp \left(-\frac{1}{2} \sum_{t, t'=0}^{t_f-1} \phi(t) \mathbf{C}^{-1}(t, t') \phi(t') \right). \quad (15)$$

Por otra parte, $P(\sigma | \xi, \phi)$ es la distribución de probabilidad de trayectoria de la neurona efectiva

$$P(\sigma | \xi, \phi, k) = P(\sigma(0)) \prod_{r=0}^{t_f-1} \frac{1}{2} [1 + \sigma(r+1) \tanh(\beta h(r))], \quad (16)$$

la cual depende del campo efectivo

$$h(t) = \xi \frac{k}{c} m(t) + \alpha \frac{k}{c} \sum_{t'=0}^{t-1} G(t, t') \sigma(t') + \sqrt{\frac{\alpha k}{c}} \phi(t) + \theta(t). \quad (17)$$

El campo efectivo contiene tres términos, el primero se genera a partir de la señal en (10). El segundo y tercer términos se generan a partir del ruido. Como se explica en [6], el segundo término es característico de las redes con sinapsis simétricas y se genera debido a los bucles en la arquitectura de las redes. El tercer término es ruido Gaussiano, el cual se presenta tanto en redes con sinapsis simétricas como asimétricas.

4 Análisis numérico

El proceso para encontrar la evolución temporal de los parámetros de orden se complica desde los primeros pasos temporales. Por ejemplo, al tiempo t , es necesario realizar una integral sobre t variables y una traza sobre t neuronas. Por este motivo, la solución se debe encontrar en forma numérica. Vamos a utilizar el método Eissfeller-Opper [8], el cual es una variante de los métodos del tipo Monte Carlo, para encontrar los parámetros de orden. En este método se genera un número M grande de réplicas del sistema efectivo, las cuales evolucionan formando M trayectorias de las variables involucradas en el promedio efectivo.

Se han obtenido las soluciones de las ecuaciones de los parámetros de orden numéricamente, usando el método Eissfeller-Opper. En nuestros cálculos el número de réplicas es $M = 5 \cdot 10^5$. La evolución del traslape m en los primeros pasos temporales es mostrado en la figura 1 para $T = 0.15$, $\alpha = 0.10$. Las líneas con marcas representan las predicciones teóricas obtenidas con el método Eissfeller-Opper. Las líneas con guiones fueron obtenidas mediante la simulación de una red de $N = 62500$ neuronas promediadas sobre 10 corridas y considerando 10 patrones. En ambos casos se utilizó la distribución delta con conectividad promedio $c = 100$. Los resultados de las simulaciones soportan nuestras predicciones teóricas.

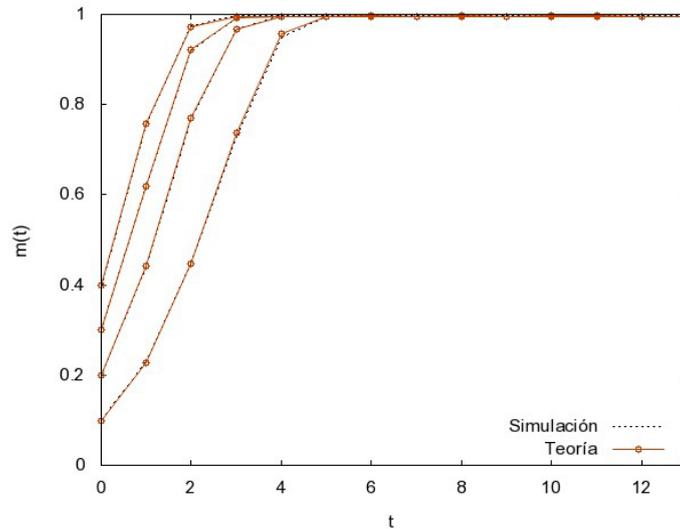


Fig. 1. Evolución temporal del traslape m con $T = 0.15$, $\alpha = 0.10$ y $c = 100$. Las líneas con marcas denotan resultados teóricos y las líneas con guiones los resultados obtenidos por simulación en computadora con $N = 62500$ neuronas promediados sobre 10 corridas.

El análisis matemático considera una red neuronal con $c, N \rightarrow \infty$. Por otra parte en la simulación, $c = 100$ y $N = 62500$, la correspondencia con las simulaciones se mantiene aún para conectividades y número de neuronas menores. Para conectividades muy pequeñas es necesario utilizar el método propuesto en [7]. Sin

embargo, como se ha mencionado anteriormente, el seguimiento temporal de los parámetros de orden es muy complicado con este método. Sería interesante realizar un análisis de los efectos del tamaño finito de la red en la simulación.

Queremos investigar la influencia de la distribución de grado en el rendimiento de la red neuronal. Por esta razón, comparamos en la figura 2 la evolución temporal del traslape para modelos con una distribución de grado con una Ley de Potencia

$P(k) = Ak^{-3}$, donde A es una constante de normalización, una de Poisson

$P(k) = \frac{e^{-c} c^k}{k!}$ y una Función Delta dada por $P(k) = \delta(k - c)$. La distribución con

Ley de Potencia tiene especial importancia debido a que se ha observado en redes biológicas.

La evolución del traslape m , en los primeros pasos temporales, se muestra en la figura 2 para $T = 0.15$, $\alpha = 0.150$ y $c = 133$. Se han obtenido las soluciones de las ecuaciones de los parámetros de orden numéricamente, usando el método Eissfeller-Opper. En nuestros cálculos el número de réplicas es $M = 5 \cdot 10^5$. Las líneas con guiones representan las predicciones obtenidas para la Función Delta, las líneas sólidas el caso de la Función de Poisson y las líneas con marcas la Función con Ley de Potencia. En el recuadro, en la figura 2, se puede ver con más detalle el comportamiento de la red neuronal en cada arquitectura.

