

**UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS
Facultad 9**



TÍTULO: Sistemas de Información Geográfica para dispositivos móviles basados en principios de independencia tecnológica.

**TRABAJO DE DIPLOMA PARA OPTAR POR EL TÍTULO
DE INGENIERO EN INFORMÁTICA**

AUTOR: Lisandra Escalona Griff

TUTOR: Ing. Lisset Salazar Gómez

**Ciudad de La Habana, Junio de 2010
“Año 52 de la Revolución”**

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

DEDICATORIA

En primer lugar a la Revolución, por haberme dado la oportunidad de estudiar y formarme bajo sus principios.

A todas aquellas personas que durante todos estos años me han apoyado, sin ustedes: compañeros, amistades, familiares, no hubiese sido posible que llegara este momento.

Especialmente a mis padres, por el amor y la educación que me han dado.

Y muy especialmente dedico este trabajo y todo mi esfuerzo a la persona que ha sido para mí: mi amigo, mi compañero, mi hermano, Raciél Rodríguez, por soportarme y apoyarme incondicionalmente durante todo este tiempo.

AGRADECIMIENTOS

A la Revolución Cubana, y a nuestro Comandante en Jefe Fidel Castro Rus.

A todos mis maestros, en especial a Mayra Aguilera Sánchez, quien fue mi maestra durante los 6 años de la primaria.

A mis profesores de la Secundaria 30 de Diciembre y a mis profesores del IPVCE Luis Urquiza Jorge.

A mis profesores de la Preselección Nacional de Matemática.

A mis profesores de la Universidad.

A la tutora y al tribunal de mi Tesis.

A todos mis compañeros de grupo y amistades por el apoyo brindado.

A mis familiares por preocuparse por mí y por mis estudios.

A mis padres por su constante preocupación.

A Raciél Rodríguez Rodríguez, por ser todo para mí.

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaro que soy la única autora de este trabajo y autorizo a la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio.

Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes de _____ del año _____.

Lisandra Escalona Griff

Ing. Lisset Salazar Gómez

Firma del Autor

Firma del Tutor

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

DATOS DE CONTACTO

Nombre: Lisset Salazar Gómez

Correo: lsgomez@uci.cu

Título: Ing. en Ciencias Informáticas

Centro de Estudios: Universidad de las Ciencias Informáticas, Ciudad de La Habana, Cuba.

Graduado: 2008

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

RESUMEN

El surgimiento y desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica han traído consigo numerosas ventajas en diversas ramas, fundamentalmente han marcado una notable diferencia en el mundo de la Informática y las Telecomunicaciones. Actualmente se han desarrollado sistemas de este tipo para ordenadores y también para dispositivos móviles, pues un SIG que puede representarse en un móvil, puede ser consultado por el usuario cualquier día, hora y lugar en el que se encuentre. Para desarrollar SIG y que estos puedan ser visualizados en un dispositivo móvil, es preciso conocer las tecnologías relacionadas con dichos dispositivos, así como también aquellas que se emplean en la realización de un sistema como el mencionado. Las mayorías de las tecnologías que se utilizan en la realización de dicho software son propietarias, por lo que habría que pagar licencias muy costosas para poder utilizarlas. En Cuba se desarrollan SIG utilizando tecnologías libres, y se quiere obtener futuros SIG Web para dispositivos móviles, pero aún no se cuenta con una propuesta de tecnologías a emplear en el desarrollo de este tipo de sistemas, es por ello que se decide desarrollar la presente investigación científica. Una adecuada selección de las tecnologías a utilizar en el desarrollo de SIG Web para dichos dispositivos, es el pilar fundamental para que el futuro software funcione, de ahí la importancia que tiene la investigación, cuya misión fundamental es obtener una propuesta de posibles tecnologías que puedan ser utilizadas para la representación de un SIG Web en los dispositivos móviles.

