



# SISTEMA PARA LA LOCALIZACIÓN GPS EN TIEMPO REAL SOBRE DISPOSITIVOS MÓVILES

**Liester Cruz Castro<sup>(1)</sup>, Yudiel Rodríguez Larrazabal<sup>(1)</sup>, Carlos Karen Céspedes Zamora<sup>(1)</sup>**

*Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba, ZIP 10400, E-mail [lcruz@uci.cu](mailto:lcruz@uci.cu)*

## RESUMEN

Los dispositivos móviles han alcanzado en el contexto actual gran significación debido a las facilidades que les brindan a los usuarios. La inclusión de la interacción de estos dispositivos con el Sistema de Posicionamiento Global (en sus siglas en inglés GPS) ha posibilitado mayor desarrollo en los Sistemas de Información Geográfica en ambiente móvil. Los desarrollos que vinculan el uso de GPS con los Sistemas de Información Geográfica tanto móviles como de uso general no cuentan en su totalidad con el uso eficiente de técnicas actuales de tiempo real.

El sistema informático que se presenta en este trabajo integra la visualización de información geográfica de forma referenciada con nuevas tecnologías para la interacción en tiempo real con la señal del GPS y el acelerómetro en dispositivos móviles. Para lograr el tiempo real en la aplicación informática se hizo uso de un framework de desarrollo de software al cual se le hicieron modificaciones para que pudiera integrar las tecnologías restantes que se utilizan. El sistema que se describe puede visualizarse en la mayoría de las plataformas móviles y en numerosos navegadores de internet aspecto que garantiza su portabilidad. En el presente artículo se detallan las principales características de la aplicación informática, las herramientas utilizadas y como se lograron integrar; se describen además los principales logros obtenidos con la implementación de este sistema.

## ABSTRACT

The mobile devices have achieved in the current context great significance by the facilities they provide to users. The inclusion of the interaction of these devices with Global Positioning System (GPS) has enabled further development in the Geographic Information Systems (GIS) in mobile environment. The developments that link the use of GPS with GIS mobile and of general use don't work entirely with real-time techniques.

The computer system presented in this paper integrates geographic information visualization that is referenced with new technologies for real-time interaction with the signal from the GPS and accelerometer on mobile devices. To achieve real-time application software were made use of a software development framework with modifications that integrate the other technologies used. The system described can be displayed on most platforms and in numerous mobile and web browsers aspect that ensures portability. This paper shows the main features of the software application, the tools used and how that tools be integrate, also describes the main achievements of the implementation of this system

## INTRODUCCIÓN

La utilización de la tecnología móvil ha ido en aumento en los últimos años. Dicha tecnología surgida para compensar la necesidad de comunicación de forma inalámbrica ha ido extendiéndose a la utilización de numerosas funcionalidades destinadas a satisfacer al usuario. Entre las funcionalidades que brindan los dispositivos móviles actuales se encuentra la interacción con el Sistema de Posicionamiento Global (en sus siglas en idioma Inglés GPS) y el acelerómetro, las cuales brindan información valiosa para la toma de decisión de las personas que posean estos dispositivos.

El GPS es capaz de determinar en cualquier parte del mundo la posición de un objeto geográfico, con una precisión hasta de milímetros. Entre los parámetros que ofrece este servicio además de la latitud y longitud de la ubicación de un dispositivo móvil, se brinda la altitud a la que se encuentra el mismo, un aproximado del margen de error, y la velocidad a la que se desplaza. Esta última es medida mediante el tiempo que se demora en recorrer una distancia por lo que es una media y no la velocidad real a la que se desplaza el dispositivo móvil.



De los dispositivos integrados el acelerómetro es uno de los más novedosos pues permite obtener la aceleración, fuerza, el movimiento en tres dimensiones y orientación cardinal del dispositivo móvil. Con todos estos datos se pueden realizar cálculos matemáticos para conocer sobre que eje de coordenadas un dispositivo móvil se desplaza y a qué velocidad lo hace con un alto nivel de precisión. Es muy utilizado en aplicaciones móviles actuales, pues permite una gran interacción entre el usuario y el dispositivo móvil.