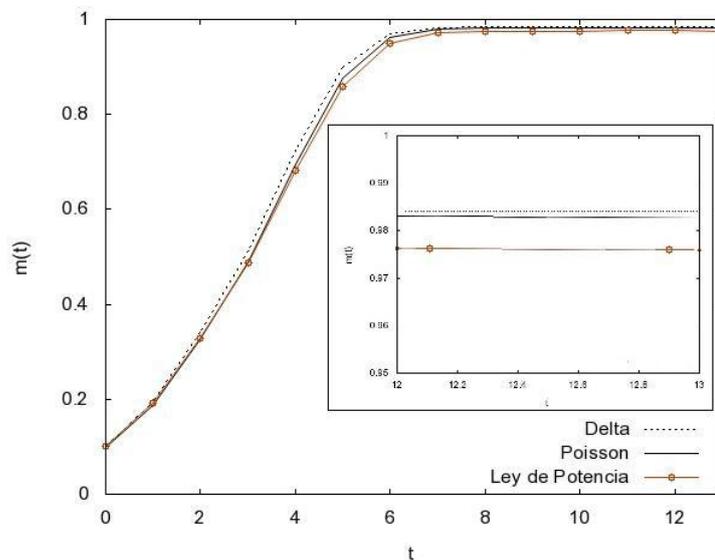


Fig. 2. Evolución temporal del traslape m con $T = 0.15$, $\alpha = 0.150$. Las líneas con guiones representan las predicciones obtenidas para la función delta, las líneas sólidas el caso de la función de poisson y las líneas con marcas la función con ley de potencia. En el recuadro se ve de forma más detallada el comportamiento diferente entre las tres arquitecturas.

De acuerdo a los resultados numéricos, el mejor desempeño lo tiene el modelo con la Función Delta y el peor el que usa la Función con Ley de Potencia. Este comportamiento se puede explicar usando (17). Las neuronas con una conectividad pequeña sufren más perturbaciones del ruido que presenta el campo, en comparación a las neuronas con mayor conectividad. En el caso de la Función con Ley de Potencia, se tiene un número importante de neuronas con conectividad pequeña, lo cual afecta el rendimiento general de la red. Resultados similares se presentan en el modelo con sinapsis asimétricas estudiado en [5]. Este comportamiento podría ser un elemento constante en los modelos de Hopfield, debido a que, como se ha mencionado anteriormente, el ruido Gaussiano se encuentra tanto en modelos con sinapsis simétricas como asimétricas.

5 Conclusiones

En este trabajo se obtuvieron, usando un método señal-ruido, las ecuaciones de la dinámica (expresadas en términos de parámetros de orden) de una red neuronal de Hopfield con sinapsis simétricas y distribución de grado arbitraria cuando el número de neuronas $N \rightarrow \infty$. La importancia del estudio de redes neuronales con sinapsis simétricas radica en que las Máquinas de Boltzmann presentan este tipo de sinapsis. Las arquitecturas presentadas en este estudio pueden ser implementadas en problemas reales (por ejemplo, en visión artificial) con Máquinas de Boltzmann. Una tarea aún por resolver es encontrar un algoritmo de aprendizaje eficaz para este tipo de arquitecturas.

Las ecuaciones de los parámetros de orden se resolvieron numéricamente usando el método Eissfeller-Opper. Se realizaron simulaciones numéricas en un sistema finito. Los resultados de las simulaciones tienen una muy buena correspondencia con las predicciones teóricas.

Se han comparado varias arquitecturas de redes, determinando las características óptimas para las Máquinas de Boltzmann. Se analizó la evolución temporal del traslape de tres modelos de redes neuronales. El mejor rendimiento lo obtuvo la red con distribución de grado Delta y el peor lo obtuvo el modelo con la distribución de Ley de Potencia. Las neuronas con poca conectividad generan este comportamiento, disminuyendo el rendimiento general de la red neuronal. Se observa que este comportamiento es consistente en las redes neuronales de Hopfield, ya que también se ha reportado para redes con sinapsis asimétricas.

En una versión extendida se planea hacer un análisis comparativo de la cuenca de atracción de las distintas arquitecturas mostradas en este trabajo.

Bibliografía

1. Hinton, G. E.: Training Products of Experts By Minimizing Contrastive Divergence. *Neural Computation* 14, 1771 (2002).
2. Salakhutdinov, R., Hinton, G.: Deep Boltzmann Machines. *Proceedings of the*

- 12o International Conference on Artificial Intelligence and Statistics* (2009).
3. Ranzato M., R., Krizhevsky A., Hinton, G.: Factored 3-Way Restricted Boltzmann Machines For Modeling Natural Images. *Proceedings of the 13o International Conference on Artificial Intelligence and Statistics* (2010).
 4. Chen Y., Zhang, P., Yu L., Zhang S.: Transient dynamics for sequence processing neural networks: effect of degree distributions, *Phys. Rev. E* **77**, 016110 (2008).
 5. Zhang, P., Chen, Y.: Transient dynamics of sparsely connected Hopfield neural networks with arbitrary degree distributions, *Physica A* **387**, 1009 (2008).
 6. Reynaga F.: Signal-to-noise analysis of Hopfield neural networks with a formulation of the dynamics in terms of transition probabilities, *Physica A* **388**, 4872 (2009).
 7. Mimura, K., Coolen. A.C.C.: Parallel dynamics of disordered Ising spin systems on finitely connected directed random graphs with arbitrary degree distributions, *J. of Phys. A: Math. Theor.* **42**, 415001 (2009).
 8. Eissfeller, H., Opper, M.: New method for studying the dynamics of disordered spin systems without finite-size effects, *Phys. Rev. Lett.* **68**, 2094 (1992).

