

ISSN:2007-5448



October 1-3; Zacatecas, México

3rd INTERNATIONAL
CONFERENCE ON
SOFTWARE
PROCESS
IMPROVEMENT



Número Especial

Editado por:

Dra. Mirna Ariadna Muñoz Mata

Dr. Jezreel Mejia Miranda



RECIBE

Revista electrónica
DE COMPUTACION, INFORMÁTICA, BIOMÉDICA Y ELECTRÓNICA

Índice

Presentación

Presentación.....I

Computación e Informática

Herramienta para establecer y controlar Iniciativas de Mejora de Procesos con MoProSoft.....I

Dagoberto Cruz Sandoval

Consideraciones especiales para realizar pruebas de usabilidad con niños: Caso de Estudio.....II

María Esperanza Pérez Cordoba Sánchez

Mónica Edith García García

Jorge Arturo Hernández Perales

Hacia la utilización de recuperación de información en bibliotecas digitales.....III

Cecilia San Martín Méndez

Sodel Vázquez Reyes

Arquitectura de software de una aplicación móvil para desarrollar un sistema de identificación por radiofrecuencia.....IV

Gerardo Lagunes García

Ignacio López Martínez

Gustavo S. Peláez Camarena

María Antonieta Abud Figueroa

Beatriz Alejandra Olivares Zepahua

Guía de ataques, vulnerabilidades, técnicas y herramientas para aplicaciones web.....	V
Ana Laura Hernández Saucedo	
Jezreel Mejia Miranda	
Propuesta de infraestructura técnica de seguridad para un Equipo de Respuesta ante Incidentes de Seguridad (CSIRT).....	VI
Helton Emmanuel Ramírez Luna	
Jezreel Mejia Miranda	
Plataforma de monitoreo de recursos basada en gestión del conocimiento dentro de la industria minera.....	VII
Manuel Alberto Chairez Alvarado	
Edrisi Muñoz Mata	
Desarrollo de aplicación para la gestión del conocimiento de modelos matemáticos.....	VIII
Viridiana Rodríguez Cardiel	
Edrisi Muñoz Mata	
Mejora de Procesos para la Administración de Proyectos en Instituciones de nivel Superior.....	IX
Josefina García Durán	
J. Jesús Minero Guardado	
Mirna Ariadna Muñoz Mata	
Jezreel Mejia Miranda	



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 2.5 México.

Presentación

Nos es muy grato participar en la edición de este número especial de la Revista RECIBE dedicado a la temática de Ingeniería de Software (IS). Los artículos presentados en este número fueron seleccionados de entre los artículos aceptados para el tercer Congreso Internacional de Mejora de Procesos Software CIMPS 2014, realizado en la Ciudad de Zacatecas, México del 1 al 3 de Octubre del 2014 cuya tasa de aceptación fue del 30% de los artículos recibidos.

En los últimos años se ha hecho evidente que las organizaciones y sus productos, sistemas y servicios que les permite competir, adaptarse y sobrevivir depende cada vez más del software, posicionándose éste como el núcleo principal en la mayoría de las empresas. Cabe resaltar, que el software permite a las empresas una rápida y fácil adopción a diferentes sectores del mercado. Por lo tanto, el software juega un papel importante dentro de cualquier organización, tanto en el ámbito industrial como en el académico.

Basado en la importancia del software en las organizaciones, en este año el congreso CIMPS se ha ampliado a las aplicaciones del software en diferentes entornos para proporcionar soluciones integrales a problemas como a continuación se especifica:

- En empresas de desarrollo de software donde se habla de una herramienta para establecer y controlar las iniciativas de mejora de procesos.
- En entornos educativos donde se aplican la ingeniería de software para dar solución a diversos problemas en este ámbito, como lo son: la

recuperación de información en bibliotecas digitales o consideraciones especiales para realizar pruebas de usabilidad con niños, e incluso la aplicación del software para la gestión del conocimiento de modelos matemáticos. Además, de la aplicación de conceptos relacionados con la mejora de procesos en la administración de proyectos.

- En entornos industriales como la industria automotriz, para la que se presenta una arquitectura de software de una aplicación móvil para desarrollar un sistema de identificación por radiofrecuencia. Asimismo, en el sector minero se presenta una plataforma de monitoreo de recursos basada en gestión del conocimiento.
- Finalmente, se presentan soluciones relacionadas con la seguridad en tecnologías de información, aspecto crítico debido a la cantidad de información que actualmente las empresas manejan a través de internet, en este entorno se presentan artículos enfocados en proporcionar información de valor para concientizar sobre este aspecto como lo es la guía de ataques, vulnerabilidades, técnicas y herramientas para aplicaciones web; así como una propuesta de infraestructura técnica de seguridad para un equipo de respuesta ante incidentes de seguridad (CSIRT).

Esperando que este número especial sea de utilidad en el campo de la Ingeniería del software, agradecemos a los autores sus contribuciones y damos la enhorabuena por su publicación en este número especial de RECIBE. De igual manera, agradecemos al editor de la revista por darnos nuevamente la oportunidad de seguir publicando artículos en el ámbito de la ingeniería del software.

Dr. Mirna Ariadna Muñoz Mata
Dr. Jezreel Mejia Miranda
Centro de Investigación en Matemáticas- Unidad
Zacatecas

Herramienta para establecer y controlar Iniciativas de Mejora de Procesos con MoProSoft

Dagoberto Cruz Sandoval
Instituto de Informática,
NovaUniversitas, Oaxaca
dago.crusa@gmail.com

Resumen: La mejora de procesos software es una disciplina cuya premisa es que un proceso de calidad tiene como consecuencia lógica un producto software de calidad. En México, una industria software emergente y compuesta en su mayoría por micro y pequeñas empresas, ha empezado a incursionar en este tipo de disciplina utilizando el modelo mexicano de mejora de procesos conocido como MoProSoft, sin embargo la carencia de conocimiento y experiencia, hace de este tipo de proyectos algo complicado y desgastante. En el presente trabajo se presenta el desarrollo de un marco de trabajo para las micro y pequeñas empresas desarrolladoras de software en México, el cual es apoyado por una herramienta llamada Kaizen que automatiza las fases básicas de una mejora de procesos: compromiso, evaluación, planeación e implementación basadas en los procesos, actividades, prácticas y roles definidos en MoProSoft. La herramienta tiene como objetivo principal proporcionar apoyo a las micro empresas en las iniciativas de mejora por medio de un marco de actividades automatizadas que guían sus pasos durante la ejecución del programa de mejora. Además, se presenta un caso de estudio y resultados cuantitativos de que con el uso de Kaizen cuatro micro empresas mexicanas vieron mejorados sus procesos de desarrollo de software instaurando las prácticas efectivas definidas por MoProSoft.

Palabras clave: Mejora de procesos software, MoProSoft, calidad de software, micro y pequeñas empresas.

Tool for supporting MoProSoft-based software Process Improvement Initiatives

Abstract: Software process improvement is a discipline whose premise is that the naturally result of a quality process is the quality in the software product. The Mexican Software Industry is emergent and mostly composed of very small enterprises. In recent years, many of these companies have been involved in process improvement projects using the Mexican improvement model also known like MoProSoft, however, with the lack of knowledge and experience, the projects become complicated and stressful. In this paper, is presented a framework to implement a process improvement project in very small software development enterprises in Mexico, which supported by a tool called Kaizen, automates the basic phases of process improvement: engagement, assessment, planning and implementation, all based on the processes, activities, practices and roles defined in MoProSoft. The tool's main objective is to provide support to micro enterprises in improvement initiatives through a framework of automated activities to guide the next steps in implementing the improvement program. Furthermore, is presented a study case and quantitative results about the use of Kaizen in four Mexican micro-companies and the improvements in their software development processes by the establishment of the effective practices defined by MoProSoft.

Keywords: Software process improvement, MoProSoft, software quality, micro and small enterprises.

1. Introducción

Las pequeñas y medianas empresas que desarrollan software hecho a la medida han sido parte importante en la consolidación de la industria de software en países como India, Irlanda e Israel (Bonanomi, 2012). En México particularmente, las Micro, Pequeña y Medianas Empresas (MiPyME) desarrolladoras de software representan al 87% de las empresas de acuerdo al estudio realizado por la Asociación Mexicana de la Industria de las Tecnologías de la Información (AMITI) en el 2010 (AMITI, 2010). Si bien la estructura de la industria mexicana de software se encuentra en una etapa relativamente joven, para las empresas ubicadas en el segmento de “software hecho a la medida” existe la oportunidad de alcanzar el desarrollo económico y tecnológico, ya que como han demostrado diversos estudios (Mowery, 1996) (Chandler & Coartada, 2003), este segmento ha definido una parte importante de la evolución de la industria a nivel internacional y ha impactado a diversas actividades industriales y de servicio.

La Mejora de Procesos Software (MPS) es una disciplina que busca generar ventajas como incrementar el nivel de productividad y optimización de los procesos y recursos, además de asegurar la calidad del software, lo cual proporciona una mejor y más sólida posición competitiva, tanto en el mercado mundial como en el local (Sampedro, 2011).

Ante ello en México, diversos empresarios, instituciones educativas y el Gobierno Federal plantearon en conjunto iniciativas que dieron origen al Programa para el Desarrollo de la Industria Software (PROSOFT). PROSOFT plantea los lineamientos de política industrial que deben de imperar para que la industria de software alcance los niveles de competitividad local e internacional (SE, 2008). A pesar de las iniciativas y apoyos generados, el establecimiento de un modelo de procesos formal dentro de las empresas mexicanas es aún una tarea complicada y poco explorada. Por lo tanto, en este artículo se presenta un marco de trabajo para la ejecución de un proyecto de mejora de

procesos software para las MiPyME mexicanas con poca experiencia y conocimiento en programas de mejora, tomando como referencia el modelo de mejora MoProSoft. El marco de trabajo sirve como base para el desarrollo de una herramienta bajo un enfoque web llamada Kaizen implementa y automatiza las distintas actividades básicas de un proyecto de mejora.

El resto del artículo se organiza de la siguiente forma. La sección 2 de este artículo examina la situación actual de la industria de software en México con respecto a la implantación del modelo MoProSoft. La sección 3 presenta el marco de trabajo que sirve como base para el desarrollo de la herramienta Kaizen para establecer iniciativas de mejora de procesos en MiPyME desarrolladoras de software. La sección 4 resume los resultados obtenidos por cuatro MiPyME mexicanas durante los esfuerzos de mejora apoyados por Kaizen, y por último la sección 5 resume las conclusiones del trabajo.

2. MoProSoft y su Impacto en la Industria de Software en México

En México la industria de software aún se encuentra en un proceso de desarrollo y crecimiento, datos de la Secretaria de Economía en 2009, sugirieron que la industria de software y TI en México se encontraba constituida por alrededor de 2,134 empresas. En este sentido, de acuerdo a estudios realizados y presentados en (AMITI, 2010) y (González, 2006), se determinó que la industria presenta una estructura atomística: alrededor del 87% de las empresas son micro y pequeña, 7% son mediana empresa, 5% son gran empresa, y solamente una empresa que cuenta con alrededor de 1500 empleados se considera corporativa.

El gobierno federal mediante la iniciativa PROSOFT plantea como una de sus soluciones desarrollar un modelo de procesos de software que se adaptara a

las características y estructura de las empresas que conforman la industria en México. Como consecuencia, se propuso un nuevo modelo para la industria mexicana, MoProSoft (Modelo de Procesos para la Industria Software) (Oktaba, 2006), que fue desarrollado considerando las mejoras prácticas de modelos como CMMI-SW, ISO 9000:2000, PMBoK, entre otros. En el año 2005, MoProSoft fue adoptado como una norma mexicana bajo el nombre NMX-I-059-NYCE-2005: *Tecnología de la Información – Modelos de procesos y evaluación para desarrollo y mantenimiento de software*.

Para el año 2013, el sitio oficial de la Agencia Mexicana de Normalización y Certificación (NYCE) reportó un total de 265 certificaciones de MoProSoft, 6 de ellas en Nivel 0, 147 en Nivel 1, 108 en Nivel 2, y por último 4 empresas se certificaron en Nivel 3 (NYCE, 2013). En base a estos datos y a los estudios que establecen que el número de empresas desarrolladoras de software que componen a la industria mexicana, oscila en una media de 2,000 organizaciones; el porcentaje de empresas certificadas en el modelo MoProSoft alcanza solamente un 13.2%, lo cual demuestra que aunque los esfuerzos destinados a brindar un marco de trabajo basado en prácticas efectivas para el desarrollo de software bajo el modelo MoProSoft han avanzado y han despertado el interés de la industria, el número de empresas certificadas en dicho modelo sigue siendo muy bajo.

Una de las principales causas de la problemática radica en el hecho de que las empresas carecen de experiencia en la conducción de programas de mejora de procesos, aún y cuando cuenten con un modelo de referencia (MoProSoft) adaptado a las características propias de la industria mexicana. Si bien la solución principal radica en el hecho de brindar una mejor formación universitaria para que en un futuro próximo los ingenieros de software sean capaces de contar con el conocimiento para afrontar este tipo de retos, dicha solución se plantea a mediano/largo plazo con futuras generaciones de profesionales de TI, lo cual representa una problemática para las empresas en operación actualmente, y que buscan dentro de sus objetivos obtener un

proceso de desarrollo maduro y capaz, pero no cuentan con la experiencia necesaria para implantar mejoras basadas en el modelo MoProSoft.

3. Kaizen: Herramienta para establecer iniciativas MPS basadas en MoProSoft

De la problemática presentada en la sección anterior, se desprendió la necesidad de desarrollar un marco de trabajo que sirviera como apoyo para aquellas MiPyMEs que busquen la implantación a corto/mediano plazo del modelo MoProSoft, además de proporcionar soporte para aquellas empresas certificadas que se concentran en los primeros dos niveles del modelo (aproximadamente el 98.4%), pero que debido a su inexperiencia se torna difícil avanzar y conseguir un nuevo nivel de madurez.

El objetivo principal radica en establecer un marco de trabajo que proporcione las fases y actividades dentro de un solo entorno de ejecución para que las organizaciones que pretendan implantar un programa de mejora basado en MoProSoft cuenten con las guías y directrices necesarias para llevar a cabo este tipo de proyectos. El marco de trabajo desarrollado fue la base para la construcción de la herramienta Kaizen (véase Figura 1), denominada así dado que este término japonés significa mejora continua, se basa en las etapas genéricas de un modelo de mejora: *compromiso con la mejora, evaluación actual del proceso, infraestructura y planes de mejora e implantación de planes*.

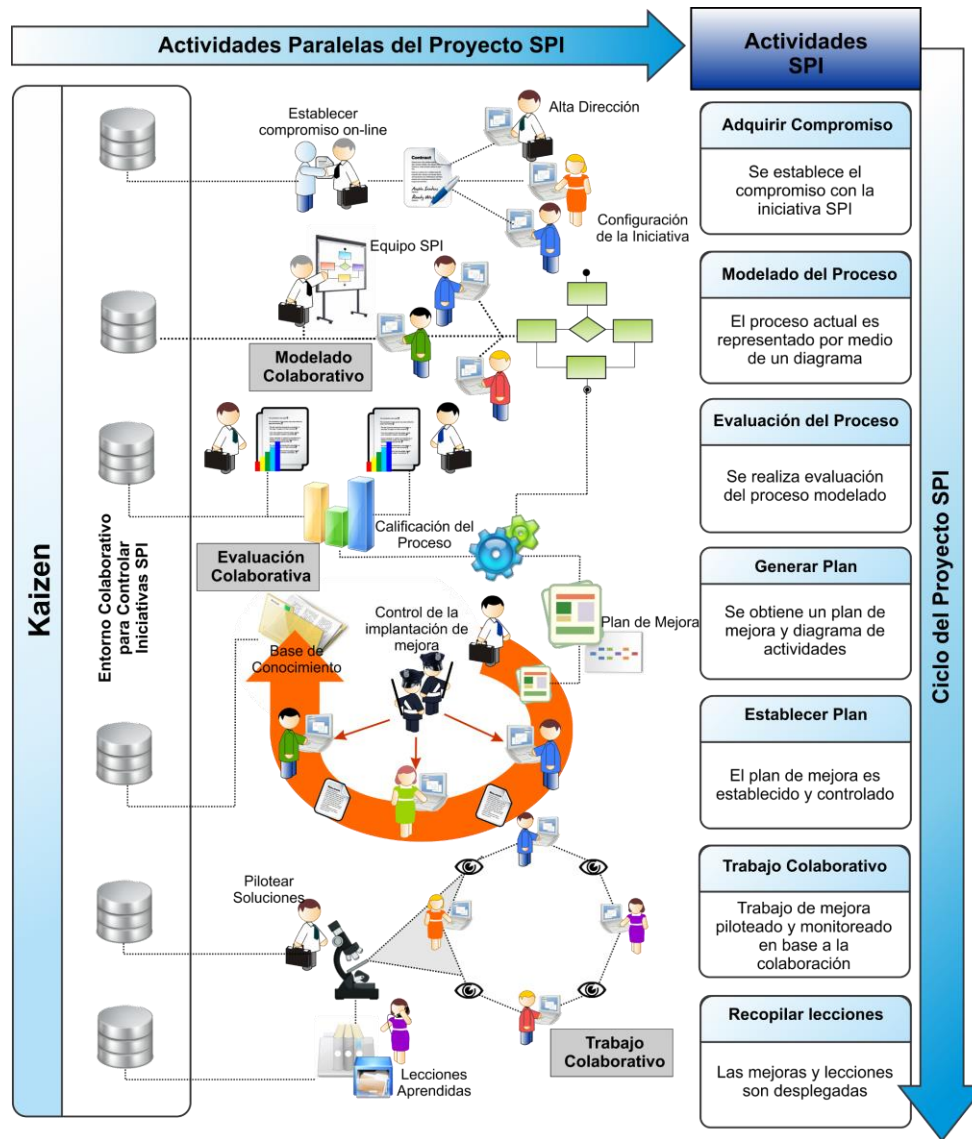


Figura 1. La figura muestra las actividades (derecha) automatizadas que realiza Kaizen durante el programa de mejora. El grupo de trabajo (centro) ejecuta cada una de las actividades mediante la guía y control de Kaizen. La alta dirección establece el compromiso, los jefes de proyectos son evaluados, el grupo de trabajo (analistas, programadores y otros) son los encargados de realizar las actividades del nuevo proceso, piloteados y controlados por Kaizen.

El aspecto más importante a corroborar fue que con el apoyo de Kaizen, las pequeñas organizaciones eran capaces de implantar ciclos de mejora, cumpliendo con todas las fases necesarias para este tipo de proyectos, y de

esta forma conseguir implantar el nuevo proceso y gradualmente convertirlo en parte fundamental de la cultura de trabajo dentro de la estructura de la organización.

3.1 Compromiso y configuración de la mejora

El objetivo de una etapa de compromiso en un proyecto de mejora es conseguir el compromiso de la alta dirección para que la empresa se involucre en el proyecto. El equipo directivo debe de entender y comprender las implicaciones de un programa de mejora, y comprometerse a aportar tantas personas, tiempo y otros recursos como sean necesarios para tener éxito en la ejecución del proyecto de mejora (Cuevas et al., 2002). Kaizen cuenta con las funcionalidades necesarias para establecer el compromiso, en primera instancia se establecen las bases de la mejora, luego se determina el alcance de la evaluación mediante la elección de los procesos a mejorar y el nivel que pretende alcanzar la empresa en base a sus necesidades, y por último la integración de un equipo de trabajo.

3.2 Evaluación del proceso actual

La evaluación de Kaizen es la combinación de los resultados de dos técnicas, la primera en forma de cuestionario generado en base a la información obtenida a través de la configuración del alcance del proyecto y actividades propuestas por MoProSoft, el enfoque del cuestionario se encuentra basado en el cuestionario de dos fases presentado en (Garcia, Pacheco & Calvo-Manzano 2010) (véase Figura 2).



Figura 2. Pantalla del cuestionario de dos fases implementado. El cuestionario es la primera técnica utilizada para implementar el método de evaluación de Kaizen.

La segunda técnica se basa en la obtención de la descripción del proceso actual por medio de la edición de un diagrama (véase Figura 3), buscando así obtener una representación fidedigna del proceso que se lleva actualmente en la organización, la idea se encuentra basada en la representación de procesos presentada en (Garcia, Pacheco & Cruz, 2010). La combinación de los métodos tiene como objetivo principal presentar hallazgos en el proceso, que no se obtendrían llevando a cabo por separado ambos métodos.

Una vez concluidas las evaluaciones para todos los jefes de proyecto, se presenta el análisis de los resultados tomando en cuenta la cobertura y desviación estándar por actividad, en base a estos resultados se obtienen los puntos débiles (color rojo), puntos fuertes (color verde) y las actividades que deben de explorarse con mayor profundidad para poder dilucidar si constituye punto fuerte o un aspecto a mejorar (color amarillo). Una vez obtenidas las actividades en las cuales se debe de enfocar la mejora, el responsable de mejora dentro de la MiPyME debe elegir las actividades con las cuales trabajar durante la implantación (véase Figura 4).

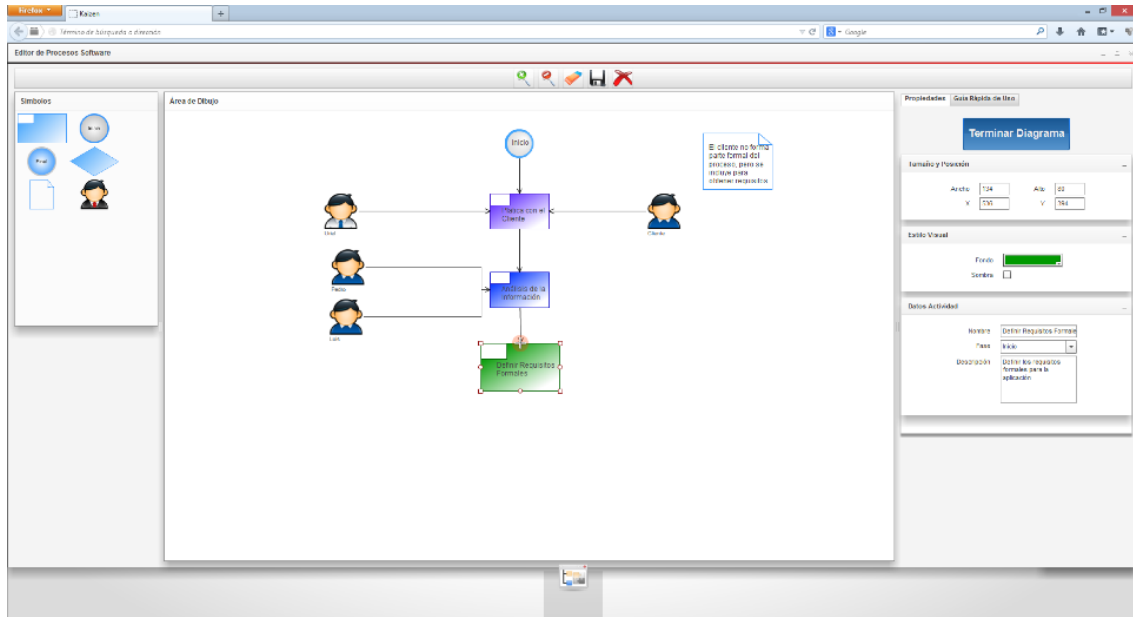


Figura 3. Pantalla para la edición de diagrama de procesos en Kaizen.

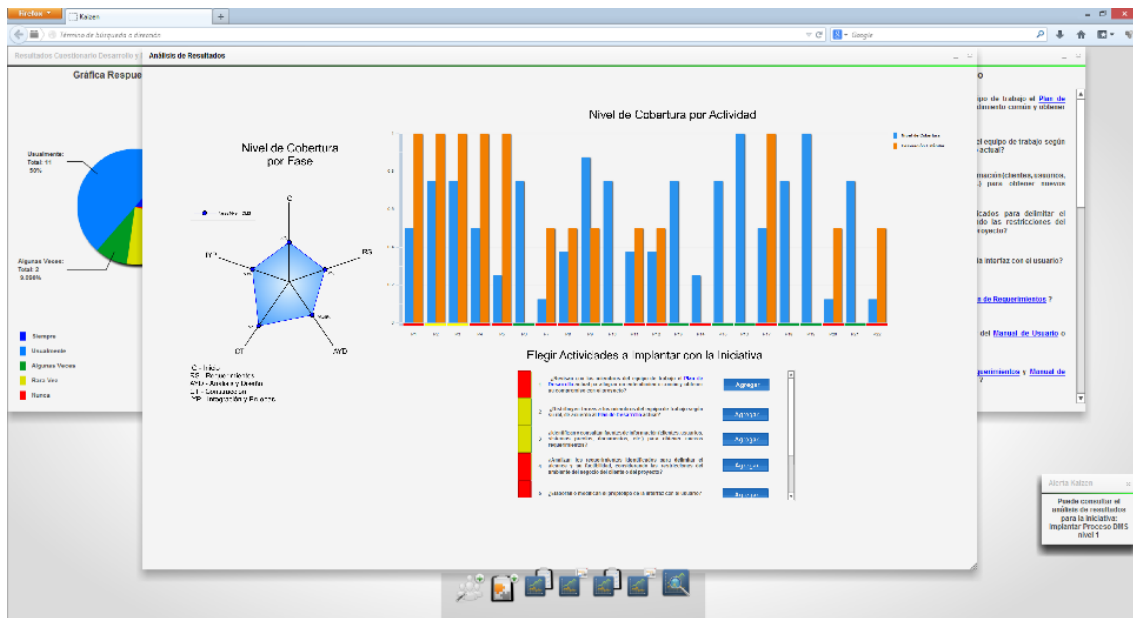


Figura 4. Pantalla de los resultados de la evaluación, tomando en cuenta la evaluación de los diferentes jefes de proyecto evaluados.

3.3 Generación de planes de mejora

La siguiente fase es generar una planeación, la cual muestre el orden de ejecución de las diferentes mejoras obtenidas en la evaluación, de tal manera que el tiempo para finalizar el proyecto sea el menor posible. El problema es conocido como Problema de Calendarización de Proyectos con Recursos Limitados (RCPSP, acrónimo en inglés para Resource Constrained Project Scheduling Problem) (Wall, 1996). Al tratarse de un RCPSP, una técnica utilizada son los Algoritmos Genéticos (AG), que se han utilizado para optimizar una gran cantidad de problemas (Alcaraz & Maroto, 2001). A partir de la fase de evaluación y de la elección de actividades a mejorar, Kaizen genera una planificación del proyecto utilizando un AG. El AG general para obtener la secuencia de actividades se presenta en la figura 5, en él se muestran otros algoritmos auxiliares utilizados para generar la secuencia de actividades, el algoritmo cuenta con la estructura de un AG básico. Se tomó como parámetro cien generaciones, para de esta forma obtener el mejor calendario de actividades.

Entrada: A : Lista de actividades a implantar en el proyecto de mejora
Salida: Calendario de Actividades

- 1: $Precedencia \leftarrow CrearMatrizPrecedencia(A)$
- 2: $PoblacionInicial \leftarrow CrearPoblacionInicial(TAM)$
- 3: $PoblacionInicial \leftarrow SeleccionNatural(PoblacionInicial)$
- 4: $MejorIndividuo \leftarrow MejorIndividuo(PoblacionInicial, Precedencia, R, D)$
- 5: $Generacion = PoblacionInicial$
- 6: **Para** $i \leftarrow 1$ hasta $\#Generaciones$ **Hacer**
- 7: $Hijos \leftarrow Cruzar(Padre, Madre)$
- 8: $Generacion \leftarrow Generacion \cup Hijos$
- 9: $Mutacion(IndividuoAleatorio(Generacion), Precedencia)$
- 10: $Generacion \leftarrow SeleccionNatural(Generacion)$
- 11: $MejorIGeneracion = MejorIndividuo(Generacion)$
- 12: **Si** $MejorIGeneracion$ es mejor que $MejorIndividuo$ **Entonces**
- 13: $MejorIndividuo \leftarrow MejorIGeneracion$
- 14: **Fin Si**
- 15: **Fin Para**
- 16: $Graficar(MejorIndividuo)$

Figura 5. Algoritmo Genético para la generación del plan de actividades.

A partir de la planificación creada por medio del AG, se genera la presentación gráfica del plan, buscando que los jefes de proyecto y miembros del equipo puedan consultar sus actividades y la secuencia de cada una de ellas. La planeación es presentada en un formato de diagrama PERT, para mostrar de forma gráfica las actividades, incluyendo información importante para su desarrollo como calendarización, uso de recursos, productos de entrada y salida, asignaciones y nivel de atención (véase Figura 6).

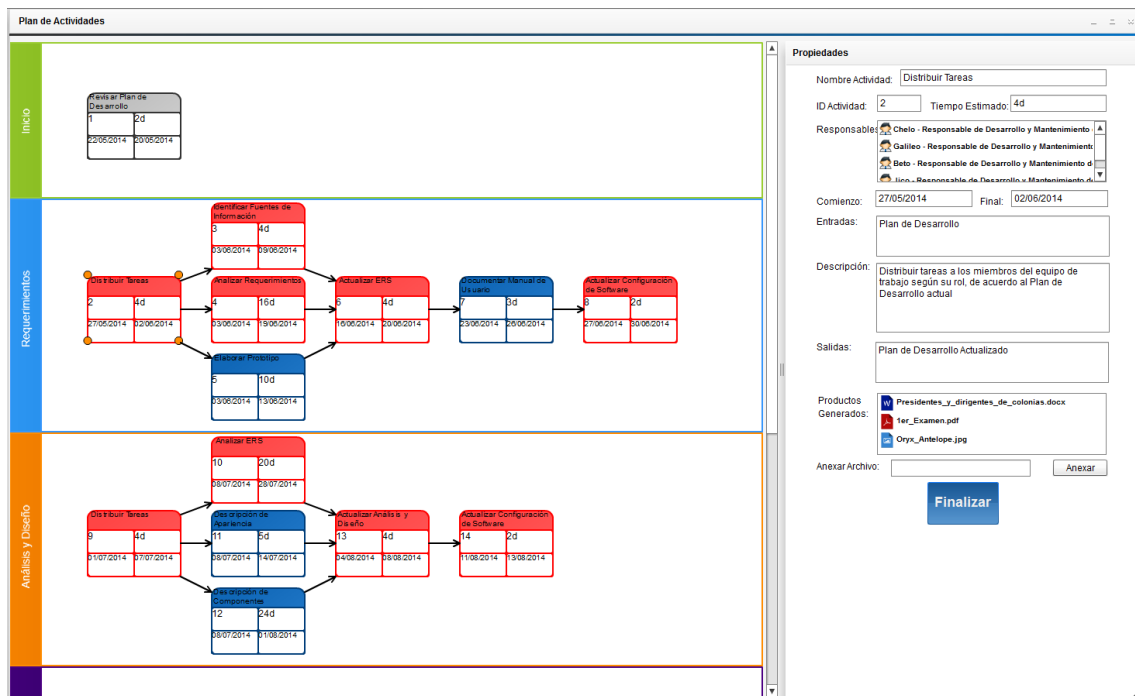


Figura 6. Pantalla de planificación de actividades para el nuevo proceso.

3.3 Implantación del nuevo proceso mediante el plan de actividades

Kaizen busca ser una herramienta integral para establecer iniciativas de mejora de procesos, por lo que es fundamental el soporte a la fase de implantación. Para desarrollar la funcionalidad, se hace uso de tareas programadas que se ejecutan en función de un intervalo de tiempo especificado. La tarea programada se configura para ejecutarse cada 24 horas, en donde se ejecuta un script que realiza una consulta a la Base de Datos (BD) en base a la fecha

del sistema, para verificar si existen actividades por comenzar, próximas a vencer y vencidas. En caso de detectar cualquiera de los casos anteriores se actualiza un registro en la BD, para que en la próxima ejecución de Kaizen se muestren las alertas o notificaciones dependiendo del tipo de acontecimiento detectado (véase Figura 7).