La localización geográfica en la tecnología móvil está siendo enfocada hacia la Web Móvil, la cual es descrita por (W3C, 2011) para referirse al acceso a la web desde dispositivos cuya principal cualidad es la movilidad. Sin embargo, la forma de transmitir los datos presenta algunas limitaciones en cuanto a rapidez en brindar la información a los usuarios y el nivel de interactividad que se necesita debido a los nuevos retos que enfrenta la Web. Por lo planteado anteriormente se hace necesario el desarrollo de una web más interactiva, eficiente y que logre transmisión de datos bajo el concepto de tiempo real expresado por (Schulze, 2011) que plantea que el tiempo real en la web se posibilita cuando el cliente recibe mensajes del servidor sin solicitud previa y cuando los usuarios finales reciben actualizaciones de forma simultánea.

En consecuencia los Sistemas de Información Geográfica desarrollados en ambiente móvil que permiten la localización geográfica necesitan evolucionar para que cumplan con las nuevas exigencias de la Web. Dado el planteamiento anterior se hace necesaria la localización en tiempo real mediante el GPS y el acelerómetro, pero las herramientas actuales que gestionan este tipo de información trabajan en su mayoría sobre el protocolo de comunicación HTTP (Hypertext Transfer Protocol), que no brinda esta posibilidad. HTTP fue diseñado como un protocolo de solicitud-respuesta, no proporciona una comunicación bidireccional entre el cliente y el servidor Web ya que si se genera un nuevo evento en el servidor, este no es capaz de enviarle directamente un mensaje al cliente de manera asíncrona.

De forma general se puede afirmar que los SIG son “una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión” (Santovenia, 2009). Homólogamente a esto, un SIG es un complejo sistema de hardware y software que tiene como objeto la comprensión y análisis de datos espaciales georreferenciados cuyo fin último es ayudar a las diversas actividades humanas donde los datos espaciales tienen un papel determinante.

Para brindar solución a la comunicación Web en tiempo real existe el protocolo WebSocket el cual es capaz de proporcionar sobre un único socket<sup>1</sup> TCP un canal de comunicación bidireccional y full-duplex<sup>2</sup>. Diseñado para cualquier tipo de aplicación cliente/servidor, el protocolo WebSocket soluciona las limitaciones del protocolo HTTP, al sustituir la comunicación half-duplex<sup>3</sup>. Además dicho protocolo según (Lubbers, 2010) reduce en grandes proporciones el tráfico en la red teniendo en cuenta que al establecer la comunicación WebSocket entre el cliente y el servidor solo hay un envío de 2bits, eliminando las cabeceras HTTP.

Las cuestiones anteriores dan al traste que se limite el envío de información precisa e instantánea sobre localización geográfica, velocidad y orientación cardinal mediante el GPS y el acelerómetro asociados a un dispositivo móvil en tiempo real mediante la Web Móvil. Lo antes planteado evidencia que las potencialidades brindadas por el protocolo WebSocket no se están aprovechando en la Web Móvil.

---

1 Socket: Método para la comunicación entre un programa del cliente y un programa del servidor en una red.

2 Full-Duplex: Cualidad de los elementos que permiten la entrada y salida de datos de forma simultánea.

3 Half-Duplex: Significa que el método o protocolo de envío de información es bidireccional pero no simultáneo.



Este artículo describe como se desarrolló el Sistema para la localización GPS en tiempo real sobre dispositivos móviles (en lo adelante MapSensors) el cual representa la solución a la problemática planteada anteriormente de contar con un SIG basado en la Web móvil que garantice la localización GPS en tiempo real. También este artículo detalla de MapSensors sus principales funcionalidades, características y aportes a la sociedad cubana e internacional.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En vísperas del diseño e implementación de la solución más adecuada a las necesidades existentes, se realizó un análisis de contenido a la información obtenida a través de los métodos: analítico-sintético y la observación científica, permitiendo identificar las herramientas, tecnologías, lenguajes y metodología de desarrollo más adecuadas para el desarrollo del software en cuestión.

