

Optimización de la calidad de los Sistemas Móviles mediante la implementación de nuevas arquitecturas, realidad aumentada, técnicas de visualización y redes móviles Ad-Hoc

Susana I. Herrera¹, Marta C. Fennema², Sergio M. Rocabado³, Jorge L. Goñi⁴

(1) *Departamento de Informática, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero*
sherrera@unse.edu.ar

(2) *Departamento de Sistemas, Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas y, Universidad Nacional de Catamarca*
crisfen@yahoo.com

(3) *Departamento de Informática, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Salta*
srocabad@cidia.unsa.edu.ar

(4) *Facultad de Humanidades, Ciencias Sociales y de la Salud, Universidad Nacional de Santiago del Estero*
jlgoni@live.com.ar

Resumen

Dado que actualmente el hombre necesita gestionar la información a través de sistemas sensibles al contexto, basados en el uso de dispositivos portables y ubicuos, surge la urgente necesidad de estudiar aspectos claves que impactan sobre la calidad de los sistemas móviles. Las restricciones en el tamaño de pantalla, en la capacidad de procesamiento, en la disponibilidad de energía, constituyen las principales problemáticas de éstos.

Además, la región NorOeste (NOA) de Argentina se caracteriza por la baja densidad demográfica y el aislamiento de zonas que no disponen de redes tradicionales de comunicación. Sería ventajoso contar con redes móviles alternativas de alta calidad en esta región.

El presente proyecto propone investigar acerca de la optimización de los sistemas móviles a través del mejoramiento de su usabilidad, fiabilidad, eficiencia y portabilidad. Los investigadores pertenecen a diferentes universidades nacionales del NOA, quienes abordarán esta problemática mediante el desarrollo de estudios cualitativos y cuantitativos. Las principales tecnologías que se estudiarán son: arquitecturas móviles alternativas, nuevas representaciones visuales, realidad aumentada y redes móviles Ad-Hoc.

Los avances científico-tecnológicos que se logren en el área de la Computación Móvil se aplicarán principalmente a la educación universitaria de

grado y posgrado (m-learning) y al aprendizaje organizacional.

Palabras clave: Sistemas Móviles, Arquitecturas Móviles, Realidad Aumentada, Visualización, m-Learning, MANETs.

1 Contexto

Este proyecto forma parte de un Programa de Investigación en el área Informática que tiene como objetivo realizar investigación aplicada sobre nuevas tecnologías que permitan mejorar la calidad tanto del proceso como del producto software. Mientras la presente propuesta contribuye a la optimización del producto aplicaciones móviles, otro Proyecto específico del Programa aborda el mejoramiento de la calidad del proceso a través de la Gestión del Conocimiento y del Aprendizaje Organizacional.

El equipo de investigación está conformado por docentes de diferentes universidades nacionales del NOA: del Departamento de Informática de la Facultad de Ciencias Exactas y de la Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), del Departamento de Sistemas de la Facultad de Tecnologías y Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de Catamarca (UNCA) y del Departamento de Informática de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Salta (UNSA).

Además, el proyecto cuenta con el asesoramiento de prestigiosos investigadores de los Institutos de

Investigación de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata.

Será financiado por el Consejo de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Santiago del Estero, durante el período Enero 2012-Diciembre 2015.

2 Introducción

Computación Móvil es un término genérico que describe la habilidad para usar tecnología sin ataduras, es decir, no conectada físicamente o que pertenece a entornos remotos o móviles, no estáticos. En la actualidad el término ha evolucionado de forma tal que la Computación Móvil requiere conexión inalámbrica hacia y a través de Internet o de una red privada.

Si bien el uso de tecnologías móviles representan ventajas significativas para la implementación de nuevos sistemas de información, para lograr ubicuidad, éstos se apoyan en el uso de dispositivos móviles que poseen recursos limitados en cuanto a capacidad de procesamiento, memoria, tamaño de pantalla, entre otros aspectos. Por ello, el desarrollo de los sistemas móviles involucra cuestiones propias e importantes al momento de utilizarlos, como ser: el diseño de interacción, posicionamiento, representación del espacio, formas de censado, tratamiento del contexto, arquitecturas y herramientas de implementación. Todas estas cuestiones constituyen las variables que impactan directamente en la calidad de la aplicación que se desarrolla.