PALABRAS CLAVES

Sistemas de Información Geográfica, dispositivos móviles, independencia tecnológica

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: Fundamentación Teórica.....	5
1.1 Introducción.....	5
1.2 Conceptos asociados al dominio del problema.....	5
1.3 Situación Problemática.....	6
1.4 Marco teórico del Objeto de Estudio.....	7
1.4.1 Sistemas de Información Geográfica.....	8
1.4.2 Dispositivos móviles y tecnologías asociadas a la telefonía móvil.....	15
1.4.3 Dispositivos móviles en los que se pueden representar SIG.....	22
1.5 Conclusiones.....	26
CAPÍTULO 2: Características de algunas de las principales tecnologías.....	27
2.1 Introducción.....	27
2.2 Principales tecnologías y sus características.....	27
2.2.1 Sistemas Operativos.....	27
2.2.2 Lenguajes de programación.....	31
2.2.3 Sistemas Gestores de Bases de Datos.....	38
2.2.4 Framework o componentes.....	45
2.2.5 Servidores de mapas.....	48
2.2.6 Navegadores.....	49
2.3 Conclusiones.....	50
CAPÍTULO 3: Propuesta de tecnologías para representar SIG Web en dispositivos móviles.....	51
3.1 Introducción.....	51
3.2 Desarrollo Web orientado a dispositivos móviles.....	51
3.3 Propuesta de tecnologías a utilizar para representar SIG Web en dispositivos móviles.....	54
3.3.1 Lenguajes de Programación.....	54
3.3.2 Sistemas Gestores de Bases de Datos.....	55
3.3.3 Framework o componentes.....	56
3.3.4 Servidor de Mapas.....	57
3.4 Validación de la propuesta.....	58
3.5 Conclusiones.....	59
RECOMENDACIONES.....	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
BIBLIOGRAFÍA.....	65
ANEXOS.....	69
GLOSARIO.....	71

INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de Información Geográfica han tenido gran auge que va en crecimiento a través de los años, por lo que la demanda en el mercado mundial aumenta considerablemente, y consigo, el desarrollo y la importancia de estos sistemas.

Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS en su acrónimo inglés) es 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. (1)

El campo de aplicación de los SIG es muy amplio, pues estos sistemas tienen un impacto directo en el turismo de ciudad, y para las mejores ofertas de ventas, así como un impacto indirecto por ejemplo, en la defensa civil y en las telecomunicaciones.

Esta poderosa herramienta le permite al usuario realizar consultas interactivas, y dependiendo de las funcionalidades y particularidades de cada SIG, el usuario podrá obtener datos o mapas dado un criterio de búsqueda.

En el mundo existen poderosos SIG, y cada vez son más las empresas que se suman al desarrollo de este tipo de software, por lo que el uso de estos sistemas se ha incrementado exponencialmente en la actualidad, debido fundamentalmente a la importancia que tienen para la toma de decisiones en las empresas y en las diferentes esferas, lo cual está íntimamente relacionado con el incremento de la efectividad y la disminución de los costos que se obtienen con la puesta en marcha de un sistema con estas características. En Cuba se han ido incorporando dichos sistemas en los diferentes sectores, pero aún no se tiene conocimiento de que se haya implementado un SIG Web para dispositivos móviles.

Recientemente en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) se creó el proyecto GeneSIG, aplicación Web que surgió debido a la necesidad de contar con un producto soberano que sirva como soporte al desarrollo de software SIG en entornos libres; el mismo está implementado con herramientas y

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

tecnologías soberanas, cumpliendo además con las especificaciones OpenGis que establece el “Open Geospatial Consortium” (OGC) y en consecuencia con la política de migración al software libre y de soberanía tecnológica que impulsa el país.

Una personalización de GeneSIG es el sistema denominado SIGUCI, una aplicación Web que georeferencia los objetivos socioeconómicos del centro, brinda servicios de localización de personas, instalaciones, lugares de interés, edificios de residencia, y otros. Entre las principales funcionalidades que presenta están: Módulo de Navegación, Módulo de Consulta Espacial, Módulo de Análisis, Módulo de Exportación, Búsqueda de Personas, Búsqueda Temática y Búsqueda de Edificios. Este SIG aún está en su versión de prueba, pero posteriormente se le incorporarán nuevas funcionalidades. (2)

Con el desarrollo tecnológico en el presente siglo se han incrementado las tecnologías, y consigo el uso y aplicación de los SIG, especialmente los que pueden ser representados en dispositivos móviles, debido a que estos son de gran importancia para la sociedad actual que día a día se sumerge más en el mundo de la telefonía digital.