Para garantizar el correcto desarrollo de MapSensors se hizo uso de la metodología de desarrollo SXP, la cual está compuesta por las metodologías SCRUM y XP, la primera se utiliza para la gestión de proyectos de forma eficiente y la segunda es utilizada para promover las relaciones interpersonales del equipo de trabajo y en la retroalimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, donde dicho cliente es parte del equipo de trabajo hasta llegar al éxito del producto. Esta metodología fomenta el desarrollo de la creatividad, aumentando el nivel de preocupación y responsabilidad de los miembros del equipo, ayudando a mantener un mejor control del mismo por parte del líder del proyecto. (Peñalver, 2008). Se utilizó como lenguaje de modelado el Lenguaje de Modelado Unificado (UML) en su versión 2.0 y la herramienta CASE (en idioma español, Ingeniería de Software Asistida por Ordenador) Visual Paradigm para la modelación del sistema.

Se defendió desde un inicio la propuesta de utilizar herramientas y tecnologías libres en la construcción del sistema mencionado. El sistema operativo donde se implementó la aplicación informática fue GNU-Linux con la distribución Ubuntu en su versión 12.04, el cual es afín para desarrollar con software libre. El servidor de mapas utilizado para la representación de la información referenciada de forma espacial fue GeoServer en su versión 2.2, debido a que ofrece una completa interfaz de administración que permite al usuario gestionar los servicios cartográficos publicados de forma sencilla; además cumple con varios de los estándares de la Open Geospatial Consortium (OGC), por lo que puede integrarse con todo tipo de clientes, lo que garantiza una amplia portabilidad que es necesaria para la comunicación con sistemas desarrollados en ambiente móvil.

El lenguaje de programación que se utilizó para el desarrollo del sistema en el lado servidor fue Java (J2EE en sus siglas en idioma Inglés Java 2 Enterprise Edition) y en el lado cliente se utilizó el lenguaje de programación HTML en su versión 5 y el lenguaje de programación JavaScript. Se utilizó JWebSocket, un framework de código abierto para el desarrollo de aplicaciones Web estacionarias y móviles basado en Java en el lado del servidor y en Java Script del lado del cliente ya que constituye una nueva tecnología orientada al desarrollo de aplicaciones basadas en WebSocket que proporcionan altos niveles de velocidad, escalabilidad y seguridad. (Schulze, 2011), propiciándose con esto la gestión de la información georreferenciada en tiempo real. Además para el lado cliente se hizo uso del framework de JavaScript PhoneGap en su versión 1.1.0 y la biblioteca de clases OpenLayers en su versión 2.11.

PhoneGap es un framework que permite crear aplicaciones usando exclusivamente HTML5, CSS3 y Java Script, que son ejecutadas en un componente WebKit<sup>4</sup> de dispositivo móvil. Provee una serie de librerías JavaScript desarrolladas en el lenguaje específico de cada plataforma móvil (Objective C<sup>5</sup>

---

4 WebKit: plataforma para aplicaciones que funciona como base para el navegador web.

5 Objective-C: Lenguaje en el que se programan las aplicaciones para iPhone.



para IOS, Java para Androide, etc) que permiten acceder a las características de los dispositivos móviles como son GPS, acelerómetro, cámara, contactos, base de datos, sistema de ficheros, etc. Se puede ver una aplicación PhoneGap como una serie de páginas web que están almacenadas y empaquetadas dentro de una aplicación móvil, visualizadas con un navegador web, con acceso a la mayoría de las API del móvil, lo cual lo convierte en una alternativa muy sencilla para crear aplicaciones multiplataforma en ambiente móvil.