Los aspectos relevantes que se deben tener en cuenta en el desarrollo de sistemas móviles.

Los servicios que ofrece la computación móvil se desarrollan y ofrecen desde diferentes enfoques, según su finalidad. Por ello, se generan metáforas que definen el grado y tipo de **interacción** del usuario y la forma de recorrer el espacio. Estas metáforas se determinan de acuerdo a las historias interactivas y a las ubicaciones físicas de objetos y usuarios. Estas metáforas pueden ser: búsqueda del tesoro, rompecabezas, dominó, palabras cruzadas o scrabble, recolectando información [6, 9, 10].

En cuanto a la arquitectura, un sistema móvil generalmente se basa en una aplicación cliente que se conecta a un servidor de aplicaciones que se encuentra en Internet [16]. Este servidor, a su vez, utiliza los servicios de un proveedor de ubicación, un Sistema de Información Geográfico (GIS) y de la información provista por diversos puntos de interés. Más precisamente, las

arquitecturas que actualmente están vigentes son: Arquitectura Servidor, Arquitectura Cliente, Arquitectura Cliente-Servidor.

Por otra parte, existen dos formas de posicionamiento para indicar el lugar en que se encuentra ubicado un elemento relevante para el sistema: Posicionamiento Geométrico, Posicionamiento Simbólico.

Para posicionar a un usuario en una aplicación móvil, se necesita también una representación visual del espacio relevante para el usuario: un plano con las calles, un plano del edificio, etc. Esto se brinda mediante: imágenes (JPG, GIF) o por modelos de representación (cartografía: raster o vector) [18].

Cuando se conoce la posición del usuario, se la obtiene utilizando una de las siguientes técnicas de censado de posiciones: GPS, sistema de antenas, tags. Para el posicionamiento in-door es más apropiado el bluetooth o sistema de sensores.

Los teléfonos móviles o celulares utilizan, típicamente, tecnologías especialmente desarrolladas para ese tipo de dispositivos las cuales se han ido clasificando en diferentes generaciones [18]. En Argentina, actualmente, está vigente la 3^o Generación (3G), caracterizada por la convergencia de voz, datos y acceso inalámbrico a Internet a mayor velocidad; es apta para aplicaciones multimedia (envío y recepción de imágenes estáticas y video, servicios de ubicación geográfica, televisión en tiempo real, juegos, etc.). En países más avanzados como Japón, se utilizan dispositivos de 4^a Generación y se experimenta con la 5^a.

Por otra parte, las Redes Móviles Ad Hoc (o MANETs, del inglés Mobile Ad hoc NETWORKs) son un tipo de redes inalámbricas donde no es necesaria ninguna infraestructura previa para comunicarse a través de la red. Los equipos o nodos que forman parte de ella (Notebooks, PDAs, Celulares) se organizan por sí mismos para ayudarse los unos a los otros en el proceso de transportar paquetes de datos entre un origen y un destino [1, 2, 3, 5]. Por tanto las MANET dan un paso más en cuanto a movilidad (todos los nodos de la red pueden ser móviles) y flexibilidad (no se requiere inversión en infraestructura, y además se minimiza la gestión de la red pues se auto-organiza ella misma).

Una de las principales ventajas de una MANET es la posibilidad de integrarla a una red de infraestructura con diferentes fines, entre otros podemos mencionar el acceso a aplicaciones e-learning de una organización desde un dispositivo móvil. Sin embargo, debido a que las redes

móviles utilizan un medio compartido (aire) para transmitir los datos, se encuentran expuestas a posibles “ataques” y/o accesos no autorizados y por esta razón se hace necesario utilizar protocolos de seguridad que permitan una integración “segura” de los dispositivos móviles a la red de infraestructura de una organización.

Las características intrínsecas de este tipo de redes (incluyendo autoconfiguración, ausencia de infraestructura, movilidad de los nodos, topología dinámica, capacidad de procesamiento limitada, ancho de banda limitado, falta de seguridad, conservación de energía, entorno imprevisible, entre otras), plantean exigencias que deben resolverse antes de realizar la integración.