Desarrollo del Proyecto de Red Contextual: Estudio Contextual y Pruebas de Usabilidad en la Comunidad de Santos Reyes Yucuná, Oaxaca, México

Mario Alberto Moreno Rocha¹ y Carlos Alberto Martínez Sandoval¹,

¹ UsaLab Laboratorio de Usabilidad, Universidad Tecnológica de la Mixteca
Km 2.5 Carretera a Acatlima, Huajuapán de León, Oaxaca, 69000, México
{sirpeto@gmail.com, carlosmtz@outlook.com}

(Paper received on August 10, 2012, accepted on August 24, 2012)

Resumen El presente trabajo muestra el desarrollo y resultados del proyecto denominado Red Contextual, realizado en la comunidad de Santos Reyes Yucuná, en Oaxaca, México, en donde se realizó un estudio contextual y posteriormente el desarrollo de un estudio de usabilidad de un prototipo en desarrollo para un sistema que beneficie a las mujeres de esta comunidad marginada. En el presente trabajo se muestran los resultados sobre la disposición de los usuarios al uso de nuevas tecnologías, además de la manera de aproximarlos e implementar tecnología correctamente para el beneficio de la comunidad, así como los resultados de un estudio de usabilidad realizado también.

Palabras clave: Estudios contextuales, usabilidad, comunidades marginadas, tecnología touch, pruebas del Mago de Oz.

1 Introducción

El desarrollo de una solución pertinente y apropiada para las mujeres indígenas de la comunidad de Santos Reyes Yucuná deberá estar centrada a las necesidades y requerimientos particulares de ellas. Sus características personales, culturales y contextuales deberán ser tomadas en cuenta durante el desarrollo del sistema propuesto.

Para este proyecto se desarrollaron tres etapas: un estudio etnográfico inicial, para conocer su entorno y el uso y la aproximación a la tecnología por parte de los usuarios; pruebas *in situ* a prototipos gráficos de los íconos y opciones del sistema para asegurar un entendimiento e identificación de las opciones contenidas y una prueba del Mago de Oz al prototipo desarrollado en base a las observaciones realizadas.

1.1 Antecedentes del proyecto

Durante el mes de marzo de 2011, y como resultado del Taller Fábricas de Ideas, se definió el proyecto “Red Contextual”, enmarcado dentro del Reto 6: Servicios

Basados en Conocimiento para el Ciudadano de las Redes TIC Conacyt. Se buscó definir y delimitar el proyecto, a partir de una presentación sobre la experiencia que sostienen alumnos integrantes del Equipo SIFE (Students in Free Enterprise) de la Universidad Tecnológica de la Mixteca (UTM) con mujeres de la comunidad de Santos Reyes Yucuná, ubicado en el estado de Oaxaca.

El equipo SIFE-UTM trabajó desde 2009 en la comunidad de Santos Reyes Yucuná, en el estado de Oaxaca. Después de una detección de necesidades entre la comunidad, el Equipo SITE UTM impartió un curso de Desarrollo Humano, el cual evolucionó a un Proyecto Productivo (el proyecto Ita-Viko). Actualmente, las participantes del proyecto Ita-Viko elaboran con bastante éxito diversos tipos de flores y aretes a base de hojas de maíz.

Una vez que se hayan desarrollado las aptitudes necesarias en las mujeres de esta comunidad los integrantes del equipo tendrán que separarse paulatinamente, debido a que los proyectos deben entregarse a sus integrantes. De esta manera se crea la problemática a resolver por medio de Red Contextual: ¿Cómo podrán las mujeres de Ita-Viko seguir adelante con su proyecto sin la ayuda y presencia del Equipo SIFE UTM?

1.2 Definición del proyecto

Con la información proporcionada por el Equipo SIFE-UTM y después de un debate, el grupo de investigadores del proyecto de Red Contextual definió como problema la separación paulatina del equipo SIFE-UTM de las mujeres de la comunidad, y se definió como usuarios a las mujeres indígenas de Ita-Viko y como contexto a la comunidad de Santos Reyes Yucuná.

Para alcanzar una solución íntegra a la problemática encontrada, se planteó el desarrollo de prototipo base de baja fidelidad que se entregó entonces a los integrantes del UsaLab para su posterior desarrollo en la región Mixteca antes descrita. Dicha interface permitiría a las mujeres proseguir su entrenamiento, educación y comunicación con el equipo SIFE a pesar de que ellos ya no estuvieran más en su comunidad.

2 Metodología

El objetivo del proyecto Red Contextual es el desarrollo de una aplicación útil para sus usuarias y para asegurar su usabilidad, se utilizó un Desarrollo Centrado al Usuario, que involucra la puesta en marcha de varias técnicas y metodologías orientadas a conocer al usuario y sus necesidades, gustos y deseos. Su primera parte consistió en el desarrollo de un Estudio Contextual.

2.1 Identificación de objetivos y usuarios

Para el desarrollo del proyecto, se procedió con una metodología que nos permite definir los objetivos y usuarios típicos que harían uso normalmente del sistema. De esta manera, podemos proponer las tareas específicas que los usuarios desearían realizar ellos mismos, y su posterior evaluación nos mostrará qué podemos mejorar.

Para la identificación de las tareas críticas para el sistema, se identificaron tres tareas básicas para nuestros usuarios y para este sistema:

- a) Presentación de videos de capacitación para el trabajo: nuestros usuarios desean proseguir su entrenamiento y capacitación, esta vez distancia a través de videos, para elaborar nuevos productos.
- b) Presentación de videos para la capacitación en los negocios: parte importantísima para nuevos integrantes y para consolidar Ita-Viko como empresa.
- c) Comunicación directa con el equipo SIFE-UTM para resolver dudas: para resolver cualquier tipo de dudas y continuar sus enlaces con el equipo.