OpenLayers es una biblioteca de clases JavaScript utilizada para la visualización de mapas en la mayoría de los navegadores web modernos. Implementa una API<sup>6</sup> de JavaScript para la construcción de aplicaciones geográficas basadas en la Web, de forma similar a la de GoogleMaps y MSN VirtualEarth API, pero con la diferencia que es de código abierto. La versión de esta herramienta utilizada para el desarrollo del producto permite además extender la visualización de mapas a la Web móvil.

Se utilizaron los Entornos de Desarrollo Integrados (en sus siglas en idioma ingles IDE) Eclipse Helios 2.0 y Netbeans 7.0.1. Con Eclipse Helios se desarrolló la aplicación del lado cliente sirviendo de IDE para el framework PhoneGap. Se utilizó Netbeans IDE para desarrollar con el framework JWebSocket la aplicación servidora del sistema en cuestión. Como herramienta para el control de versiones se utilizó Subversión y como herramienta cliente para dicho control de versiones se utilizó RapidSVN.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mayoría de los SIG Web móviles a nivel mundial no funcionan en tiempo real, esto impide aprovechar las potencialidades y facilidades que brindarían las aplicaciones informáticas basadas en la localización desde la Web móvil si funcionaran con comunicación de forma inmediata y actualizada. Para darle respuesta a esta problemática se desarrolló la aplicación Web para la localización en tiempo real utilizando el framework JWebSocket sobre ambiente móvil, que presenta en su estructura de componentes la interacción que se muestra en la figura 1.

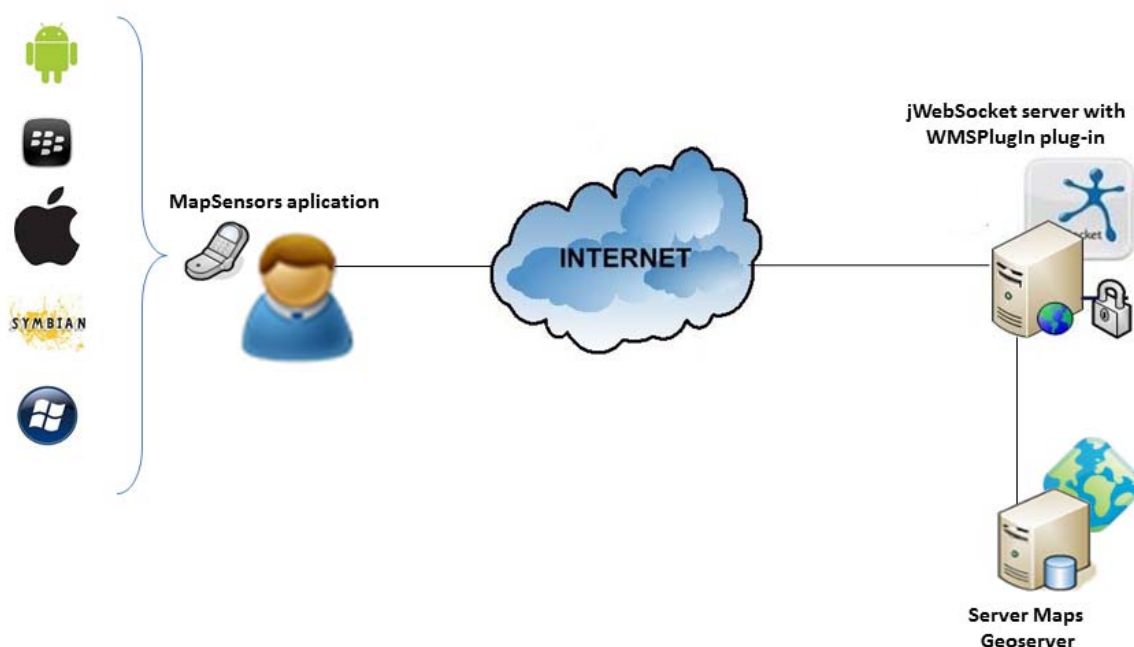


Figura 1: Propuesta de solución.