Figura 7. Control y monitorización de implantación de actividades de mejora.

4. Resultados obtenidos

El caso de estudio se enfoca en la aplicación de una mejora de proceso asistida por la plataforma Kaizen en cuatro micro empresas desarrolladoras de software. La iniciativa de mejora incluye solamente los procesos de Administración de Proyectos Específicos (APE), y Desarrollo y Mantenimiento de Software (DMS). La decisión fue inducida debido a que MoProSoft e ISO 29110 recomiendan iniciar por estos procesos para las MiPyME que carezcan de experiencia en el uso de modelos de procesos (Oktaba, 2010; ISO, 2011). En primera instancia se estableció una línea base, en donde se obtienen los niveles de cobertura para cada uno de los procesos definidos. A partir de esta línea base se obtiene un plan de mejora, el cual es implantado en la empresa

durante el desarrollo de un proyecto piloto. La Tabla 1 resume los hallazgos más importantes en las líneas base de las cuatro empresas, además incluye la solución propuesta por Kaizen para el nuevo proceso de las organizaciones.

Tabla 1. Principales diferencias entre los procesos actuales de las MiPyME y los procesos redefinidos por Kaizen

Proceso MoProSoft	Deficiencia hallada	Recomendación de Kaizen
APE	El proceso carece de formalidad en los plazos de entrega y ciclo de desarrollo.	Establecer las guías básicas para definir la formalidad de un ciclo de desarrollo.
	Los métodos de estimación son casi inexistentes al inicio de los ciclos de desarrollo.	Establecer un proceso de estimación y medición de los atributos del proyecto.
	El proceso para planificar el proyecto es ad-hoc y no hay un método formal establecido.	Establecer procesos formales para la obtención de planes reales.
DMS	El equipo de trabajo no revisa el plan de desarrollo, existiendo desconocimiento de las actividades.	Adaptación de directrices para crear un entorno de trabajo participativo e incluyente.
	La identificación y consulta de fuentes de información es pobre, por lo que los requisitos de los sistemas no son plenamente obtenidos.	Implementación de guías básicas para la obtención de una especificación de requisitos formal.
	La descripción de la estructura interna del sistema no se encuentra totalmente alineada a los requisitos obtenidos.	Establecer actividades para el análisis de requisitos y generar una descripción de la estructura del sistema, y componentes, definiendo las interfaces entre ellos.

	No existen roles específicos para el desarrollo o actualización de los manuales del sistema.	Establecer una delegación de responsabilidades por medio de roles establecidos por MoProSoft.
--	--	---

Al cabo de dos meses de haber culminado los proyectos piloto, se siguió brindando ayuda y asesorías en el uso de los nuevos procesos definidos y se realizó una segunda evaluación a cada una de las MiPyME. En la segunda evaluación se obtuvieron nuevas coberturas para los procesos. Los resultados obtenidos en la evaluación final (véase Tabla 2) evidencian que todas las empresas incrementaron la cobertura de los procesos APE y DMS alrededor de un 20% en relación a los valores obtenidos en la primera evaluación.

Table 2. Incremento en los niveles de cobertura por proceso de cada una de las MiPyME.

MPyME	Perfil	Proceso	Antes	Después	Incremento
ES1	Experiencia en modelo de procesos y programas de mejora	APE	42.5%	51.6%	21.4%
		DMS	61.3%	73.2%	19.4%
ES2	Sin experiencia alguna.	APE	29.1%	35.8%	23.0%
		DMS	45.4%	54.5%	20.0%
ES3	Conocimiento limitado sobre modelos de procesos y programas de mejora.	APE	35.8%	42.5%	18.7%
		DMS	50.5%	62.2%	23.2%
ES4	Conocimiento limitado sobre modelos de procesos y programas de mejora.	APE	39.1%	43.8%	12.0%
		DMS	43.1%	55.2%	28.1%

Los incrementos son obtenidos mediante la fórmula:

$$I = \frac{(C_f - C_i) \times 100}{C_i} \quad (1)$$

Donde I representa al incremento obtenido, C_f es la cobertura del proceso después de la implantación del nuevo proceso con la asistencia de Kaizen y C_i es la cobertura inicial obtenida en la línea base.

El uso de la herramienta demostró ser un valioso soporte para este tipo de proyectos, ya que brinda una serie de directrices para llevar a cabo las fases genéricas que componen a una iniciativa de mejora auxiliando a los equipos de trabajo sin experiencia a controlar las mejoras mediante el uso de la herramienta.

5. Conclusiones

El brindar las directrices necesarias para implantar una mejora fue de gran ayuda para las organizaciones, ya que, como se demostró en la sección de experimentación, en un primer ciclo las empresas realizaron muchas de las actividades que no se llevaban a cabo hasta antes del uso de Kaizen, lo cual tuvo como resultado una disminución en los tiempos y esfuerzo de desarrollo, obteniendo un producto que cumpla con las expectativas marcadas al inicio del ciclo de desarrollo. Lo anterior establece que una herramienta con las características de Kaizen es una opción recomendable para aquellas pequeñas organizaciones con poca o nula experiencia en iniciativas de mejora y que buscan la implantación de un modelo de procesos dentro de su proceso actual, debido al marco de trabajo controlado y colaborativo que ofrece.

Asociado a lo anterior, el hecho de proporcionar muchas de las tareas y fases de un ciclo de mejora de manera automatizada como la generación de

resultados de la evaluación, generación automática de los planes de mejora, asignación de las actividades recomendadas en base al nivel y procesos elegidos de MoProSoft a los miembros del equipo, generación de un calendario de actividades y un módulo de control y monitoreo de la realización de las actividades especificadas en el calendario; hacen de Kaizen una opción interesante, viable y recomendable a las MiPyME interesadas en la adopción de prácticas de MoProSoft dentro de su infraestructura. Algo a tomar en cuenta es que Kaizen es una herramienta de apoyo, que si bien ofrece muchas ventajas respecto a una conducción “manual” de un programa de mejora, las empresas deben preocuparse por la formación y actualización de sus grupos de trabajo para obtener mejores resultados.

La necesidad de competir no solo en mercados locales sino mundiales, hace que las pequeñas organizaciones busquen la implantación de modelos de procesos internacionales enfocados a las características de micro y pequeñas empresas. Por lo anterior, se considera como trabajo futuro desarrollar nuevas versiones de Kaizen basadas en modelos internacionales como ISO/IEC 29110 y CMMI en su versión para pequeños entornos, dicho cambio representa la actualización de cuestionarios, diagramas de procesos base y forma de evaluación, manteniendo la estructura y fases presentadas en este trabajo.

Referencias

Alcaraz, J. & Maroto, C. (2001). "A robust genetic algorithm for resource allocation in project scheduling" *Annals of Operations Research*, 102(1-4): 83-109.

AMITI (2010). "Esquema de apoyo gubernamental a la Industria Software". Asociación Mexicana de la Industria de las Tecnologías de la Información, México.

Bonanomi, E. (2012). "Análisis comparativo de la industria de software y servicios informáticos de la Argentina, Brasil y México". Reporte técnico de ESEADE (Escuela Superior de Economía y Administración de Empresas).

Chandler, A. & Coartada, J. W. (2003). *Una nación transformada por la información*. México, DF: Oxford University Press.

Cuevas, G., De Amescua, A., San Feliu, T., Calvo-Manzano, J., Arcilla, M., García, M. & Cerrada, J. (2002). *Gestión del proceso software*. Madrid, España: Editorial Universitaria Ramón Areces,

García, I., Pacheco, C. & Calvo-Manzano, J. (2010). "Using a web-based tool to define and implement software process improvement initiatives in a small industrial setting" *IET Software*, 4(4): 237-251.

González, D. (2006). "Estudio exploratorio de los factores críticos de éxito de la industria mexicana del software y su relación con la orientación estratégica de negocio". Informe de trabajo de investigación, Doctorado en Integración de las Tecnologías de la Información en las Organizaciones. Universidad Politécnica de Valencia, España.

International Organization for Standardization. (2011). "ISO/IEC 29110:2011-Software engineering - Lifecycle profiles for Very Small Entities (VSEs)" Geneva.

Mowery, D. (1996). *International computer software industry: A comparative Study of Industry Evolution and Structure*. New York, NY: Oxford University Press.

Sampedro, J. L. (2011). *Conocimiento y empresa: La industria del software en México*. México, DF: Editorial Plaza y Valdés - UAM Cuajimalpa,

Asociación de Normalización y Certificación Electrónica A.C. -NYCE- (2013). *Lista de empresas dictaminadas*. Disponible en <http://www.nyce.org.mx/>.

Oktaba, H. (2006). "MoProSoft: A software process model for small enterprises". Proc. Of the First International Research Workshop for Process Improvement in Small Settings, Software Engineering Institute, pp. 93-101, 2006.

Oktaba, H. (2010). "Pasado, presente y futuro de MoProSoft" Revista Software Gurú, 4(1): 25-32.

Secretaría de Economía del Gobierno de México (2008). PROSOFT 2.0: Programa de desarrollo del sector de servicios de tecnologías de información. México, DF: Secretaría de Economía.

Wall, M. (1996). "A genetic algorithm for resource-constrained scheduling" PhD Thesis. Department of Mechanical Engineering, Massachusetts Institute Technology.

Notas biográficas:



Dagoberto Cruz Sandoval Ingeniero en Computación y Maestro en Electrónica y Computación, egresado de la Universidad Tecnológica de la Mixteca. Actualmente es Profesor-Investigador de tiempo completo de NovaUniversitas adscrito al Instituto de Informática. Su línea de investigación principal es la Ingeniería de Software, con especial énfasis en la mejora de procesos software. Ha publicado diversos artículos sobre la creación de marcos de trabajo y herramientas para agilizar las iniciativas de mejora dentro de micro y pequeñas empresas desarrolladoras de software. En los últimos años, ha trabajado en brindar apoyo a las microempresas en la adopción del modelo mexicano para la mejora de procesos MoProSoft, además de realizar esfuerzos para mejorar la calidad de los productos software a partir de un proceso de desarrollo capaz y maduro.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 2.5 México.

Consideraciones especiales para realizar pruebas de usabilidad con niños: Caso de Estudio

María Esperanza Pérez Cordoba Sánchez
Universidad Tecnológica de la Mixteca
mapercor@mixteco.utm.mx

Mónica Edith García García
Universidad Tecnológica de la Mixteca
mgarcia@mixteco.utm.mx

Jorge Arturo Hernández Perales
Universidad Tecnológica de la Mixteca
jahdezp@mixteco.utm.mx

Resumen: Cuando se aplican pruebas de usabilidad se espera que los resultados arrojen un diagnóstico con respecto a la facilidad de uso y del grado de satisfacción de los usuarios. Se sabe desde hace mucho tiempo que el diseño de las interfaces es parte crucial en la percepción que se tiene del sistema, para lograr un buen diseño es necesario conocer de antemano quién es el usuario final y después se tienen que cubrir las necesidades de uso. Esto es especialmente cierto cuando se trabaja con niños, dado que influyen factores como la forma en la que aprenden, sus gustos, el grado de distracción, su facilidad para seguir indicaciones, la motivación para ejecutar las tareas e incluso cuestiones como la ergonomía. En el presente trabajo se reportan algunos hallazgos que resultaron de realizar pruebas de usabilidad con niños a un sistema interactivo controlado por Kinect. Se describe la

metodología usada durante las pruebas así como los aspectos y diferencias que existen con respecto a las pruebas de usabilidad con adultos. También se incluye una revisión bibliográfica de trabajos publicados que tratan el tema de pruebas de usabilidad con niños, con lo que se busca dar soporte al presente trabajo.

Palabras clave: Pruebas usabilidad, Niños, Metodología, Consideraciones especiales.

Special considerations to perform usability tests with children: a study case

Abstract: Usability tests are done to have a diagnosis of ease of use in systems and to measure the user satisfaction. A well known fact is that user interfaces are very important for the perception about the system, to get a good design is needed to have information about final users and then their necessities should be fulfilled. Working with children has special considerations because there is a set of factors that should be taken into account, like the way they learn, their preferences, their ability to focus, their ability to follow instructions, their motivation to complete a task and even the ergonomic aspects. Here, we report some findings after performing usability test with children to an interactive system controlled by Kinect. A methodology is described as well as the main considerations that make it different from tests performed with adults. A related publications review is included to reinforce the present work.

Keywords: Usability tests, Children, Methodology, Considerations.

1. Introducción

Las pruebas de usabilidad deberán de realizarse de acuerdo al tipo de usuario al cual van dirigidas para garantizar el éxito de las mismas. La mayor parte de

la investigación y las metodologías resultantes para la realización de pruebas de usabilidad toman en cuenta como usuarios a los adultos (Nielsen, 1993). Si el usuario se trata de un niño se deben considerar variables que difieren de los adultos, las cuales repercuten en la fiabilidad y calidad de los resultados. El objetivo del presente trabajo consiste en presentar una propuesta metodológica para la realización de pruebas con niños y analizar los resultados de las mismas en busca de evidencia que corrobore la correcta aplicación de la misma.

En la sección 2 se hace una revisión de las investigaciones que versan sobre pruebas de usabilidad con niños y se resaltan las diferencias con respecto a los métodos usados con adultos.

En la sección 3 se describe la metodología propuesta con las adecuaciones necesarias para la aplicación de las pruebas con niños. Se muestran los resultados del estudio contextual para caracterizar a los usuarios y la preparación de las pruebas en general.

En la sección 4 se muestran los resultados de las pruebas, los problemas detectados en el sistema por medio de estas y las mejoras resultantes que corroboran lo expuesto en la literatura revisada.

En la última sección se presentan algunas conclusiones en base a los resultados obtenidos y se propone trabajo futuro para continuar con las investigaciones en el área de pruebas de usabilidad con niños.

2. Marco teórico

Existen algunos trabajos que proporcionan una guía para la realización de pruebas con niños como en (Hanna, Ridsen y Alexander, 1997; véase también Barendregt y Bekker, 2003; Khanum y Trivedi, 2012). También se menciona

que se debe tener cuidado con elementos específicos como la capacidad cognitiva de los niños (Hanna et al, 1997) y cuyas recomendaciones están basadas en los trabajos educativos de Piaget referente al grado de madurez intelectual según la edad de los niños. Aspectos sobre la capacidad de concentración se revisa en trabajos como (Hanna et al, 1998; véase también Calvo, 2006), donde se mencionan consideraciones en relación a la duración de las pruebas.

Otros aspectos como la motivación y la entrega de recompensas se trata en (Marshall, Rogers y Hornecker, 2007). De acuerdo con (Hall y Bannon, 2006) se debe proporcionar un ambiente confortable a los usuarios para evitar que su estado anímico influya en los resultados de las pruebas y en la retroalimentación que éstos proporcionen.

Referente a la fiabilidad de la retroalimentación existen algunas recomendaciones al usar técnicas como "Think Aloud" con niños como se describe en (Donker y Markopoulos, 2002). Existen algunos estudios que documentan técnicas para hacer que los niños proporcionen retroalimentación confiable como se describe en (Van Kesteren et al, 2003; véase también Barendregt y Bekker, 2003; Read y MacFarlane, 2006).

Otras recomendaciones que consideramos importantes incluyen explotar la curiosidad del niño, de tal forma que se genere una experiencia sorprendente para ellos, esto se puede realizar por medio de las nuevas tecnologías o bien con una variedad de actividades que mantengan su interés tal como se sugiere en (Hall y Bannon, 2006).

En el sitio de Jakob Nilsen, <http://www.nngroup.com/articles>, aparece un estudio (Nilsen, 2010) con las principales diferencias al hacer pruebas de usabilidad con adultos y con niños. En dicho estudio y en (Hassan, Martín y Iazza, 2004) se hacen algunas recomendaciones para el diseño de interfaces dirigidas a niños como el uso de sonidos y animaciones, comportamientos habituales con los punteros, uso de barras de desplazamiento, iconos que

resulten intuitivos, así como recomendaciones para poner instrucciones de manera escrita.

También se tomaron en cuenta trabajos previos realizados en nuestra universidad como el proyecto EDUMOVIL (Gerónimo y Sturm, 2006) y algunos trabajos de tesis sobre el desarrollo de aplicaciones educativas para niños (Calvo, 2006; véase también Hernández, 2005).

3. Metodología para las pruebas

3.1 Selección del tipo de pruebas

Cuando se desarrolla un sistema no sólo se deben cubrir las tareas funcionales para las que fue diseñado, sino que además se deberá tomar en cuenta el diseño de la interfaz porque este aspecto es crucial en la aceptación o rechazo por parte de los usuarios (ISO, 2004). En nuestro caso desarrollamos un sistema que permite interactuar con modelos tridimensionales por medio de un sensor Kinect, se optó por un diseño de apuntar y elegir con el que se controlan las funciones del sistema tal como se describe en (Ramos et al, 2013).

Tomando en cuenta lo anterior, el desarrollo de las pruebas se realizó en diferentes etapas. En la primera, se llevó a cabo una revisión de los grupos de métodos existentes para la evaluación de la usabilidad (Enríquez y Casas, 2013; véase también Masip, 2013). Después de analizar los distintos métodos, y teniendo en cuenta las recomendaciones de minimización de recursos, determinamos elegir y utilizar los métodos:

- Prototipado rápido del grupo de prototipo con el fin de obtener una interfaz altamente intuitiva y con una breve curva de aprendizaje.

- Recorrido cognitivo perteneciente al grupo de métodos por inspección, que sugiere que se debe conformar un grupo de expertos en el área para analizar e inspeccionar la interacción de los usuarios con el sistema con la finalidad de comprobar si la interfaz es adecuada para el usuario.

Y debido a que la aplicación de las dos pruebas anteriores no eran suficientes, para garantizar la facilidad de uso y satisfacción de los usuarios reales, se aplicó también el método de protocolos de expresión del grupo pruebas (test) para obtener una mejor retroalimentación porque variables como la estatura y la distancia entre el sensor Kinect y el usuario están muy relacionadas con el perfil de los usuarios.

En la siguiente sección se describe a detalle la aplicación de la metodología con las adecuaciones necesarias para hacer las pruebas con niños. Dichos cambios siguen las recomendaciones de la bibliografía mencionadas en el marco teórico. Se incluye los resultados del estudio contextual para la caracterización del grupo de usuarios.

3.2 Desarrollo

Considerando lo anterior, para cada una de las pruebas de usabilidad se siguieron los siguientes pasos:

- **Especificaciones de la prueba:** se determina tipo y número de usuarios, guión de las pruebas, así como las tareas a realizar por cada usuario. (Excepto para las pruebas por prototipo).
- **Implementación:** se determina lugar, condiciones y recursos a utilizar (fotografía, video, cuestionarios, etc.).
- **Evaluación:** análisis de los resultados obtenidos los cuáles permiten conocer el nivel de usabilidad que alcanza el prototipo actual del sistema e identificar los fallos de usabilidad existentes.

El sistema fue desarrollado para el Museo Regional de Huajuapán (MureH) en la ciudad de Huajuapán de León, Oaxaca. Para poder diseñar las pruebas se

tomó en cuenta información relevante para definir el perfil del usuario final. Según informes de patronato del MureH, se reciben entre 510 y 520 visitantes cada mes. El tipo de visitantes del museo varía en nivel de estudios, sexo, origen y lugar de residencia entre otros. Las escuelas de los niveles de preescolar, primaria y secundaria solicitan con mucha frecuencia visitas guiadas, proporcionándose 6 al mes. El promedio de cada grupo es de 30 alumnos, lo cual hace un total de 180 visitantes mensuales.

3.2.1 Especificación

Perfil de usuarios y tamaño de la muestra. La muestra tomada para realizar la prueba de usabilidad no es estadística, en lugar de ello se realizó una selección de manera aleatoria siguiendo las recomendaciones sugeridas para realizar pruebas de usabilidad en cuanto a la cantidad mínima necesaria, por ende en este muestreo no hay cálculo de error. Sin embargo, la selección de participantes está basada en los grupos con mayor número de visitas que tiene el museo; es decir, grupos de niños de primaria que cursan del tercer al quinto grado (entre 8 y 11 años de edad en su mayoría). De acuerdo con (Vega, Rodríguez y Justo, 2013; véase también Enríquez y Casas, 2013; Masip, 2013) el número de participantes representativos es de 4 o 5 usuarios, cantidad que permite encontrar un 70% de los problemas importantes que tiene la aplicación. Para la prueba realizada, se determinó la participación de seis niños de cuarto grado de primaria, debido a que el programa de estudios de la SEP involucra temas y la visita a lugares que están vinculados con la cultura de México (SEP, 2011).

La Figura **1(a)** muestra las características de edad y la **1(b)** muestra el sexo de los usuarios, puede notarse que la mayoría de usuarios fueron niñas de 9 años de edad. De acuerdo con la bibliografía consultada, este grupo de niños son relativamente fáciles de introducirlos en la evaluación y no son conscientes de que son observados mientras interactúan con el sistema. Se tuvo especial cuidado en el diseño del guión de pruebas, poniendo atención en sus

habilidades y capacidades cognitivas, así como en su nivel de concentración. Además se decidió que las tareas se dieran a conocer a través de las indicaciones de un adulto, en este caso de un facilitador y de este modo obtener resultados confiables.

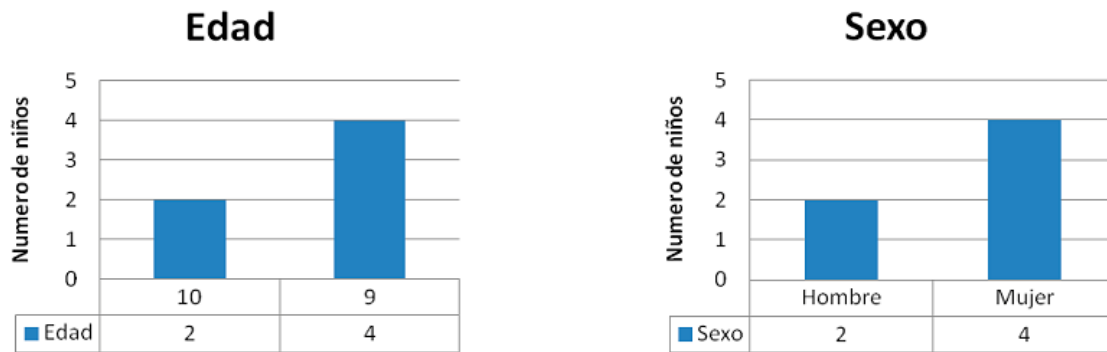
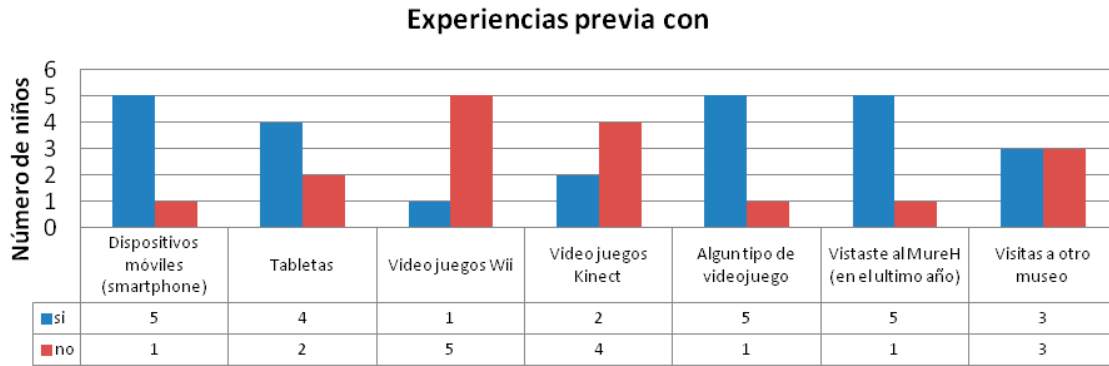


Figura 1. Características de edad (a) y sexo (b) de los usuarios.

Guión de las pruebas. Se determinaron tres fases dentro de cada prueba, la primera consiste en una serie de preguntas fuera del área donde éstas se realizaron (entrevistas), cuyo propósito fue conocer los datos generales de cada niño, así como de su experiencia sobre sistemas y dispositivos relacionados a los que iban a usar en ellas (ver Figura 2), la segunda fase comprendió la interacción con el sistema y finalmente se realizó una entrevista para evaluar el grado de satisfacción del usuario.

El rol del facilitador lo realizó una joven, a la cual se le proporcionó su propio guión que incluía las recomendaciones de las referencias consultadas. El guión del facilitador contenía las indicaciones que debían proporcionarse a cada niño y la manera de dirigirse a ellos. No hubo preguntas directas, sino que a través de la facilitadora se les iba pidiendo a los niños que expresaran lo que les parecía cada tarea realizada. Si algún niño presentaba algún titubeo para realizar la tarea, ella trataba de disminuir su tensión guiándolo con algunas pistas para llevarla a cabo.



***Figura 2.** Resultados de la entrevista previa a los usuarios sobre su experiencia en el uso de algunos dispositivos.*

Tareas a realizar por cada usuario. Tomando en cuenta que el tiempo de atención máxima de un niño es de 30 minutos, se diseñaron siete actividades con un tiempo estimado de aproximadamente 21 minutos por cada usuario de manera que se aseguraba la fiabilidad de las pruebas (incluidos tres minutos para la entrevista previa).

Las tareas que realizaron los niños fueron:

- Usar botones (identificar con que movimientos e iconos activan las funciones de la aplicación).
- Seleccionar una pieza entre las que aparecen en el menú a la derecha (botones subir y bajar).
- Utilizar los controles de zoom (acercar/alejar).
- Utilizar los controles de desplazamiento (izquierda/derecha).
- Utilizar los controles de rotación (rotar sobre eje X y rotar sobre eje Y).
- Seleccionar otra pieza y repetir alguna de las tareas anteriores (3,4 o 5).

3.2.2 Implementación

Dentro de esta fase, se incluyeron: las guías para el facilitador y los observadores (3 por usuario) y los formatos de observación para cada tarea.

Adicionalmente se tomaron fotografías y videos en dos ángulos para cada participante, que permitieron analizar posteriormente el lenguaje no verbal. Es importante señalar que dado que los usuarios eran menores de edad fue necesario solicitar la autorización de sus tutores para filmar y fotografiarlos. Durante todo el tiempo que duro la prueba se contó con la presencia de su maestra quien estuvo observando en todo momento el proceso, esto con la finalidad de que su estancia no solo fuera agradable sino que además fuese confiable y segura.

El diseño de la interacción dentro de la prueba de usabilidad se divide en dos etapas. La primera identifica el menú, reconocimiento de íconos y manejo del cursor a través del evento click que activa cierta funcionalidad del sistema; mientras que la segunda trabaja directamente con la aplicación, en la que se muestra una serie de modelos tridimensionales de piezas prehispánicas, pudiéndose elegir alguno de ellos para realizar cuatro tareas básicas que son: acercar, alejar, rotar en eje X y rotar en eje Y.

4. Resultados

Durante la realización de las pruebas de prototipo se detectaron algunas fallas en el diseño de la interfaz gráfica como la disposición y diseño de los iconos que permiten controlar la aplicación. En éstas, los elementos del menú se colocaron de manera horizontal en la parte superior e inferior de la pantalla como se muestra en la Figura **3(a)**. Este diseño tiene el inconveniente de que la posición natural de las manos a los costados del cuerpo generaba falsas entradas al sistema, lo que dificultaba la interacción con el mismo. Otro detalle detectado fue el diseño de los iconos en el menú, los cuales causaban confusión al usarlos. Los cambios realizados al sistema y aplicados al resto de las pruebas pueden observarse en la Figura **3(b)**, donde la disposición de los menús están colocados de manera vertical a la derecha e izquierda de la

pantalla, favoreciendo la postura natural de las manos. Para reducir las falsas entradas se implementaron algunas mejoras al sistema como: un tiempo de espera, elementos de énfasis de las acciones, unos iconos con forma de manos que sirven de cursor y un reloj con sonidos que indican que el tiempo de espera concluyó. Todos estos elementos fueron pensados muy particularmente para este tipo de usuarios, ya que los niños responden más satisfactoriamente al uso de sistemas que utilizan elementos visuales, auditivos y son más intuitivos en comparación con los adultos.



Figura 3. Usuario interactuando con la aplicación interactiva con (a) menús en horizontal y (b) con menús en vertical

En la Figura 4 se muestran los resultados obtenidos durante las pruebas y se resume la información recabada por los observadores de acuerdo a los formatos que se les proporcionaron.

Resultados prueba de Usabilidad

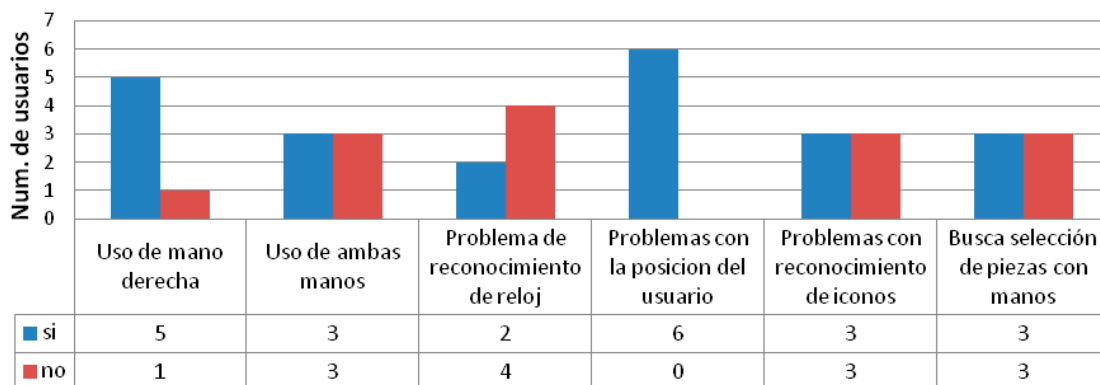


Figura 4. Resultados de las pruebas de usabilidad. Interacción de los usuarios con la aplicación.

Los observadores demostraron ser elementos importantes en la aplicación de la pruebas, permitiendo retroalimentarnos particularmente sobre lenguaje no verbal que mostraban los niños, tal como: su nerviosismo, la alegría al cumplir una tarea, el movimiento de su cuerpo al tratar de accionar el ícono correspondiente y sus limitantes físicas (algunos por su estatura se colocaban de puntas, estiraban la mano o no se colocaban en la posición de inicio solicitada).

Con respecto al uso de las manos se realizó la indicación de utilizar ambas; sin embargo, ocupaban la misma mano y no necesariamente la más adecuada para hacer la selección. A pesar que la aplicación contenía iconos visuales y audibles, se observó que los niños no interpretaron su significado correctamente; sin importar que se cuidó que fueran compatibles con los que normalmente se utilizan en las aplicaciones diseñadas para los adultos. Algo similar ocurrió con el reloj que se usó para indicar al usuario que la acción elegida era válida.

Como puede observarse en la Figura 5, el tiempo de la prueba se disminuyó notablemente de un estimado de 18 minutos a un tiempo promedio de 11 minutos por usuario. Este resultado es particularmente valioso porque a pesar de las fallas detectadas en el diseño de la interfaz, con la estimulación adecuada por parte del facilitador, los niños lograron realizar con bastante rapidez las tareas que se les solicitaron. Un aspecto notable reportado por los observadores parece confirmar lo publicado en (Barendregt y Bekker, 2011), referente a la tendencia de los niños a preferir una interfaz de arrastrar y soltar con respecto a una de seleccionar y hacer click.

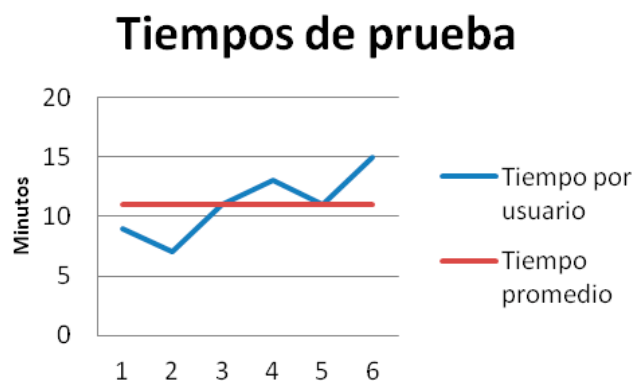


Figura 5. Duración de los usuarios al realizar las pruebas de usabilidad.