Los usuarios para este sistema serán las mujeres de la comunidad de Santos Reyes Yucuná, de la Región Mixteca de Oaxaca, involucradas en el proyecto Ita-Viko del equipo SIFE-UTM. También se definieron las características típicas de los usuarios. Ver Figura 1.



Fig. 1. Mujeres indígenas de la comunidad de Santos Reyes Yucuná, Oaxaca, usuarias y participantes del estudio contextual.

Todas ellas son bilingües (Español/Mixteco), pero las de mayor edad alcanzan un nivel muy pobre de comprensión del castellano. Generalmente son madres de familia con un promedio de seis hijos y dedicadas al hogar a excepción de una. Buscan junto con toda su familia encontrar alternativas de ingreso económico en otros estados de la república en varios periodos del año, pero siempre regresan por lazos familiares, costumbres, tradiciones y cuidado de sus bienes patrimoniales.

Fue entonces necesario observar a las usuarias en su propio contexto de uso, es por eso que se desarrolló un estudio etnográfico en dos lugares, en la comunidad de

Santos Reyes Yucuná, Oaxaca (para observar a los usuarios en su contexto de uso) y en la Cd de Oaxaca (para observar a los usuarios haciendo uso de tecnología similar a la que se implementaría en el proyecto y que no podíamos llevar hasta la comunidad). Los estudios se realizaron del 20 al 29 de Julio de 2011.

2.2 En la comunidad de Santos Reyes Yucuná (cinco entrevistas)

Se realizaron cinco entrevistas in situ en la comunidad de Santos Reyes Yucuná Oaxaca al interior de las casas de los usuarios. Se les pidió a los usuarios que nos mostrarán su tecnología de uso diario y utilizaran una iPad. Ver Figura 2.



Fig. 2. Usuario interactuando con la iPad en la comunidad de Santos Reyes Yucuná, Oaxaca México. Se le hizo una analogía con una revista impresa para mostrarle la manera de usarla.

2.3 En el Museo del Palacio del Gobierno de Oaxaca (cuatro entrevistas)

Con el objetivo de probar un mayor número de tecnologías y observar su interacción, se pidió a los usuarios el manejo de seis dispositivos con características particulares (eg. audífonos, videos, mesas interactivas, trackball, etc) con interés en la solución tecnológica propuesta. Estos fueron encontrados en la Cd de Oaxaca, en el Museo del Palacio de Gobierno.

3 Resultados del Estudio Contextual

De las observaciones realizadas y de las entrevistas realizadas posteriormente, se definieron las siguientes conclusiones que guiaron el desarrollo siguiente del sistema:

1. Los usuarios usan y atesoran tecnología doméstica (televisor, estéreo, teléfonos celulares) en su vida diaria.
2. Aunque desconocen la tecnología propuesta, no existe un rechazo, sino una aproximación cuidadosa a ella, despertando mucho interés.
3. La utilización de videos para instrucción es factible, además de que el uso de audífonos para actividades individuales es igualmente útil para una mayor comprensión.
4. La disposición de una interfase de manera de mesa invita a la interacción de varias personas en una tarea, mientras que en la disposición vertical, los usuarios esperan consumir contenidos.
5. Debido a que los usuarios no saben leer ni escribir o su lengua principal es el Mixteco, se recomienda el uso de interfases sin texto.

4 Desarrollo de las Pruebas de Usabilidad

A partir de las conclusiones anteriores se desarrollaron dos diseños de las interfaces del sistema buscado. Para asegurarnos que se desarrollaba el sistema adecuado, se mostraron a los usuarios en la comunidad a través de una iPad y se les preguntó qué significado le darían a cada elemento gráfico. Esto se desarrolló el 20 de Agosto del 2011.

El primer diseño hacía uso de iconografía que pensamos los usuarios reconocerían obtenido de su entorno y de las actividades que realizan cotidianamente.

4.1 Resultados de la evaluación al primer diseño de la interfase

Las primeras pruebas de nuestras interfaces nos mostró que el conocimiento que suponíamos tener de los usuarios era incorrecto. Entre otras observaciones estaban:

1. Los usuarios no identificaron los íconos como opciones, además que al contar con muchos elementos gráficos dieron lugar a muchas interpretaciones.
2. Los números para indicar secuencia no fueron entendidos, debido a que pocas de las mujeres saben leer o escribir.
3. El ícono de chat con SIFE no fue entendido porque no tienen el concepto de chat. Se substituyó por el ícono de un teléfono.

El segundo diseño estaba basado en el uso de fotografías, lo que permitió que los usuarios se identificaran en las tareas a desarrollar. La pantalla inicial del sistema hacía uso de fotografías en vez de íconos.

5 Resultados de las Pruebas de Usabilidad

Con los resultados obtenidos se generó entonces un prototipo funcional en Flash y se diseñaron pruebas del Mago de Oz, en donde uno de nosotros hiciera las funciones de la computadora. Debido a que el proyecto hacía uso de una mesa interactiva, se utilizó un televisor Samsung LCD de 40", Full HD de 1080p conectado a una laptop utilizando Windows 7. Les pedimos a los usuarios (en grupos de tres o cuatro, dependiendo de las características demográficas consideradas anteriormente) que hicieran uso del equipo. Las pruebas se desarrollaron el día 29 de Agosto en el salón comunal de Santos Reyes Yucuná.

Con la ayuda de una intérprete, se realizaron dos pruebas utilizando Think Aloud Protocol y dos pruebas más utilizando el método de Co-discovery. Notamos que la segunda metodología nos reveló más información. Al final, realizamos un pequeño Focus Group para obtener opiniones finales en forma de votación.

La Figura 3 muestra el desarrollo de estas pruebas.



Fig. 3. Evaluación al prototipo a través del método del Mago de Oz por parte de los usuarios en su centro comunitario. La tecnología fue aceptada de inmediato.