<sup>6</sup> API: Application Programming Interface - Interfaz de Programación de Aplicaciones.



Como se puede apreciar en la figura 1 MapSensors como aplicación informática permite crear un lado cliente multiplataforma, adaptable a la mayoría de las plataformas de dispositivos móviles inteligentes de la actualidad (Dispositivos Andriod, IOS, Blackberry, Symbian , Windows, Bada, etc), que permita realizar las mismas funcionalidades basándose fundamentalmente en la interacción con los elementos nativos de estos dispositivos que brindan información sobre la movilidad, que son el GPS y el acelerómetro. El lado servidor del sistema informático que se describe en el presente artículo como lo muestra la figura 1 permite gestionar la información proveniente del lado cliente que funciona en ambiente móvil y mediante la ayuda de la interacción de los servidores de JWebSocket y GeoServer brindar información georreferenciada a los clientes en tiempo real, es decir lo más actualizada posible mediante la interacción con mapas.

MapSensors permite a los usuarios conectados obtener la localización en tiempo real en la Web, además de poder conocer la velocidad a la que se desplaza y hacia qué punto cardinal se está dirigiendo un dispositivo móvil. Puede ser usada para mantener el control desde la web en un sistema de control de flotas propiciándose una mejor toma de decisiones. Se diferencia de otras aplicaciones Web de localización porque esta funciona en tiempo real a través del nuevo protocolo WebSocket que lo hace posible. Permite además que la comunicación no se establezca siempre ante una solicitud del usuario, sino que sea proactiva, que el servidor pueda comunicarse con ellos sin una acción precedente. Es desarrollada sobre el framework JWebSocket, permitiendo que el usuario pruebe el potencial del mismo para la localización Web en tiempo real.

Es necesario resaltar que se le hicieron adaptaciones mediante el lenguaje JavaScript al framework PhoneGap y a la biblioteca de clases OpenLayers para garantizar una correcta interacción entre la gestión de los recursos que brinda el GPS y el acelerómetro de los dispositivos móviles mediante PhoneGap y la posterior representación de estos datos georreferenciados obtenidos, en los mapas con las funcionalidades de SIG que brinda OpenLayers. También se le hicieron adaptaciones al framework JWebSocket para interactuar con los servicios estandarizados por la OGC (en idioma Inglés Open Geospatial Consortium) que brinda el servidor de mapas Geoserver, dicha interacción se logró con el desarrollo del *plugin* WMSPlugin para el framework JWebSocket. Se debe resaltar además que la utilización de PhoneGap propició que el sistema pudiese ejecutarse en muchas plataformas móviles actuales, este elemento es importante ya que cada plataforma para dispositivos móviles tiene sus propias características, lo que hace que dichas plataformas sean distintas unas de otras y el desarrollo multiplataforma se dificulte con creces.

La arquitectura de una aplicación es la vista conceptual de su estructura. Toda aplicación contiene código de presentación, procesamiento y almacenamiento de datos. La arquitectura de las aplicaciones difiere según como este distribuido su código. Para el desarrollo de la solución se hizo uso de la arquitectura en capas, dicha arquitectura tiene como objetivo primordial separar la lógica de negocios de la lógica de presentación. La principal ventaja de este estilo es que el desarrollo se puede llevar a cabo en varias capas, en caso de que ocurra algún cambio sólo afectará a la capa donde se hizo, logrando evitar que se produzcan cambios en las demás capas del sistema. Permite además distribuir el trabajo de creación de una aplicación por niveles; de este modo, cada grupo de trabajo está totalmente abstraído del resto de los niveles. La figura 2 muestra la vista de la arquitectura de software utilizada basada en tres capas (presentación, lógica del negocio y datos) que residen en dos ordenadores (presentación + lógica, lógica + datos), se puede decir que la solución del sistema cuenta con tres capas y dos niveles.