Dentro de la encuesta realizada a los usuarios, se obtuvieron los resultados siguientes:

- Todos los niños respondieron que sí les gustó la aplicación.
- Todos los niños, en escala del 1(bajo) al 10 (alto) calificaron la aplicación con 10.
- Todos los niños querían volver a usar la aplicación.
- El 83% de los niños indicaron que tuvieron problemas con las opciones del zoom (acercar y alejar) para alcanzar esos botones.
- El 17% de los niños señaló que tuvo problemas con el menú de flechas, ya que no identificó fácilmente como elegir la pieza mediante estos iconos.
- El 17% de los niños indicó que la aplicación se le hizo muy intuitiva por lo que se adelantaba a la realización de las tareas.

5. Conclusiones y trabajo futuro

De acuerdo con la información presentada en este trabajo se concluye que aunque la mayoría de las metodologías para el desarrollo de las pruebas de usabilidad son muy generales y no están destinadas a un usuario específico, es trascendental realizar el perfil correcto de los usuarios de la aplicación. Ya

que se demostró que las características, habilidades y percepciones de los niños difieren en gran medida con las de los adultos.

Por lo tanto proponemos como trabajo a futuro ampliar el estudio para encontrar la correlación entre los resultados y algunas variables importantes como el género, su entorno social o su personalidad. Se deben diseñar pruebas que nos arrojen información importante tal como la reacción que presentan ante la atención que les brinda un adulto a lo largo de la prueba, el impacto que tienen el tipo de recompensa (material o verbal) en la retroalimentación y en su nivel de participación para realizar más de una tarea.

Agradecimientos

Agradecemos a la Secretaria de Educación Pública y al patronato del MureH por el apoyo otorgado para la realización de este proyecto. A la escuela primaria Macedonio Alcalá de Huajuapán de León, Oaxaca; por colaborar con sus alumnos para la realización de las pruebas. Y por último al M.C. Mario Alberto Moreno Rocha por sus recomendaciones y darnos las facilidades para usar el laboratorio de usabilidad (UsaLab) de la Universidad Tecnológica de la Mixteca.

Referencias

Barendregt, W. and Bekker, M. (2003). "Guidelines for user testing with children". Eindhoven, The Netherlands, Tech. Rep., 2003.

Barendregt, W. and Bekker, M. (2011). "Children may expect drag-and-drop instead of point-and-click". In CHI '11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '11). ACM, New York, NY, USA, 1297-1302. doi:10.1145/1979742.1979764

Calvo, G. (2006). Tesis para obtener el grado de Ing. En Computación de la Universidad Tecnológica de la Mixteca, titulada: Herramienta de aprendizaje para el apoyo de las matemáticas de primer grado de primaria utilizando dispositivos móviles". Consultada en diciembre de 2014 en http://mixteco.utm.mx/~resdi/historial/Tesis/Tesis_Ivan.pdf

Donker, A., Markopoulos, P. (2002) "A comparison of Think-aloud, Questionnaires and Interviews for testing usability with children". People and Computers XVI - Memorable Yet Invisible SPRINGER. pp 305-316. ISBN: 978-1-85233-659-2 EISBN:978-1-4471-0105-5. doi:10.1007/978-1-4471-0105-5_18

Enriquez, J.G., y Casas, S.I. (2013) "Usabilidad en aplicaciones móviles". Publicado en Informes Científicos y Técnicos de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA) ICT-UNPA-62-2013, ISSN: 1852 – 4516.

Gerónimo, G y Sturm C. (2006) "EDUMOVIL: El futuro de la Educación primaria en México". VII Congreso Internacional Interacción Persona- Ordenador. AIPO. Páginas 537-546. ISBN 84690-1613-X

Hall, T., Bannon, L. (2006). "Designing ubiquitous computing to enhance children's learning in museums". Journal Of Computer-Assisted Learning, vol 22, num 4, pag:231-243. Blackwell Publishing Ltd. ISSN 0266-4909. DOI:10.1111/j.1365-2729.2006.00177.x

Hanna, L., Ridsen, K., Alexander, K. (1997). "Guidelines for Usability Testing with Children". Interactions, Volumen 4 Tema 5, 9-14. ACM. DOI: 10.1145/264044.264045. ISSN 1072-5520 EISSN 1558-3449.

Hanna, L., Ridsen, K., Czerwinski, M., Alexander, K. (1998): "The role of usability research in designing children's computer products". In: Druin, A., (Eds.) The Design of Children's Technology, San Francisco, CA: Morgan Kaufman, 3--26. ISBN: 1-55860-507-X

Hassan, Y.; Martín, F.J.; Iazza, G. (2004). "Diseño Web Centrado en el Usuario: Usabilidad y Arquitectura de la Información". Hipertext.net- Anuario

Académico sobre Documentación Digital y Comunicación Interactiva, n. 2, 2004. Universitat Pompeu Fabra. ISSN 1695-5498.

Hernández, F. (2005), Tesis para obtener el grado de Ing. En Computación de la Universidad Tecnológica de la Mixteca, titulada: "Herramienta distribuida para fortalecer el proceso de aprendizaje en las matemáticas de sexto año de primaria mediante Tecnología CORBA" en http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/9730.pdf

ISO (2004) "ISO/IEC 9126-4:2004 Software Engineering–Product Quality–Part 4: Quality in Use Metrics", Consultada en diciembre de 2014 en http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?number=39752

Khanum, M. A.; Trivedi, M. C. (2012). "Take care: a study on usability evaluation methods for children" In: International Journal of Advanced Research in Computer Science (IJARCS), Vol 3, No. 2. Pág. 101-105. ISSN 0976-5697.

Marshall, P., Rogers, Y., Hornecker, E. (2007) "Are Tangible Interfaces Really Any Better Than Other Kinds of Interfaces?" In: CHI'07 workshop on Tangible User Interfaces in Context & Theory. San Jose, CA, USA ACM Press

Masip, L. (2013). Tesis para obtener el grado de Doctor en Computación en la Universidad de Lleida, titulada: "User experience methodology for the design and evaluation of interactive systems", España. Consultada en diciembre de 2014 en <http://hdl.handle.net/10803/134762>

Nielsen, Jakob (1993). Usability Engineering, Academic Press, Boston, Pág. 23-37. ISBN 0-12-518405-0 (hardcover), 0-12-518406-9 (softcover).

Nielsen, J. (2010). "Children's Websites: Usability Issues in Designing for Kids". 19/12/2014, de Nielsen Norman Group Sitio web: <http://www.useit.com/articles/childrens-websites-usability-issues/>

Ramos, E.; Ramírez, M.; Nila, E.; Figueroa, D.; Hernández, J.; García, M. y Pérez Cordoba, E., (2013) "Based Kinect Application to Promote Mixtec Culture", Procedia Technology, Volumen 7, pág: 344–351, 3rd Iberoamerican Conference on Electronics Engineering and Computer Science, CIIIECC 2013. doi: 10.1016/j.protcy.2013.04.043

Read, J. y MacFarlane, J. (2006) "Using the fun toolkit and other survey methods to gather opinions in child computer interaction", In Proceedings of the 2006 conference on Interaction design and children. (IDC'06). ACM. doi:10.1145/1139073.1139096

SEP (Secretaría de Educación Pública) (2011) "Programas de estudio 2011. Guía para el maestro. Primaria cuarto grado" Enfoque didáctico para la materia de Historia. Consultada por última vez en julio de 2014 en http://www.curriculobasica.sep.gob.mx/images/PDF/prog_primaria/Historia/4/PA4_HI_PE_ENFOQUE.pdf

Vega, R.; Rodríguez Z. y Justo, Y. (2013) "Procedimiento para realizar pruebas de usabilidad", *Revista Informática Jurídica*, Núm. 10, 2º semestre, ISSN 1989-5852.

van Kestern, I.; Vermeeren, A; Bekker, M; y Lloyd, P. (2003). "Assessing usability evaluation methods on their effectiveness to elicit verbal comments from children subjects". *Proceedings of the 2003 conference on Interaction design and children*. ACM. Pag: 41–49. ISBN:1-58113-732-X doi: 10.1145/953536.953544

Notas biográficas:



María Esperanza Pérez Cordoba Sánchez Recibió su grado de Licenciatura en Informática por el Instituto Tecnológico de Puebla. Certificada en PSP por el Software Engineering Institute. Es profesora-investigadora de la Universidad Tecnológica de la Mixteca (UTM) y es miembro del cuerpo académico de Redes y Sistemas Distribuidos (RESDI). En los últimos años ha participado en proyectos PromeP, Conacyt e institucionales (UTM), y ha publicado diversos artículos en temas relacionados con educación, realidad aumentada (R.A) y pruebas de rendimiento de sistemas de cómputo.



Mónica Edith García García Tiene maestría en Redes de Computadoras. Es profesora-investigadora de la Universidad Tecnológica de la Mixteca, impartiendo cursos de redes y programación. Actualmente es responsable del cuerpo académico de Redes y Sistemas Distribuidos (RESDI). También ha participado en proyectos de gestión académica. Sus áreas de interés son seguridad computacional y educación a distancia.



Jorge Arturo Hernández Perales Recibió su título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones en el ITESM-CEM en 1993. Es profesor-investigador en la Universidad Tecnológica de la Mixteca desde 2001, impartiendo cursos de redes. Es miembro del cuerpo académico de Redes y Sistemas Distribuidos (RESDI).



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 2.5 México.

Hacia la utilización de recuperación de información en bibliotecas digitales

Cecilia San Martín Méndez
Universidad Veracruzana,
Facultad de Estadística e Informática
zs13015662@estudiantes.uv.com

Sodel Vázquez Reyes
Universidad Autónoma de Zacatecas,
Ingeniería de Software
vazquezs@uaz.edu.mx

Resumen: A pesar de los avances en los sistemas de Recuperación de Información, el problema sigue siendo el acceso a la información, porque la cantidad de documentos disponibles para ser consultados aumenta diariamente. Por lo tanto, el acceso a la información se ha vuelto complejo, cuando se quiere regresar al usuario resultados relevantes sobre la consulta que él ha realizado. Permitir un acceso más fácil y rápido a la información contenida en los documentos de una biblioteca digital, a través de una herramienta que proporcione al usuario información relevante en base a la consulta que se plantee, es el objetivo general del trabajo. La recuperación de pasajes será implementada en un prototipo para un sistema de búsqueda en biblioteca digital. Contar con un sistema que permita realizar consultas de información en lenguaje natural y revisar el contenido de los documentos sin necesidad de conocer nombres de autor o título, será de gran ayuda a los usuarios.

Palabras clave: Recuperación de pasajes, bibliotecas digitales y procesamiento de lenguaje natural.

Towards using of information retrieval in digital libraries

Abstract: Despite advances in IR systems, the problem remains access to information, because the amount of documents available for consultation increases daily. Therefore, access to information has become complex when the user wants to return relevant results on the inquiry that he has done. Allow easier and faster access to the information contained in the documents in a digital library, through a tool that provides the user with relevant information based on the query that arises, is the general objective of this work. The recovery passages will be implemented in a prototype for a search in digital library. Having a system that allows to process information queries in natural language and to review the content of documents without knowing names of the author or title, will be helpful to users.

Keywords: Passages retrieval, digital libraries and natural language processing.

1. Introducción y Motivación

La recuperación de pasajes relevantes a una consulta dada por el usuario tiene como objetivo, seleccionar aquellos pasajes de texto de algún documento ubicado en la colección de documentos en donde pueda estar la respuesta, a la consulta emitida por el usuario.

Un pasaje es un trozo de texto que pertenece a un documento, el cual puede ser dividido de diferentes maneras, esto dependerá principalmente del criterio que utilice el desarrollador. Algunas posibles divisiones son (Llopis-Pascual, 2001):

- **Pasajes de longitud fija:** consiste en dividir el documento en pedazos de texto con un número fijo de palabras.
- **División de los documentos a partir de las propiedades estructurales:** como lo pueden ser secciones, párrafos o frases.
- Dividir y agrupar el texto de tal forma que queden pasajes cuyo texto contenga una semántica similar y relacionada con la consulta.

Usar pasajes en vez de documentos completos permite encontrar trozos de texto relevantes en un documento. Los pasajes facilitan la búsqueda de información, debido a que es más fácil hacer comparaciones sobre un pedazo de texto a comparar contra todo un documento.

A continuación se describen los algoritmos existentes para la recuperación de pasajes. Posteriormente se representa la propuesta del prototipo encargado de llevar a cabo la recuperación de pasajes en la biblioteca digital. Y finalmente se especifica el trabajo futuro.

2. Recuperación de pasajes

Los algoritmos y técnicas más usadas para la recuperación de pasajes son MITRE, MULTITEXT, sistema de la Universidad de Alicante, S-stemmer, sistemas de recuperación de lógica difusa, técnicas de ponderación de términos y sistema SiteQ.

MITRE está basado en solapamiento de palabras y realiza un conteo del número de términos que un pasaje tiene en común con la consulta. Los pasajes también dependen de su tamaño, y el peso de cada pasaje es multiplicado por el logaritmo del número de caracteres en el pasaje que no sean espacios en blanco (Soriano, 2008). MULTITEXT está basado en la densidad de palabras y favorece los pasajes cortos que contienen muchos términos con alto valor de frecuencia inversa del documento (idf). Para el

pesado de los términos se ha usado también la frecuencia de los términos (tf)/idf estándar (Soriano, 2008). El sistema de la Universidad de Alicante reordena los pasajes con base en una medida de similitud, la cual considera el traslape de los términos de la consulta y el pasaje. Puede ser llevado a otro idioma muy fácilmente, ya que sólo emplea información léxica (Rubio, 2008). Stemmer reduce las formas plurales al singular. Para el castellano, este algoritmo puede enriquecerse teniendo en cuenta que los plurales de sustantivos y adjetivos terminados en consonante se consiguen con el sufijo –es (M. Vallez, 2007). Los sistemas de recuperación de lógica difusa permite realizar la búsqueda eliminando signos de puntuación, artículos, conjunciones, plurales, tiempos verbales, palabras comunes, dejando sólo aquellas palabras que el sistema considera relevantes. La recuperación se basa en proposiciones lógicas con valores de verdadero y falso, teniendo en cuenta la localización de la palabra en el documento (Molina, 2011). La técnica de ponderación de términos pretende darle un valor adecuado a la búsqueda dependiendo de los intereses del usuario. El valor depende de los términos pertinentes que contenga el documento y la frecuencia con que se repita (Molina, 2011). El sistema SiteQ busca los 1000 pasajes de los documentos recuperados que obtengan el mejor puntaje de acuerdo a una medida de similitud. Esta medida está basada en el emparejamiento de términos de la consulta y la distancia entre ellos. Cada término de la consulta tiene asignado un peso, el cual está determinado por su componente morfológico (Rubio, 2008).

De acuerdo a las descripciones de los algoritmos y de los requerimientos que se tienen en el acceso a la *información de una biblioteca digital*. Los algoritmos que mejor se ajustan son el algoritmo MITRE y el sistema de la Universidad de Alicante. Debido a que son los algoritmos que toman en consideración pocos elementos a evaluar, tales como: a).- realizar conteo de números de términos que un pasaje tiene en común con la consulta, b).- los pasajes dependen de su tamaño, c).- el peso de cada pasaje es multiplicado por el logaritmo del número de caracteres en el pasaje que no sean espacios en blanco, y d).- reordenamiento de los pasajes con base a su medida de similitud. Estos

elementos permiten que la recuperación de los pasajes relevantes se pueda llevar a cabo de una manera fácil y práctica. Considerando estos elementos de evaluación los resultados obtenidos pueden ser mucho más acertados a la búsqueda que el usuario realice, con lo que se puede lograr una mejor eficiencia del prototipo.

3. Propuesta de prototipo

El método que se seguirá para la implementación del sistema de recuperación de pasajes dentro de una biblioteca digital, se encontrará dividido en dos fases que a continuación se mencionan (Ver Figura 1). La primera fase estará determinada por la implementación de un subprograma que se ejecutará fuera de línea, el cual estará encargado de generar el índice de cada párrafo contenido en los documentos. La segunda fase inicia cuando el usuario ingresa una consulta en lenguaje natural sobre el sistema de recuperación de pasajes, posteriormente el sistema procesa la consulta para poder seleccionar los párrafos más relevantes a la consulta recibida y pueda regresar al usuario una lista de párrafos relacionados al tema solicitado. La lista de párrafos recuperados ofrecerá al usuario la posibilidad de poder ver o descargar el documento completo. El proceso de comparación entre la consulta y los párrafos contenidos en el índice, para seleccionar los más relevantes a la consulta proporcionada será determinado por el algoritmo que se utilice, actualmente se puede elegir uno de los siguientes cuatro algoritmos: `model_distance`, `model_simple`, `model_termweight` y `model_rw`. Si el usuario determina que la lista de párrafos proporcionada por el sistema no es relevante a sus necesidades, entonces podrá reformular su consulta para poder recibir resultados más acordes a sus necesidades. La arquitectura que se está planteando contiene procesos que contemplan al usuario, como por ejemplo, el ingreso de la consulta en lenguaje natural, la sugerencia de consultas, el

corrector de ortografía y los pasajes que se le regresen al usuario estarán ordenados de acuerdo a su grado de relevancia.

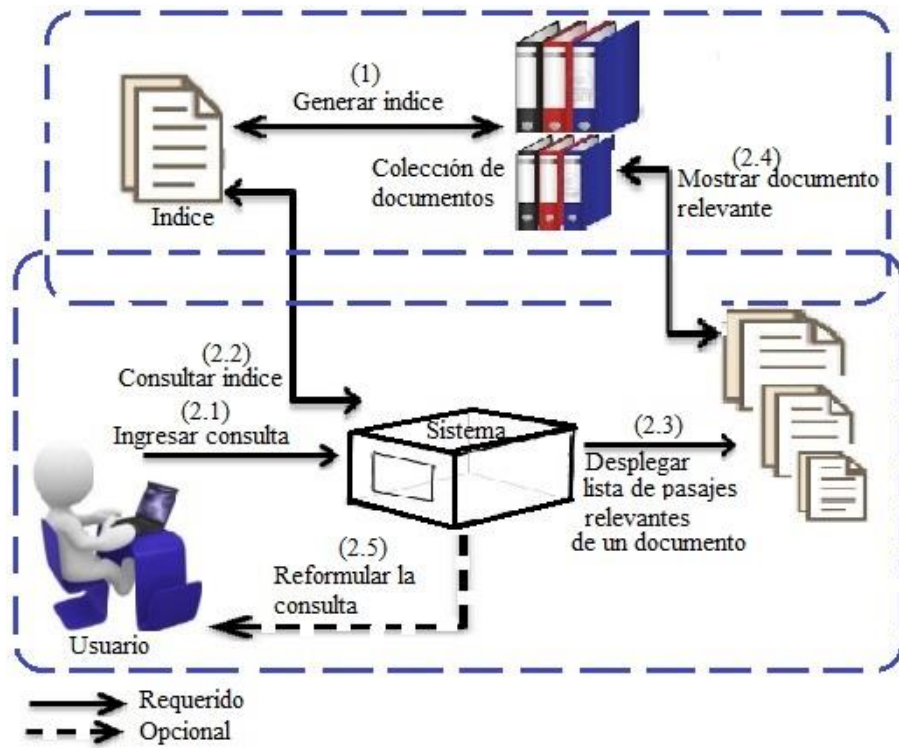


Figura 1. Método para la implementación del sistema de recuperación de pasajes.

Para recibir la consulta del usuario (paso 2.1), el prototipo despliega un cuadro de dialogo donde el usuario debe introducir la consulta en lenguaje natural, Figura 2.

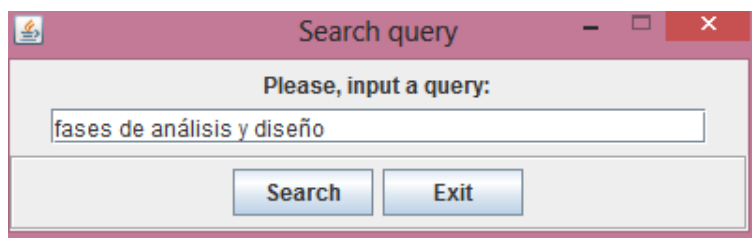


Figura 2. Ingreso de la consulta a procesar.

En la Figura 3 podemos ver el despliegue de la lista de pasajes más relevantes a la consulta proporcionada por el usuario (paso 2.3). La lista de pasajes esta ordenada de acuerdo al grado de similaridad entre la consulta y los pasajes de la colección. Relevancia que el prototipo calcula con el algoritmo seleccionado, donde el valor de 1 indica un 100% de similaridad.

id	similarity	docno	text
7	1.0	primera.bt	Para lograr software educativo con las condiciones deseadas , se deben incorporar dentro de las fases de análisis y diseño , aspectos di...
11	0.39498025	primera.bt	usuarios , para conseguir identificar necesidades y/o problemas específicos y se puedan establecer mecanismos de resolución adecuad...
8	0.39119574	primera.bt	dentro de las fases de análisis y diseño , aspectos didácticos y pedagógicos , es decir , el diseño instruccional , de manera que se facilite...

Para lograr software educativo con las condiciones deseadas , se deben incorporar dentro de las fases de análisis y diseño , aspectos didácticos y pedagógicos , es decir , el diseño instruccional , de manera que se facilite y garantice la satisfacción de las

Figura 3. Lista de pasajes relevantes a la consulta proporcionada por el usuario.

4. Evaluación del prototipo

Para determinar la viabilidad del prototipo, se han realizado pruebas con los cuatro algoritmos que permiten la recuperación de pasajes, mencionados en la sección anterior. En las pruebas se han utilizado dos tipos de consultas, las consultas textuales (texto como aparece en los documentos) y las consultas parafraseadas. Los documentos procesados están contenidos en una colección Gold-Standard creada con tesis del nivel de licenciatura de la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana, son archivos en formato PDF que los alumnos entregan cuando se gradúan a través de la modalidad de tesis.

Con la evaluación analizamos el comportamiento que el prototipo está teniendo, es decir, que tan relevantes son los pasajes que se le están

regresando al usuario, en qué posición el usuario podrá encontrar un pasaje que realmente satisfaga su necesidad de información. Y de esta manera conocer si realmente el acceso a la Información en Bibliotecas Digitales a través de Recuperación de Pasajes es viable.

El sistema no podrá realizar evaluaciones automáticas para indicar que tan relevantes son los pasajes que se le regresan al usuario, puesto que esta es una tarea que el usuario deberá indicar de acuerdo a la necesidad de información que requiera y el nivel de conocimiento que tenga del tema. En la Figura 4 se muestra los resultados obtenidos de las pruebas realizadas, aplicando las métricas de *recuerdo* y *precisión* para los dos tipos de consultas antes mencionadas. Con los resultados obtenidos sobre las pruebas realizadas se puede observar que el modelo que mejor se ajusta a las necesidades planteadas para la recuperación de pasajes en bibliotecas digitales es el *modelo* de distancia. Porque es el algoritmo que mejores resultados obtiene para consultas parafraseadas, las cuales son consideradas las adecuadas para el contexto de bibliotecas digitales, debido a que el usuario no deberá conocer el contenido de las tesis, simplemente con tener la idea de lo que está buscando podrá acceder a la información que requiere.

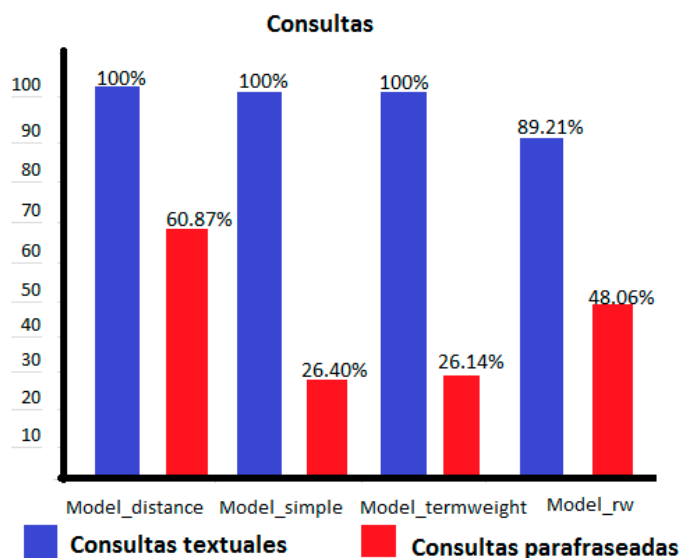


Figura 4. Comparación de distintos algoritmos para la recuperación de pasajes.

5. Trabajo Futuro

El procesamiento de la información es una tarea importante, existen ya algunos sistemas que realizan la recuperación de respuestas para una pregunta específica, haciendo uso de la recuperación de pasajes, como por ejemplo el Sistema de Búsqueda de Respuestas Multilingüe S-QUAMUS (García Cumbreñas, 2006), el sistema JIRS (Soriano, 2008), y el sistema IR-n (Llopis-Pascual, 2001). Ellos están diseñados para dar respuestas a una pregunta. Sin embargo, en el contexto de bibliotecas digitales, no es la mejor opción porque no se requieren respuestas exactas y cortas, necesitamos contextualizar el tema de búsqueda. Al contar con un sistema que permita realizar consultas de información en lenguaje natural y revisar el contenido de los documentos sin necesidad de conocer nombres de autor o título, será de gran ayuda a los usuarios.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo brindado por CONACYT, beca de maestría con número 366077 para CVU 559714.

Referencias

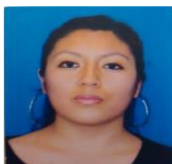
Llopis, P. F. (2001) *IR-N: Un Sistema de Recuperación de Información Basado en Pasajes*. Tesis de Doctorado, Universidad de Alicante.

Molina, M. P. (2011). Recuperado el 20 de Marzo de 2014, http://www.mariapinto.es/e-coms/recu_infor.htm.

Rubio, G. H. (2008). *Recuperación de Pasajes Orientada a la Resolución de Preguntas con Restricción Temporal*. Tesis de Maestría, Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.

Soriano, J. M. (2008). *Recuperación de pasajes multilingüe para la búsqueda de respuestas*. Tesis de Doctorado, Universidad Politécnica de Valencia.

Notas biográficas:



Cecilia San Martín Méndez Licenciada en Informática, egresado de la Universidad Autónoma de Veracruz (UV), actualmente estudia la Maestría en Sistemas Interactivos Centrados en el Usuario (MSICU) Facultad de Estadística e Informática. Sus intereses son el desarrollo de software centrado en el usuario, ingeniería de software y la seguridad informática.



Sodel Vázquez Reyes Profesor-investigador de la Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica (UAIE) en la Universidad Autónoma de Zacatecas. Obtuvo el grado de Doctor en Ciencias Computacionales por la “University of Manchester”, Reino Unido, en el 2008 y el grado de Maestría en Ciencias Computacionales por el Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica en el 2000. Se incorporó a la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ) en el 2010 y actualmente es profesor investigador con perfil PROMEP, líder del Cuerpo Académico “UAZ-CA-192 Tecnologías de la Información” y Responsable del Programa de Ingeniería de Software.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 2.5 México.

Arquitectura de software de una aplicación móvil para desarrollar un sistema de identificación por radiofrecuencia

Gerardo Lagunes García
Tecnológico de Orizaba
glagunes@acm.org

Ignacio López Martínez
Tecnológico de Orizaba
ilopez@ito-depi.edu.mx

Gustavo S. Peláez Camarena
Tecnológico de Orizaba
sgpelaez@yahoo.com.mx

María Antonieta Abud Figueroa
UAM-Iztapalapa
mabud@ito-depi.edu.mx

Beatriz Alejandra Olivares Zepahua
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey
bolivares@ito-depi.edu.mx

Resumen: Un sistema RFID (Radio Frequency Identification, Identificación por Radiofrecuencia) ayuda a identificar toda clase de objetos por medio de etiquetas o tags RFID, un sistema de este tipo tiene como funciones principales saber cuántos bienes se tienen y donde se encuentran ubicados, controlando

estos elementos, el apoyo al inventario aumenta porque lo mantiene actualizado con información real. El presente trabajo propone una arquitectura de software para desarrollar una aplicación móvil que es parte de un sistema RFID, que sirve de apoyo al inventario del Instituto Tecnológico de Orizaba y así también se presentan los resultados (aplicaciones) que se generaron a partir de las arquitecturas propuestas.

Palabras clave: Sistema RFID, lector RFID, arquitectura de software, desarrollo RFID.

Software architecture of a mobile application for developing a system identification by radiofrequency

Abstract: A RFID system (Radio Frequency Identification) identifies all the objects by of labels or RFID tags, a system of this type have functions that know how many assets there are and where they are located, controlling these items, increases support for inventory because it keeps updated with real information. This paper proposes a software architecture to develop a mobile application and a Web application that forming part of an RFID system, which supports the inventory of Technological Institute of Orizaba and so the results (applications) that are generated from architectures proposal are also presented.

Keywords: RFID system, RFID reader, software architecture, development RFID.

1. Introducción y Motivación

Los sistemas de identificación por radiofrecuencia, son sistemas de identificación automática o Auto ID, este tipo de sistemas utiliza dispositivos electrónicos para identificar distintos tipos de objetos. Actualmente la información contenida en el inventario del Instituto Tecnológico de Orizaba no

es real, porque hay activos registrados en el sistema que físicamente no se encuentran, y bienes que existen físicamente pero no están registrados en el sistema, añadiendo que no existe aseguramiento de activos y que el tiempo de actualización del inventario es lento, por lo que se está desarrollando un sistema RFID para apoyar al control del inventario sobre los activos, disminuyendo el tiempo de actualización de sus datos, el tiempo de registro, la modificación y la localización de activos y también obtener aseguramiento de bienes mediante el emparejamiento de los mismos.

Este trabajo se enfoca en la arquitectura de software de la aplicación del dispositivo lector RFID *Handheld* CS101-2. En la arquitectura de software propuesta, se muestran los componentes necesarios para realizar la aplicación RFID con las funciones para integrarse al sistema RFID. Un componente que ayuda a esta integración es la Base de datos (archivo XML) que es un vínculo (por medio de la lectura de este archivo XML) entre la aplicación Web (middleware) y la aplicación RFID, otro componente es el acceso que controla el módulo RFID, que se encarga de enviar señales de radiofrecuencia al espacio en busca de objetos etiquetados.

Contar con un sistema de administración de activos que involucre la tecnología RFID, dentro del Instituto Tecnológico de Orizaba, aumenta el control y la seguridad de los mismos permitiendo actualizar y/o consultar el inventario de manera rápida y precisa mediante la identificación de entradas y salidas, evitando robos y manteniendo el inventario actualizado en cuestión de minutos.

Además se reduce considerablemente el tiempo invertido en contabilizar manualmente los activos que el instituto dispone, evitando con esto errores humanos. El presente artículo está organizado como se indica a continuación: en la sección 2 se describen los conceptos más relevantes al proyecto, en la sección 3 se describen las arquitecturas de software de las dos distintas aplicaciones, en la sección 4 se describe el caso de estudio donde se

encuentra definida la implementación de las aplicaciones resultantes de las arquitecturas propuestas.

2. Marco teórico

En esta sección se describen conceptos relevantes para obtener mayor comprensión a este documento.

2.1 RFID

La identificación por radio frecuencia o RFID por sus siglas en inglés, es una tecnología que identifica objetos o personas por medio de etiquetas que no necesariamente están a la vista, esto quiere decir que la información viaja por medio de ondas de radio (Zhao & Ng, 2012). RFID complementa el proceso de identificación, localizando, rastreando y controlando con precisión y automáticamente objetos etiquetados (Zanetti, Danev, & Capkun, 2010) (Tecnotic, 2014).