6 Conclusiones

Como se mencionó anteriormente, el desarrollo propuesto fue muy cercano a lo que los usuarios necesitan para resolver sus necesidades una vez que el Equipo SIFE-UTM haya dejado la localidad. Su aproximación a la tecnología fue la esperada y sus reacciones fueron de sorpresa y alegría.

El desarrollo de proyectos para comunidades marginadas y, por consiguiente, el lograr ayudar directamente a estas personas, ha sido siempre el principal interés de nuestra universidad y por consiguiente, de nuestro laboratorio.

Es por esto que nuestra participación en el proyecto de Red Contextual de la Red TIC ha sido una de las ocasiones que nos llena de más orgullo, no solamente por el

desarrollo realizado sino por el hecho que el proyecto se realizó en una comunidad en Oaxaca.

Agradecemos profundamente a las mujeres del proyecto Ita-Viko de la comunidad de Santos Reyes Yucuná, así como a todos los investigadores de la Red TIC y a los miembros de los equipos SIFE, UsaLab y KadaSoftware participantes en este proyecto. Gracias especiales a la Universidad Tecnológica de la Mixteca.

Referencias

1. "Cuéntamelo Todo / Movimiento Nacional por la Diversidad Cultural", available at: http://www.diversidadcultural.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=53:cuenta-portada&catid=40&Itemid=60; accessed on the 13th April 2011
2. Óscar del Álamo, IIGC, "Esperanza tecnológica: Internet para los pueblos indígenas de América Latina" (2010), available at: http://www.quadernsdigitals.net/datos/hemeroteca/r_1/nr_510/a_7070/7070.pdf; accessed on the 15th March 2011
3. "Carta a la Tía Ofelia" (2009), available at: <http://sepiensa.org.mx/sepiensa2009/docentes/didacticas/teorias/cartaOfelia/Carta%20.htm>; accessed on the 13th April 2011
4. Information and Communication Technologies for Development (ict4d), available at: <http://www.ict4d.org.uk/>; accessed on the 13th April 2011
5. G. Harindranath and Sein, M.K. (2007), 'Revisiting the role of ICT in development', Proceedings of the 9th International Conference on Social Implications of Computers in Developing Countries, São Paulo, Brazil.
6. David Crespo García (2008) 'Mobile phones' potential to address information and communication needs of healthcare workers in isolated rural areas in Peru (working paper), available at <http://www.gg.rhul.ac.uk/ict4d/workingpapers/crespo.pdf>; accessed on the 15th February 2011

Comunidad Virtual de Práctica Social-Ambiental, una Oportunidad para Promover y Eficientar los Servicios Basados en el Conocimiento para el Ciudadano.

Catalina Rodríguez López¹, Rosa de Guadalupe Cano Anguiano¹, José Luis Rocha Pérez²

¹Departamento de Sistemas y Computación, Instituto Tecnológico de Colima
Av. Tecnológico No. 1, Villa de Álvarez, Colima, México.

²Departamento de Ing. Industrial y Mecatrónica
¹{crodriguez, rcano}@itcolima.edu.mx , ²jlrochap@hotmail.com,
(Paper received on August 10, 2012, accepted on August 24, 2012)

Resumen. La aplicación de las TIC, ha permitido el diseño de sistemas Web orientados a promover el desarrollo de las áreas más vulnerables de la sociedad como lo es el área ambiental, buscando generar conciencia y participación ciudadana. En la actualidad, se están conformando en lo real, colonias pro-ecológicas que mediante programas de intervención, inciden en la instauración de cultura ambiental comunitaria. En este contexto y para difundir estas acciones, se ha creado un portal en internet denominado mundoolaverde.org, que adicionalmente promueve el proceso de virtualizar en internet de las colonias que inician su transitar hacia la sustentabilidad ambiental. En este proceso, se ha detectado un área de oportunidad para convertir este portal en una comunidad virtual de práctica social-ambiental con el objetivo de promover y eficientar los servicios basados en el conocimiento para el ciudadano, de tal manera que a través de esta herramienta se interaccione directamente con el Gobierno para atender necesidades comunitarias.

Palabras Clave: Comunidades Virtuales, Cambio Climático, Desarrollo Sustentable, Servicios Basados en el Conocimiento Para el Ciudadano.

1 Introducción

La grave problemática ambiental por la que atravesamos debido al cambio climático, demanda la participación activa de la sociedad para enfrentar, mitigar y prevenir dicha problemática con acciones a favor de la preservación del medio ambiente, esto se logrará en la medida de que se instaure en la sociedad la cultura ambiental desde los propios núcleos familiares; por otra parte, las cuestiones sociales tan complejas que se desarrollan en comunidades urbanas con altos índices de marginación y de vulnerabilidad pone en riesgo el desarrollo de los habitantes de dichas comunidades, por lo que es de suma importancia el intervenir dichas comunidades con programas de prevención situacional mediante el mejoramiento ambiental, para ofrecerles de esta manera mayores oportunidades a los habitantes de las mismas, que redunde en elevar su calidad de vida y de las generaciones venideras sin comprometer los recursos naturales y su medio ambiente.

En este contexto se han diseñado programas de intervención que se canalizan a las comunidades urbanas, buscando elevar la calidad de vida de sus habitantes sobre la base del respeto al medio ambiente. Estos programas deberán de ser apoyados con una plataforma computacional que administre y monitoree las actividades que se lleven a cabo derivadas de los correspondientes programas de intervención, de tal forma que en su construcción se apliquen las tecnologías de información en el diseño e implementación de portales y comunidades virtuales que modelen y reflejen los avances que se tienen en el desarrollo de los referidos programas comunitarios que se canalicen a las comunidades urbanas, generando una base de información y de conocimiento que pueda ser aplicada en la toma de decisiones que beneficien a las colectividades organizadas y corresponsables con su comunidad y con el medio ambiente.