Figura 2: Arquitectura de Software.

La interfaz principal de la aplicación fue diseñada para ser amigable y de fácil uso para cualquier usuario, se tuvo en cuenta además las principales especificidades que presentan los dispositivos móviles, en cuanto a características propias y funcionamiento. Se desarrollaron las funcionalidades necesarias para que el trabajo con esta herramienta sea cómodo y confortable para el usuario; se tuvieron en cuenta las funcionalidades básicas de un SIG las cuales son: visualizar el mapa, acercar y alejar el mapa, mover el mapa hacia distintas direcciones y visualizar puntos de interés en el mapa, a esto se le añadió las funcionalidades localizar objeto móvil, visualizar objeto móvil, gestionar GPS y gestionar acelerómetro que representan valores añadidos de la aplicación informática orientados a garantizar movilidad en ambiente móvil en tiempo real. Las figura 3 muestra la forma de registrarse los usuarios que representan objetos móviles de la aplicación informática y la figura 4 muestra el sistema con sus funcionalidades básicas, la representación de un usuario en el terreno, así como otros datos de velocidad y orientación.

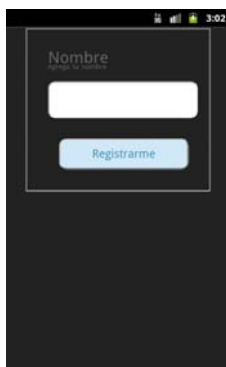


Figura 3 Registro sencillo para usuarios del sistema.



Figura 4 Vista del sistema.

La aplicación informática fue desarrollada como se había comentado anteriormente utilizando estándares libres, lo cual garantiza la integración tecnológica con la política que sigue Cuba, en cuanto al uso y desarrollo de software libre permitiendo la cooperación y el trabajo colaborativo con la comunidad de software libre cubana e internacional.

El sistema desarrollado permite brindar solución a las necesidades de los usuarios orientadas a tener acceso a la información sobre localización geográfica y sus datos asociados, desde cualquier lugar y en cualquier instante de tiempo, permitiendo incidir en la toma de decisiones oportuna. Las funcionalidades y aportes que brinda MapSensors descritas en el presente artículo hacen de este sistema informático un producto comercializable que responde a las necesidades de la población cubana y mundial.

## CONCLUSIONES

Se concluye que la aplicación esta lista para ser utilizada por los usuarios y se recomienda su uso extensivo con el objetivo de lograr una mejor toma de decisiones en SIG sobre ambiente móvil. Esta aplicación informática puede tenerse en cuenta para desarrollar un sistema de control de flotas, ya que desde el ambiente móvil puede enviarse información precisa y actualizada de la posición, velocidad y aceleración de un objeto móvil, constituyendo un valor añadido para este tipo de sistemas. Se cuenta con un sistema multiplataforma y reutilizable para diferentes negocios en ambiente móvil, que sigue las políticas de desarrollo basado en software libre importantes internacionalmente.



## BIBLIOGRAFÍA

- Lubbers, P., 2010 Java User Group. HTML5 Websockets and communication. <http://www.slideshare.net/Kaazing/v2-peterlubberssfjugwebsocket> . 2012.
- Peñalver, G., 2008. "MA-GMPR-UR2 Metodología ágil para proyectos de software libre." Universidad de las Ciencias Informáticas. Ciudad de La Habana, Cuba. [http://bibliodoc.uci.cu/TD/TD\\_1309\\_08.pdf](http://bibliodoc.uci.cu/TD/TD_1309_08.pdf).
- Santovenia, J., C. Taragó, R. Cañedo, 2009. Sistemas de Información Geográfica para la gestión de la información. ACIMED. 5.Vol 20.
- Sculze, A., 2011. Framework Approach for WebSocket. Web Technologies & Internet Application. (WebTech 2011).
- W3C. 2011. <http://www.w3.org/Mobile/>. 2012.