

## Sistemas ubíquos: Desarrollo y Aplicaciones.

Hugo Ramón, Javier Charne, Carlos Di Cicco, Diego de la Riva, Ana Smail, Germán Osella Masa

Instituto de Investigación y Transferencia en Tecnología (ITT),  
Escuela de Tecnología, Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires  
(UNNOBA)

{hugoramon, javier, carlosdicicco, delariva, anasmail}@unnoba.edu.ar  
{german.osella}@nexo.unnoba.edu.ar

### Resumen

Se presenta un proyecto de investigación aplicada al cómputo ubicuo (*ubicomp*), abarcando aspectos que van desde los fundamentos del desarrollo (técnicas de Ingeniería de requerimientos, metodologías de gestión, desarrollo de proyectos, técnicas de planificación, métricas, normas de calidad, redes de sensores y algoritmos inteligentes y procesamiento de señales) hasta la concepción de aplicaciones específicas orientadas a los procesos productivos de la región y el país, procesos de e-gobierno y e-ciudad, desarrollos específicos para televisión digital y la aplicación de tecnología informática para la educación en ambientes ubíquos.

**Palabras clave:** e-Learning, e-Government, TIC, educación superior, cambio cultural.

### Contexto

Este proyecto fue acreditado mediante evaluación externa y financiado por la Secretaría de Investigación, Desarrollo y Transferencia de la UNNOBA en el marco de la convocatoria a Subsidios de Investigación BIANUALES (SIB2013).

Se desarrolla en el Instituto de Investigación en Tecnologías y Transferencia (ITT) dependiente de la mencionada Secretaría, y se trabaja en conjunto con la Escuela de Tecnología de la UNNOBA. Y s

Se coordina con otros dos proyectos presentados por el ITT, uno relacionado a la Generación y Gestión de Contenidos para Educación Ubicua y el otro relacionado a la Gestión de la Tecnología Aplicada en Contextos Educativos. Además se relaciona con el proyecto “*Certificación de Calidad y Digitalización de Procesos en Organizaciones presentado*” del Instituto de Políticas y Gobierno (IPG). Esto muestra la interdisciplinaridad y transversalidad de los proyectos.

### Introducción

Computación ubicua es el término que se le da a la tercera era de la computación. La primera corresponde a los mainframes (una gran computadora compartida de una compañía), la segunda a la computadora personal y la tercera corresponde a la computación ubicua caracterizada por productos de cómputos portables conectados.

Ejemplo de esto son los teléfonos inteligentes, las tablets y las computadoras embebidas en todos los dispositivos de uso cotidiano.

Desde hace diez años se vienen introduciendo constantes mejoras en los teléfonos llamados inteligentes, hasta superar el hecho de ser sólo celulares al integrar poder de cómputo y comunicación en un equipo que entra en un bolsillo. Otros ejemplos son las computadoras embebidas incorporadas en los SmartTV que permiten el desarrollo de la televisión interactiva; en los automóviles que proveen seguridad activa y pasiva; en los artefactos del hogar, y en los edificios inteligentes.

A fin de 2012, según estimaciones del Pronóstico Global de Tráfico Móvil de Datos de Cisco, habrá más dispositivos inteligentes que personas [1]. Morgan Stanley, en un informe de 2009 llamado “*The Mobile Internet Report*”, indica “... *La Internet móvil está aumentando más rápido que lo que lo hizo Internet de escritorio y creemos que en cinco años, más usuarios podrán conectarse a Internet a través de dispositivos móviles que desde computadoras de escritorio. Los puntos clave para esto son:*

- *Cinco Productos basados en IP que están en continuo crecimiento y convergiendo para el uso de internet móvil: 3G + redes sociales + video + VoIP + dispositivos móviles.(saqué “impresionantes”).*
- *Las plataformas de Apple y Facebook sirven para descubrir cómo los usuarios se conectan y comunican; la participación que tiene el desarrollador en esto no tiene precedentes.*

- *El Crecimiento masivo de datos móviles está impulsando el desarrollo de los carriers y proveedores de equipos.*
- *Los mercados emergentes tienen un potencial increíble dado el crecimiento de usuarios de Internet móvil. La baja penetración de telefonía fija y el valor agregado que se le está dando a los servicios móviles indican que Internet será móvil....” [2].*

Relacionando esta información con el desarrollo de aplicaciones y buscando lograr la integración (característica fundamental de los entornos de computación ubicua) las aplicaciones deben implementar mecanismos para descubrir las necesidades de los usuarios móviles con el fin de presentar la información pertinente en el lugar correcto y en el momento adecuado.