1.1 Justificación

Desde el punto de vista legal la presente propuesta de construir una Comunidad virtual se fundamenta en la Reforma promovida por el Ejecutivo Estatal del Estado Libre y Soberano de Colima y aprobada por el Congreso local, del Artículo primero de la Constitución Política el pasado 9 de octubre de 2010, para garantizar a sus ciudadanos el acceso al mundo de Internet, agregando el siguiente texto:

“Es derecho de los colimenses, acceder a la Sociedad de la Información y el Conocimiento, como una política de Estado, para lograr una comunidad integrada y totalmente intercomunicada, en la que cada uno de sus integrantes viva en un entorno de igualdad de oportunidades, con respeto a su diversidad, preservando su identidad cultural y orientada al desarrollo, que permita un claro impacto en todos los sectores de la sociedad”[1].

La nueva legislación también obliga al Estado a diseñar instrumentos y mecanismos que permitan implementar estrategias que conduzcan al Estado mismo, hacia una Sociedad de la Información y el Conocimiento. Esta transformación forma parte de la Agenda digital de Colima que está incorporada al Plan Estatal de Desarrollo 2009-2015 [2].

Para tal objetivo, el Gobierno Estatal creó una Agenda Digital que consta de siete ejes estratégicos, cada uno con su respectivo portafolio de programas

1.- Garantizar a los colimenses el Acceso Universal a las Tecnologías de la Información y el Conocimiento, 2.- Educación y capacitación, 3.- Desarrollo Digital del Sector Empresarial, 4.- Actualización del Marco Jurídico, 5.- Gobierno Electrónico, 6.- Atención a Grupos Especiales y 7.- Participación Ciudadana.

Todos estos ejes son muy importantes para cumplir lo establecido en el artículo modificado, pero para efectos de fundamentar la presente propuesta, los ejes 1, 5 y 7 son los referenciados.

Por otro lado, desde el punto de vista ambiental también existen muchos fundamentos legales cuya ordenanza viene desde el PNUMA (programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente), Gobierno Federal, Gobierno estatal y municipal, que sustentan la importancia de diseñar e implementar programas ambientales que incidan en generar colectividades organizadas a favor del medio ambiente para garantizar el derecho a todo ciudadano a un medio ambiente sano.

2 Desarrollo

2.1 Comunidades virtuales (CV)

Las primeras comunidades se centraban principalmente en el simple comercio o venta de productos a través de la red, o en un sitio donde los usuarios podían ubicar sus páginas personales de forma gratuita. El germen de estos centros del ciberespacio viene determinado por las comunidades científicas que antes de internet se agrupaban de manera presencial para intercambiar información, de esta forma surge en 1985 la primera comunidad virtual de la historia, The Well, creada por un grupo de ecologistas [3].

2.1.1 Características y estructura

Hay objetivos comunes relacionados con determinadas necesidades de sus integrantes, existe un cierto sentido de pertenencia a un grupo, se utilizan las mismas infraestructuras telemáticas, generalmente basadas en los servicios de Internet, que por lo menos permiten comunicaciones de uno a todos y de uno a uno, alguno de sus miembros realizan actividades para el mantenimiento del grupo, hay una cultura común: se comparten unos valores, unas normas y un lenguaje en un clima de confianza y respeto, se realizan actividades que propician interacciones entre los integrantes de la comunidad: preguntas, discusiones, aportaciones informativas, los integrantes se proporcionan ayuda: emotiva (compañía virtual- comunicación) y cognitiva (suministro de información).

Para que una comunidad virtual resulte atractiva y adicione a futuros usuarios, precisa una minuciosa y cuidada planificación de su estructura que está conformada por:

- Un conjunto de sujetos que comparten una cultura, generada por el medio informático y cultura extensible al mundo real en que viven
- Un espacio geográfico, sin fronteras delimitadas (ciberespacio)
- Un conjunto de normas o reglas (de obligado cumplimiento) por las que se rigen
- Un conjunto de gobernantes que controlan y administran la comunidad virtual
- La información y el conocimiento, componentes que se comparten por los sujetos mediante unos servicios que permiten su uso
- El elemento Enlace entre sujetos, normas y gobernantes (el elemento más importante)
- Diseño, este debe ser sencillo, atractivo y que facilite la navegación, además de que sea funcional, que se localice rápidamente el servicio que se desea
- Servicios, estos cada vez son más especializados. Si bien al principio, las comunidades virtuales promovían el ocio y entretenimiento, los negocios, en la actualidad hay infinidad de comunidades virtuales que ofrecen una serie de servicios en varios aspectos que la sociedad demanda [4].

2.1.2 Tipología y herramientas de las CV

Existen diferentes grupos humanos, con la variedad de necesidades que se traducen en una inmensa tipología de comunidades virtuales.

Comunidades orientadas al usuario, son los usuarios los que definen el tema de la comunidad y se puede dividir en: Geográficas, Temáticas, Demográficas, Ocio y entretenimiento, Profesionales, Gubernamentales y Eclécticas.

Comunidades virtuales orientadas hacia la organización, el tema es definido según los objetivos y áreas de trabajo de la organización donde reside la Comunidad, podemos dividir las en: Verticales: que aglutinan a usuarios de empresas de diferentes ramas de actividad económica o a organizaciones institucionales, Funcionales: referidas a un área específica del funcionamiento de la organización, Geográficas: que se concentran en una zona geográfica cubierta por la organización.

Herramientas para las comunidades virtuales: Foros de discusión, Email y email groups, News groups, Chats, MUD, Gestores de contenido, Sistemas peer to peer.