2.2 Etiquetas RFID

Una etiqueta RFID conocida como *transponder* (TRANSMitter/resPONDER), por su funcionamiento de recepción y transmisión de datos consta de un pequeño microprocesador y una pequeña antena, ambos incorporados forman un circuito integrado que es encapsulado en diferentes materiales (papel adhesivo, metal, vidrio, plástico, madera, entre otros) dando cuerpo a una etiqueta RFID. Las etiquetas RFID se clasifican por su fuente de alimentación, con batería activas o sin batería pasivas (Somasundaram , Khandavilli, & Sampalli, 2010) (Wang, Li, Daneshmand, Sohraby, & Jana , 2011) (Tecnotic, 2014).

2.3 Etiqueta RFID pasiva

Es una etiqueta RFID que no necesita una fuente de alimentación interna o de mantenimiento, porque obtienen energía para transmitir información a partir de la señal del campo magnético producido por un lector RFID, por lo que es una etiqueta de bajo costo. Algunas de las aplicaciones para esta etiqueta RFID, se encuentran en la gestión de archivos, de libros, en logística, entre otras, tienen un alcance de transmisión de información de hasta 10 metros (Wang, Li, Daneshmand, Sohraby, & Jana , 2011) (Tecnotic, 2014).

2.4 Etiqueta RFID activa

Es un etiqueta RFID que lleva integrada una fuente de alimentación que provee de energía a su circuito electrónico, que envía y comunica información al lector RFID, tener una batería integrada hace necesario mantenimiento a la etiqueta porque es importante su funcionamiento continuo, por lo que su costo es mayor en comparación a una etiqueta RFID pasiva, se aplica en el seguimiento de largo alcance de activos y su alcance de transmisión de información es de hasta 1000 metros (Wang, Li, Daneshmand, Sohraby, & Jana , 2011) (Tecnotic, 2014).

2.5 Lector RFID

Un lector o interrogador RFID es un dispositivo electrónico que transmite señales de radiofrecuencia a etiquetas RFID para comunicarse. Generalmente solicita el identificador único de la etiqueta RFID y tiene la capacidad de leer más de una etiqueta a la vez. En este documento se maneja un lector *Handheld* CS101-2 fabricado por *Convergence Systems Limited*, maneja todos los rangos de frecuencia, cuenta con escáner de código de barras, pantalla táctil, tiene conectividad tanto por Wi-Fi, USB y RS232 y su batería soporta 1.5 horas de trabajo continuo y 20 horas en reposo, cuenta con el sistema operativo Windows CE, rango de lectura de hasta 7 metros en lugares abiertos y de 7 a 11 metros en lugares cerrados, lee 150 etiquetas por segundo con un pico de hasta 400, provee información de todos los bancos de memoria de una etiqueta, entre otras más características. En la Figura 1 se muestra el lector

RFID (Wang, Li, Daneshmand, Sohraby, & Jana , 2011) (Tecnotic, 2014) (Convergence Systems Limited, 2013).



Figura 1. Lector RFID Handheld CS101-2.

2.6 Sistema RFID

Es un sistema inalámbrico que por medio de señales de radiofrecuencia transmite información a etiquetas RFID, para identificarlas, localizarlas y rastrearlas, concretamente un sistema RFID está compuesto por tres elementos: por mínimo 1) una etiqueta RFID, 2) un lector RFID y 3) un sistema de administración (*middleware*) que controla toda la información sobre los objetos etiquetados (Zhao & Ng, 2012) (Zanetti, Danev, & Capkun, 2010) (Wang, Li, Daneshmand, Sohraby, & Jana , 2011) (Tecnotic, 2014) (Somasundaram , Khandavilli, & Sampalli, 2010). En la Figura 2 se muestra la estructura básica de un sistema RFID.



Figura 2. Estructura básica de un sistema RFID.

2.7 Windows CE

Windows CE 5.0, es un sistema operativo de Microsoft empotrado que ejecuta una función dedicada, se utiliza para el desarrollo ágil de dispositivos conectados, inteligentes y compactos y tiene como objetivo proveer un sistema

operativo de plataforma cruzada, multihilado y de pequeño tamaño (Microsoft, 2014).

2.8 MVC (Modelo-Vista-Controlador)

Es un patrón que separa los datos de su interpretación para disminuir problemas por acoplamiento (cambio en uno implica cambio en el otro). El modelo son los datos y reglas del sistema, la vista despliega información y el controlador es el mecanismo que coordina a los otros dos, responde a eventos, acciones del usuario e invoca cambios en el modelo y en la vista (Microsoft, 2014) (Pavón Mestras, 2009).

3. Arquitectura propuesta

La arquitectura propuesta contempla el desarrollo de una aplicación para un dispositivo móvil *Handheld* CS101-2 y el desarrollo de una aplicación Web, el medio de comunicación entre ambas aplicaciones se realiza por medio de un archivo XML ya que no se encuentra con acceso a internet en todas las áreas del instituto. En la Figura 3 se observa la arquitectura en capas para la aplicación móvil y en la Figura 4 se observa una arquitectura MVC para la aplicación Web. Este trabajo se enfoca en la arquitectura de la aplicación móvil.

A continuación se describen brevemente los niveles de la arquitectura de la aplicación que se ejecuta en el dispositivo móvil.

La arquitectura de la aplicación para el dispositivo CS101-2 se encuentra compuesta por tres distintos niveles: nivel de presentación, nivel de aplicación y nivel de persistencia. El nivel de presentación se encarga de albergar toda la interfaz de usuario que son formularios, tablas, menús, botones, entre otros componentes de presentación, en el nivel de aplicación o dominio se

encuentran las clases que obtienen la información ingresada por medio de los formularios, inserción de texto, funciones de clic y también se encarga de enviar y recibir datos del nivel de persistencia en el cual se encuentra la clase que controla el acceso a los datos, su modificación y actualización, la fuente de datos es un archivo XML que tiene el objetivo de ser genérica y ser leída también por la aplicación Web.

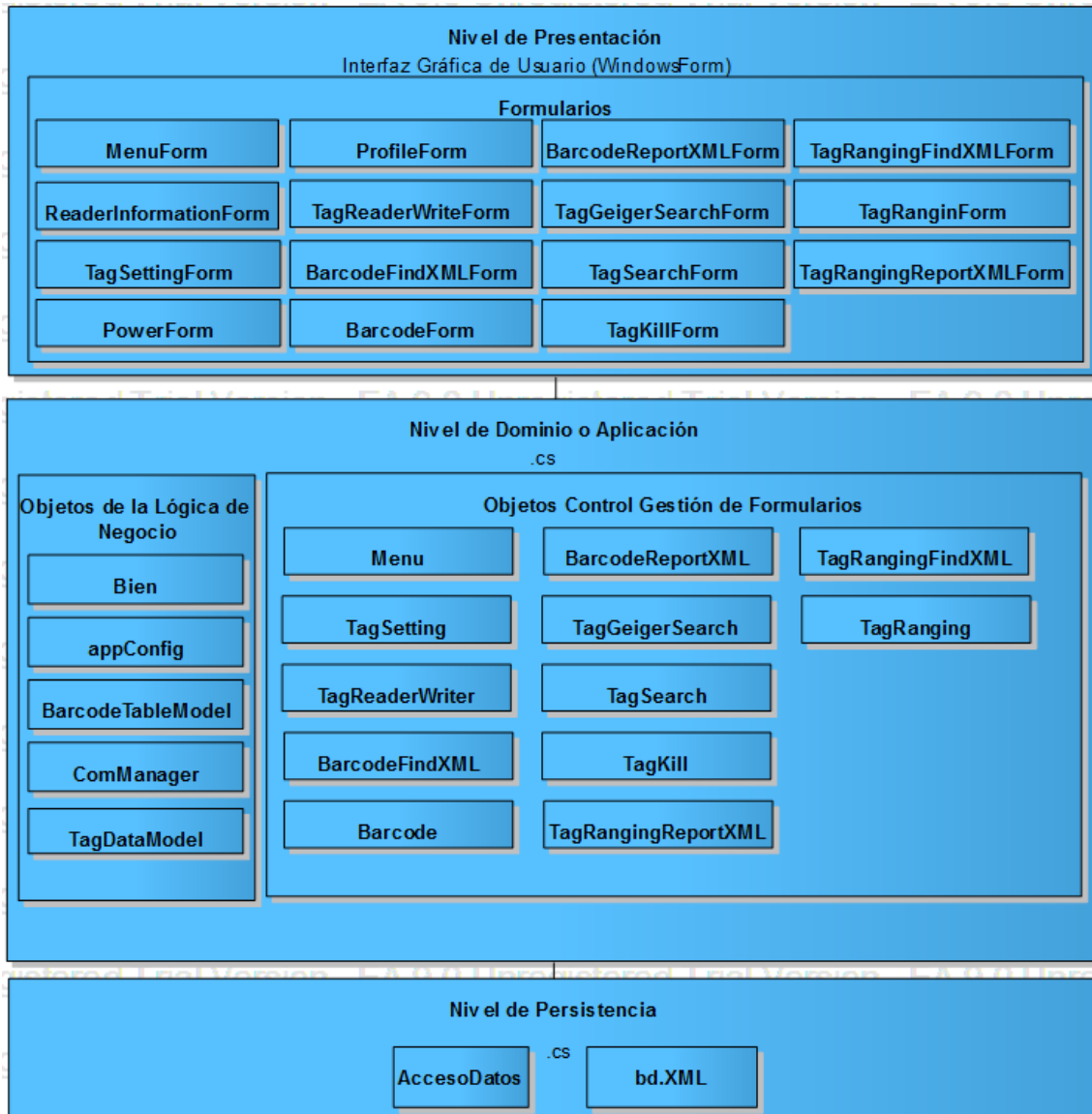


Figura 3. Arquitectura de software de aplicación móvil.

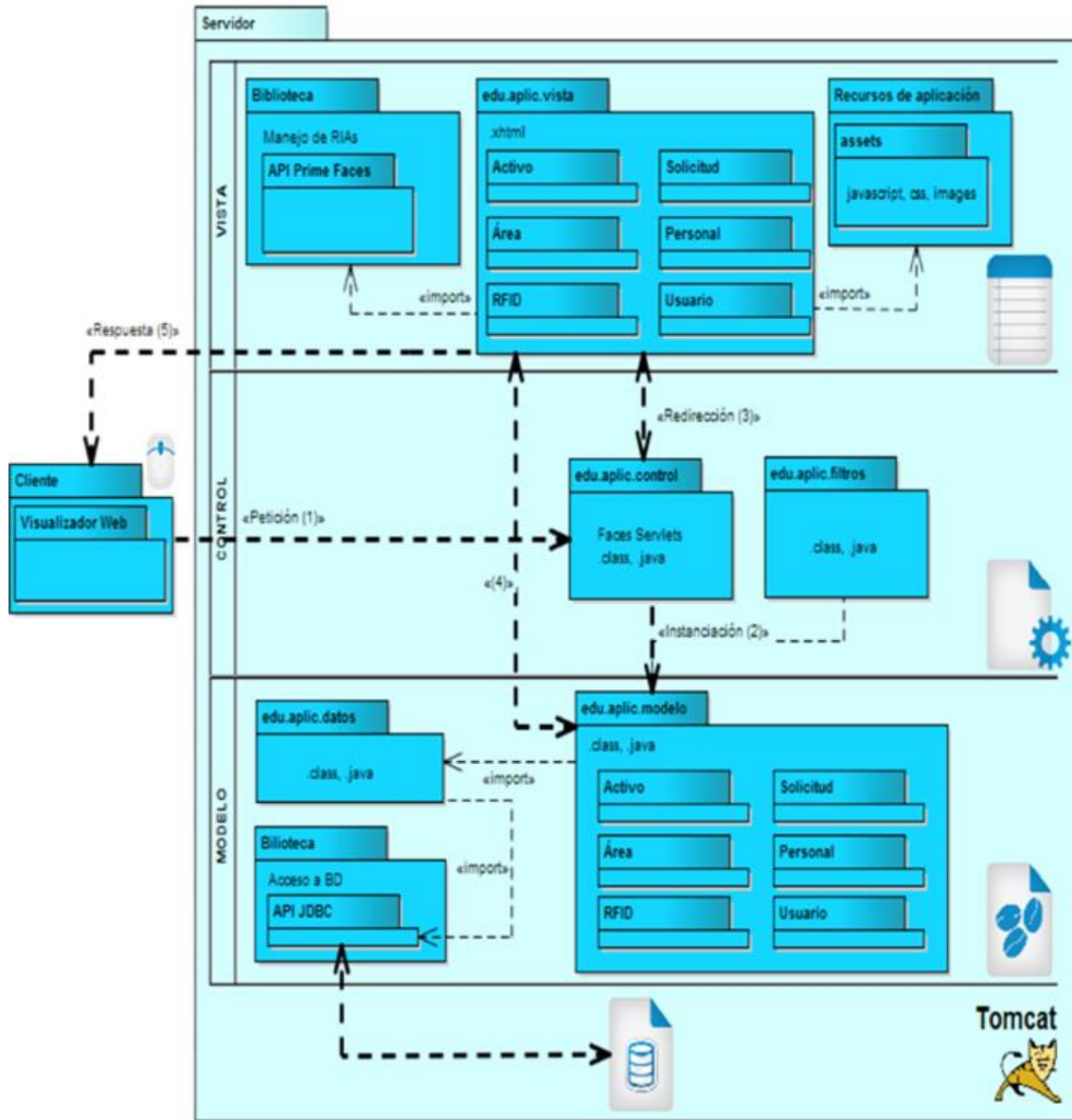


Figura 4. Arquitectura de software de aplicación móvil.

Una aplicación desarrollada en estos tres niveles, ayuda a separar la interfaz del usuario del código que genera la lógica del negocio, ubicado en el nivel de aplicación y a su vez de la conexión al archivo XML que se encuentra dentro del nivel de persistencia; la ventaja de tener separado los distintos códigos radica en una comprensión más rápida al leer código y al modificarlo.

4. Caso de estudio

En esta sección se muestra el caso de estudio donde se utilizaron las aplicaciones resultantes de las arquitecturas descritas en la sección anterior. Las instituciones educativas de nivel superior públicas no cuentan con un control sobre sus bienes, ni conoce la cantidad de bienes que poseen, donde se encuentran ubicados y ni quien es el encargado de cuidarlos o resguardarlos, por lo que se extravíen bienes es una situación muy probable. Llevando a cabo el sistema RFID se aplicó en el laboratorio de la maestría en sistemas computacionales dentro del centro de cómputo del instituto.

En el sistema RFID propuesto lo primero que realizó el encargado de almacén es registrar en la aplicación Web todos los bienes que se encuentran dentro del laboratorio, en la Figura 5 se muestra la pantalla donde se registra un bien.



Es Primario:	<input checked="" type="checkbox"/> No	Bien Primario:	Laboratorio de Maestría en Sistemas Computacionales		
Área: *	1.1.4 - Centro de Cómputo				
Camb: *	I180000116 - SERVIDOR DE RED				
Resguardante: *	Gerardo Lagunes Garcia				
Descripción: *	Servidor de Red Gris	Doc. Soporte: *	Factura	Dimensiones:	Torre
Marca: *	S/M	Form. Aquí: *	Compra directa	Unidad.: *	Pieza
Modelo: *	S/M	Núm. Serie:	S/N		
Cantidad: *	2	Fecha Adqui.: *	24/11/2014		
Valor Unit.: *	65000	Misma información:	<input checked="" type="checkbox"/> No		

Figura 5. Registro de bien (aplicación Web).

La aplicación tiene la capacidad de diferenciar entre dos tipos de usuarios (administrador y resguardante), el administrador como en la Figura 5 realiza registro de bienes, bajas y modificaciones. Después de tener registrados todos

los bienes para esta área específica del instituto se continúa con la autorización de cada uno de los bienes nuevos, la autorización se realiza con la factura de cada bien.

Con bienes autorizados se genera la Base de datos móvil que es un archivo XML y descargar la Base de datos móvil con el nombre “bd.xml” y se copia dentro del dispositivo móvil *Handheld* CS101-2 en la ruta “My Device/Program Files/ITO BienesRFID Movil”, si el archivo existe se reemplaza.

En la Figura 6 se muestra el menú principal de la aplicación móvil, con las funciones básicas RFID (consultar, escribir, localizar, destruir, lectura de código de barras y configuraciones generales).

Una vez que la Base de datos de la aplicación Web se encuentra actualizada se continua a escribir dentro de las etiquetas RFID (sólo se escribe en una etiqueta un identificador único que exista en la Base de datos móvil), el tipo de etiqueta RFID en la que se escribe es una pasiva *Confidex Steelwave Micro* mostrada en la Figura 6 especial para leerse en medios ambientes con ruido de señales emitidas por dispositivos electrónicos. Para escribir se hace uso de la dos aplicaciones, en la aplicación Web se consulta el identificador que se escribirá en la etiqueta y en la aplicación móvil por medio de radiofrecuencia se escribe en un banco de memoria.



Figura 6. Menú principal de aplicación móvil, etiqueta RFID pasiva y laboratorio etiquetado .

Después se prosigue a pegar las etiquetas RFID a los objetos necesarios, en la Figura 6, en la parte tres, se ve como se etiqueta el laboratorio (etiqueta primaria) pues es importante saber que contiene (etiquetas secundarias). Etiquetado todos los objetos del laboratorio de la maestría en sistemas computacionales se escanea todo el laboratorio para comprobar las ventajas mencionadas en este trabajo.

Las ventajas confirmadas son: velocidad de consultar el inventario, velocidad de identificación de bienes faltantes (por medio de un reporte que muestra el número de etiquetas RFID encontradas y faltantes, por ej., para este laboratorio se encuentran 42 bienes de los cuales uno es primario y 41 son secundarios, es decir, un bien contiene a 41 bienes, dando 42 bienes), otra ventaja es la visualización del detalle de bienes, con el que se muestra rápidamente que etiqueta se escanea y cuando un bien se ha extraviado se encuentra la función de darlo de baja desde la aplicación móvil, también con la aplicación Web se encuentran ventajas como que se generan reportes en Excel o PDF para su posterior análisis, una ventaja más es que se muestran detalles del área donde se encuentran los bienes y bajo quien se encuentran resguardados.

Como último paso la aplicación Web cuenta con la opción de cargar la Base de datos móviles (archivo XML) para actualizarla si se produjo algún cambio así mantener siempre con información real la Base de datos principal. En la Figura 7 se muestra una consulta RFID.



Figura 7. Consulta de etiquetas RFID, integración de la aplicación Web y móvil

5. Conclusiones y Trabajo Futuro

Mediante la aplicación de este sistema RFID propuesto se extraen diversos beneficios que logran mantener actualizado el inventario y actualizarlo en un corto tiempo, con información real y útil. Estas ventajas se consiguieron de la siguiente manera: primero, con la aplicación Web se elevó el control sobre los bienes guardando información como el área donde se encuentran almacenados y las personas que se encuentran encargadas de su cuidado, esto ayuda a los encargados de inventario conocer donde se encuentra un bien dentro del instituto, así también la aplicación Web sistematiza solicitar el registro de un bien para su posterior autorización, con lo que se consigue un control mayor sin dificultad. Por la parte de la aplicación móvil instalada dentro del dispositivo *Handheld* CS101-2 contribuye a la mejora del tiempo de actualización del inventario, proporcionando identificación, escritura, lectura, localización y modificación por radiofrecuencia de etiquetas RFID. La velocidad se gana escaneando un área y leyendo etiquetas RFID que no siempre se encuentran a la vista y consultándolas en un repositorio móvil, proporcionando un reporte rápido con los bienes con los que cuenta cierta área.

Como trabajo a futuro se pretende aplicar el sistema RFID dentro de las demás áreas del instituto, también robustecer la aplicación Web que administra los bienes agregando la función de generar un vale de resguardo y un mapa del instituto mostrando por áreas el número y un listado de los bienes almacenados.

Referencias

Pavón Mestras, J. (2009). *Estructura de las Aplicaciones Orientadas a Objetos. El patrón Modelo-Vista-Controlador (MVC)*. Madrid, Madrid, España.

Convergence Systems Limited. (2013). *About CSL-RFID*. Recuperado el 20 de 11 de 2014, de Convergence Systems Limited Web site: <http://www.convergence.com.hk>

Microsoft. (2014). *Microsoft Corporation*. Obtenido de <http://support.microsoft.com/kb/158182/es>

Somasundaram, S., Khandavilli, P., & Sampalli, S. (2010). *An Intelligent RFID System for Consumer Businesses*. *Proceedings of the 2010 IEEE/ACM Int'l Conference on Green Computing and Communications & Int'l Conference on Cyber, Physical and Social Computing*, (págs. 539-545). Hangzhou.

Tecnotic. (12 de Febrero de 2014). *Acerca: Tecnotic*. Obtenido de Tecnotic: <http://www.tecnotic.com/content/vista-del-moderador-en-powerpoint>

Wang, C., Li, B., Daneshmand, M., Sohraby, K., & Jana, R. (February de 2011). *On Object Identification Reliability Using RFID*. *Mobile Networks and Applications*, 16(1), 71-80.

Zanetti, D., Danev, B., & Capkun, S. (2010). *Physical-layer identification of UHF RFID tags*. *Proceedings of the sixteenth annual international conference on Mobile computing and networking*, (págs. 353-364). Las Vegas.

Zhao, Z., & Ng, W. (2012). *A Model-based Approach for RFID Data Stream Cleansing*. *Proceedings of the 21st ACM international conference on Information and knowledge management*, (págs. 862-871). Maui.

Notas biográficas:



Gerardo Lagunes García Ingeniero en Sistemas Computacionales, egresado del Instituto Tecnológico de Orizaba (ITO), actualmente estudia la Maestría en Sistemas Computacionales en la misma institución (ITO). Su interés es el desarrollo de software Web, la arquitectura de software y la identificación por

radiofrecuencia, ha desarrollado sistemas Web de administración para empresas mediante varios lenguajes de programación.



Ignacio López Martínez Licenciado en Informática egresado del Instituto Tecnológico de Orizaba en 1999, Maestro en Redes y Telecomunicaciones por la Universidad Cristobal Colón en 2007, actualmente Doctorante en Sistemas y Ambientes Educativos en la Universidad Veracruzana. Profesor Investigador de Tiempo Completo con Perfil Deseable; Áreas de interés: Redes y Telecomunicaciones, Realidad Aumentada, RFID, Educación mediada por TIC's.



Gustavo S. Peláez Camarena Ingeniero Industrial egresado del Instituto Tecnológico de Orizaba en el año 1976; Obtención del grado de Maestro en Ciencias en Cómputo Estadístico en el Colegio de Postgraduados en Chapingo, México en el mes de junio del 1980. Especialidad en educación a distancia en la Universidad Veracruzana en el año 2004. Actualmente se desempeña como Profesor Investigador de tiempo completo en el Instituto Tecnológico de Orizaba; sus áreas principales de interés son: Ingeniería de Software (Desarrollo de aplicaciones Web y desarrollo de aplicaciones para apoyo a la educación).



María Antonieta Abud Figueroa Ingeniero en electrónica por la UAM-Iztapalapa, México DF en el año 1984, y maestra en ciencias en sistemas de información por el ITESM-Morelos, en la ciudad de Cuernavaca, Mor. en el año 1991. Ella fue profesora de tiempo completo en el ITESM Campus Central de Veracruz entre los años 1985 y 1993; desde el año 1995 es profesora-investigadora en el área de posgrado del Instituto Tecnológico de Orizaba, en la ciudad de Orizaba, Ver. México. Su línea de investigación es la Ingeniería de Software. La M.C. Abud es miembro del ACM y del IEEE.



Beatriz Alejandra Olivares Zepahua Ingeniero en Sistemas Computacionales egresada del Instituto Tecnológico y de

Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México, en mayo de 1993; obtuvo el grado de Maestra en Comercio Electrónico en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Rectoría de la Universidad Virtual, en el mes de diciembre de 2011. Trabajó en SOFTTEK de enero 1994 a septiembre 2003. Actualmente se desempeña como profesor investigador de la Maestría en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Orizaba, en Orizaba, Ver; sus áreas principales de interés son el desarrollo de aplicaciones de Web Semántica y la Minería Web. MCE Olivares es miembro de la ACM.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 2.5 México.

Guía de ataques, vulnerabilidades, técnicas y herramientas para aplicaciones web

Ana Laura Hernández Saucedo
Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) Unidad
Zacatecas
ana.hernandez@cimat.mx

Jezreel Mejia Miranda
Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) Unidad
Zacatecas
jmejia@cimat.mx

Resumen: En la actualidad el riesgo para los sistemas informáticos ha aumentado debido a un crecimiento en la complejidad en las tecnologías de la información. Hoy en día cualquier computadora conectada a internet está expuesta a diversas amenazas. Una consecuencia es el aumento en el número de ataques informáticos. Una manera de prevenirlo es actuar anticipadamente, detectando las vulnerabilidades potenciales que pueden ser aprovechadas por los atacantes. De esta manera se disminuye la probabilidad de éxito de los ataques realizados. Este trabajo revisa algunas de las técnicas y herramientas utilizadas actualmente para la detección de vulnerabilidades, se presenta una matriz de trazabilidad entre ataques, vulnerabilidades, técnicas y herramientas que determinarán cuales vulnerabilidades y ataques pueden ser mitigados con la utilización de dichas técnicas y herramientas.

Palabras clave: Seguridad, vulnerabilidades, aplicaciones web, ataques, técnicas, herramientas, detección de vulnerabilidades.

Guide of attacks, vulnerabilities, techniques and tools for web application

Abstract: Currently the risk for computer system has increased due to an increase in complexity in information technology. Today any computer connected to internet is exposed to diverse threats. As a result, the number of attacks has increased around the world. One way to prevent it is to act in advance detecting potential vulnerabilities that can be exploited by attackers. Thus the probability of successful attacks decreased. This paper reviews some of the techniques and tools currently used to detect vulnerabilities, presenting a traceability matrix between attacks, vulnerabilities, techniques and tools that determine which vulnerabilities and attacks can be mitigated with the use of these techniques and tools.

Keywords: Security, vulnerabilities, web application, attacks, techniques, tools, vulnerability detection.

1. Introducción

En la actualidad el nivel de complejidad de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) ha aumentado, agregando un mayor riesgo para los sistemas informáticos, teniendo como consecuencia el aumento en el número de ataques aprovechando las vulnerabilidades o fallos de seguridad (McAfee An Intel Company, 2014). Dentro de los principales ataques basados en vulnerabilidades se encuentran por ejemplo los de inyección en Lenguaje de consulta estructurado (SQL por sus siglas en inglés) o de Sistemas Operativos (SO); secuencia de comandos en sitios cruzados; falsificación de petición en

sitios cruzados (CSRF por sus siglas en ingles) entre otros (Landau, 2013; OSVDB, 2014; UNAM-CERT, 2014).

Una manera de evitar este tipo de ataques informáticos es la prevención utilizando técnicas y herramientas que permitan detectar vulnerabilidades. En cuanto a técnicas existen varios enfoques para la detección de vulnerabilidades, algunos de ellos son Black-box y White-box (Sreenivasa & Kuman, 2012). Existen más enfoques como es el análisis estático y dinámico (Sreenivasa & Kuman, 2012), de ellos existen más técnicas como *passive testing* (AmelMammar, 2011), *faul injection* (AmelMammar, 2011), *fuzz testing* (Xiao-song Zhang, 2008), *penetration testing* (Thompson, 2005), entre otros. Con la utilización de diferentes técnicas como el análisis estático, análisis dinámico, así como, la utilización de herramientas se puede determinar si los sistemas informáticos son vulnerables a ataques. En cuanto a herramientas existen diversas herramientas comerciales por ejemplo McAfee Vulnerability Manager (McAfee An Intel Company, 2013-2014), QualysGuard Web Application Scanning WAS (Qualys Continuous Security, 1999-2014), así como open source como Nessus Vulnerability Scanner en su versión Home (Tenable Network Security , 2014), entre otras, que cumplen este propósito. Por lo tanto, En este trabajo se presenta una propuesta de técnicas y herramientas para la detección de vulnerabilidades actuales en sistemas de información. Además de permitir conocer el estado actual en esta área. Para lograr esto, se ha implementado el protocolo de la revisión sistemática (Kitchenham, 2004), además de la utilización de la herramienta (Mejia, 2014).

Este trabajo está estructurado de la siguiente manera, en la sección 2 se presenta el proceso llevado a cabo durante la realización de la revisión sistemática. En la sección 3 se presentan los resultados obtenidos de la revisión, además de una matriz de trazabilidad realizada con el análisis de los resultados de la revisión y por último la realización de una propuesta para la utilización de herramientas para cada ataque basado en vulnerabilidades. Por

último, en la sección 4 se presenta la conclusión de este trabajo, así como el trabajo futuro.

2. Revisión Sistemática

Una revisión sistemática es un método que permite a los especialistas obtener resultados relevantes y cuantificados. Esto puede llevar a la identificación, selección y presentación de pruebas en relación con la investigación en un tema en particular. (Jorgensen & Shepperd, 2007; Kitchenham, 2004).

El proceso de desarrollo de la revisión sistemática se divide en tres fases. En la primera fase se realiza la planeación de la revisión sistemática, incluyendo tareas como identificar la necesidad de realizar la revisión, especificar la pregunta o preguntas de investigación, entre otras. La segunda fase es la conducción de la revisión sistemática, incluyendo tareas como selección de los estudios primarios, evaluación de la calidad del estudio, entre otros. Y finalmente la tercera fase de reporte de la revisión como se muestra en la Figura 1.

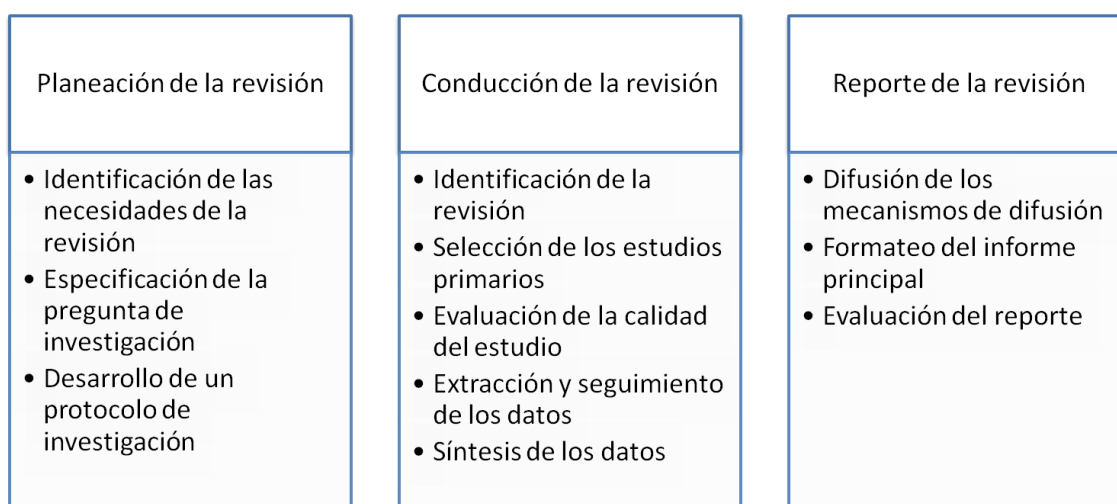


Figura 1. Proceso de desarrollo de revisión sistemática.

Unas de las principales actividades dentro del proceso de revisión sistemática es el establecimiento de las preguntas de investigación. Las preguntas que se establecieron para esta investigación fueron las que se indican en la Tabla 1.

Tabla 1. Preguntas de investigación

No.	Preguntas de investigación
1	¿Cuáles son las herramientas y técnicas utilizadas para la detección de vulnerabilidades para garantizar el buen funcionamiento de los sistemas y la integridad de la información?
2	¿Cuáles son los tipos de vulnerabilidades en tecnologías de información?
3	¿Cuáles son las herramientas y técnicas utilizadas para la detección de vulnerabilidades para aplicaciones web?
4	¿Cuáles son las herramientas open source para detección de vulnerabilidades?