Se pretende aplicar todos los resultados obtenidos en esta investigación al desarrollo de aplicaciones móviles para el aprendizaje o m-learning. En relación a este tema, los procesos educativos en el nivel de posgrado buscan el desarrollo de competencias a partir del aprendizaje autónomo, centrado en el aprendiz. Las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TICs) facilitan este tipo de aprendizaje y, en particular, el m-learning promueve este tipo de experiencias, que permiten que sean contextualizadas y colaborativas. Sin embargo, la definición de las estrategias de m-learning más apropiadas aún está en proceso y, para ello, se deben tener en consideración las tecnologías móviles, el contenido y el contexto de cada situación de aprendizaje.

En Argentina, el m-learning se ha convertido en una tendencia vinculada a las propuestas educativas [7, 8, 15, 20], en particular en el nivel universitario. Aún está en discusión la conveniencia de la utilización de móviles en la educación primaria y media. Sin embargo, en el nivel universitario de posgrado el uso de móviles es algo usual, permite llevar adelante estrategias de m-learning, con el fin de contribuir al aprendizaje autónomo. El alumno de este nivel trabaja con dedicación exclusiva en la mayoría de los casos y, por lo tanto, no dispone de tiempo para asistir a centros educativos, y trata de avanzar en su aprendizaje en los momentos y lugares donde le resulta conveniente. Así surge la necesidad de “aprender en movimiento”.

El sistema de tecnología móvil en red que soporta al m-learning está compuesto por un conjunto complejo de múltiples formas de movilidad, diversas tecnologías móviles, diversidad de transportistas, una variedad de estudiantes, una multiplicidad de contextos de aprendizaje, profesores con todos los niveles de experiencia en m-learning, y varios enfoques para el diseño de

contenidos para móviles y métodos de enseñanza. Este complejo sistema constituye, siguiendo a Woodill [17] un ecosistema de m-learning, formado por personas inmersas en un contexto cultural particular que usan tecnologías móviles en una red para acceder o almacenar información como parte de una experiencia de aprendizaje. Los componentes del ecosistema de m-learning son: dispositivos, infraestructura, conceptos, contenidos, plataformas, herramientas. Estos componentes constituyen el marco que permite el aprendizaje basado en móviles, cuyo principal actor es el estudiante en interacción con las prácticas que pertenecen a un determinado modo.

En cuanto a las aplicaciones de m-learning, existe una gran variedad de desarrollos y propuestas específicas para cada área de conocimiento [13, 4]. Además, es posible encontrar experiencias de m-learning que utilizan los servicios de información existentes, que no se basan en aplicaciones específicas de aprendizaje [19, 21]. Todas estas aplicaciones ponen énfasis en el aprendizaje centrado en el usuario, y se caracterizan por los siguientes aspectos: movilidad, ubicuidad, accesibilidad, conectividad, sensibilidad al contexto, individualidad y creatividad.

El m-learning se puede presentar en tres modos diferentes, y a su vez cada uno de ellos involucra diversas estrategias de aprendizaje mediadas por tecnologías móviles. Según tal, los modos son los siguientes [21]: recuperación de información, recopilación y análisis de información y comunicación, interacción y colaboración en redes.

Por tanto, resulta de interés definir las estrategias y prácticas de m-learning para alumnos de posgrado, teniendo en cuenta los siguientes ejes: el contexto tecnológico-social, las ventajas que ofrecen las tecnologías móviles y el abordaje desde el punto de vista del paradigma del constructivismo social de Vigotsky.

En relación a las metodologías de desarrollo de sistemas móviles, es necesario seguir alguna que considere las características específicas de este tipo de sistemas. En este sentido, se han sugerido algunas como Movil-D.