En la UCI, y principalmente en el proyecto GeneSIG, se quiere desarrollar futuros SIG para dispositivos móviles utilizando tecnologías libres. Debido al auge que han tenido tanto las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), como la telefonía digital, ha sido posible para las grandes compañías, desarrollar SIG para dispositivos móviles, aunque esta tecnología es nueva a nivel mundial. En Cuba se quiere desarrollar un sistema de este tipo, no solo por las numerosas ventajas que traería consigo, sino además, porque no puede costear estos sistemas por ser en su mayoría software propietario y sus licencias muy costosas.

Situación Problemática

El uso de SIG para dispositivos móviles ha proliferado debido a la importancia que tienen estos sistemas en la actualidad, y a las ventajas que tienen estos con respecto a los SIG de escritorio, pues con ellos no sólo es posible localizar lugares de interés, o determinar la menor distancia entre dos puntos, sino que además se puede hacer uso de la aplicación a cualquier hora del día, independientemente del lugar en el que se encuentre el usuario, lo que marca una notable diferencia. Dada la importancia que tienen estos

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

poderosos sistemas y debido a la inexistencia en el proyecto GeneSIG del Centro de Geoinformática y Señales Digitales (GEYSED) de la UCI, es que se decide desarrollar la presente investigación.

Cuba es un país subdesarrollado, y por tal motivo, no puede costear las licencias de los productos propietarios, es por ello que en el país se sigue una política de soberanía tecnológica, la cual consiste en que todo software, en la medida de lo posible, deba ser realizado utilizando tecnologías libres, o dicho con otras palabras, que el software no sea de dependencia tecnológica.

Teniendo en cuenta la situación descrita anteriormente, se ha identificado como **problema a resolver**: Dependencias tecnológicas existentes en los SIG para dispositivos móviles.

Siendo el **objetivo general** de la investigación: Obtener una propuesta de tecnologías libres para representar SIG Web en dispositivos móviles.

Para dar solución al problema planteado y cumplir con el objetivo general se determinó como **objeto de estudio** el proceso de representación de SIG Web en dispositivos móviles y como **campo de acción** las tecnologías para representar SIG Web en dispositivos móviles.

Si se logra caracterizar los diferentes tipos de dispositivos móviles existentes, y proponer las tecnologías a utilizar, siguiendo los principios de independencia tecnológica, entonces será posible representar futuros SIG Web en dispositivos móviles, siendo esta la **idea a defender** de la presente investigación.

Para lograr el objetivo se ha propuesto desarrollar las siguientes **tareas de investigación**:

- Caracterizar los diferentes tipos de dispositivos móviles existentes.
- Determinar los posibles dispositivos móviles en los que se puedan representar SIG Web.
- Caracterizar las tecnologías a utilizar para representar SIG Web en dispositivos móviles.
- Proponer las tecnologías a utilizar para representar SIG Web en dispositivos móviles, que sigan los principios de independencia tecnológica.
- Validar la propuesta.

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

Para desarrollar todas las tareas propuestas en dicha investigación, dentro de los métodos científicos existentes, se hace necesario auxiliarse del método teórico Analítico Sintético, y de la Encuesta como método empírico.

Método Teórico:

- **Analítico Sintético:** Se debe realizar un estudio relacionado con los SIG existentes en el mundo, así como también de las tecnologías utilizadas para representar dichos sistemas en los dispositivos móviles, temas que permitan adquirir el conocimiento suficiente, y a partir de un profundo análisis, sintetizar el conocimiento adquirido para establecer comparaciones entre dichas tecnologías y proponer cuál de ellas es la más acertada de acuerdo con las necesidades.

Método Empírico:

- **Encuesta:** Se debe realizar encuestas a diferentes profesionales utilizando la técnica del panel de expertos, para conocer sus consideraciones acerca de la propuesta que se realizará con el fin de representar SIG Web en los dispositivos móviles, utilizando para ello tecnologías libres.

El desarrollo de esta investigación resultará de gran importancia no sólo para los proyectos de GEYSED, sino también para los restantes proyectos que hoy se desarrollan en la Universidad, tal es el caso de los proyectos que están a cargo del Departamento de Telecomunicaciones de la Facultad 2, los cuales están relacionados con la telefonía digital.