Como resultado del proceso de revisión sistemática se encontraron 23 artículos en IEEE Explorer, 22 en ACM Digital Library, 72 en Google Scholar y 58 en Citiseer Library. Teniendo 175 artículos en total, reduciéndolos aplicando los criterios de inclusión y exclusión se llegó a un total de 42 artículos primarios como se muestra en la Figura 2.

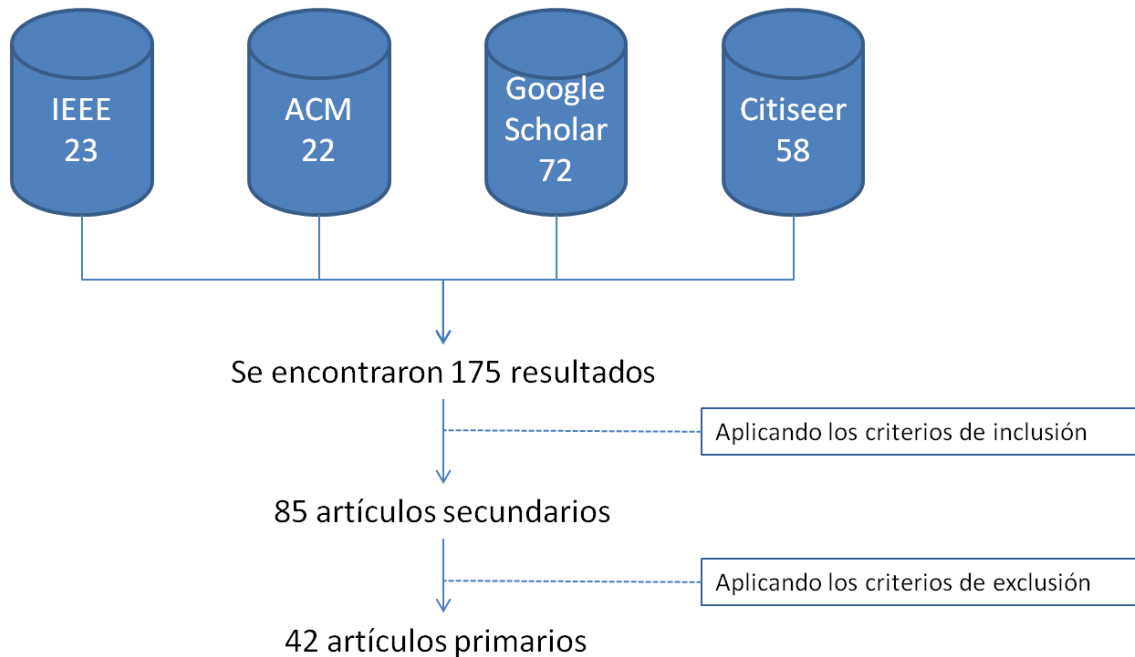


Figura 2. Resultados de la revisión sistemática.

3. Análisis de resultados

A partir de la información extraída de los estudios primarios, se realizó un análisis para mostrar descubrimientos relevantes de la revisión sistemática acerca de ataques basados en vulnerabilidades, además de las técnicas y herramientas que son utilizadas actualmente para detectar vulnerabilidades en aplicaciones web, esta información servirá de base para la realización de la propuesta. Los resultados que se obtuvieron son mostrados a continuación.

3.1. Ataques basados en vulnerabilidades

El proyecto abierto de seguridad en aplicaciones web (OWASP por sus siglas en inglés) emite el top 10 de las vulnerabilidades más graves de aplicaciones web (Lai, Grad. Inst. of Inf. & Comput. Educ., Wu, Chen, & Wu, 2008). El objetivo principal es educar a las organizaciones que hacen uso de las TICs

sobre las consecuencias de las vulnerabilidades de seguridad en aplicaciones web más importantes(Landau, 2013). Los principales 5 ataques son:

- **Inyección:** Las fallas de inyección, tales como SQL, OS, LDAP, ocurren cuando datos no confidenciales son enviados a un interprete como parte de un comando o consulta, tratando de engañar al intérprete en ejecutar comandos no intencionados o acceder datos no autorizados.
- **Secuencia de Comandos en Sitios Cruzados:** Las fallas XSS ocurren cada vez que una aplicación toma datos no confidenciales y los envía al navegador web sin una validación y codificación apropiada. XSS permite a los atacantes ejecutar secuencia de comandos en el navegador de la víctima los cuales pueden secuestrar las sesiones de usuario, destruir sitios web, o dirigir al usuario hacia un sitio malicioso.
- **Configuración de Seguridad Incorrecta:** Una buena seguridad requiere tener definidas e implementada una configuración segura para la aplicación, marcos de trabajo, servidores de aplicación, servidores web, base de datos, y plataformas. Todas estas configuraciones deben ser definidas, implementadas, y mantenidas ya que por lo general no son seguras por defecto.
- **Exposición de datos sensibles:** Muchas aplicaciones web no protegen adecuadamente datos sensibles tales como números de tarjetas de crédito, o credenciales de autenticación. Los datos sensibles requieren de métodos de protección adicionales tales como el cifrado de datos, así como también de precauciones especiales en un intercambio de datos con el navegador.
- **Falsificación de Petición en Sitios Cruzados (CSRF):** Un ataque CSRF obliga al navegador de una víctima autenticada a enviar una petición HTTP falsificado, incluyendo la sesión del usuario y cualquier otra información de autenticación incluida automáticamente, a una aplicación web vulnerable.

3.2. Técnicas para detección de vulnerabilidades

De acuerdo a los resultados obtenidos de la revisión sistemática sobre las herramientas y técnicas más utilizadas actualmente para detección de vulnerabilidades, se pueden establecer las siguientes:

- **Black-box:** Es una técnica basada para descubrir vulnerabilidades en aplicaciones web, probando la aplicación desde el punto de vista del atacante (Sreenivasa & Kuman, 2012).
- **White-box:** Está del lado del servidor. En este tipo de enfoque se tiene acceso a información relevante de la organización (Sreenivasa & Kuman, 2012).
- **Análisis estático de código (auditoría de código fuente):** Es un método en el que no se requiere ejecutar el programa, este realiza un análisis de código fuente directo para determinar huecos en la seguridad (Sreenivasa & Kuman, 2012).
- **Análisis dinámico de código:** Se comunica con la aplicación web a través de front-end de la aplicación en orden de identificar vulnerabilidades de seguridad potenciales y debilidades en la arquitectura de la aplicación web (Sreenivasa & Kuman, 2012).
 - **Pruebas de penetración:** Consiste en la simulación de un ataque de los maliciosos outssiders (que no tienen un medio autorizado de acceder a los sistemas de la organización) y de maliciosos insiders (que tienen algún nivel de acceso autorizado). El proceso implica un análisis activo del sistema en busca de posibles vulnerabilidades que podrían resultar de configuración deficiente o inadecuada del sistema, fallos de hardware o software, ya sea conocidos y desconocidos, o fallos operativos en proceso o contramedidas técnicas (Thompson, 2005).
 - **Pruebas pasivas:** Las pruebas pasivas están diseñadas para el análisis del tráfico de telecomunicaciones. Permite detectar fallas y defectos de seguridad mediante el examen de los paquetes capturados (livetrafficor log files) (Mammar, Cavalli, & Jimenez, 2011).
 - **Pruebas activas:** Utiliza un programador de subprocesos asignados al azar para verificar si las advertencias comunicadas por un análisis predictivo de programa son errores reales (Xiao-song Zhang, 2008).

- **Fuzz testing (pruebas de caja negra):** Consiste en estimular el sistema bajo prueba, utilizando datos aleatorios o mutados queridos, con el fin de detectar comportamientos no deseados como violación de confidencialidad (Xiao-song Zhang, 2008).

3.3. Herramientas para la detección de vulnerabilidades

Las herramientas que se obtuvieron como resultado de la revisión sistemática se describen a continuación:

- **QualysGuard Web Application Scanning WAS:** Es una herramienta en la nube que permite realizar pruebas funcionales con selenium para aplicaciones web, además de pruebas de penetración. Permite encontrar vulnerabilidades del top 10 de OWASP (Qualys, 2014).
- **WebSite Security Audit- WSSA:** Permite examinar páginas web, aplicaciones y servidores web para encontrar vulnerabilidades de seguridad. Realiza pruebas de vulnerabilidades de código conocidas como: SQL Injection, XSS (Cross Site Scripting), entre otras (BeyondSecurity, 2014).
- **Retina Web Security Scanner:** Es una solución de escaneo de sitios web, aplicaciones web complejas para hacer frente a las vulnerabilidades de aplicaciones. Prioriza las vulnerabilidades por su nivel de riesgo (Beyontrust, 2014).
- **WEBAPP 360: Enterprise Class web application scanning:** Evalúa de manera completa la infraestructura de aplicaciones web, incluyendo aplicaciones web, sistemas operativos subyacentes y aplicaciones subyacentes en entorno de producción. Utiliza el Top 10 de OWASP para cerrar las brechas de seguridad en aplicaciones web (Tripwire, 2014).
- **Frame-C:** Es un software Open Source que permite analizar código fuente escrito en C. Reúne varias técnicas de análisis estático en una sola herramienta. (Frama-C, 2014).
- **Parasoft C/C++ Test:** Es una solución de pruebas para aplicaciones basadas en C y C++. Ayuda a desarrolladores a prevenir y eliminar

defectos. Ayuda a eliminar problemas de seguridad, además vigila el cumplimiento de OWASP Top 10, CWE/SANS, FDA, entre otros (Parasoft, 2014).

- **Fortify Static Code Analyzer:** Proporciona análisis de código estático automatizado para ayudar a los desarrolladores a eliminar las vulnerabilidades y crear software de seguridad. Analiza el código fuente, identifica las causas originarias de las vulnerabilidades de la seguridad del software y correlaciona y prioriza los resultados (HP, 2014).
- **McAfee Vulnerability Manager:** Realiza monitorización activa y pasiva, además de realizar pruebas de penetración. Permite conocer los puntos en los que se debe centrar los esfuerzos de programación. Cubre las categorías de OWASP top 10 y CWE-25 (McAfee, 2014).
- **Nessus Vulnerability Scanner:** Permite realizar escaneo de vulnerabilidades en servidores web, servicios web, además de las vulnerabilidades de OWASP. Además de verificar la configuración erróneas del sistema y parches faltantes. Muestra informes personalizados en formato XML, CVS, PDF nativo y HTML (Tenable, 2014).
- **Nexpose Vulnerability Manager:** Es una solución de gestión de vulnerabilidades que combina la evaluación de vulnerabilidades y controles, la validación de vulnerabilidades y la planificación de remediación. Maneja estándares de riesgo, vulnerabilidades y gestión de la configuración como PCI DSS, NERC CIP, FISMA, entre otros (Rapid7, 2014).
- **Whatweb:** Identifica el sitio web, reconoce tecnologías web, incluyendo los sistemas de gestión de contenidos (CMS por sus siglas en inglés), plataformas de blog, bibliotecas de JavaScript, servidores web. También identifica los números de versiones de correo electrónico, errores de SQL y más (MorningStartSecurity, 2014).

4. Propuesta de Trazabilidad

Finalmente con respecto a los resultados obtenidos se realizó una matriz de trazabilidad de las herramientas utilizadas para la detección de vulnerabilidades con las técnicas, ataques y vulnerabilidades existentes: esto con el objetivo de mostrar cuales ataques y vulnerabilidades son cubiertos con que técnica y herramienta para ser mitigados. A continuación se muestra la matriz de trazabilidad en la Tabla 2.

Tabla 2. Matriz de trazabilidad de ataques, vulnerabilidades, técnicas y herramientas

Ataque	Vulnerabilidad	Técnica para detección de vulnerabilidades	Herramienta para detección de vulnerabilidades
Inyección SQL	Inyección	Análisis estático de código	QualysGuard Web Application Scanning WAS
		Análisis dinámico de código	WebSite Security Audit-WSSA
		Pruebas de penetración	WEBAPP 360: Enterprise Class web application scanning
			Retina Web Security Scanner
Ataque de fijación de sesiones	Perdida de autenticación y manejo de sesión	Utilización de estándar de manejo de sesiones	QualysGuard Web Application Scanning WAS
			WebSite Security Audit-WSSA
			Retina Web Security Scanner
			WEBAPP 360: Enterprise Class web application scanning

Ataque XSS	Secuencia de comandos en sitios cruzados XSS	Análisis estático de código	QualysGuard Web Application Scanning WAS
		Pruebas de penetración	WebSite Security Audit-WSSA
			Retina Web Security Scanner
			WEBAPP 360: Enterprise Class web application scanning
Referencia directa insegura a objetos	Referencia directa insegura a objetos	Análisis estático de código	WEBAPP 360: Enterprise Class web application scanning
			Frame-C
			Parasoft C/C++ Test
			ITS4
			SCA
Configuración de seguridad incorrecta	Configuración de seguridad incorrecta	Pruebas de penetración	MCAfee Vulnerability Manager
			QualysGuard Web Application Scanning WAS
			Nessus Vulnerability Scanner
			Nexpose Vulnerability Manager
			Retina Web Security Scanner
Ataque	Exposición a		Nessus Vulnerability

"Man in the middle"	datos sensibles		Scanner
			Retina Web Security Scanner
Control de acceso a nivel de funcionalidades	Inexistente control de acceso a nivel de funcionalidades	Pruebas de proxy	SCA
		Análisis estático de código sobre el control de acceso	Parasoft C/C++ Test
Ataque de falsificación de peticiones en sitios cruzados (CSRF)	Falsificación de peticiones en sitios cruzados (CSRF)	Análisis estático de código	QualysGuard Web Application Scanning WAS
Uso de componentes con vulnerabilidades conocidas	Uso de componentes con vulnerabilidades conocidas		Whatweb
Phising	Redirección y reenvíos no válidos	Análisis estático de código	SCA
		Análisis estático de código	

Como puede observarse, tras el análisis de la propuesta mostrada en la Tabla 2, la herramienta más utilizada para detección de vulnerabilidades es QualysGuard Web Application Scanning WAS, seguido de Retina Web Security Scanner y WEBAPP 360: Enterprise Class web application scanning. Así

también se puede determinar que las menos utilizadas son Frame-C, Nexpose, esto debido a que son herramientas para funcionalidades más específicas.

5. Conclusiones y trabajos futuros

Después de la ejecución de la revisión sistemática y del análisis de los resultados acerca de herramientas y técnicas utilizadas para la detección de vulnerabilidades, se concluye que existen muchas herramientas que proporcionan la detección para diferentes propósitos, es decir, algunas herramientas cubren desde escaneo de vulnerabilidades en aplicaciones web, hasta escaneo de vulnerabilidades en dispositivos móviles, un ejemplo de este tipo de herramientas es Nessus Vulnerability Scanner (Tenable, 2014), además de muchas otras funcionalidades.

De igual manera existen herramientas muy específicas para la detección de problemas de seguridad muy específica, como por ejemplo WhatWeb(MorningStartSecurity, 2014) en el que solamente se enfoca en el escaneo de sitios web.

Sin embargo, aún con la existencia de las herramientas antes mencionadas las organizaciones continúan con un desconocimiento de cuándo deben ser utilizadas, por lo tanto, la matriz de trazabilidad propuesta se considera una aportación muy importante para las organizaciones ya que proporciona una guía para la utilización de técnicas y herramientas sobre una vulnerabilidad en específico, que permitirá prevenir un tipo de ataque.

Como trabajo futuro se plantea realizar un estudio con la finalidad de establecer una categorización de las diferentes herramientas existentes dependiendo del tipo de dominio. También se realizará un estudio en las organizaciones locales sobre el uso de herramientas que les permiten detectar vulnerabilidades. Además de desarrollar una herramienta que permita detectar

vulnerabilidades en aplicaciones web, de acuerdo a la información que se obtendrá de los estudios realizados.

Referencias

BeyondSecurity. (2014). Web Site Security Audit - WSSA by Beyond Security. Retrieved December 19, 2014, from <http://www.beyondsecurity.com/vulnerability-scanner.html>

Beyontrust. (2014). Web Vulnerability Management Software | Assessment Software. Retrieved December 19, 2014, from <http://www.beyondtrust.com/Products/RetinaWebSecurityScanner/>

Frama-C. (2014). Frama-C. Retrieved December 19, 2014, from http://frama-c.com/what_is.html

HP. (2014). análisis estáticos, prueba de seguridad de aplicaciones estáticas, SAST | HP® México. Retrieved December 20, 2014, from <http://www8.hp.com/mx/es/software-solutions/software.html?compURI=1338812#.VJS9SF4AM>

Jorgensen, M., & Shepperd, M. (2007). A systematic review of software development cost estimation studies. *Software Engineering, IEEE ...*, 33(1), 33–53. Retrieved from http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=4027147

Kitchenham, B. (2004). Evidence-based software engineering. *Software Engineering*. Retrieved from http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=1317449

Landau, L. (2013). OWASP Top 10 - 2013 Los diez riesgos más críticos en Aplicaciones Web. *Zhurnal Eksperimental'noi i Teoreticheskoi Fiziki*. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:No+Title#0>

Mammar, A., Cavalli, A., & Jimenez, W. (2011). Using testing techniques for vulnerability detection in C programs. *Testing Software and ...*, 80–96. Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-24580-0_7

McAfee. (2014). McAfee Vulnerability Manager | Soluciones de McAfee. Retrieved December 19, 2014, from <http://www.mcafee.com/mx/products/vulnerability-manager.aspx>

Miranda, J. M., Muñoz, M., Uribe, E., Márquez, J., Uribe, G., & Valtierra, C. (2014). *New Perspectives in Information Systems and Technologies, Volume 1*, 275, 171–181. doi:10.1007/978-3-319-05951-8

MorningStartSecurity. (2014). WhatWeb. Retrieved December 19, 2014, from <http://www.morningstarsecurity.com/research/whatweb>

OSVDB. (2014). OSVDB: Open Sourced Vulnerability Database. Retrieved December 07, 2014, from <http://osvdb.org/>

Parasoft. (2014). Static Analysis, static code analysis | Parasoft static analysis tools. Retrieved December 20, 2014, from <http://www.parasoft.com/static-analysis>

Qualys. (2014). Qualys Web Application Scanning (WAS) | Qualys, Inc. Retrieved December 19, 2014, from <https://www.qualys.com/enterprises/qualysguard/web-application-scanning/>

Rapid7. (2014). Vulnerability Management & Risk Management Software | Rapid7. Retrieved December 19, 2014, from <http://www.rapid7.com/products/nexpose/>

Sreenivasa, R., & Kuman, N. (2012). International Journal of Enterprise Computing and Business Systems ISSN (Online) : 2230-8849 WEB APPLICATION VULNERABILITY DETECTION USING DYNAMIC ANALYSIS International Journal of Enterprise Computing and Business Systems ISSN (Online) : 2230-8849, 2(1).

Tenable. (2014). Nessus. Retrieved December 19, 2014, from <http://www.tenable.com/products/nessus>

Tripwire. (2014). Tripwire WebApp 360 | Vulnerability Management | Tripwire. Retrieved December 20, 2014, from <http://www.tripwire.com/it-security-software/enterprise-vulnerability-management/web-application-vulnerability-scanning/>

UNAM-CERT. (2014). Estadísticas - UNAM-CERT -. Retrieved December 20, 2014, from <http://www.cert.org.mx/estadisticas.dsc>

Notas biográficas:



Ana Laura Hernández Saucedo Ingeniera en Computación, egresado de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ), actualmente estudia la Maestría en Ingeniería de Software en el Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) Unidad Zacatecas. Su interés es seguridad informática, así como la utilización de técnicas y herramientas que permitan detectar vulnerabilidades en aplicaciones web.



Jezreel Mejia Miranda Doctor en Informática por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), España con mención de "Doctorado Europeo". Realizó una estancia de investigación para obtener el doctorado europeo en la Universidad Fernando Pessoa en Oporto, Portugal. Previamente, en el Instituto Tecnológico de Orizaba, Veracruz, cursó la maestría en Ciencias de la Computación y la licenciatura en Informática. Actualmente es investigador del Centro de Investigación en Matemáticas, A.C. (Cimat), Unidad Zacatecas, en el área de Ingeniería de Software. Es miembro del grupo de investigación Cátedra de Mejora de Procesos Software en el Espacio Iberoamericano (MPSEI), donde participa en proyectos internacionales de investigación con entidades educativas y de vinculación con la industria. Es miembro del comité científico de diversos congresos. Ha publicado diversos artículos técnicos en temas relacionados con la gestión de proyectos, entornos multi-modelo, modelos y estándares de calidad y temas relacionados en entornos outsourcing. También ha participado en proyectos de la empresa multinacional everis consulting. Además, forma parte del equipo oficial de traducción al español del libro CMMI-DEV v1.2 y 1.3, versiones reconocidas por el prestigioso Software Engineering Institute (SEI) de la Carnegie Mellon University. Como investigador, sus áreas de interés son: entornos multi-modelo, gestión de proyectos software, modelos y estándares de calidad (CMMI, ISO, TSP, PSP, etc.), metodologías ágiles, métricas, mejora

de procesos en entornos outsourcing y entornos de desarrollo tradicional.
Cuenta con certificación en CMMI e ISO 20000.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 2.5 México.

Propuesta de infraestructura técnica de seguridad para un Equipo de Respuesta ante Incidentes de Seguridad (CSIRT)

Helton Emmanuel Ramírez Luna
Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) Unidad
Zacatecas
helton.ramirez@cimat.mx

Jezreel Mejia Miranda
Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) Unidad
Zacatecas
jmejia@cimat.mx

Resumen: En este artículo se describe una propuesta creada para proteger la información y la infraestructura de un equipo de respuestas ante incidentes de seguridad (CSIRT), el cual es una organización dedicada a dar respuesta a incidencias de seguridad en tecnologías de la información. Un CSIRT está conformado por un grupo de expertos en seguridad de la información la cual provee de servicios como alertas y advertencias, tratamiento de incidentes, observatorio de tecnología, auditorías de seguridad, cómputo forense, entre otros. Por lo tanto, se hace uso de información sensible como datos de usuarios y de empresas que deberá tener fuertes métodos de seguridad. En este artículo se aborda una propuesta de los aspectos de seguridad que debe tener un CSIRT abarcando las áreas de Telecomunicaciones, Equipo hardware y Sistemas SIEM (Security Information and Event Management). Esta propuesta no toma en consideración la tipología en la que un CSIRT puede establecerse.

Palabras clave: Seguridad, CSIRT, infraestructura, seguridad en redes.

Proposal of security technical infraestructura for a Computer Security Response Team (CSIRT)

Abstract: This paper presents a proposal created to protect the information and the infraestructura to a Computer Security Incident Response Team which is an organization entity that is assigned the responsibility for coordinating and supporting the response to a computer security event or incident. A CSIRT is formed by a group of experts in information security which provides services such as alerts and warnings, incident handling, observatory technology, security audits, forensic computing, among others. Therefore, sensitive information that must have strong security methods physical and logical is used. This paper is addressed on a proposal for security aspects which must have a CSIRT covering the areas of Telecommunications, Computer hardware and systems SIEM (Security Information and Event Management). This proposal does not take into consideration the type in which a CSIRT can be established.

Keywords: Security, vulnerabilities, web application, attacks, techniques, tools, vulnerability detection.

1. Introducción

Los sistemas informáticos se han convertido en parte esencial de la vida cotidiana. Según resultados del estudio realizado en abril del 2013, el 43.4% de la población en México, de seis años en adelante, se declaró usuaria de internet y el 30% de los hogares del país tienen una conexión a internet. Esto muestra una tasa de crecimiento de 13.9% en el periodo del 2006 al 2013 (INEGI, 2014). Este crecimiento no sólo es por parte de México, un estudio realizado por la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) estima que a finales del 2014 habrá cerca de tres mil millones de usuarios en Internet (Unión

Internacional de Telecomunicaciones, 2014). Un informe en 2013 de la compañía de seguridad informática Kaspersky®, los usuarios mexicanos reciben un promedio de 3.56 ataques con malware financiero. (también a nivel internacional). Debido a las necesidades de seguridad que hasta la fecha son confirmadas, se creó el concepto de un equipo de respuesta ante incidentes de seguridad (CSIRT, del inglés Computer Security Incident Response Team con la finalidad de atender incidencias de seguridad relacionadas con la información (Roldán, 2011). Como toda empresa el activo más importante es su información, un estudio de la firma de antivirus ESET arrojó que las compañías latinoamericanas pierden 93,000 millones de dólares al año por ataques relacionados con tecnologías de la información (Escamilla, 2012). El robo o fuga de información a través del correo electrónico es el rubro más vulnerable para las empresas, con 19.2%, de acuerdo con un estudio de la consultora Deloitte México (Deloitte, 2014). En segundo lugar está el robo de información vía dispositivos de memoria portátil y/o móviles, con 13.6%, seguido del robo o pérdida de laptops, tabletas y celulares con 12.8%. La información que maneja un CSIRT es de carácter sensible, ya que en ella se encuentran datos de usuarios, empresas y entidades gubernamentales debido a que son utilizadas cuando una incidencia es generada. Este artículo presenta los aspectos que debe tener un CSIRT tomando en consideración las áreas de Telecomunicaciones, Equipo hardware y Sistema SIEM (Security Information and Event Management). El método de investigación fue la revisión sistemática, el cual contempla tres pasos los cuales son planificación, revisión y el ultimo publicación. Por lo tanto, este artículo está estructurado de la siguiente manera: sección 2 presenta una síntesis de lo que es un CSIRT y sus distintos nombramientos así como servicios que puede ofrecer, sección 3 se aborda las Telecomunicaciones; en la sección 4 se presenta el Equipo Hardware y buenas prácticas; en la sección 5 se habla de sistemas SIEM (Security information and event management); en la sección 6 se presenta la propuesta, y en la sección 7 se presentan las Conclusiones y trabajos futuros posibles.

2. ¿Qué es un CSIRT?

Un CSIRT (Computer Security Incident Response Team) es un equipo especialista en seguridad de la información dedicado a responder incidentes de seguridad informática (ENISA, 2006). El término CSIRT es el que se suele usar en lugar del término protegido CERT, registrado en EE.UU por el CERT Coordination Center (Centro Criptológico Nacional, 2013). Se usan diferentes abreviaturas para el mismo tipo de equipos:

- **CERT** o **CERT/CC**: (Computer Emergency Response Team / Coordination Center, equipo de respuesta a emergencias informáticas / Centro de coordinación).
- **CSIRT**: (Computer Security Incident Response Team, equipo de respuesta a incidentes de seguridad informática).
- **IRT**: (Incident Response Team, equipo de respuesta a incidentes).
- **CIRT**: (Computer Incident Response Team, equipo de respuesta a incidentes informáticos).
- **SERT**: (Security Emergency Response Team, equipo de respuesta a emergencias de seguridad).

2.1 Servicios de un CSIRT

Los servicios de un CSIRT están alineados a las necesidades de la población sobre seguridad informática (Penedo, 2006). Son muchos los servicios que un CSIRT puede prestar, pero hasta ahora ningún CSIRT los ofrece todos. A continuación en la Tabla 1 se presenta una breve visión general de todos los servicios conocidos de CSIRT.

Tabla 1. Servicios de un CSIRT (CERT/CC, 2009).

Servicios reactivos	Servicios proactivos	Manejo de instancias
Alerta y advertencias	Comunicados	Análisis de instancias
Tratamiento de incidentes	Observatorio de tecnología	Respuesta a las instancias
Análisis de incidentes	Evaluaciones o auditoría de la seguridad	Coordinación de la respuesta a las instancias
Apoyo a la respuesta a incidentes	Configuración y mantenimiento de la seguridad	Gestión de la calidad de la seguridad
Coordinación de la respuesta a incidentes	Desarrollo de herramientas de seguridad	Análisis de riesgos
Respuesta a incidentes	Servicios de detección de intrusos	Continuidad de negocio y recuperación tras un desastre
Respuesta a incidentes en el sitio	Difusión de información relacionada con la seguridad	Consultoría de seguridad
Tratamiento de la vulnerabilidad		Sensibilización
Análisis de la vulnerabilidad		Educación/Formación
Respuesta a la vulnerabilidad		Evaluación o certificación de productos

Independientemente de los servicios que ofrezca un CSIRT, como cualquier empresa responsable con su información, es necesario contar con métodos de

llevar una adecuada gestión de acceso, seguridad en el puesto de trabajo, seguridad en aplicaciones y datos, seguridad en los sistemas y seguridad en las redes de cómputo.

3. Telecomunicaciones

Uno de los activos principales de un CSIRT son las telecomunicaciones debido a que siempre debe estar en constante comunicación con otros CSIRTs para el intercambio de información como investigaciones, nuevas tendencias de malware, entre otros temas de interés y con sus clientes para llevar a cabo el seguimiento de incidentes (Roldán, 2011), por lo tanto es esencial contar con mecanismos de seguridad para las telecomunicaciones. Las características para que una comunicación sea segura, son los siguientes:

- **Confidencialidad:** Nadie ajeno a las partes interesadas puede acceder al contenido de la comunicación.
- **Integridad:** Nadie puede manipular el contenido de la comunicación, así se garantiza que llegue intacta.
- **Autenticidad:** La persona que se encuentra al otro extremo de la comunicación será la que esté autorizada a recibir dicha información.

3.1 Acceso a internet

El acceso a internet deberá estar adaptado a las políticas de la gestión de la seguridad del CSIRT (ENISA, 2006). Dichas políticas, descritas por el propio CSIRT, describen qué sitios no puede el personal del CSIRT acceder, como pueden ser portales de juegos, apuestas, páginas infectadas con algún tipo de malware, entre otros. También incluyen las políticas qué archivos pueden ser descargados, o en su defecto, cuales archivos son los que se inspeccionan antes de su descarga. Para tener un control sobre el tráfico, es posible usar un

mecanismo de protección en tiempo real basado en Proxy (Tsia, Chang, Chung, & Li, 2010).

3.2 Correo electrónico

Se recomienda contar con un sistema de email, el cual tenga buenas capacidades de filtrado, búsquedas avanzadas e integrarlas con herramienta de respuesta automática (Penedo, 2006). El criptosistema PGP (Pretty Good Privacy) es utilizado como estándar entre los CSIRT para el envío y recepción de correo electrónico (CERT Carnegie Mellon University, 2012), creado por Phil Zimmermann, funciona utilizando cuatro procesos distintos de cifrado; el hashing, comprensión de datos, cifrado de clave simétrica y cifrado de clave pública.

3.3 Página web

Un sistema de seguridad para el sitio web es importante para un CSIRT, ya que podría ser un vector muy sensible y vulnerables a ataques como una denegación de servicios distribuida (DDOS) lo cual, resultaría en un golpe muy fuerte a la reputación del CSIRT (Penedo, 2006). Técnicas de defensa como el balanceo de cargas, puede hacer frente ante este riesgo de seguridad (Centro Criptológico Nacional, 2013).

3.4 Comunicaciones alternativas

Es posible implementar mecanismos de comunicación alternativas a las tradicionales en el caso que fallen, existen muchas opciones desde contar con una segunda línea ADSL, inclusive otro tipo de tecnologías como TETRA Network, Radio, WiMAX y comunicación por satélite (Meijer, Malenstein, & Vloothuis, 2007).

4. Equipo Hardware y buenas prácticas

El equipo que sea necesario adquirir lo define la organización basándose en una planificación honesta y continua en un periodo de tiempo, esto orientado a qué servicios y a qué sector de la población va dirigidos los servicios que brindará el CSIRT (Roldán, 2011). Desde que un CSIRT se encuentra disponible en internet, llega a ser objetivo sensible de ataques e intrusiones. Un CSIRT debe de estar preparado con software y hardware diseñado para incrementar su seguridad de los servicios internos y externos (Penedo, 2006). A continuación se mencionan los más básicos a tomar en cuenta.