Es una metodología que consiguió contribuir al desarrollo de aplicaciones para los mismos. Se desarrolló como parte de un proyecto finlandés, mediante una cooperación con la industria. El trabajo fue realizado por los investigadores del Centro de Investigación Técnica de Finlandia. Los autores de esta metodología dicen haber obtenido una certificación CMMI (Capacidad

de Madurez del Modelo de Integración) de nivel 2, es decir, las tareas fueron exitosas y pueden repetirse. Esto parece ser una ventaja comparativa importante frente a otras metodologías, puesto que la contratación de empresas para la externalización del desarrollo software se rige por técnicas de desarrollo que utilizan. El ciclo consiste en un desarrollo muy rápido para equipos muy pequeños y está pensado para grupos de no más de 10 desarrolladores colaborando en un mismo espacio físico y donde los proyectos deberían finalizar con el lanzamiento de productos completamente funcionales en menos de diez semanas.

En general, los desarrolladores de sistemas móviles prefieren las metodologías ágiles para el desarrollo de este tipo de sistemas. Sin embargo, algunos grupos de investigación en Argentina siguen metodologías específicas no ágiles. Este es el caso del grupo de investigación LIFIA de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata, quienes utilizan UWA para orientar el desarrollo de este tipo de aplicaciones. Se considera necesario el estudio de las diversas metodologías propuestas para móviles y diseñar una metodología propia que considere en sus actividades y técnicas, las cuestiones investigadas en el desarrollo de este proyecto.

3 Líneas de investigación y desarrollo

La principal línea de investigación de esta propuesta consiste en la optimización de los sistemas móviles; lo cual significa aumentar su calidad, tomando las características de eficiencia, usabilidad, fiabilidad y portabilidad [11, 12].

Respecto a la eficiencia (velocidad y administración de recursos), se pretende investigar sobre la relación entre ésta y el diseño e implementación de arquitecturas alternativas para las aplicaciones móviles.

En relación a la usabilidad (capacidad de ser aprendido y operado, capacidad de atracción), se investigará sobre la construcción de interfaces de usuario usando técnicas de visualización y de realidad aumentada.

En cuanto a la fiabilidad (tolerancia a fallos y capacidad de recuperación), se pretende investigar acerca de su relación con el diseño e implementación de MANETs seguras [1, 2, 3, 5, 14, 22].

La portabilidad (adaptabilidad, inestabilidad) será abordada mediante la caracterización de un ecosistema de tecnología móvil que sea considerado por los desarrolladores de la región

NOA y que pueda ser extendido a desarrolladores de otros lugares.

4 Objetivos del proyecto

El objetivo general que guía esta investigación aplicada es:

Contribuir al mejoramiento de la calidad de las aplicaciones móviles mediante nuevas arquitecturas, técnicas de visualización, recursos de realidad aumentada y redes móviles Ad-Hoc.

Para ello, se persiguen los siguientes objetivos específicos:

- Definir un ecosistema móvil que identifique y caracterice los diversos componentes involucrados en la Computación Móvil (dispositivos, sistemas operativos, herramientas y librerías de programación y emulación, et.) de la región NOA, con un nivel de abstracción que permita aplicarlo alternativamente a otros contextos.
- Analizar las diversas arquitecturas de aplicaciones móviles (servidor, cliente, cliente-servidor, basados en web-services, etc.) y proponer una arquitectura que aumente su eficiencia en términos de velocidad, uso de memoria, procesador y energía.
- Determinar criterios y estrategias que permitan diseñar y construir interfaces de usuario que aumenten la usabilidad de las aplicaciones móviles, mediante el estudio de técnicas de visualización de información, realidad aumentada y metáforas de interacción.
- Analizar alternativas de seguridad en el acceso a un servidor de red de infraestructura desde un dispositivo móvil en modo ad-hoc, en equilibrio con el rendimiento.
- Definir estrategias de m-learning para la educación de posgrado en el NOA, y diseñar y desarrollar aplicaciones móviles de aprendizaje para este nivel educativo.
- Diseñar una propuesta metodológica que guíe el desarrollo de aplicaciones móviles, considerando los aspectos de fiabilidad, usabilidad, eficiencia y portabilidad.

5 Formación de recursos humanos

La Directora del proyecto pertenece al Departamento de Sistemas de la UNCA. La

Codirectora, al Departamento de Informática de la UNSE. La asesora en Sistemas Móviles pertenece al Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada (LIFIA) de la UNLP, mientras que la asesora en educación a distancia pertenece al Instituto de Investigaciones en Informática LIDI de la FI-UNLP.