Esta y otras características intrínsecas de los sistemas de computación ubicua, hace necesario el uso de diferentes técnicas de ingeniería de software. El desarrollo orientado a servicios, desarrollo basado en componentes, plugins basados en arquitecturas, sistemas basados en eventos y la evolución del software dinámico son las principales técnicas que se pueden utilizar en la ingeniería de software para sistemas ubicuos.

El factor limitante de los dispositivos para sistemas ubicuos es la energía, dado que generalmente los dispositivos son portables o embebidos y utilizan baterías con lo cual el consumo de energía impacta directamente en su desempeño, es necesario investigar sobre protocolos de comunicaciones, oportunidad de carga/descarga y utilización de energía cinética en estos dispositivos.

La computación invisible es central y permite definir escenarios para aplicaciones ubicuas. Cuando hablamos de invisible nos referimos a psicológicamente invisible. Este tipo de aplicaciones monitorean el comportamiento humano, de una casa, de un hospital o del tránsito, proveyendo control inteligente y utilizando programación no tradicional.

Este proyecto trata sobre la computación ubiqua y dado que es un campo en donde se dan progresos rápidos y simultáneamente, es un campo de investigación joven y amplio.

La oportunidad de I+D+i se da en adaptar/diseñar aplicaciones o a la forma de construir esas aplicaciones las cuales gestionan información procedente de redes de sensores compuestas por diversos nodos distribuidos y localizadas en espacios cerrados (hospitales, fábricas, etc.) o abiertos (campos, bosque, etc.). Ambos espacios se encuentran en las diferentes actividades económicas de la región de aplicación del proyecto.

La investigación en computación ubiqua se puede dividir en los siguientes aspectos:

- *Sistemas*: hace foco en cómo construir frameworks de desarrollo para aplicaciones ubicuas, los aspectos a tener en cuenta en la infraestructura para soportar estas aplicaciones y la privacidad inherente a información personal.
- *Experiencia*: destaca los aspectos críticos del usuario relacionado a la interfaces gráficas y de acuerdo a la etnografía.
- *Sensores*: que permiten determinar y analizar el contexto del usuario al cual las aplicaciones deben

reaccionar. Además es de interés poder estudiar la posibilidad de involucrar todos estos requerimientos en una ambiente de desarrollo simulado, permitiendo con esta herramienta la evaluación de aplicaciones ubicuas sin el costo asociado al desarrollo de los mismos.

Las contribuciones al cómputo ubiquo se le atribuyen a Mark Weiser [3] (Weiser, 1993) cuando trabajaba en XeroxPARC. En ese momento pensó en una época en donde las tecnologías de la computación aparecerían en todos los artefactos de la vida moderna para dar soporte a las actividades diarios del trabajo, del hogar y del ocio y sobre todo que esas tecnologías deben pasar desapercibidas. Los dispositivos móviles y los sensores pueden comunicarse entre sí con la infraestructura circundante para proveer soporte a las actividades. Esto se puede hacer en estos momentos debido a las capacidades que nos dan conectividad *Bluetooth*, *RFID*, *Zigbee*, *WiFi* y muchas otras.

Esta visión comienza a hacerse realidad aproximadamente en 2005 en donde se lanza el *iPod*, la zapatilla *adidas\_1* y el robot *Roomba*, estos productos no se ven como una computadora tradicional. En 2005 también se dan factores en la industria que permiten diseñar productos de acuerdo a la visión de Weiser:

- El precio de las CPU han caído hasta el punto de considerarlo sin costo.
- Internet es claramente social y comercial.
- Se han desarrollado protocolos estándares de intercambio de datos y comunicaciones.