4.1 IPS

El IPS (por sus siglas en inglés *Intrusion prevention system*) es un software o hardware que protege redes de amenazas conocidas o no bloqueando ataques (ITECO CERT, 2009). Estos dispositivos son encargados de revisar el tráfico de red con el propósito de detectar y responder a posibles ataques o intrusiones. Las acciones más usuales son descartar los paquetes de un ataque o la modificación (scrubbing) para anular el objetivo malintencionado del atacante. Se podría decir que se clasifican en dispositivos proactivos, debido a que reaccionan de forma automática a situaciones anómalas (R. Alder, 2004).

4.2 Firewall

Son soluciones para organizaciones que desean proteger varios sistemas con el mismo mecanismo (ITECO CERT, 2009). Ofrecen servicios tales como bloqueo de paquetes y es posible utilizarlos como herramienta de análisis del comportamiento de sistema y la red, herramienta de análisis forense, defensa contra virus, gusanos y spam etc. Los firewalls se pueden clasificar de acuerdo a diferentes características como las siguientes (Picouto Ramos, Lorente Pérez, García-Moran, & Ramos Varón):

- **Modelo de arquitectura.** Es dependiendo del lugar en donde se coloque en la red puede funcionar de distinta manera. Se le denomina firewall de

contención aquél que protege de otras redes e internet. Si únicamente se utiliza un firewall y protege la red interna de la organización, se le denomina firewall bastion.

- **Firewall de software y hardware.** Existen algunas características dependiendo de a qué tipo de firewall se desee implementar:
 - Software
 - Soporta varios SO.
 - Soporta varias plataformas.
 - Hardware
 - Hardware especializado más software preinstalado.
 - Sistemas operativos propietarios.
 - Funcionalidades extras como VPN, caché, etc.
 - Contienen chips específicos ASIC para Firewall (optimizados para algoritmos de encriptación).
- **Firewall red y firewall de host.** Los firewall de red protegen redes enteras y son sistemas dedicados a la función de Firewall, en cambio los Firewall de host son firewalls personales, embebidos en el sistema operativo y son más baratos en comparación con los de red.

4.3 Respaldo de datos

Se recomienda establecer un sistema de redundancia de datos para contar con un respaldo a la hora de la pérdida de información. Una opción es establecer un sistema de discos RAID (Redundant Array of Independent Disks), los cuales son copias espejos en tiempo real.

4.4 Honeypot

Es un recurso de computación, el cual su función es ser investigado, atacado, comprometido, usado o accedido de forma no autorizada. Su objetivo es recabar información sobre ejemplos de malware, seguir la actividad de un gusano en la red o estudiar el comportamiento de hackers, entre otros. Estos

recursos deben estar aislados del ambiente de producción. Según un estudio realizado por ENISA (Agencia Europea de Seguridad de las Redes y de la Información), el mejor honeypot de propósitos generales es Dionaea (Grudziecki, Jacewicz, Juszczak, Kijewski, & Pawlinski, 2012).

4.5 Hardening

La terminología fortalecimiento (Hardening) se refiere al proceso de asegurar un sistema mediante la reducción de vulnerabilidades al mínimo, esto se logra eliminando software, servicios, usuarios y así como cerrando puertos que no estén en uso, además de muchos otros métodos y técnicas (Ashiqur & Al-Shaer, 2013).

Es importante mencionar que tales mecanismos de seguridad perimetral no nos protegen de ataques cuyo tráfico no pase por ellos, de copias ilegales de información en medios de almacenamiento físico, de ataques de ingeniería social, de virus informáticos en archivos o software y de fallos de seguridad de los servicios y protocolos cuyo tráfico no se esté analizado o esté permitido (INTECO-CERT, 2010).

5. Sistema de gestión de información y eventos de seguridad

Es aconsejable la automatización de controles de seguridad informática mediante un sistema de gestión de información y eventos de seguridad (SIEM, por sus siglas en inglés *Security Information and Event Management*). El sistema se deriva de una combinación de gestión de tasas y reporte de cumplimiento de regulaciones que son los sistemas SIM (Security Information Management) y la monitorización de eventos en tiempo real y gestión de incidentes de seguridad informática llamados sistemas SEM (Security Event

Management) (Perurena, García, & Rubier, 2013). Las bitácoras que recolecta el sistema SIEM sobre aplicaciones, herramientas y dispositivos de red pueden ser obtenidas mediante: formato syslog, agentes instalados en dispositivos, línea de comandos, API (Application Programming Interface) (NICOLETT & KAVANAGH, 2011). Existen muchas soluciones SIEM, por ejemplo ArcSight de HP, SSIM de Symantec y OSSIM de AlienVault (Perurena, García, & Rubier, 2013).

6. Propuesta

De acuerdo a los resultados obtenidos durante esta investigación se presenta la siguiente propuesta, con una pequeña descripción debajo de la imagen.

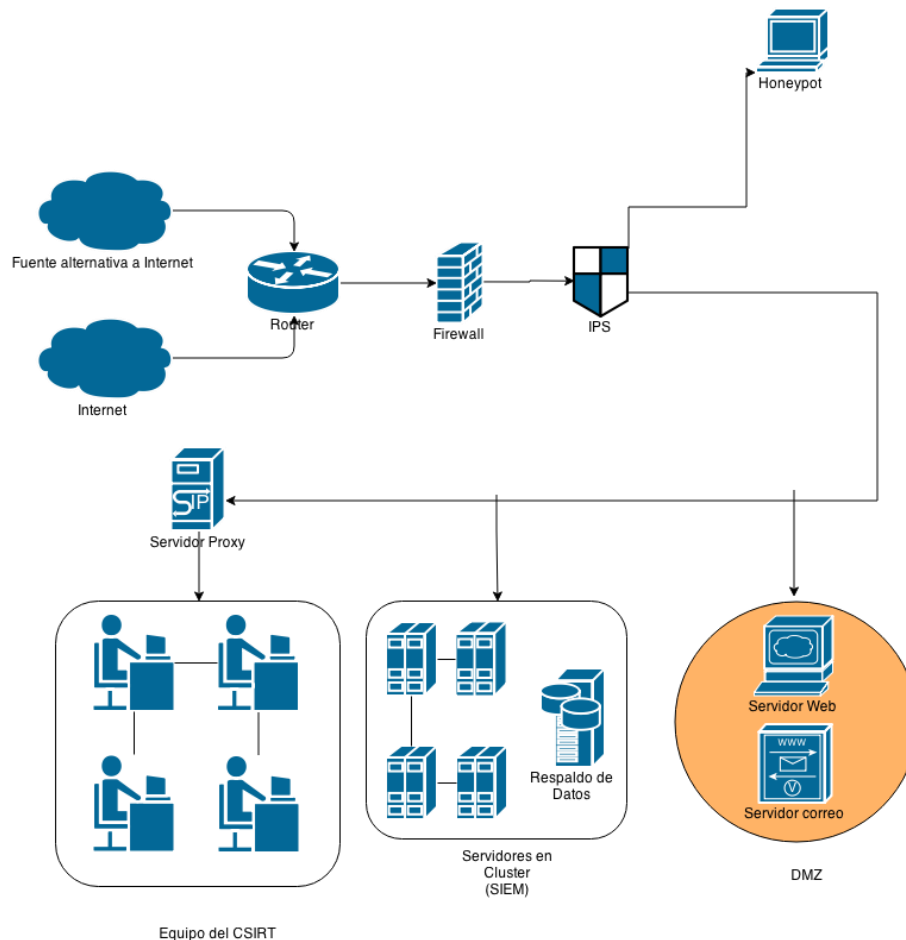


Figura 1. Propuesta creada considerando las áreas de Telecomunicaciones, Equipo Hardware y sistemas SIEM.

Como puede observarse en la figura anterior, el esquema general que debe considerar un CSIRT son las siguientes:

- El CSIRT tendrá como mínimo una fuente redundante de comunicación.
- Un Firewall se encuentra como primer elemento de seguridad, con el objetivo de bloquear posibles intrusiones a la red de la organización.
- Un IPS se encuentra después del Firewall, con el objetivo de examinar las firmas de las peticiones y así detectar las posibles amenazas de ataques a la red o modificar las firmas de las peticiones para que no logren su objetivo malicioso.
- Un Honeypot es utilizado para examinar las peticiones clasificadas como sospechosas.
- Se tendrán los servidores Web y de correo dentro de una DMZ (Demilitarized Zone) para que puedan ser accedidos de redes externas.
- El sistema SIEM junto con el respaldo de datos se encuentran dentro de un clúster de servidores para que procesen los activos del CSIRT de forma en conjunto.
- Los empleados del CSIRT cuentan con reglas establecidas sobre información que entra y sale de la red interna de CSIRT, siendo examinada por un Proxy y ejecutando una acción si es pertinente.

Existen documentos que hablan sobre cuestiones tecnológicas que se recomienda que incluya un CSIRT, sin embargo, estas propuestas no contemplan fuentes redundantes de la internet, ni un sistema de gestión de información y eventos de seguridad.

7. Conclusiones y trabajos futuros

Se buscaba en un principio obtener información acerca del hardware, software, tecnología y buenas prácticas que utilizan los CSIRTs en el mundo, a través de la revisión sistemática, con el fin de dirigir la propuesta hacia una tipología de CSIRT. Sin embargo, en los resultados obtenidos no se encontró información relevante acerca de éstos debido a que tal información es de carácter sensible y por lo tanto la información no es compartida, únicamente se encontró información de manera general. Por lo tanto, también fueron analizadas páginas oficiales de CSIRTs, CERTs y de instituciones de seguridad como Kaspersky, Norton, INTECO obteniendo como resultado información relevante para establecer la propuesta. Esta propuesta permite tener una primera aproximación de los principales aspectos de Telecomunicaciones, equipo hardware, sistema SIEM y buenas prácticas sirviendo de ayuda a la constitución desde pequeños equipos dentro de una empresa, hasta los cimientos de un CSIRT escalable a grandes proporciones. Como trabajo futuro, la propuesta establecida se enriquecerá para incluir otros aspectos que se debe considerar diferentes hacia como lo es aspectos legales, límites de actuación, entre otras áreas.

Referencias

Centro Criptológico Nacional. (Junio de 2013). centro criptológico nacional del gobierno de España. Recuperado el 12 de Agosto de 2014, de www.ccn-cert.cni.es/: https://ccn-cert.cni.es/publico/seriesCCN-STIC/series/800-Esquema_Nacional_de_Seguridad/820/820-Proteccion_contra_DoS-jun13.pdf

CERT Carnegie Mellon University. (2012). CERT Carnegie Mellon University. Recuperado el 12 de Agosto de 2014, de CERT Carnegie Mellon University: <http://www.cert.org/contact/sensitive-information.cfm?>

Tsia, D. R., Chang, A. Y., Chung, S. C., & Li, Y. S. (2010). A Proxy-based Real-time Protection Mechanism for Social Networking Sites. *IEEE 978-1-4244-7402-8/10* .

Ashiqur , M. R., & Al-Shaer, E. (2013). A Formal Approach for Network Security Management Based on Qualitative Risk Analysis. *International Symposium on Integrated Network Management (IM2013)* .

ENISA. (2006). *Cómo crear un CSIRT paso a paso*. WP2006/5.1 (CERT-D1/D2).

Grudziecki, T., Jacewicz, P., Juszczak, t., Kijewski, P., & Pawlinski, P. (2012). *Proactive Detection of Security Incidents*. Polska: ENISA.

ITECO CERT. (13 de Agosto de 2009). Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación. Recuperado el 12 de Agosto de 2014, de www.inteco.es: www.inteco.es/extfrontinteco/icd/pdf/Cortafuegos_VPN_IDS_IPS.pdf

Kaspersky Lab. (23 de Abril de 2014). latam.kaspersky.com. Obtenido de www.latam.kaspersky.com/mx: www.latam.kaspersky.com/mx/sobre-kaspersky/centro-de-prensa/comunicados-de-prensa/primer-trimestre-2014-se-duplicaron-los-troya

Meijer, J., Malenstein, v., & Vloothuis. (2007). *CERT Emergency Network*. Amsterdam: System and Network Engineering.

Mian, P., Conte, T., Natali, A., Biolchini, J., & Travessos, G. (s.f.). *A Systematic Review Process for Software Engineering*. COPPE / UFRJ – Computer Science Department .

NICOLETT, M., & KAVANAGH, k. M. (Mayo de 2011). *Critical Capabilities for Security Information and Event Management Technology*. Recuperado el 30 de Agosto de 2014, de www.arcsight.com/library/download/Gartner-SIEM-Critical-Capabilities-for-SIEM-2011/

Penedo, D. (2006). *Technical Infrastructure of a CSIRT*. *IEEE 0-7695-2649-7/06* .

Perurena, M. R., García, B. W., & Rubier, P. J. (2013). *Gestión automatizada e integrada de controles de seguridad informática*. *Revista de ingeniería electrónica Automática y Comunicaciones*.

Roldán, F. S. (2011). *Guía de creación de un CERT/CSIRT*. Borrador, Centro criptológico nacional.

Notas biográficas:



Helton Emmanuel Ramírez Luna Ingeniero en Sistemas Computacionales, egresado de la Universidad Politécnica de Zacatecas (UPZ), actualmente estudia la Maestría en Ingeniería del Software en el Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) Unidad Zacatecas. Su interés es el desarrollo web con metodologías ágiles, modelos de calidad y la seguridad informática, ha desarrollado sistemas web en MVC y ha publicado artículos y posters presentados en congresos internacionales.



Jezreel Mejia Miranda Doctor en Informática por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), España con mención de "Doctorado Europeo". Realizó una estancia de investigación para obtener el doctorado europeo en la Universidad Fernando Pessoa en Oporto, Portugal. Previamente, en el Instituto Tecnológico de Orizaba, Veracruz, cursó la maestría en Ciencias de la Computación y la licenciatura en Informática. Actualmente es investigador del Centro de Investigación en Matemáticas, A.C. (Cimat), Unidad Zacatecas, en el área de Ingeniería de Software. Es miembro del grupo de investigación Cátedra de Mejora de Procesos Software en el Espacio Iberoamericano (MPSEI), donde participa en proyectos internacionales de investigación con entidades educativas y de vinculación con la industria. Es miembro del comité científico de diversos congresos. Ha publicado diversos artículos técnicos en temas relacionados con la gestión de proyectos, entornos multi-modelo, modelos y estándares de

calidad y temas relacionados en entornos outsourcing. También ha participado en proyectos de la empresa multinacional everis consulting. Además, forma parte del equipo oficial de traducción al español del libro CMMI-DEV v1.2 y 1.3, versiones reconocidas por el prestigioso Software Engineering Institute (SEI) de la Carnegie Mellon University. Como investigador, sus áreas de interés son: entornos multi-modelo, gestión de proyectos software, modelos y estándares de calidad (CMMI, ISO, TSP, PSP, etc.), metodologías ágiles, métricas, mejora de procesos en entornos outsourcing y entornos de desarrollo tradicional. Cuenta con certificación en CMMI e ISO 20000.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 2.5 México.

Plataforma de monitoreo de recursos basada en gestión del conocimiento dentro de la industria minera

Manuel Alberto Chairez Alvarado
Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) Unidad
Zacatecas
manuel.chairez@cimat.mx

Edrisi Muñoz Mata
Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) Unidad
Zacatecas
emunoz@cimat.mx

Resumen: La minería en México tiene presencia en 24 de las 32 entidades del país. Esta actividad se encuentra constantemente revisando sus estrategias de crecimiento y calidad. Uno de los objetivos primordiales de la minería es la optimización de los procesos de extracción y producción, considerando la minimización del riesgo que esta actividad implica a la seguridad y salud ocupacional del trabajador. Este documento presenta la integración entre diversas áreas científicas como ingeniería de software, ingeniería electrónica, gestión del conocimiento e ingeniería de procesos, para el desarrollo de una plataforma software, que permita, mediante RFID, monitorear recursos (humanos y equipo) para mejorar el desempeño y la seguridad dentro de la industria minera.

Palabras clave: Minería, Ingeniería de Software, RFID, Gestión del conocimiento, Monitoreo, Procesos, Seguridad, Salud.

Resource monitoring platform based on knowledge management within mining

Abstract: Mining in México has presence in 24 of the 32 states of the country. This activity is constantly reviewing its growing and quality strategies. One of the primary targets of mining is the optimization of the extraction and production processes, considering the minimization of the risk that this activity implies to the security and human health care of the worker. This paper expose the integration between different scientific areas like software engineering, electronic engineering, knowledge management and process engineering, to develop a software platform, that allows, using RFID, monitor resources (human and equipment) to improve performance and safety within mining.

Keywords: Mining, Software engineering, RFID, Knowledge management, Monitor, Processes, Safety, Health.

1. Introducción

La utilización de recursos naturales ha propiciado diversos beneficios al hombre. Estos beneficios son reflejados en los diferentes procesos de producción y actividades cotidianas con el fin de cubrir necesidades de la sociedad.

La minería en México es, junto con la agricultura, la industria con mayor relación con comunidades y municipios. Tiene presencia en 24 de las 32 entidades del país. La minería formal debe construir y operar minas y plantas de alta calidad y con un enfoque sustentable. Sin embargo, en 2013 tuvo un impacto negativo en sus principales indicadores económicos debido a una tendencia descendente en el precio internacional de los metales. Como resultado las condiciones locales y globales han motivado a las empresas

mineras a revisar sus estrategias de crecimiento para ser más eficientes (CAMIME, 2014).

Por otra parte uno de los principales objetivos de la industria minera es la disminución del riesgo que de manera innata esta actividad conlleva. En algunas ocasiones el ambiente de trabajo no es el apropiado para que los trabajadores desarrollen esta actividad industrial de manera segura.

El artículo sigue la siguiente estructura: La sección 2 expone la justificación del presente desarrollo; en la sección 3 se presenta la conceptualización inicial del trabajo; el apartado 4 describe brevemente el concentrador electrónico utilizado para la transmisión de datos detectados por los sensores; desde la sección 5 se aborda la descripción de los elementos principales para construir la base de la plataforma, como es: la metodología, la definición de arquitectura y la contextualización de las primeras vistas de monitoreo; finalmente en los apartados 6 y 7 se definen las conclusiones y el trabajo por realizar, respectivamente.

2. Justificación

Actualmente la tecnología tiene un alcance y aplicaciones que se usan para mejorar las actividades que el hombre desarrolla. Diversas disciplinas como ingeniería de software, ingeniería electrónica, gestión del conocimiento, ingeniería de procesos, son algunas áreas que integradas pueden ayudar al desarrollo y mejora de los actuales procesos. El presente trabajo realiza una integración de las áreas científicas antes mencionadas con el objetivo de mejorar el desempeño y la seguridad en la industria minera. Las principales tareas a realizar de esta propuesta se basan en el monitoreo de diferentes recursos involucrados en los procesos mineros, con el fin de proveer información de calidad para prevenir situaciones de riesgo y contingencia que

pongan en peligro la integridad del trabajador. Este trabajo tiene como objetivo el desarrollo de una plataforma de software que permita garantizar la salud y seguridad del trabajador, así como la minimización de los riesgos mediante funciones de monitoreo en los procesos de extracción minera. Estas funciones de monitoreo se realizan a través de la interacción entre el componente electrónico denominado “concentrador de datos” o hardware y la plataforma de monitoreo de recursos o software. La principal tarea del concentrador es reunir los datos de los recursos detectados por los sensores, así como datos de variables críticas para la seguridad. La plataforma software de monitoreo tiene como tarea la gestión de datos, aplicando distintas funcionalidades que resultan en información de calidad para fines específicos.

Este software servirá como una plataforma de soporte para la toma de decisiones respecto a la mejora de los procesos, sin perder de vista la actividad y bienestar del recurso humano. De este modo se proveerá una interfaz de usuario gráfica, que actúe como medio virtual útil y amigable para la industria minera.

3. Conceptualización inicial

A continuación se muestran los principales conceptos utilizados en este trabajo como base para el desarrollo y cumplimiento de los objetivos planteados en las secciones anteriores:

- **Fuentes de información.** Contemplan las actividades de análisis del dominio, tareas de modelado y diferentes secciones informáticas que permiten obtener información de calidad sobre los recursos. En esta información se incluyen:
 - Datos de los recursos humanos, físicos y materiales.
 - Datos de las funciones laborales.
 - Datos de los estándares de salud y seguridad.

- Datos de la topografía.
- Datos de los procesos.
- Datos de los mecanismos para la toma de decisiones.
- **Monitoreo de recursos y contingencias.** Conlleva al desarrollo de un motor de interacción entre una interfaz gráfica y los diversos concentradores de datos instalados en el proceso de extracción minera (dentro de los túneles de una mina) y en el proceso de producción minera (en la superficie y planta de producción). Esta interfaz es capaz de proveer:
 - Datos de respuesta ante contingencias (por ejemplo derrumbes en secciones de túneles):
 - Que recursos humanos se encuentran en la sección afectada.
 - Información y datos generales de los diferentes recursos humanos, por ejemplo: peso, estatura, tipo de sangre, teléfonos de emergencia, alergias a medicamentos, etc.
 - Información en tiempo real de la ubicación de los recursos a través de la topografía de la mina.
- **Seguridad y salud.** Desde esta perspectiva la plataforma contempla funciones que permiten analizar el medio ambiente de trabajo garantizando salud y seguridad para los recursos humanos. Esta funcionalidad se obtiene mediante la integración de diferentes estándares de salud y seguridad industrial. Por ejemplo:
 - El tiempo óptimo que un recurso humano debe permanecer en las diferentes secciones del proceso de extracción tomando en cuenta variables como: niveles de oxígeno, exposición a gases, protección de la vista, protección de la piel, etcétera.
 - Posteriormente esta plataforma debe responder mediante acciones concretas a diferentes situaciones de riesgo. Algunas acciones concretas contemplan:
 - Rutas de evacuación.
 - Establecimiento de áreas de seguridad.
 - Módulos de atención de salud, entre otros.

- **Mejora de procesos de toma de decisiones.** A través del modelo de conocimiento esta plataforma provee información de las actividades mineras. Como resultado se considera la inclusión de sugerencias para la toma de decisiones con la finalidad de mejorar la ejecución de los procesos:
 - Análisis de los procesos con respecto a: tiempos, distancias, recursos involucrados, resultados, problemáticas, etc.
 - Acciones concretas que soporten la mejora de los procesos: creación de grupos de trabajo, utilización de maquinarias, planificación de tareas, etc.
- **Tecnología de la información.** Este punto contempla todas las tareas de desarrollo de software que soporten las actividades de monitoreo y control con respecto a lo establecido. Por ejemplo:
 - Interfaces para gestión de la salud del trabajador.
 - Interfaces para administración de políticas de seguridad (reglas, estándares y protocolos.
 - Interfaz para consulta de niveles de contaminación y alarmas de contingencia.

4. Concentrador de datos

El **concentrador de datos e interfaz de control para monitoreo en mina** (en adelante mencionado como concentrador) es un aparato con capacidad de conexión para dos antenas RFID, cinco sensores de salida; conexión para lámpara, conexión para semáforo de señalización, una salida de relevador auxiliar e interfaces de comunicación vía ZigBee® y/o fibra óptica. El concentrador cuenta con un sistema de procesamiento embebido, que se encarga de la gestión de la información generada por sí mismo, así como la gestión de comandos externos recibidos a través de la comunicación antes mencionada.

El concentrador tiene la capacidad de detectar mediante las antenas RFID conectadas al mismo, variables como: paso de personal, equipo y vehículos. Cada etiqueta (**tag**) detectada se almacena en la memoria no volátil, junto con una marca de hora y minuto en que fue detectada. El concentrador se encarga de controlar la electrónica de acoplamiento y adquisición de datos provenientes de los sensores a las entradas de los convertidores analógico-digital (ADC); el sistema de procesamiento tiene la capacidad de proveer las señales de control para la conversión de los convertidores ADC y recibirá los valores digitalizados de las salidas de los sensores. Estos datos se comparan con las referencias internas programadas para saber si el sensor detecta un nivel anómalo en su variable de medición, en caso de que se detecte un nivel anómalo, debajo del *mínimo permitido* o un valor por arriba del *máximo permitido*, se genera una alarma especificando el sensor y la anomalía que presenta.

El sistema de procesamiento se encarga de dar servicio a los comandos que llegan mediante la electrónica de comunicación. Algunos ejemplos de estos comandos son:

- Ajustar la iluminación de las lámparas conectadas al concentrador.
- Establecer el estado del semáforo en verde, amarillo o rojo.
- Establecer los niveles mínimos y máximos para los sensores.
- Solicitud de datos sobre tags detectados.

El concentrador permite hacer más eficiente la detección de diversos recursos (humanos, móviles, materiales), la localización y rescate de los mismos en caso de emergencias, así como mejorar los tiempos de reacción ante siniestros. En la Figura 1 se observa el primer prototipo funcional del concentrador:

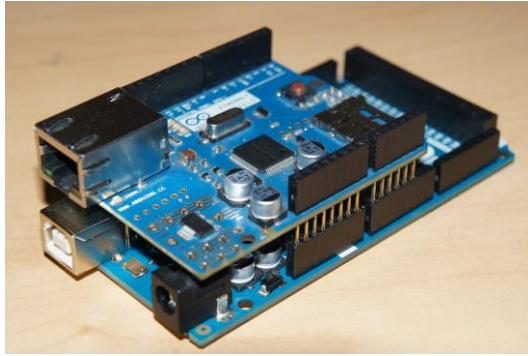


Figura 1. Prototipo funcional del concentrador de datos.

5. Desarrollo de la plataforma

5.1 Metodología ágil

La importancia del enfoque de desarrollo ágil está en constante crecimiento; promete diversos beneficios que muchas organizaciones quieren alcanzar: desarrollo más rápido y eficiente en ciclos cortos, liberación continua de software funcional, retroalimentación rápida del cliente, adaptación a los cambios, etc., (Weitzel, Rost, & Scheffe, 2014). Dada la naturaleza de este proyecto, misma que sigue un curso incremental respecto a la elección de los requisitos, se opta por utilizar SCRUM como framework de desarrollo para la construcción de la plataforma. SCRUM refleja en su implementación los principios del manifiesto ágil. El manifiesto ágil, publicado en 2001, transfiere los principios fundamentales de las “líneas de producción” hacia el desarrollo de software (Beck et al., 2001).

Para el desarrollo de la plataforma se usa la metodología Scrum en su versión “standard” en primera instancia, realizando ajustes acorde a la totalidad de los integrantes del equipo. Por lo que, los roles: Product Owner, ScrumMaster y Equipo de desarrollo son adoptados por el autor principal del presente trabajo. Agregando los roles auxiliares: Manager, adoptado por el director del trabajo

de tesis; Stakeholders, rol adoptado por el equipo encargado de la construcción de los concentradores.

Las historias de usuario son redactadas, editadas, priorizadas y/o reorganizadas en el Product Backlog acorde al resultado de las reuniones con el Manager y los Stakeholders suscitadas al finalizar un Sprint. Las historias de usuario pueden implicar decisiones de arquitectura complejas que suelen ser fundamentales.

Para satisfacer atributos de calidad en el desarrollo ágil, tal como comentan Weitzel, Rost y Scheffe (Weitzel et al., 2014), es difícil encontrar un enfoque que provea una guía suficientemente detallada para llevar a cabo tal tarea.

Por ello, se sugieren las siguientes actividades para tratar las historias de usuario que merezcan un análisis sobre decisiones de arquitectura:

- Redactar formalmente la historia de usuario.
- Agregar la historia de usuario al product backlog.
- Someter a análisis la historia de usuario entre el equipo de desarrollo.
- Si se considera que la historia de usuario necesita un análisis más exhaustivo para identificar atributos de calidad y/o decisiones de arquitectura, añadir una señalización a la misma, así como un valor que pondere la posible dificultad que estas decisiones impliquen; de modo que estos distintivos funjan como variables al momento de elegir historias de usuario para un sprint.
- Utilizar el método QAW, Quality Attribute Workshop (SEI, 2014) para redactar un escenario que satisfaga el atributo de calidad que fue tentativamente detectado en la historia de usuario.
- El equipo de desarrollo puede analizar nuevamente la historia de usuario junto con el escenario redactado.
- El equipo de desarrollo puede considerar a la historia con: 1. Alta complejidad, 2. Media complejidad, 3. Baja complejidad, respecto a sus

aspectos arquitectónicos, para que tengan efecto al elegir historias de usuario para un sprint.

- Dependiendo de la complejidad y ponderación que representa la historia de usuario, el equipo puede optar por alguna de estas opciones:
 - Derivar tareas para generar el diseño de la arquitectura, mapeando los pasos del método ADD, Attribute Driven Design (SEI, 2014) hacia una o más historias de usuario.
 - Añadir esfuerzo extra y notas necesarias (como un atributo de calidad que debe ser estimado) a la historia de usuario, de modo que las actividades para investigar e implementar alguna táctica, patrón arquitectónico, framework, etc., que satisfaga estas consideraciones, sean tomadas en cuenta al comenzar a desarrollar dicha historia de usuario.

5.2 Definición de arquitectura de software

Como **framework** de desarrollo se utiliza **Laravel** 4.0 sobre **PHP 5** (acrónimo recursivo para Hipertext Preprocessor) lenguaje de código abierto de propósito general para desarrollo web (PHP, 2014); Se utiliza Laravel por ser un proyecto de código libre, accesible pero potente, proveyendo herramientas de gran alcance necesarias para desarrollar aplicaciones grandes y robustas (Laravel, 2014), además Laravel implementa el patrón **MVC, Modelo-Vista-Controlador** (Model View Controller en inglés), el cual permite separar el modelo del dominio, la presentación y las acciones basadas en las entradas del usuario en tres clases separadas, se elige este patrón de diseño al ser fundamental para separar la lógica de negocio de la lógica de presentación, lo cual produce código mantenible y escalable, y los componentes pueden ser aislados para la ejecución de pruebas, por ejemplo el modelo que no depende de la vista ni del controlador (MSDN Patterns & Practices, 2014). Como **sistema de almacenamiento de datos** se utiliza **SQLite**, librería de software que implementa un motor de base datos SQL autónomo, transaccional, sin servidor y sin requerimientos de configuración (SQLite Consortium, 2014),

características por las cuales fue elegido, así como para cumplir con el atributo de portabilidad. Como sistema de gestión de mensajes **MQTT** publicados por el concentrador se utiliza el **middleware RabbitMQ** con el plugin **MQTT** (en inglés Message Queue Telemetry Transport) propio del software. RabbitMQ es integrado por ser robusto, relativamente fácil de usar, tiene soporte para diversas plataformas y es de código abierto (Pivotal, 2014). MQTT es un protocolo de conectividad M2M, maquina a máquina (en inglés, machine to machine) útil para conexiones con locaciones remotas (MQTT ORG., 2014), el protocolo es implementado por el concentrador para publicar los eventos detectados. Para generar los **scripts** que se encargan de **recibir y emitir mensajes MQTT** mediante la técnica de **topics** (recibir mensajes basados en un patrón para su identificación) se utiliza el **framework SAM**, mensajería asíncrona simple (en inglés, Simple Asynchronous Messaging) como una **extensión** de PHP que permite enviar y recibir mensajes a sistemas middleware de mensajería y encolamiento (PECL Repository, 2014). Se usa SAM pues provee esta funcionalidad a través de una interfaz de software simple. El **concentrador de datos** tiene la capacidad de detectar tags **RFID** (portados por algún recurso humano o material) y consecuentemente publicar cada detección como un mensaje que puede ser interceptado por el **broker RabbitMQ**, para su posterior gestión en la lógica de la plataforma. En Figura 2 se puede apreciar el diseño conceptual (actual) de la plataforma.