Tres integrantes son docentes investigadores de la UNSE, uno es docente investigador de la UNSa y otro es de la UNCA. Además, el proyecto cuenta con la participación de tres estudiantes avanzados de carreras de grado en Informática, pertenecientes a la UNSE y a la UNCA.

Dos de los investigadores están desarrollando sus tesis doctorales en Ciencias Informáticas (UNLP); uno está realizando su trabajo final de Maestría en Redes (UNLP); y los tres alumnos están desarrollando sus trabajos finales de grado. Se tiene previsto incorporar más alumnos de grado en los próximos años, a efectos de brindarles un marco apropiado para sus trabajos finales.

Referencias

1. Adas A. A., T. A. Shawly. Simulation of IPsec Protocol in Ad-Hoc Networks. Department of Electrical and Computer Engineering, King AbdulAziz University, Saudi Arabia; 2010.
2. Ardagna, C.A., Jajodia, S. Privacy Preservation over Untrusted Mobile Networks. CSIS-George Mason University; 2007.
3. Aravind, A., Tahir, H. Towards modeling realistic mobility for performance evaluations in MANET; University of Northern British Columbia, Prince George, BC, Canada; 2010.
4. Bannan, B., Peters, E., Martinez, P. Mobile, Inquiry-based learning and geological observation: An exploratory study. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 2(3), 13-29. 2010.
5. Bayya, AK, Gupte S, Shukla YK, Garikapati A. Security IN AD-HOC NETWORKS. Computer Science Department University of Kentucky; 2007.
6. Blythe, M., Reid, J., Wright, P., Geelhoed, E. Interdisciplinary criticism: analysis de experience of Riot! A location-sensitive digital narrative. *Behaviour and Information Technology*, 25, 2, 127-139, 2006.
7. Cukierman, U., Virgili, J. La Tecnología educativa al servicio de la educación tecnológica. UTN, Bs.As., 2010.
8. Cukierman, U. y Otros. Una experiencia de uso de celulares en un curso de articulación escuela media y universidad en modalidad a distancia. *VirtualEduca*, Brasil, 2007.
9. Hansen, F., Kortbek, K., Gronbaek, K.. Mobile Urban Drama for Multimedia-Based Out-of-School Learning. *ACM*. 978-1-4503-0424-5, 2010.
10. Hansen, F., Kortbek, K., Gronbaek, K., Spierling, U., Szilas, N. Mobile Urban Drama: Setting the Stage with Location Based Technologies. *ICIDS 2008, LNCS 5334*, pp. 20–31, Springer-Verlag, 2008.
11. ISO/IEC 9126. Estándares de Calidad del Software.
12. ISO/IEC 9241. Estándares de Usabilidad.
13. Kalloo, V., Mohan, P. An Investigation Into Mobile Learning for High School Mathematics. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 3(3). 2011.
14. Kumar, P. R. MANET Analysis, Protocols, Architecture and Towards Convergence. Dept. of Electrical and Computer Engineering, University of Illinois; 2002.
15. Lion, C. Imaginar con Tecnologías: Relaciones entre tecnologías y conocimiento. Buenos Aires, 2007.
16. Pernici, B. Mobile Information Systems. Infrastructure and Design for Adaptivity and Flexibility. Ed. Springer-Verlag, Germany, 2006.
17. Piattini M., García F. y Caballero I. Calidad de Sistemas Informáticos, AlfaOmega, México, 2007.
18. Reza B'Far. Mobile Computing Principles. Cambridge University Press, 2005.
19. Sanz, C. y Otros. Integración de la tecnología móvil a los entornos virtuales de enseñanza y de aprendizaje. Publicado en TE&T. 2008.
20. UNESCO. Declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI: visión y acción. París, 2009.
21. Woodill, G. The mobile learning edge. Ed. Mc Graw Hill, 2011.
22. Zhang, L., B. Tiwana, Z. Qian. Accurate Online Power Estimation and Automatic Battery Behavior Based Power Model Generation for Smartphones, *ACM*, 2010.