El presente documento está compuesto por tres capítulos, permitiendo dar solución al problema que guió el Trabajo de Diploma, además de mostrar las conclusiones generales, las recomendaciones, la bibliografía consultada y citada, así como el glosario de términos y los anexos. Todos estos aspectos forman el cuerpo del trabajo y son indispensables para lograr un mejor entendimiento.

CAPÍTULO 1: Fundamentación Teórica.

1.1 Introducción

El proceso de representación de SIG Web en dispositivos móviles es muy abarcador, por lo que se hace necesario conocer las principales temáticas asociadas al mismo, es por ello que en el presente capítulo se profundiza en el estudio de los SIG y de los dispositivos móviles; así como también se aborda el tema relacionado a la telefonía digital, incluyendo las diferentes tecnologías asociadas, pues se considera que es un tema que tiene mucha relación con la investigación en cuestión, y que además, es de gran importancia, pues precisamente la evolución de la telefonía digital, unido al desarrollo de las TIC, han hecho posible el surgimiento de dispositivos móviles, y consigo, que en este tipo de dispositivos se puedan representar sistemas de gran utilidad como los SIG.

1.2 Conceptos asociados al dominio del problema

Para lograr un mejor entendimiento de los temas que serán abordados en la investigación, se hace necesario relacionar a continuación un conjunto de conceptos asociados a dichos temas.

Dispositivos Móviles: también conocidos como computadora de mano, “Palmtop¹” o simplemente handheld², son de pequeño tamaño, con algunas capacidades de procesamiento, móviles o no, con conexión permanente o intermitente a una red, con memoria limitada, diseñados específicamente para una función, pero que pueden llevar a cabo otras funciones más generales. (3)

¹ *Palmtop: ordenador de pequeño tamaño que se puede llevar en la palma de la mano (palm) y que, además de otras funciones, permite la conexión con Internet.*

² *Handheld: El término handheld -del idioma inglés que significa llevar en la mano y que su nombre completo es Handheld Computer o Handheld Device-, describe a un ordenador portátil para diversas aplicaciones, que puede ser llevado a cualquier parte mientras se utiliza.*

Dispositivos Inalámbricos: (en inglés "wireless") es aquel que es capaz de comunicarse o acceder a una red sin cables, por ejemplo, un teléfono móvil, paginadores, comunicadores de bolsillos o Asistentes Personales Digitales (PDA). Este tipo de dispositivos se comportan como si estuvieran directamente conectados a una red mediante un cable, dando la impresión al usuario de que los datos están almacenados en el propio dispositivo. (4)

Software libre: un programa es software libre si los usuarios tienen la libertad de:

- Ejecutar el programa, para cualquier propósito.
- Estudiar cómo trabaja el programa, y cambiarlo para que haga lo que el usuario desee que haga. El acceso al código fuente es una condición necesaria para ello.
- Redistribuir copias para que pueda ayudar al prójimo.
- Distribuir copias de sus versiones modificadas a terceros. Si lo hace, puede dar a toda la comunidad una oportunidad de beneficiarse de sus cambios. El acceso al código fuente es una condición necesaria para ello. (5)

Código abierto: (en inglés "open source") es el término con el que se conoce al software distribuido y desarrollado libremente. El código abierto tiene un punto de vista más orientado a los beneficios prácticos de compartir el código que a las cuestiones morales y/o filosóficas las cuales se destacan en el llamado software libre. (6)

1.3 Situación Problemática

En la última década ha proliferado el uso de los celulares, y más aún, el uso de dispositivos móviles inteligentes, que tienen muchas más funcionalidades que el resto de los móviles; es por ello que las diferentes empresas en el mundo de la telefonía digital, se han propuesto desarrollar diversos programas para este tipo de dispositivos. Con el desarrollo paralelo de los SIG y la importancia que tienen estos, sobre todo para la toma de decisiones, se han desarrollado sistemas que también pueden ser adaptados y visualizados en los dispositivos móviles.