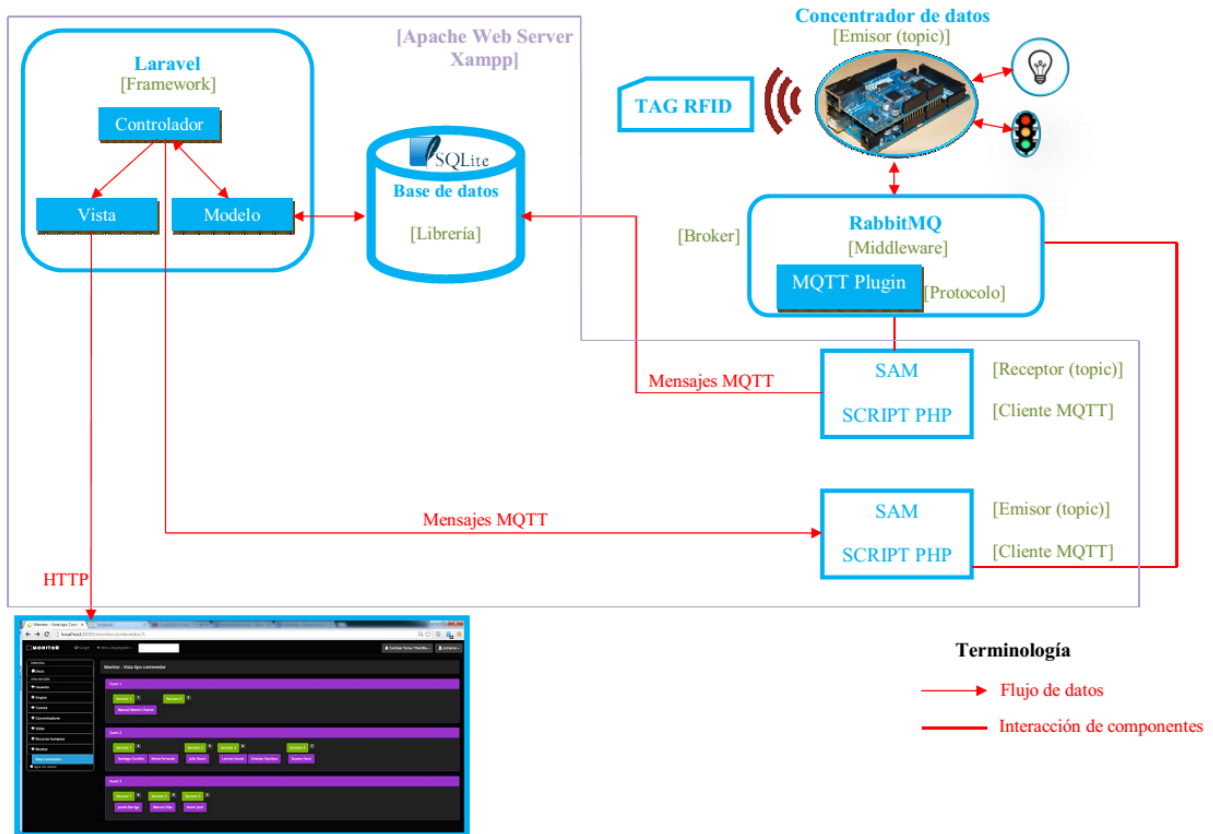


Figura 2. Diagrama de diseño conceptual de la aplicación. Vista general de la arquitectura.

5.3 Vista del monitor con lógica de túneles

La primera presentación visual del monitor se compone de:

- Un módulo que permite administrar (CRUD: crear, leer, actualizar y eliminar, por sus siglas en inglés) los concentradores. Cuenta con datos como: identificador del concentrador, topic al cual publica.
- Un módulo de administración que permite crear “n” túneles con datos como: nombre, longitud, profundidad promedio, etc. Para cada túnel, es posible agregar “n” secciones consecutivas, especificando la longitud correspondiente de cada una de ellas.

- Un módulo que permite asignar uno o más concentradores a cada sección, con una interfaz intuitiva que implementa la característica “drag and drop”.
- En la Figura 3 se presenta el despliegue de este tipo de vista del monitor, las secciones con concentrador(es) asignado(s) muestran el nombre del tag que ha sido detectado y que se encuentra ligado a un recurso. Es posible navegar desde tal elemento hacia el despliegue de los datos del recurso.

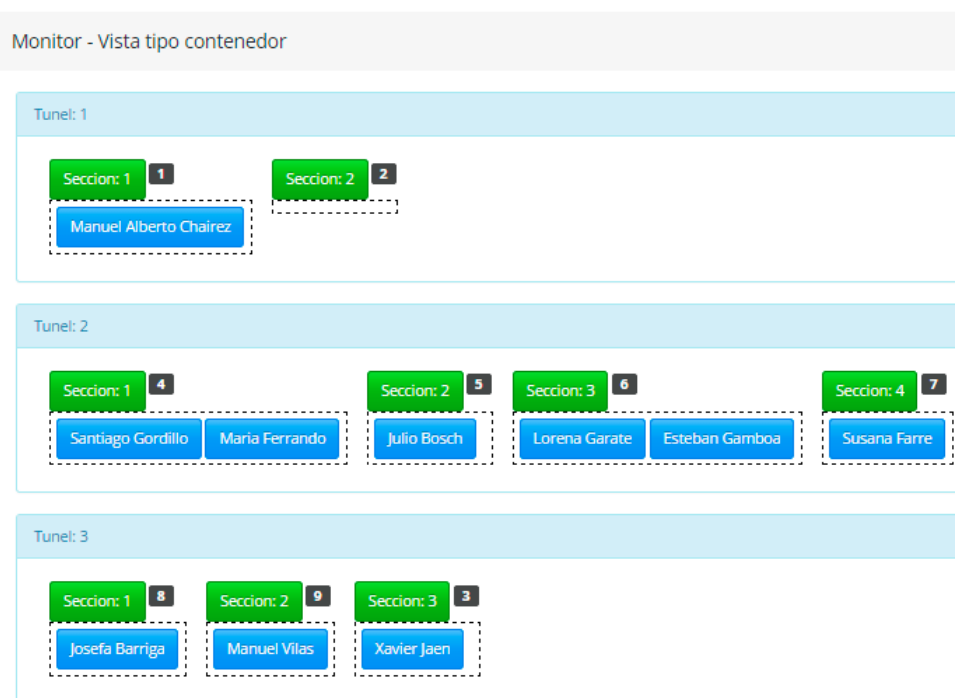


Figura 3. Vista tipo contenedor del monitor.

5.4 Vista del monitor con lógica de posicionamiento

Consta de un módulo que permite crear y administrar tantas vistas como el usuario requiera. Al crear la vista el usuario selecciona una imagen para utilizarse como fondo de la misma. Posteriormente es posible sobreponer de manera interactiva los concentradores en cualquier posición en la imagen, mediante la característica “arrastrar y soltar”. Cada una de las vistas creadas

representa un enlace a interfaz de monitoreo en el menú principal. Al abrir una vista automáticamente comienza la función de monitoreo, permitiendo visualizar cada concentrador así como los recursos que han sido detectados mediante el uso de etiquetas. Además, es posible desplegar la información detallada de los recursos haciendo click sobre ellos. La Figura 4 muestra la imagen satelital de una mina, así como los concentradores que han sido añadidos.



Figura 4. Vista tipo posicionamiento de concentradores.

6. Conclusiones

El potencial de las tecnologías de la información, así como la madurez evolutiva de diversas áreas científicas y la interacción sinérgica de las mismas

en el presente trabajo, proveen los medios para el desarrollo de la plataforma de gestión de recursos en la industria minera, con principal atención en la disminución de riesgos y la creación de un ambiente seguro de trabajo. La plataforma se postula con grandes oportunidades de escalabilidad, maduración y evolución que sean planteadas como estrategias para hacer más eficiente a la industria minera. La integración de otras áreas de investigación y tácticas de mejora, propicia la transformación de la plataforma haciéndola adaptable a diversos sectores de la industria.

7. Trabajo Futuro

7.1 Integración de modelo ontológico

Mediante el modelado de una ontología de conocimiento inherente al dominio de la industria minera, se robustece la plataforma de monitoreo. En el contexto de la computación y las ciencias de la información, una ontología define un conjunto de primitivas de representación con las cuales se modela un dominio de conocimiento. Estas primitivas representacionales son típicamente clases, atributos y relaciones (Gruber, 2009). La gestión de este conocimiento se lleva a cabo utilizando el software Protegé para el modelado. Una vez compuesta la ontología de conocimiento, se integra con la plataforma de monitoreo como una representación del modelado de datos en un nivel de abstracción por encima del diseño relacional. La ontología crea la posibilidad de utilizar un lenguaje de consulta como SPARQL (acrónimo para Protocol and RFD Query Language) para gestionar el conocimiento y proveer datos específicos para la toma de decisiones (W3.org, 2008).

Además se considera el desarrollo de actividades de análisis, recolección y modelado de datos para cumplir con las siguientes tareas fundamentales:

- Integración de ingeniería de procesos.

- Integración de estándares de salud ocupacional y seguridad.
- Inferencia de datos.
- Mecanismos automatizados para la toma de decisiones.

Agradecimientos

El apoyo otorgado por parte del CONACYT:

Título: Sistema modular de seguridad y monitoreo con infraestructura de bajo costo para la industria minera

Referencias

Cámara minera de México (CAMIME), Situación de la minería mexicana en 2013, Informe anual 2014. Consultado el 01 de agosto de 2014 en: <https://camimex.org.mx/index.php/secciones1/publicaciones/informe-anual/informe-anual-2014/>

Gruber, J. (2009). Ontology. Encyclopedia of Database Systems. Consultado el 18 de diciembre de 2014 en: <http://tomgruber.org/writing/ontology-definition-2007.htm>

Laravel. Laravel Documentation. Consultado el 15 de diciembre de 2014 en: <http://laravel.com/docs/4.2>

K. Beck, M. Beedle, A. Van Bennekum, A. Cockburn, W. Cunningham, M. Fowler, J. Grenning, J. Highsmith, A. Hunt, R. Jeffries, J. Kern, B. Marick, R. C. Martin, S. Mellor, K. Schwaber, J. Sutherland, and D. Thomas, "Agile Manifesto," Software Development, 2001.

Mario R. Barbacci et al, 2003, Quality Attribute Workshops (QAWs), Third Edition

MQTT.org. Consultado el 15 de diciembre de 2014 en: <http://mqtt.org/>

MSDN Patterns & Practices. Model-View-Controller. Consultado el 15 de diciembre de 2014 en: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ff649643.aspx>

PECL Repository. SAM. Consultado el 15 de diciembre de 2014 en: <http://pecl.php.net/package/sam>

PHP. What is PHP?. Consultado el 15 de diciembre de 2014 en: <http://php.net/manual/en/intro-what-is.php>

Pivotal. What can Rabbit do for you?. Consultado el 15 de diciembre de 2014 en: <http://www.rabbitmq.com/features.html>

SEI, Attribute-Driven Design Method. Consultado el 01 de agosto de 2014 en: <http://www.sei.cmu.edu/architecture/tools/define/add.cfm>

SEI, Quality Attribute Workshop. Consultado el 01 de agosto de 2014 en: <http://www.sei.cmu.edu/architecture/tools/establish/qaw.cfm>

SQLite Consortium. SQLite Welcome. Consultado el 15 de diciembre de 2014 en: <http://www.sqlite.org/>

Weitzel, B., Rost, D., & Scheffe, M. (2014). *Sustaining Agility through Architecture: Experiences from a Joint Research and Development Laboratory*. *Software Architecture (WICSA)*, ..., 53–56. doi:10.1109/WICSA.2014.38

W3.org. (2008). *SPARQL Query Language for RDF*. Consultado el 18 de diciembre de 2014 en: <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>

Notas biográficas:



Manuel Alberto Chairez Alvarado Ingeniero en Sistemas Computacionales, egresado del Instituto Tecnológico de Zacatecas (ITZ), actualmente estudia la Maestría en Ingeniería del Software en el Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) Unidad Zacatecas. Previo a esto ha laborado en la industria, en primera instancia como Ingeniero de Software contratado como outsourcing por la empresa Quarksoft, donde desempeño tareas de análisis, modelado y construcción de componentes para sistemas institucionales para el sector gobierno. Laboró como asociado e ingeniero de software en la empresa Exodis, creada por el mismo y otros 4 socios, donde se dieron a la tarea de desarrollar sistemas tipo ventana aplicación, sitios web estáticos y dinámicos y consultoría para el sector comercial. Posteriormente labora como ingeniero de software para la Suprema Corte de Justicia de la Nación, donde desarrolla sistemas tipo ventana aplicación, sistemas web y componentes diversos para otros sistemas institucionales.



Edrisi Muñoz Mata Ingeniero industrial con especialidad en manufactura y Maestro en ciencias en ingeniería industrial con especialidad en calidad por el Instituto tecnológico de Orizaba (ITO) de México. Doctor en filosofía en ingeniería de procesos químicos por la Universidad Politécnica (UPC) de Cataluña de España. Su área de investigación principal es la gestión del conocimiento mediante el desarrollo de modelos ontológicos, sistemas de soporte a las decisiones en distintas áreas de proceso y optimización de procesos mediante el uso de modelos

analíticos rigurosos. Actualmente es investigador asociado del Centro de Investigación en Matemáticas A.C. (CIMAT) de México, así como investigador invitado en el Centro de procesos y medio ambiente en la UPC. Su participación compete diferentes proyectos de investigación mexicanos y europeos. Participa en la publicación de diferentes artículos en revistas internacionales indexadas, así como en distintos congresos internacionales de renombre. Última publicación: Edrisi Muñoz, Elisabet Capón-García, José Miguel Laínez, Antonio Espuña, Luis Puigjaner, Integration of enterprise levels based on an ontological framework, Chemical Engineering Research and Design, Volume 91, Issue 8, August 2013, Pages 1542-1556, ISSN 0263-8762.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 2.5 México.

Desarrollo de aplicación para la gestión del conocimiento de modelos matemáticos

Viridiana Rodríguez Cardiel
Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) Unidad
Zacatecas
viridiana.rodriguez@cimat.mx

Edrisi Muñoz Mata
Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) Unidad
Zacatecas
emunoz@cimat.mx

Resumen: En la actualidad diferentes áreas científicas hacen uso de modelos matemáticos, como una herramienta básica para diferentes funcionalidades. Generalmente, los modelos matemáticos son muy complejos debido a la naturaleza de los elementos representados. Distintos software, aplicaciones y herramientas, permiten representar y procesar resultados de estos modelos complejos, sin embargo estas herramientas no son diseñadas para entender y crear conocimiento de los modelos. El siguiente trabajo presenta el desarrollo de una aplicación de gestión de conocimiento matemático mediante la utilización de tecnologías de gestión de conocimiento, cuyo objetivo administra y entiende modelos matemáticos. Asimismo se dedica una parte esencial en el proceso y resultados de la herramienta utilizada en el algoritmo propuesto para la minimización del makespan de batch plants multipropósito en el área de procesos del área de ingeniería en su representación informal. Esta representación informal comprende dos códigos distintos: i) la expresión

en lenguaje matemático (por símbolos) y; ii) la expresión en lenguaje natural (oración entendible al usuario).

Palabras clave: Ingeniería de software, ontologías y modelos matemáticos.

Development of a knowledge management tool of mathematical model

Abstract: Nowadays most of the scientific areas use mathematical models as a basic tool to support different functionalities. In general, most of the mathematical models involves too much complexity, due to the nature of mathematical language and the elements that they intent to represent. A wide range of different software, applications and tools can handle those models, however they have not been designed to understand and create knowledge from those models. This work presents the development of an application based on knowledge management technologies, which aim to manage and understand mathematical models. Thus, this paper shows the process and result of the developed tool used in an algorithm for the minimization of the makespan of multipurpose batch plants in the process system engineering area. Finally, two main features for informal representation (for human understanding) are presented: i) each mathematical expression presented in a symbolic manner and; ii) each mathematical expression expressed as natural language sentences.

Keywords: Software engineering, ontology, mathematical models.

1. Introducción

En la actualidad, los modelos matemáticos son utilizados ampliamente para describir fenómenos físicos, químicos, biológicos, económicos o de cualquier otro tipo. Estas tareas contemplan desde usos simples tales como las

operaciones básicas para contabilizar objetos, hasta aplicaciones más complejas, como el uso de sistemas de ecuaciones que describen procesos, sistemas, etc. El objetivo principal de las aplicaciones matemáticas complejas es realizar una mejor toma de decisión sobre un problema encontrado en una realidad. Sin embargo, el desarrollo de estos sistemas de ecuaciones es sumamente complejo cuando la realidad modelada requiere un alto nivel de detalle. Además, el modelado matemático es realizado por expertos con un alto conocimiento matemático, por lo que aunque se tenga la nomenclatura, la complejidad está sujeta a la formación matemática del experto añadiendo más complejidad para su comprensión.

Por otra parte, la adopción de tecnologías semánticas es cada vez más usada por diferentes áreas científicas con el objetivo de capturar y gestionar conocimiento. En específico, el área de tecnologías de la información el desarrollo de sistemas basados en conocimiento para la representación de modelos matemáticos ha recibido una atención creciente en los últimos 20 años. Uno de los ejemplos más representativos para representación de modelos matemáticos para ingeniería es el desarrollado por Gruber & Olsen (1994) en su trabajo llamado “EngMath ontology”. Recientemente, Muñoz et al. (2013) presentaron un modelo llamado representación matemática ontológica (OMR, por sus siglas en inglés Ontological Mathematical Representation), el cual presenta como principal característica la relación entre los elementos matemáticos de una ecuación, con su representación real proveniente de modelos semánticos de otros dominios.

El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar un sistema informático que explota el conocimiento capturado en el modelo de conocimiento OMR. Es importante destacar que mediante el uso del modelo OMR se puede obtener el conocimiento de diferentes funciones y ecuaciones (contenido matemático) resultando en un modelo potencialmente explotable para generar y compartir conocimiento sobre un sistema modelado matemáticamente. Tomando como base el modelo OMR, se identifican dos características que el sistema

contempla. La primera consiste en la representación informal (entendible para el humano) basado en la gestión del conocimiento matemático y la más significativa la representación formal (entendible para la máquina). Como parte de la primer característica, en este trabajo se presenta el proceso de validación o conocida dentro del ciclo tradicional del desarrollo del software “pruebas”. Este proceso de pruebas esta enfocado en el algoritmo propuesto por Maravelias & Grossmann (2003) para la minimización de makespan de plantas de producción por lotes multipropósito usando la formulación state-task network (STN).

A continuación se detalla cada una de estas dos características. La representación informal tiene como objetivo formar sentencias entendibles basadas en dos aspectos principales. El primer aspecto se enfoca en generar la sentencia por medio del lenguaje matemático (legible por medio de símbolos en forma de ecuación), y el segundo aspecto se enfoca en mostrar la sentencia como una oración en lenguaje natural. El resultado obtenido será la representación de la información suficiente y necesaria para que el usuario entienda la expresión matemática, además de entender el sistema que matemáticamente se modelo. La representación formal tiene como objetivo explotar el modelo OMR dentro del sistema informático y modelarlo a un dominio/sistemas reales. Con la finalidad de manipular conocimiento del sistema modelado.

Este trabajo se organiza de la siguiente manera: la sección 2 presenta las tecnologías, metodologías y modelos para el desarrollo de la herramienta, sección 3 describe cada una de las fases del ciclo de desarrollo, sección 4 expone el modelo matemático a representar y resultados y finalmente en la sección 5 muestra conclusiones y trabajo futuro.

2. Metodología

El sistema informático tiene como lenguaje base de programación Java (Nirosh, 2013) el cual está diseñado hacia la concurrencia basada y orientada a objetos. Para la segunda versión sobre web, se hace uso de JavaScript (Mcnavage, 2010), sin embargo se esta diseñando para utilizar el framework spring (Risberg et al.), cuyo patrón de diseño es modelo-vista-controlador (MVC, por sus siglas en ingles model-view -controller), para la manipulación/gestión de información requerida en el sistema informático para cumplir con su objetivo. El sistema se está desarrollando en base a metodología ágil adaptándose a prácticas de Scrum (Keith, 2010).

Asimismo, se hace uso del software Mathematica (Wolfram Research, 2014), el cual es un sistema de álgebra computacional, que hace uso de comandos y expresiones matemáticas para generar código en lenguaje MathML (Mathematical Markup Language) (Ausbrooks et al., 2010). MathML es una aplicación XML (Extensible Markup Language) (The World Wide Web Consortium, 2014) para describir la notación matemática. MathML tiene dos principales códigos: presentation markup y content markup. Por un lado, presentation markup define la estructura sintáctica a un nivel alto de la expresión matemática de la misma forma que se especifica el título, secciones y párrafos de un documento textual. Por otro lado, content markup se enfoca en el significado matemático, la lógica de estructura y etiquetas de la expresión matemática. La característica que explota el sistema informático está basado en el código content markup, pues su uso permite una mejor interpretación de las expresiones matemáticas.

Por otra parte, el sistema potencialmente permitirá la instanciación en el modelo del conocimiento OMR con la finalidad de definir: i) el comportamiento matemático, ii) la realidad a la que está asociada el modelo, iii) el tipo de operaciones matemáticas, y finalmente iv) los símbolos que representan los elementos de la ecuación (término u operador). Estas propiedades son

identificados en OMR por la clase “Término” (Term) (Muñoz, Capón-García, Laínez-Aguirre, Espuña, & Puigjaner, 2014) y están asociadas a cada uno de los elementos que forman la expresión matemática (ver Figura 1).

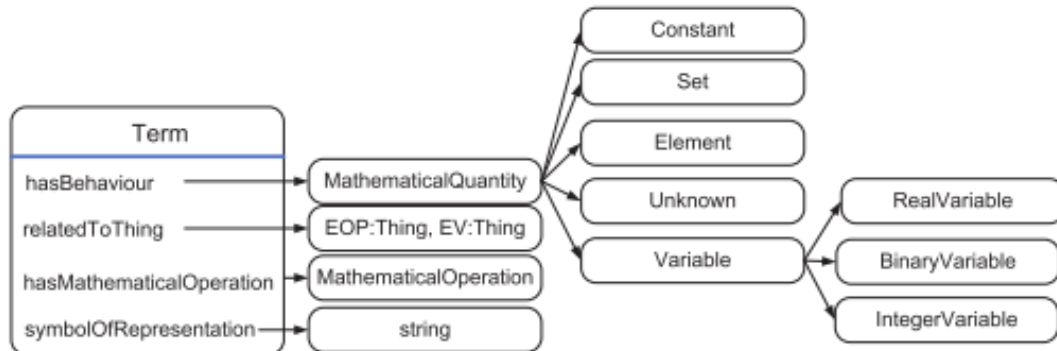


Figura 1. Principales relaciones entre la clase “Término” (Term) y el dominio matemático.

3. Desarrollo

El desarrollo de la aplicación, parte del resultado de la explotación del código content markup, donde el sistema obtiene una oración entendible para el usuario, permitiendo distinguir entre operaciones matemáticas, elementos de la expresión y la interacción entre los mismos. Dando seguimiento a la gestión de la información dentro sistema (base de datos por modelo, con respecto a descripciones, especificaciones de cada uno de los términos) y la instanciación del modelo OMR para generar la representación formal. Actualmente se esta trabajando en la fase de gestión.

El desarrollo de software sigue un modelado incremental para las etapas de requerimientos, diseño, codificación y pruebas que se han definido como sprint backlog dentro del método ágil. A continuación se detallan cada una de las etapas para el desarrollo del sistema informático. Tal detalle se especifica hasta la representación informal.

Definición de requerimientos

En esta etapa, se especifica cada uno de los requisitos que cumple cada una de las etapas del desarrollo. A continuación, se enlistan los diferentes requisitos planteados para el desarrollo de este sistema.

- **Lectura de archivo de texto basado en “content markup”:** mediante el uso del software Mathematica se genera los archivos de texto utilizados para exportar su contenido al sistema en lenguaje MathML.
- **Explotación detallada de expresión matemática:** identificación de cada uno de los elementos que conforman la expresión matemática, identificando operadores y términos. Cada operador puede representar operaciones lógicas o algorítmicas. Asimismo cada término representa un elemento real del sistema real descrito.
- **Definición simbólica:** el usuario define o carga la nomenclatura de cada uno de los términos previamente identificados.
- **Presentación informal:** presentar la expresión matemática en una oración de acuerdo a la nomenclatura dada por el usuario. Se define las clases de Java Apply y Operator, siguiendo la misma lógica de estructuración en content markup. Por cada apply existe un operador que corresponde uno a uno y dentro de un apply pueden existir sub applies, es decir una clase apply puede tener como atributo una variable de tipo apply . Siguiendo esta lógica, es como se desarrollaron los métodos necesarios para representar la expresión en una oración (ver Figura 5). Adicionalmente para la parte de operadores se cuenta con un archivo de texto donde se describe a cada uno de los diferentes operadores que pueden intervenir en un sistema de ecuaciones, en base a las etiquetas dadas por MathML.
- **Diseño**

Se hace uso de diagramas de flujo y de clase.

Pruebas

Para esta etapa se tomo el modelo/algorithm mencionado en la introducción y el detallado en el caso de estudio, el cual esta formado por 24 ecuaciones. La información requerida fue tomada de la base de datos con el siguiente contenido: interpretación de cada ecuación/función, así como la nomenclatura/significado de cada uno de los términos/símbolos, tipo de variable, referencia/enlace/aparición de cada término en n ecuaciones, descripción del modelo y por cada grupo de ecuaciones, tipo de decisión y descripción de la decisión. En el siguiente esquema se describe los pasos realizados hasta generar la expresión lo mas acertada a la interpretación dado por el experto.

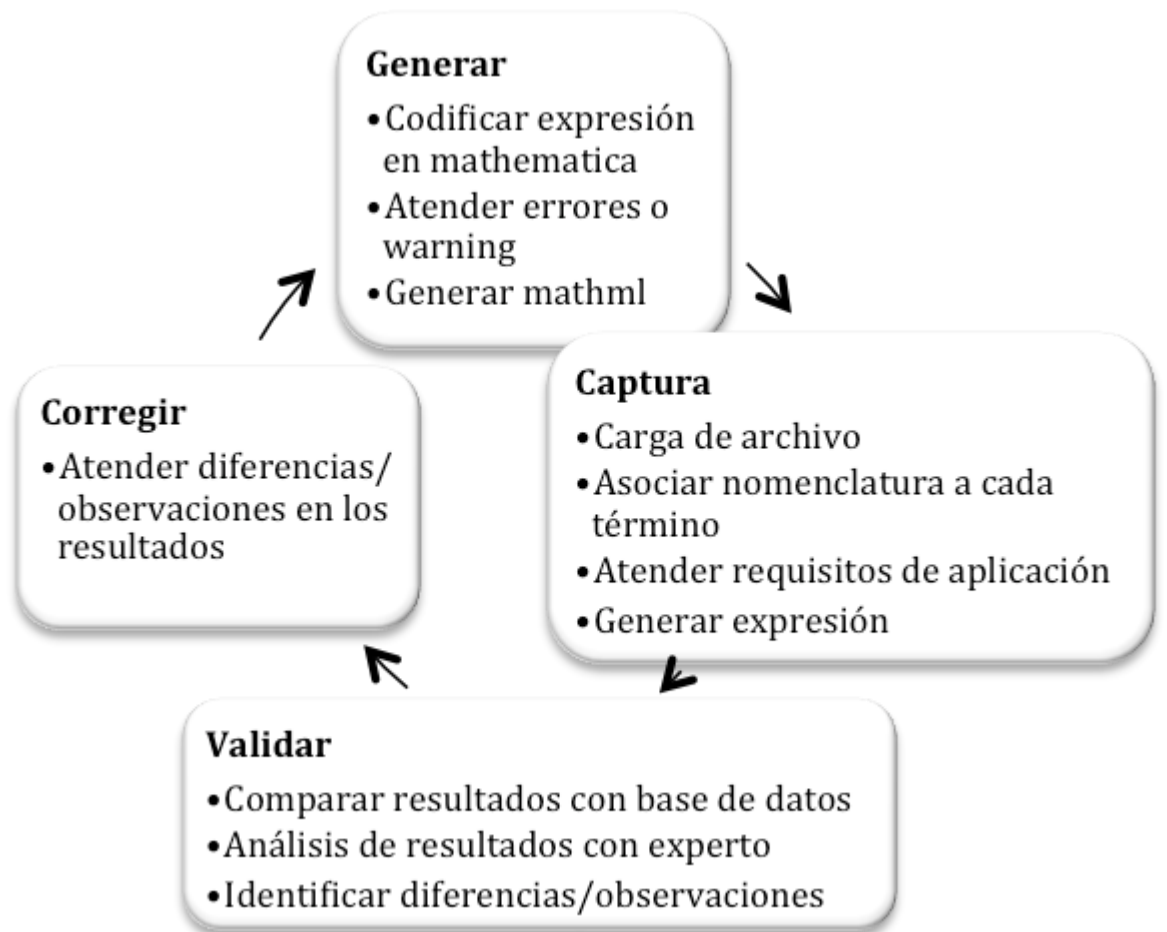


Figura 2. Ciclo de prueba utilizado para validar motor de representación informal al modelar algoritmo.

4. Caso de estudio

Como motor fundamental del desarrollo del sistema/aplicación para el modelado matemático, se ha considerado hacer énfasis en la parte de pruebas para soportar un modelo complejo de una realidad. El modelo a probar se basa en el procesamiento de las tareas que se asumen de forma constante y el horizonte temporal fijo se divide en intervalos de tiempo de duración conocida igual al máximo común divisor de los tiempos de procesamiento de todas las tareas. La asunción de los tiempos de procesamiento constantes no siempre es realista, mientras que la longitud de los intervalos puede ser tan pequeño que sea conduce a un número prohibitivo de intervalos de representación del modelo resultante insoluble, o bien requiere aproximaciones que pueden comprometer la viabilidad y la forma más óptima de la solución. El algoritmo propuesto se basa en la formulación STN discreta de Shah et al. (1993), Donde el binario W_{ijt} es igual a 1 si la tarea $i \in I$ comienza en la unidad $j \in J$ en el momento $t \in T$, B_{ijt} es el tamaño de lote de la tarea i que comienza en la unidad j en el tiempo t , S_{st} es el inventario nivel de $s \in S$ estatales en el tiempo t , R_{st} / D_{ist} son las compras / ventas de estado s en el tiempo t y U_{st} es el nivel de consumo de utilidad $u \in U$ en el tiempo t .