- Se establece la telefonía celular (o digital) definiendo el concepto de teléfonos inteligentes.
- Se estandarizó la comunicación wireless.
- De acuerdo al boom de las punto como se desarrollaron productos interactivos.

Con los factores mencionados, diversos investigadores han generado muchos términos relacionados al mismo concepto, *la satisfacción de las necesidades de los usuarios de una manera autónoma, omnipresente e imperceptible* (Kuniasvsky, 2010):

- *Computación Ubiqua* referida a embeber procesamiento de información y comunicaciones en todos los ambientes para poder proveer servicios continuos.
- *Computación Física* que describe como las personas interactúan con las computadoras a través de objetos físicos más que a través de un ambiente on-line.
- *Computación Pervasiva* que se refiere al nuevo modelo tecnológico. Inteligencia Ambiental que describe como los dispositivos se integran en forma inteligente en los espacios construidos por los humanos y pasan a ser parte del ambiente. La Internet de las cosas en donde cualquier objeto físico puede ser digitalmente identificado en forma análoga a como la información digital es organizada en la web.

Los primeros prototipos que se desarrollaron fueron *LiveBoard* (Scott Elrod, 1992), *ParcPad* y *ParcTab* (Want, 1995) desarrollados en XeroxPARC entre 1988-1994. Debido al éxito con el que resultaron fueron comercializados posteriormente.

Como se ha dicho la naturaleza de la computación ubicua de interactuar con diversos dispositivos utilizando el entorno, requieren de mecanismos capaces de localizar a las personas y otros dispositivos, necesarios para la realización de sus actividades, de una manera sencilla y con menos interacciones. La localización fue atribuido al trabajo definido en *Active Badge system* (Andy Harter, 1994).

También se han desarrollado aproximaciones al modelado de contexto para el entorno académico, de congresos, aeropuertos, estaciones de trenes, turismo, automóviles entre muchas otras.

La noción de contexto es importante, existen frameworks (Kaori Fujinami, 2005) para el prototipado rápido de aplicaciones dependientes del contexto (Dey, 2001) y existen esfuerzos para definir un estándar de desarrollo para aplicaciones ubicuas (Martin Modahl, 1994) y en el dominio de redes dinámicas, tecnologías inalámbricas, protocolos de malla o servicios ubicuos también son diseñados y evaluados utilizando simuladores de red como MANET (Laurent Ciarletta, 2008).

Existen numerosos congresos como *The Eighth International Conference on Pervasive Computing* [4], *IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications* [5] y revistas como *IEEE Pervasive Computing* [6] en donde se ve claramente que la computación ubicua representa un gran desafío, siendo esta un área atractiva para definir líneas de investigación estratégica para el desarrollo de una región y el país.

## Líneas de investigación y desarrollo

Se mencionan aquí las principales líneas de investigación y desarrollo abordadas en el marco del proyecto:

- Investigar/Analizar:
  - La Ingeniería de software para aplicaciones no tradicionales.
  - Las tecnologías de Redes de sensores aplicados a aplicaciones ubicuas.
  - Algoritmos inteligentes aplicados a cómputo ubiquesto.
  - Procesamiento de señales en cómputo ubiquesto.
  - Privacidad en computación Ubiqua.
  - Interfaces Ubiquas.
  - Ubicación de objetos y personas en cómputo ubiquesto.
  - Framework de desarrollos de aplicaciones ubicuas.
- Realizar Actividades de Inteligencia Competitiva.
- Proponer una Metodología para desarrollo de aplicaciones ubicuas.
- Analizar:
  - Oportunidades de publicación/transferencia.
  - Metodologías de integración de las tecnologías.
  - Oportunidades de mejoras/adaptación/desarrollo de frameworks.

## Resultados y Objetivos

El propósito de este proyecto es, entre otros, revisar los desafíos involucrados en los sistemas ubicuos, así como presentar una perspectiva de la ingeniería de software para hacer frente a estos respondiendo a preguntas como:

- ¿Cómo las fallas y mal funcionamiento del sistema podrían ser detectados en forma transparente y automática?
- ¿Cómo afecta la escala de los sistemas de computación ubicua esta detección transparente?
- ¿Qué pasa con las propiedades en tiempo real de un sistema ubiquesto?
- ¿Qué aspectos de estos sistemas deben proporcionar garantías de tiempo real?
- ¿Qué métodos son necesarios para verificar la corrección de estos sistemas?
- ¿Cuáles son los requerimientos para un framework de aplicaciones ubicuas?
- ¿Se puede implementar un ambiente de simulación genérico de estos sistemas ubiquesto?