2.2 Servicios basados en el conocimiento para el ciudadano

Los servicios basados en conocimiento para el ciudadano implican esfuerzos para integrar fuentes de información y conocimiento, así como para adaptarse a la diversidad de posibles usuarios y maneras de acceder a dichos servicios. Así, para hacer posible que los ciudadanos cuenten con acceso a este tipo de servicios, deben involucrarse un número importante de sub-áreas de las ciencias de la computación, demandando investigación científica y desarrollo en las siguientes líneas: interfaces de usuario, redes y comunicaciones, espacios de datos y conocimientos, visión por computadora, inteligencia artificial.

La diversidad de sub-áreas requeridas para lograr este reto también incluye la formación de equipos multi-disciplinarios para desarrollar innovación en tecnologías y servicios y producir conocimiento científico con un enfoque holístico: humano, con sentido social, incluyente, y responsable. Dependiendo del contexto de aplicación esto demanda la integración de especialistas del sector científico, público y social de otras áreas, y de manera general de la integración de conocimientos en campos tan diversos como el del medio ambiente y otras disciplinas humanísticas [5].

Los avances en el desarrollo y aplicación de las TIC permiten vislumbrar que es posible aplicarlas al desarrollo de sistemas basados en el conocimiento para el ciudadano en el que se privilegie la participación social, pero no solo para eficientar los servicios de las diferentes instancias de gobierno, sino para satisfacer y asegurar la atención de las necesidades de los ciudadanos y de las demandas comunitarias. En el caso de la propuesta de crear una comunidad virtual de práctica social-ambiental, la idea central es virtualizar una red de colonias pro-ecológicas que existen en lo real y que interactúen en el ciberespacio y a través de la plataforma computacional se provea de la infraestructura a través de la cual los ciudadanos mediante su comité de representación social (comités de barrio) accedan a los servicios de las diferentes instancias gubernamentales para que las necesidades comunitarias sean resueltas de manera más rápida y efectiva y de esta forma, establecer un puente que disminuya la brecha de atención, además de interactuar entre las diferentes colonias pro-ecológicas que conforman la comunidad virtual, para compartir las experiencias de éxito que les permitan transitar hacia la sustentabilidad ambiental.

2.3 Propuesta para convertir mundoolaverde.org en una Comunidad virtual de práctica social-ambiental

El portal mundoolaverde.org es un portal en internet sobre cambio climático y desarrollo sustentable, que promueve y difunde cultura ambiental con la intención de generar participación ciudadana tendiente a prevenir, mitigar y revertir el cambio climático.



Fig. 1. Interfaz principal del portal mundoolaverde.org

El objetivo del portal es el de difundir temáticas ambientales y aquellas acciones que se realicen en lo individual o como colectividades organizadas para enfrentar el cambio climático, además de virtualizar el trabajo ambiental que se realiza en las colonias pro-ecológicas de la entidad.

El portal contiene secciones informativas, secciones de cultura ambiental, evidencias de intervención ambiental en colonias por medio del programa SumaTEC, ligas a sitios relacionados, sección de difusión de proyectos y la aplicación e-Colonia.

El módulo e-Colonia es un sistema administrador para colonias que trabajan por la sustentabilidad ambiental, promoviendo la cultura del cuidado del medio ambiente desde los propios núcleos familiares.



Fig. 2 Interfaz de e-Colonia. Módulo de ecología

Este sistema está dirigido al Comité de barrio o de participación social de una comunidad urbana, auxiliándole en la administración de todas aquellas actividades

que realice el mismo Comité de barrio derivadas del cumplimiento de sus funciones y las actividades que realicen los propios habitantes de la comunidad en el mejoramiento de las condiciones ambientales, con la intención de elevar la calidad de vida sin poner en riesgo los recursos naturales para las generaciones futuras. Es en este contexto en el que se tiene considerado aplicar la siguiente propuesta: Diseñar una comunidad virtual de práctica social-ambiental para promover y eficientar los servicios basados en el conocimiento para el ciudadano. La comunidad virtual será temática, contempla la interacción entre los usuarios indicados en la Tabla 1 y se tiene considerado proveer los servicios indicados en la Tabla 2, así como otras herramientas gestoras del conocimiento que se produzca con la interacción de los miembros activos que participen.

Tabla 1. Usuarios identificados para la comunidad virtual.

Usuarios o Actores	Descripción
Autoridades municipales	Presidente municipal, Directores de áreas
Comité de Barrio	Presidente, Secretario, Tesoro y Vocales
Responsables de comisiones	Ecología, Cultura, Deportes, Seguridad, Salud
Colonos	Habitantes de la comunidad urbana intervenida
Internautas	Cualquier persona a la que le interese la temática e integre a la comunidad
Gobierno de la CV	Administradores y gestores de contenido

Tabla 2. Elementos de una Comunidad virtual a incluir en el portal.

Elementos	Dirigido a
Buzón de quejas y sugerencias	H. Ayuntamiento
Chats	Integrantes de Comités de barrio
Correos	Miembros de la comunidad
Cursos ambientales virtuales en línea	Habitantes de las colonias
Tablero de anuncios	Habitantes de las colonias
Tablero de noticias	Habitantes de las colonias
Foro de discusión o blog	Integrantes de Comités de barrio, autoridades municipales
Solicitud de servicios municipales	

Se tiene considerado que al integrar estos y más elementos al portal, en específico a la aplicación e-Colonia, se logrará la interacción virtual entre los diferentes usuarios o actores del sistema, logrando con ello darle mayor dinamismo al portal, transformándolo en una comunidad virtual de práctica social y ambiental.