En la siguiente figura se presenta el sistema de ecuaciones para el modelo.

$$\begin{aligned}
& \forall_{\{j,t\}} \sum_{i \in I(j)} \sum_{t'=t}^{t-p_i+1} W_{i,j,t'} \leq 1 \\
& \forall_{\{j,t\}} Vmin_j W_{i,j,t} \leq B_{i,j,t} \leq Vmax_j W_{i,j,t} \\
& \forall_{\{s,t\}} S_{s,t} = S_{s,t-1} + \sum_{j \in (i|j) \cap SO_s} \rho O_{i,s} B_{i,j,t-p_i} - \sum_{j \in (i|j) \cap SO_s} \rho I_{i,s} B_{i,j,t} + R_{s,t} - D_{s,t} \\
& \forall_{\{s,t\}} 0 \leq S_{s,t} \leq C_s \\
& \forall_{\{s,t\}} R_{s,t} \leq r_{s,t} \\
& \forall_{\{s,t\}} D_{s,t} \geq d_{s,t} \\
& \forall_{\{u,t\}} U_{u,t} = \sum_j \sum_{i \in I(j)} \sum_{\theta=1}^{p_i-1} (\alpha_{u,j} W_{i,j(t-\theta)} + \beta_{u,j} B_{i,j(t-\theta)}) \\
& \forall_{\{u,t\}} 0 \leq U_{u,t} \leq Umax_u \\
& maxZ = \sum_s \sum_t \zeta_s D_{s,t} \\
& ((W_{i,j,t} \in \{0,1\}) B_{i,j,t} S_{s,t} D_{s,t} R_{s,t} U_{u,t}) \geq 0 \\
& \forall_{\{j,t \leq CARD_t\}} \sum_{i \in I(j)} \sum_{t'=t}^{t-p_i+1} W_{i,j,t'} \leq 1 \\
& \forall_{\{j,t \leq CARD_t\}} Vmin_j W_{i,j,t} \leq B_{i,j,t} \leq Vmax_j W_{i,j,t} \\
& \forall_{\{s,t \leq CARD_t\}} S_{s,t} = S_{s,t-1} + \sum_{j \in (i|j) \cap SO_s} \rho O_{i,s} B_{i,j,t-p_i} - \sum_{j \in (i|j) \cap SO_s} \rho I_{i,s} B_{i,j,t} + R_{s,t} - D_{s,t} \\
& \forall_{\{s,t \leq CARD_t\}} 0 \leq S_{s,t} \leq C_s \\
& \forall_{\{s,t \leq CARD_t\}} R_{s,t} \leq r_{s,t} \\
& \forall_{\{u,t \leq CARD_t\}} U_{u,t} = \sum_j \sum_{i \in I(j)} \sum_{\theta=1}^{p_i-1} (\alpha_{u,j} W_{i,j(t-\theta)} + \beta_{u,j} B_{i,j(t-\theta)}) \\
& \forall_{\{u,t \leq CARD_t\}} 0 \leq U_{u,t} \leq Umax_u \\
& \forall_{s,s \in FP} S_{s,t=CARD_t} \geq Dem_s \\
& \forall_{i,(j \in Ji) \wedge t \leq (CARD_t - p_i + 1)} W_{i,j,t} = 0 \\
& maxZ = \sum_s S_{s,t=CARD_t} \\
& ((W_{i,j,t} \in \{0,1\}) B_{i,j,t} S_{s,t} U_{u,t}) \geq 0 \\
& \forall_{\{s\}, s \in FP} ST_{s,t=CARD_t} \geq RDem_s \\
& \forall_{s,s \in FP} \sum_{i \in SO_s} \sum_j \sum_t \rho O_{i,s} B_{i,j,t} \geq Dem_s \\
& \forall_{\{i,t\}} (t - p_i) \leq MS
\end{aligned}$$

Figura 3. Modelo presentado para minimización del makespan usando la formulación formulación red estado-tarea.

La ecuación 1 a presentar como caso de estudio, corresponde a la seleccionada del sistema de ecuaciones de la figura anterior. Específicamente la ecuación describe el balance de masa para un estado s en un tiempo t, donde $\rho I_{i,s}$ y $\rho O_{i,s}$ son fracciones de masa para el consumo/producción de un estado s de la tarea i. Dentro de la cual marca un horizonte de tiempo donde se venderán los productos finales, ver ecuación 1.

$$\forall_{\{s,t \leq CARD_t\}} S_{s,t} = S_{s,t-1} + \sum_{j \in (i|j) \cap SO_s} \rho O_{i,s} B_{i,j,t-p_i} - \sum_{j \in (i|j) \cap SO_s} \rho I_{i,s} B_{i,j,t} + R_{s,t} - D_{s,t}$$

En base a esta ecuación se presenta el happy path del caso de uso correspondiente a la generación de la representación informal. Haciendo uso de pantallas tomas del sistema.

1. El usuario carga el archivo correspondiente al código mathml, generado en mathematica para la ecuación 1.
2. El sistema muestra cada uno de los términos identificados a ser capturados.
3. El usuario captura/selecciona los siguientes campos, ver ejemplo en la Figura 4:
 - a. Nomenclature. Descripción del término.
 - b. Mathematical quantity. Haciendo referencia a la clase Term de la Figura 1.
 - c. Type of variable. Haciendo referencia a la clase Term de la Figura 1.

Term	Nomenclature	Mathematical Quantity	Type of Variable
s	state	Variable	RealVariable
t	time point	Variable	IntegerVariable
CARDt	time horizon of makesp	Constant	
S		Set	
j		UnKnown	
i		Variable	
\mathcal{J}		Constant	
SO		Constant	
qO		Constant	
B		Constant	
-1		Constant	
p		Constant	
qI		Constant	
R		Constant	
D		Constant	

Show

Figura 4. Captura de nomenclatura para cada uno de los términos, en el sistema informático.

4. El usuario da clic en el boton Show.
5. El sistema muestra la oración generada en base a la nomenclatura, como se muestra en la Figura 5.

Informal Representation

Expression:

for all state and time point less than or equal time horizon of makespan where set of states in domain state and time point equal unit summation task in unit that multiplies set of tasks intersection set of tasks producing in domain state summation mass balance coefficient for the production in domain task and state that multiplies batch size in domain task , unit and time point plus least one unit that multiplies fixed duration in domain task plus least one unit that multiplies unit summation task in unit that multiplies set of tasks intersection set of tasks producing in domain state summation mass balance coefficient for the consumption in domain task and state that multiplies batch size in domain task , unit and time point plus set maximum amount in domain state and time point plus least one unit that multiplies set of minimum amount in domain state and time point plus set of states in domain state and time point plus least one unit

Figura 5. Resultado de armar estructura de expresión matemática en MathML con la notación dada por el usuario.

Ahora bien podemos comparar el resultado de la Figura 5 con el párrafo anterior donde el experto de manera sencilla describe la expresión. La finalidad de realizar esta comparación es con el objetivo de identificar todos los elementos y que se valide que se hable de lo mismo. Una vez realizada la verificación podemos pasar a la siguiente fase que es generar el conocimiento mediante OMR.

5. Conclusiones

Mediante la integración de la gestión del conocimiento aplicada a los diferentes modelos matemáticos se ha creado una herramienta web que permite la representación informal para un entendimiento más fácil para el usuario. Además esta herramienta es explícita en el contenido de las diferentes expresiones matemáticas ayudando al entendimiento de los sistemas previamente concebidos.

Las principales etapas que se desarrollaron hasta lograr la representación informal de una expresión matemática son: procesamiento de entrada de

archivo para clasificar los elementos en términos y operadores, asociación de cada uno de los elementos con su correspondiente nomenclatura el análisis y procesamiento de estructura de content markup para enunciar una oración entendible al usuario. En cuanto a mejoras se ha probado y corregido diferencias en cuanto a la interpretación de la representación informal con un modelo matemático/ algoritmo del mundo real o dominio. Actualmente se está trabajando en la gestión de la representación informal, como son las siguientes tareas: alta, bajas, cambios de modelos y nomenclatura. También se está preparando la información necesaria a ser explotada en conjunto con el modelo OMR y generar la representación formal.

Este trabajo forma parte de un proyecto general que tiene como objetivo explotar el conocimiento matemático formal (entendible por la máquina) y la integración con otros modelos semánticos de diferentes dominios.

Referencias

Ausbrooks, R., Buswell, S., Carlisle, D., Chavchanidze, G., Dalmas, S., Devitt, S., Díaz, A., Dooley, S., Hunter, R., Ion, P., Kohlhase, M., Lazrek, A., Libbrecht, P., Miller, B., Miner, R., Rowley, C., Sargent, M., Smith, B., Soiffer, N., Sutor, R., Watt, S. (2010). *Mathematical Markup Language (MathML) Version 3 . 0*, (October).

Capón-García, E.(2011).*Integrated scheduling decision making in enterprise wide optimization*. Ph.D. thesis, Universitat Politècnica de Catalunya. pp.215-217.

Chero, R. I., León, R. V., & Matemática, D. A. D. E. (2005). *Breve manual de Mathematica 5.1 (eumed.)*. Castilla - Piura, Perú.

Gruber, T. R., & Olsen, G. R. (1994). *An ontology for engineering mathematics, Proceedings of the fourth international conference on principles of knowledge representation and reasoning*. pp. 258–269, Gustav Stresemann Institut, Bonn, Germany.

Maravelias, CT; Grossmann, IE.(2003).*Minimization of the makespan with a discrete-time state-task network formulation*. AMER Chemical Soc, 1155 16TH ST, NW, Washington, DC 20036 USA

Mcnavage, T. (2010). *JavaScript for Absolute Beginners*. Apress. doi:10.1007/978-1-4302-7218-2

Muñoz, E., Capón-García, E., Laínez-Aguirre, J. M., Espuña, A., & Puigjaner, L. (2014). *Using mathematical knowledge management to support integrated decision-making in the enterprise*. *Computers & Chemical Engineering*, 66, 139–150. doi:10.1016/j.compchemeng.2014.02.026

Nirosh. (11 de Dec de 2013). *Introduction to Object Oriented Programming Concepts (OOP) and More*. CodeProject, <http://www.codeproject.com/Articles/22769/Introduction-to-Object-Oriented-Programming-Concep#OOP>

Risberg, T., Evans, R., & Tung, P. (n.d.). *Developing a Spring Framework MVC application step-by-step*. Retrieved December 01, 2014, from <http://docs.spring.io/docs/Spring-MVC-step-by-step/>

Shah, N.;E.; Pantelides, C.; Sargent, R. A *General Algorithm for Short-Term Schedduling of Batch Operations-II*.*Computational Issues*. *Comput. Chem Eng.* 1993, 17, 229-244

The World Wide Web Consortium. (17 de Julio de 2014). Extensible Markup Language (XML). W3C's Ubiquitous Web Domain, <http://www.w3.org/XML/>

Keith, C. (2010). Praise for Agile Game Development with Scrum. Addison-Wesley Professional; 1 edition.

Wolfram Research. (2014). Working with MathML. WOLFRAM, <http://reference.wolfram.com/language/XML/tutorial/MathML.html>

Notas biográficas:



Viridiana Rodríguez Cardiel Ingeniero en Computación, egresada de la Universidad Autónoma de Zacatecas, en la ciudad de Zacatecas. Actualmente estudia la maestría en Ingeniería de Software en el Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT).

Ha trabajado en ambiente de desarrollo de software, ejecutando los roles de tester, analista, desarrollador y líder de proyecto. En el 2014 formó parte del grupo evaluador de SCAMPI A, para obtener el nivel 2 de madurez del modelo CMMI-DEV v1.3. Su interés se centra en el desarrollo de software con calidad y gestión de conocimiento.



Edrisi Muñoz Mata Ingeniero industrial con especialidad en manufactura y Maestro en ciencias en ingeniería industrial con especialidad en calidad por el Instituto tecnológico de Orizaba (ITO) de México. Doctor en filosofía en ingeniería de procesos

químicos por la Universidad Politécnica (UPC) de Cataluña de España. Su área de investigación principal es la gestión del conocimiento mediante el desarrollo de modelos ontológicos, sistemas de soporte a las decisiones en distintas áreas de proceso y optimización de procesos mediante el uso de modelos analíticos rigurosos. Actualmente es investigador asociado del Centro de Investigación en Matemáticas A.C. (CIMAT) de México, así como investigador invitado en el Centro de procesos y medio ambiente en la UPC. Su participación compete diferentes proyectos de investigación mexicanos y

Europeos. Participa en la publicación de diferentes artículos en revistas internacionales indexadas, así como en distintos congresos internacionales de renombre. Última publicación: Edrisi Muñoz, Elisabet Capón-García, José Miguel Laínez, Antonio Espuña, Luis Puigjaner, Integration of enterprise levels based on an ontological framework, Chemical Engineering Research and Design, Volume 91, Issue 8, August 2013, Pages 1542-1556, ISSN 0263-8762.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 2.5 México.

Mejora de Procesos para la Administración de Proyectos en Instituciones de nivel Superior

Josefina García Durán
Instituto Tecnológico Superior de Nochistlán, ITSN
josefina.garcia@itsn.edu.mx

J. Jesús Minero Guardado
Instituto Tecnológico Superior de Nochistlán, ITSN
jesus.minero@itsn.edu.mx

Mirna Ariadna Muñoz Mata
Centro de Investigación en Matemáticas, CIMAT A.C.
mirna.munoz@cimat.mx

Jezreel Mejia Miranda
Centro de Investigación en Matemáticas, CIMAT A.C.
jezreel.mejia@cimat.mx

Resumen: Las instituciones educativas de nivel superior presentan características comunes que obstaculizan la implementación de prácticas eficientes de administración de proyectos, entre las que se puede mencionar: poca estandarización para administrar los proyectos y metodologías deficientes para el control del alcance, tiempo y costos del proyecto. Además, existe una falta de definición de roles y responsabilidades, planificación débil y en algunas ocasiones nula. Como resultado, se definen vagamente los informes, eventos, canales de comunicación y no se documentan las lecciones aprendidas. En este artículo se presenta un marco

de trabajo para la definición y mejora de procesos de administración de proyectos basado en la extracción del conocimiento tácito de la institución y tomando como referencia el PMBOK.

Palabras clave: GQM, PMBOK, mejora de procesos, administración de proyectos, instituciones de nivel superior.

Process Improvement for Project Management in Higher Education Institutions

Abstract: Educational institutions of higher education have common characteristics that make difficult the implementation of efficient project management practices, such as: little standardization for managing projects and poor methodologies for controlling scope, time and project costs. Beside, there is a lack of roles and responsibilities, weak planning and null in some cases. As result, there is no definition of reports and the lessons learned are not documented. This paper presents a framework for defining and improving project management processes based on the extraction of the tacit knowledge of the institution and taking PMBOK as a reference.

Keywords: GQM, PMBOK, process improvement, project management, higher education institutions.

1. Introducción

El PMI (Project Management Institute (2013) define un proyecto como “un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único”. El esfuerzo temporal debe ser administrado para que el proyecto sea realizado con éxito. Como resultado surge el enfoque de administración de proyectos.

El enfoque de administración de proyectos es relativamente moderno y está caracterizado por técnicas especiales de administración, con el propósito de obtener un mejor control y uso de los recursos existentes. Hoy en día, el concepto de administración de proyectos está siendo utilizado en diversas industrias y organizaciones para alcanzar sus objetivos (Kerzner, 2013). Se espera además que esta tendencia de proyectos y de administración de proyectos continúe creciendo en nuestra sociedad y en sus organizaciones (Meredith & Mentel, 2012).

Como resultado, la administración de proyectos ha ido ganando más importancia en los últimos años. Sin embargo, debido a la falta de estandarización para su realización, se pueden presentar los siguientes problemas:

- Deficiencia en el control del alcance, tiempo y costos del proyecto donde no se aprovechan las técnicas existentes, como por ejemplo, la técnica del valor ganado.
- Falta de definición de roles y responsabilidades.
- Planificación débil y en algunas ocasiones nula, se definen vagamente los informes, canales de comunicación.
- No se documentan las lecciones aprendidas
- Poco control sobre los procedimientos establecidos, debido a la falta de procesos definidos que guíen a los administrativos y docentes en la administración de proyectos, además de la falta de plantillas y herramientas que faciliten la gestión y seguimiento de los mismos.

Por lo tanto, la consideración y seguimiento de estándares y cuerpos de conocimiento en torno a la gestión de proyectos es una realidad que está cobrando importancia en la última década. Los estándares en gestión de proyectos están siendo cada vez más requeridos en las organizaciones, donde uno de los mayores beneficios es la armonización de la diferente terminología y el entendimiento de los procesos y los métodos (Ahlemann, Teuteberg, & Vogelsang, 2009).

Sin embargo, aún con la existencia de estándares y cuerpos de conocimiento, algunas organizaciones como las instituciones de educación superior, continúan con la falta de conocimiento para la administración de sus proyectos, dando como resultado, una falta de participación del personal de las instituciones para la realización de proyectos.

Basada en esta problemática, este artículo propone un marco de trabajo que permite el establecimiento y/o mejora de los procesos de administración de proyectos de una institución superior basado en su forma de trabajo.

El resto del artículo está estructurado de la siguiente forma: en la sección 2 se presenta los antecedentes del marco de trabajo, en la sección 3 se describe el marco de trabajo propuesto, y en la sección 4 se muestran las conclusiones y el trabajo futuro.

2. Antecedentes del Marco de Trabajo

Este artículo propone la aplicación de un marco de trabajo, que integra la identificación del estado actual de las instituciones educativas de nivel superior, como se muestra en la Figura 1, el marco está conformado por la aplicación de una adaptación de GQM (Goal Question Metric) (Carrillo, García, García, Iturriaga, & Mejía, 2014) y la aplicación de un método para la identificación de las mejores prácticas internas de una organización (Calvo Manzano et al., 2010; Calvo Manzano et al., 2009), que en conjunto proporcionan un camino óptimo para entender la forma de trabajo de una organización a través de la extracción de su conocimiento tácito.

El marco de trabajo propuesto, para implementar mejoras en las instituciones de nivel superior, está integrado de 4 pasos que a continuación se describen:

1. **Implementación de la adaptación de GQM:** establece un marco de medición que permite enfocar los objetivos reales de la institución y posteriormente, verificar el cumplimiento de los mismos.
2. **Extracción del conocimiento tácito:** extraer el conocimiento tácito de la institución en los procesos enfocados para la implementación de la mejora e identificar sus mejoras prácticas.
3. **Mapeo de prácticas genéricas de la institución con las prácticas del PMBOK:** mapear las mejores prácticas de la institución con las prácticas contenidas en PMBOK.
4. **Formalización del proceso:** definir, documentar y publicar los procesos de la institución.

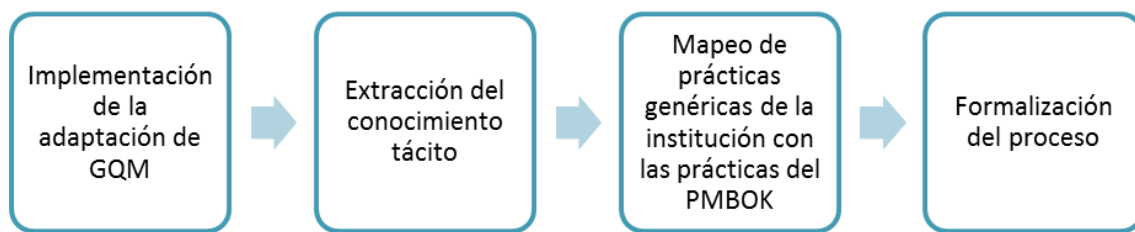


Figura 1. Pasos del marco de trabajo.

3. Descripción del marco de trabajo propuesto

Como se ha mencionado al inicio del artículo una de las principales problemáticas que se tienen en las instituciones superiores es la falta de información de cómo administrar un proyecto de forma adecuada, por lo cual, en la mayoría de ellas no existe gran participación en la elaboración de proyectos. Es por eso que se ha decidido proponer el marco de trabajo enfocando a los procesos de administración de proyectos. Las siguientes secciones muestran el marco de trabajo siguiendo los pasos establecidos en la sección anterior.

3.1 Implementación de la adaptación de GQM

Una vez identificados los objetivos que persigue la institución enfocados en la gestión de proyectos y establecido el marco para medición de los mismos, se realiza la extracción del conocimiento.

Este paso consiste en identificar las mejores prácticas internas de la institución, para entender su cultura de trabajo actual. Para ello se propone el uso del método “Identificar Mejores Prácticas Internas” (Calvo Manzano et al., 2010; José et al., 2009), el cual consta de 5 actividades principales: (1) Realizar entrevistas, (2) Analizar información de entrevistas, (3) Identificar prácticas genéricas, (4) Analizar documentación formal de procesos y (5) Realizar trazabilidad de la documentación formal y prácticas genéricas.

Como se observa en la Figura 3, se realiza la extracción del conocimiento tácito del personal que labora en la institución, a través de entrevistas. Después, se analiza la información de las entrevistas y se generan los diagramas de prácticas. Una vez que estos diagramas son aprobados por los entrevistados, se realiza la trazabilidad de todos los diagramas de prácticas, con la finalidad de identificar las prácticas genéricas.

Identificadas y aprobadas las prácticas genéricas, se recoge y analiza la documentación de procesos de la institución. Posteriormente, se realiza la trazabilidad de los procesos documentados y las prácticas genéricas, como resultado se obtiene el conjunto de mejores prácticas de la organización, éstas deben aprobarse a tres niveles (dirección general, jefes de departamento y personal administrativo), para verificar que las prácticas realmente son entendidas a través de la institución.

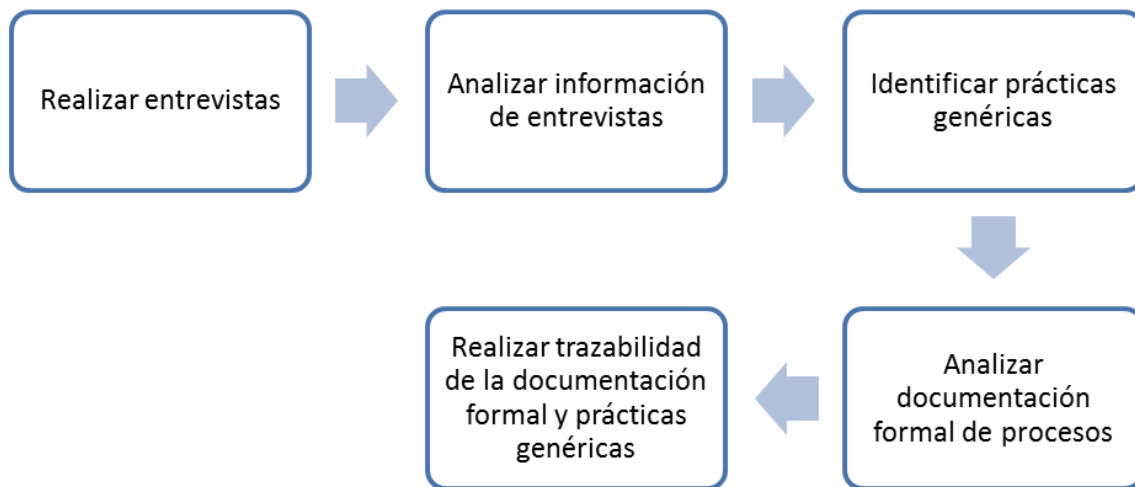


Figura 3. Pasos para la extracción del conocimiento.

3.3 Mapeo de Prácticas Genéricas de la Institución con las Prácticas del PMBOK

En este paso se realiza el mapeo de las prácticas genéricas de la institución con las prácticas del PMBOK para formalizar los procesos para la administración de proyectos.

Se propone el estándar del PMBOK por ser uno de los estándares reconocidos a nivel internacional, ya que recopila las mejores prácticas de diferentes expertos en la administración de proyectos.

Las actividades para realizar el mapeo de prácticas genéricas de la Institución con las prácticas del PMBOK son:

1. **Identificar la estructura del PMBOK:** analizar su estructura y listar sus elementos.
2. **Realizar glosario de términos:** se describe como se nombra cada uno de los elementos en el PMBOK.
3. **Crear plantilla de correspondencia para las prácticas del PMBOK y de la institución:** esta actividad está enfocada a establecer una plantilla

que permita una comparación apropiada entre prácticas genéricas de la Institución con las prácticas del PMBOK.

4. **Identificar similitudes:** identificar, seleccionar y registrar la información de los procesos de la institución que correspondan a lo mencionado en el PMBOK para entender la semejanza en la información.

En la Figura 4 se ilustra un ejemplo de una plantilla de correspondencia para realizar la comparación entre prácticas genéricas de la institución con las prácticas del PMBOK. En esta plantilla se identificarán las similitudes para la formalización de los procesos.

Áreas de Conocimiento	Grupos de Proceso									
	Iniciación		Planificación		Ejecución		Monitoreo y control		Cierre	
	PPM ¹	PI ²	PPM ¹	PI ²	PPM ¹	PI ²	PPM ¹	PI ²	PPM ¹	PI ²
Integración										
Alcance										
Tiempo										
Costos										
Calidad										
Recursos humanos										
Comunicaciones										
Riesgos										
Adquisiciones										
Involucrados										

¹PPM = Prácticas del PMBOK
²PI = Prácticas de la Institución

Figura 4. Plantilla de correspondencia.

3.4 Formalización del proceso

Formalizar los procesos, mediante la definición, documentación y publicación de los mismos utilizando como referencia el PMBOK.

Para definir la arquitectura de los procesos se realiza un análisis de los elementos estructurales del PMBOK. En la Tabla 1 se ilustran los elementos estructurales que se establecen para la definición de procesos, en ella se muestran las descripciones de cada uno de ellos, así como una serie de elementos gráficos que serán utilizados en la notación BPM (Business Process Modeling) en Bizagi, con el fin de llegar a un estándar visual de acuerdo a la propuesta de los elementos estructurales.






Elemento	Descripción	Elemento Gráfico
Entrada	Es un artefacto requerido que será consumido por una actividad o proceso.	
Salida	Es un artefacto producido por una actividad o proceso.	
Actividades	Es el conjunto de tareas, que conforman y cumplen con los objetivos de un proceso en particular.	
Herramienta	Recursos que ayudan a la ejecución de una actividad y/o proceso.	
Técnica	Es el conjunto de procedimientos y recursos habilidad con los que se ejecutan las tareas por ejemplo entrevistas, observación, experiencia, reuniones, revisiones, etc.	

Tabla 1. Descripción de los elementos estructurales.

Para documentar los procesos se seleccionan y se diseñan plantillas tomando como base los formatos y necesidades de la institución. Finalmente, se realiza la publicación de los procesos en la página Web de la institución para facilitar su acceso.

Se propone el uso de la herramienta Bizagi Modeler (Bizagi, 2015) para la definición, documentación y publicación de los procesos, esta herramienta ofrece varias ventajas tales como flexibilidad, seguridad, licencia libre y fácil de usar.

Con esta propuesta se pretende facilitar la administración de proyectos en las instituciones y aumentar la probabilidad de éxito el desarrollo de los mismos.

4. Conclusiones y Trabajo Futuro

La administración de proyectos es un factor de éxito muy importante para las organizaciones y garantiza que se logren los objetivos del proyecto en el tiempo previsto y con el presupuesto asignado. Existe una necesidad del conocimiento y control de los proyectos, ya que una de las principales problemáticas que se tienen en las instituciones superiores es la falta de información de cómo administrar un proyecto de forma adecuada. En este artículo se realizó la propuesta de un marco de trabajo para la definición y/o mejora de los procesos de administración de proyectos para las instituciones de educación superior, el cual se basa en la gestión de su conocimiento tácito y formalización de procesos usando el PMBOK como referencia. Como trabajo futuro se pretende aplicar el marco de trabajo en el Instituto Tecnológico Superior de Nochistlán con la finalidad de identificar aquellas mejores prácticas para administrar proyectos y de esta forma poder compararlas con las prácticas del PMBOK para formalizar los procesos para la administración de proyectos.

Referencias

Ahlemann, F., Teuteberg, F., & Vogelsang, K. (2009). Project management standards – Diffusion and application in Germany and Switzerland. *International Journal of Project Management*, 27(3), 292–303. doi:10.1016/j.ijproman.2008.01.009

Bizagi, M. (2015). Bizagi. Retrieved from <http://www.bizagi.com/>

Calvo-Manzano, J. A., Cuevas, G., Gómez, G., Mejía, J., Muñoz, M., & San Feliu, T. (2010). Methodology for process improvement through basic components and focusing on the resistance to change. *Journal of Software Maintenance and Evolution: Research and Practice*. Retrieved from <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/smr.505/full>

Carrillo, O., García, J., García, J. A. G., Iturriaga, F., & Mejía, J. (2014). Cómo Guiar a las Pymes en la Mejora de Procesos Software. *Iberian Journal of Information Systems and Technologies*, (e1), 17–30. doi:10.4304/risti.e1.17-30

Jose, A. C.-M., Gonzalo, C., Mirna, M., & Tomas, S. F. (2009). Metodología para la Implementación Gradual de Mejoras, con Enfoque en la Reducción de la Resistencia al Cambio. *Proceedings 4a Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información (CISTI 2009)*. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Metodología+para+la+Implementación+Gradual+de+Mejoras,+con+Enfoque+en+la+Reducción+de+la+Resistencia+al+Cambio#0>

Kerzner, H. R. (2013). *Project Management A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling*. John Wiley & Sons, Inc.

Meredith, J. R., & Mentel, S. J. (2012). *Project Management A Managerial Approach*. John Wiley & Sons, Inc.

PMI. (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (Fifth.)*. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.

Notas biográficas:



Josefina García Durán Maestra en Ingeniería de software por el Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) Unidad

Zacatecas. Previamente, en el Instituto Tecnológico Superior de Nochistlán (ITSN), cursó la carrera de Ingeniero en Sistemas Computacionales. Es docente Investigador en el ITSN en la línea de Investigación Ingeniería de Software. Ha participado en proyectos de Mejora de Procesos de Software en las Pymes. Sus áreas de interés son: desarrollo ágil de software, mejora de procesos, gestión de proyectos y modelos y estándares de calidad.



J. Jesús Minero Guardado Maestro en Ingeniería de software por el Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) Unidad Zacatecas. Previamente, en el Instituto Tecnológico Superior de Nochistlán (ITSN), cursó la carrera de Ingeniero en Sistemas Computacionales. Es docente Investigador en el ITSN en la línea de Investigación Ingeniería de Software. Su interés es el desarrollo de software basado en procesos, modelos de calidad, base de datos y dispositivos móviles, ha desarrollado varios sistemas de software y sitios web mediante el uso de varios lenguajes de programación. Cuenta con certificaciones en Android Programmer y SQL Server 2008, Database Development.



Mirna Ariadna Muñoz Mata Doctor en Informática por la Universidad Politécnica de Madrid, en Madrid España, con mención de “Doctorado Europeo”. Ha realizado una estancia posdoctoral en la Universidad Carlos III de Madrid, España. Actualmente es investigador del Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) - Unidad Zacatecas en el área de Ingeniería de Software y es miembro del grupo de investigación Cátedra de Mejora de Procesos Software en el Espacio Iberoamericano (MPSEI), donde participa en proyectos internacionales de investigación con entidades educativas y de gobierno y de vinculación con la industria. Ha participado en proyectos con la empresa everis consulting. Ha participado en el equipo de traducción oficial al español reconocida por el SEI del libro CMMI-DEV v1.2 y 1.3. Es miembro del comité científico de diversos congresos internacionales. Ha publicado diversos artículos técnicos en temas relacionados con la gestión de proyectos,

implementación de mejora de procesos software, entornos multi-modelo y modelos y estándares de calidad. Es autora del libro Metodología Multimodelo para Implementar Mejoras de Procesos Software. Sus áreas de interés son: implementación de mejora de procesos software enfocando en la reducción de la resistencia al cambio, entornos multi-modelo, gestión del conocimiento y gestión del cambio en la mejora de procesos software, gestión de proyectos software, trabajo en equipo y modelos y estándares de calidad.



Jezreel Mejia Miranda doctor en Informática por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), España con mención de "Doctorado Europeo". Realizó una estancia de investigación para obtener el doctorado europeo en la Universidad Fernando Pessoa en Oporto, Portugal. Previamente, en el Instituto Tecnológico de Orizaba, Veracruz, cursó la maestría en Ciencias de la Computación y la licenciatura en Informática. Actualmente es investigador del Centro de Investigación en Matemáticas, A.C. (Cimat), Unidad Zacatecas, en el área de Ingeniería de Software.

Es miembro del grupo de investigación Cátedra de Mejora de Procesos Software en el Espacio Iberoamericano (MPSEI), donde participa en proyectos internacionales de investigación con entidades educativas y de vinculación con la industria. Es miembro del comité científico de diversos congresos. Ha publicado diversos artículos técnicos en temas relacionados con la gestión de proyectos, entornos multi-modelo, modelos y estándares de calidad y temas relacionados en entornos outsourcing. También ha participado en proyectos de la empresa multinacional everis consulting. Además, forma parte del equipo oficial de traducción al español del libro CMMI-DEV v1.2 y 1.3, versiones reconocidas por el prestigioso Software Engineering Institute (SEI) de la Carnegie Mellon University. Como investigador, sus áreas de interés son: entornos multi-modelo, gestión de proyectos software, modelos y estándares de calidad (CMMI, ISO, TSP, PSP, etc.), metodologías ágiles, métricas, mejora de procesos en entornos outsourcing y entornos de desarrollo tradicional. Cuenta con certificación en CMMI e ISO 20000.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 2.5 México.