Al mismo tiempo se plantea la posibilidad de implementar un entorno simulado para producir/evaluar/prototipar aplicaciones ubicuas y que éste sea un producto de transferencia al medio con licenciamiento (GPLv2, GPLv3 o Creative Commons de acuerdo al caso).

Para el abordaje del problema planteado se propone una investigación aplicada satisfaciendo los siguientes objetivos:

- Investigar sobre los frameworks de desarrollo de aplicaciones ubicuas.
- Investigar sobre protocolos de redes de sensores y dispositivos heterogéneos.
- Selección/Adaptación/Desarrollo de un framework para el desarrollo de aplicaciones ubicuas.
- Selección/Adaptación/Implementación de un ambiente de simulación de aplicaciones ubicuas.

Este proyecto de investigación tiene indirectamente otros objetivos:

- Avanzar en la capacitación de postgrado de los miembros de proyecto.
- Redacción, exposición y defensa de las Tesis de Magister, Tesis, Prácticas Profesionales Supervisadas además de la publicación y/o transferencia de resultados obtenidos.
- Interacción con otros grupos de I/D del país y del exterior en la temática del proyecto.

Así mismo, al finalizar el proyecto, se busca que todos los productos desarrollados por este proyecto sean transferidos a empresas/organismos de la región UNNOBA y/o del país.

### Formación de Recursos Humanos

En esta línea de I/D se esperan producir en los próximos dos años, al menos, la dirección de dos Tesinas de Licenciatura en Sistemas, tres Prácticas Profesionales Supervisadas de la Ingeniería en Informática, la dirección de un Trabajo de Especialista, y la dirección de dos Tesis de Magister.

### Referencias

[1] Pronóstico del Índice de Red Visual de Cisco (VNI) para el Tráfico de Datos Móviles Global entre los años 2012 y 2017, [http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white\\_paper\\_c11-520862.html](http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-520862.html)

[2] Stanley M., "The Mobile Internet Report", 2009, <http://www.morganstanley.com/about/press/articles/4659e2f5-ea51-11de-aec2-33992aa82cc2.html>

[3] Weiser M. Ubiquitous Computing, IEEE Computer "Hot Topics", October 1993, <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/UbiCompHotTopics.html>

[4] The Eighth International Conference on Pervasive Computing, <http://pervasiveconference.org/2012/>

[5] IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications, <http://www.percom.org/>

[6] IEEE Pervasive Computing, <http://www.computer.org/portal/web/computingnow/pervasivecomputing>

### Bibliografía

- Weiser M. The Computer for the Twenty-First Century. Scientific American, Vol. 265, No. 3., pp. 94-104. 1991.
- Krumm J., Creating a New Book of Tutorials: Ubiquitous Computing Fundamentals, Microsoft Research Redmond, UbiComp 2009.

- Bravo C.; Redondo M.; Ortega M.; Bravo J. Evolución de un Entorno Colaborativo de Enseñanza Basado en Escritorio hacia la Computación Ubicua, (2002) COLINE'02 Investigación en Entornos de Interacción Colectiva, Workshop de Investigación sobre nuevos paradigmas de interacción en entornos colaborativos aplicados a la gestión y difusión del Patrimonio cultural. Granada, 11 y 12 de Noviembre del 2002.
- Hervás R., Nava S., Chavira G., Bravo J., Modelado de Contexto: Una Ontología Adaptativa al Usuario en Ambientes Inteligentes. Informe técnico. 2007.
- Carmona M.; González S.; Castro Ruiz, Innovación Tecnológica en Comunicaciones Móviles Desarrollada Con Software Libre: Campus Ubicuo Novática: Revista de la Asociación de Técnicos de Informática, ISSN 0211-2124, N°. 190, 2007.