2.4 Metodología para la conversión y aspectos de TIC implementados

Diseño del entorno. En lo que respecta al diseño de la estructura del entorno virtual de la comunidad, se deben tener presente tres aspectos principales: 1. El enfoque

técnico: en el cual se define el modelo de la plataforma a utilizar, 2. El enfoque metodológico de aprendizaje: desde esta óptica, se debe ubicar dentro del uso de las corrientes de construcción social de conocimiento y por último, 3. La articulación de los diversos tipos de herramientas, de tal forma que se busque la correcta vinculación entre las herramientas de exploración, las de comunicación y las de discusión argumentativa.

El escenario. En esta etapa se definen los recursos y herramientas que dispondrá la comunidad y el proceso de trabajo.

Recursos y herramientas: la portada de la comunidad, un espacio para la colocación de los instructivos, un espacio para colocar las noticias y novedades concernientes a las actividades generales de la comunidad, un calendario, los foros necesarios para la discusión y el debate de las ideas, un correo electrónico interno para la comunicación asincrónica entre dos o más miembros y un chat, un espacio para la colocación del material didáctico y común, la cartelera, donde se expondrán los mensajes y anuncios al margen de las actividades principales de la comunidad, etc.

El proceso de trabajo: la realización de las labores, conllevará la utilización de todas las herramientas ya mencionadas. En algunos casos el uso será simple y en otros será de manera combinada y más compleja. En esta etapa se definirán las reglas de operación de los recursos y herramientas que dispondrá la comunidad.

Cronograma a seguir. Con la habilitación de un cronograma se pretende indicar la secuencia y el tiempo en que deberán realizarse las actividades dentro de la comunidad. La programación debe de realizarse periódicamente (semanal, mensual trimestral), secuenciando la integración de los miembros paulatinamente y de acuerdo a la participación y grado de involucramiento con los programas de intervención comunitaria [6].

Recursos de software. Para la implementación del portal y para realizar la reconversión a comunidad virtual, se ha utilizado el siguiente software: lenguajes: PHP, HTML, Javascript, CSS, herramientas: Gogle Docs, Google Sites, Google Analytics; Facebook, Canal Youtube, software de animación y diseño gráfico: adobe flash, ilustrator y photoshop, entre otros.

3 Conclusiones y trabajos futuros

Paralelamente a la intervención comunitaria ambiental que se realizará en fase pilotaje en dos comunidades urbanas de la entidad, se estará realizando el proceso de conversión del portal mundoolaverde.org en una comunidad virtual para promover el desarrollo sustentable en comunidades urbanas pro-ecológicas.

La intención principal es que comunidades urbanas reales que transitan hacia la sustentabilidad ambiental se relacionen entre sí de manera virtual, a través de sus comités de barrio y que compartan sus experiencias de éxito en la realización de actividades de los respectivos programas de intervención que canalicen a sus comunidades, así como establecer un puente entre los ciudadanos y las autoridades de gobierno que les permita que les sean atendidas sus necesidades comunitarias por medio de esta plataforma tecnológica mediante la cual se promueva y se eficienten los servicios municipales a que todo ciudadano tiene derecho.

La fortaleza y el principal reto de la comunidad virtual se logrará en la medida de que se vayan mejorando, desarrollando e incorporando los elementos de los servicios basados en el conocimiento para el ciudadano tales como dotar a la plataforma de interfaces de usuario lo más amigables, proveer el servicios de redes y comunicaciones eficientes, consolidar los espacios de datos y conocimientos; en un futuro más lejano incluir elementos de inteligencia artificial por medio de la implementación de agentes inteligentes que guíen y orienten en el transitar por la CV.

Otro factor muy importante a considerar en los trabajos futuros es la evaluación de la comunidad virtual para alcanzar el mejor desempeño de la misma. Los avances en investigación y desarrollo de las TIC permiten prever que es viable plantearse el reto de ofrecer servicios basados en el conocimiento para los ciudadanos a mediano y largo plazo, para ello se requiere desarrollar estrategias y acciones en la que la comunidad de las ciencias computacionales juega un papel de vital importancia; en ese sentido hay un amplio camino que recorrer y esto solo será posible con investigación aplicada.

Referencias

1. Becerra Pozas, J.L. ; El derecho ciudadano al mundo digital: Garantía Constitucional en Colima. Política Digital. Número 59, pp. Diciembre 2010 - Enero 2011
2. Rodríguez Reyes, V: Transitando hacia la sociedad de la información y el conocimiento. *Agenda Digital*. <http://agendadigital.col.gob.mx/tema.php?it=NDk0,23/11/2010>. Consultado el 20 de Julio de 2012.
3. Zúñiga Vega, C; García Fallas, J.; Arnáez Serrano, E. Construcción de una comunidad virtual de aprendizaje ambiental (cvaa): espacio interactivo para ambientalizar el quehacer universitario estatal de Costa Rica. Revista inie. http://revista.inie.ucr.ac.cr/uploads/tx_magazine/construccion-comunidad-virtual-aprendizaje-ambiental-ciea.pdf. 16/06/2011. Volumen 11, Número Especial, pp. 1-23. Consultado el 20 de Julio de 2012.
4. Sánchez Arce, Ma. V, Saorín Pérez, T: Las Comunidades virtuales y los portales como escenarios de gestión documental y difusión de información, <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/635/63500412.pdf>. Consultado el 26 de julio del 2012.
5. Taller: Grandes Retos de Investigación Científica y Tecnológica en Tecnologías de Información y Comunicaciones en México, <http://turing.iimas.unam.mx/~GrandesRetosTIC/index.html> . Monterrey, N.L., México, Mayo 21 y 22, del 2009. Consultado el 29 de Julio del 2012.
6. Binet González, J.: Desarrollo de comunidades virtuales. [http:// Desarrollo-comunidades-virtuales.wikispaces.com/Capitulo+2+-+La+comunidad+en+marcha](http://Desarrollo-comunidades-virtuales.wikispaces.com/Capitulo+2+-+La+comunidad+en+marcha). Consultado el 29 de Agosto del 2012.