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

Los SIG para dispositivos móviles tienen numerosas ventajas con respecto a los SIG convencionales, pues requieren de menos recursos en su desarrollo y pueden ser consultados por el usuario a cualquier hora, independientemente del lugar donde se encuentre; además, el usuario podrá tomar fotos con el mismo dispositivo en el momento real de encontrarse en el terreno, y compararlas con imágenes tomadas anteriormente, lo que posibilita una mejor toma de decisiones.

Para desarrollar un SIG y que este pueda ser representado en un dispositivo móvil, es de suma importancia tener en cuenta las tecnologías que se utilizarán en su desarrollo, pues hay una notable diferencia entre el software libre y el propietario, y debido a las ventajas que tiene el uso de tecnologías soberanas en el desarrollo de un software, sobre todo para países como Cuba, que tienen que pagar licencias muy costosas para poder utilizar un software privativo, es que se quiere realizar futuros SIG para dispositivos móviles con independencia tecnológica, lo cual significa que se deben utilizar tecnologías libres en su desarrollo, y para ello se profundizará en el estudio de dichos sistemas y de las aplicaciones libres destinadas a los dispositivos móviles.

Actualmente no se cuenta con una propuesta de tecnologías libres a utilizar para que se pueda representar un SIG Web en dispositivos móviles, lo cual es una deficiencia existente en el proyecto GeneSIG de la UCI, es por ello que el proyecto se ha trazado como una de sus metas inmediatas desarrollar SIG para dispositivos móviles, y para lograrla, se debe realizar un estudio profundo sobre estos sistemas de última tecnología.

1.4 Marco teórico del Objeto de Estudio

Para el desarrollo de la investigación se definió como objeto de estudio el proceso de representación de SIG Web en dispositivos móviles.

Para representar un SIG Web en dispositivos móviles, es preciso profundizar en el estudio, no sólo de los SIG y de los dispositivos móviles, sino también en la telefonía digital y sus tecnologías asociadas.

1.4.1 Sistemas de Información Geográfica

Con la realización de este trabajo se tendrá un amplio conocimiento de cómo representar un SIG Web en dispositivos móviles, y qué tecnologías se pueden utilizar en dicho proceso, pudiendo establecer una comparación entre las mismas, lo que permitirá determinar o proponer cuál de todas es la más factible para desarrollar en un futuro, un SIG con los requerimientos deseados.

Para entender el proceso de representación de un SIG Web en dispositivos móviles, es de vital importancia conocer de antemano el funcionamiento de estos sistemas, y las diferentes clasificaciones de un dispositivo móvil, así como también conocer en cuáles de ellos se pueden representar dichos sistemas.

Sobre los SIG, existen varias definiciones dadas por diferentes autores, pero de alguna forma todas están relacionadas: (7)

- Es un sistema de información que se diseña, para trabajar con datos referenciados por coordenadas espaciales o geográficas. En otras palabras, un SIG es un sistema de base de datos con capacidades específicas para referenciar espacialmente datos, así como también un conjunto de operaciones para trabajar con los datos.
- Un sistema para capturar, almacenar, comprobar, integrar, manipular, analizar y mostrar los datos que son espacialmente referenciados a La Tierra.
- Un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para apoyar la captura, gestión, manipulación, análisis, modelado y exhibición de datos, espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y de gerencia.

De manera general, un SIG funciona como una base de datos con información geográfica (datos alfanuméricos) que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de un mapa

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

digital. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos y también, preguntando por un registro de la base de datos, se puede saber su localización en la cartografía.

La razón fundamental para utilizar un SIG es la gestión de información espacial. El sistema posibilita separar la información en diferentes capas temáticas almacenándolas independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, facilitando al profesional la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos, con el fin de generar otra nueva, que de otra forma sería muy difícil obtener. (8)

Dentro de los SIG existentes en el mundo, es posible encontrar algunos que pueden ser representados en dispositivos móviles, y por esta razón, estos ofrecen una nueva perspectiva para el uso de los SIG, habilitándole al usuario el acceso en el campo (o cualquier lugar donde se encuentre), a información generada en la oficina. Además, es posible realizar tareas de terreno de captura, almacenamiento, actualización, manipulación y análisis de información geográfica.

Utilidades que brinda un SIG para dispositivos móviles:

- Asistir trabajos de campo y manejo de bases de datos.
- Presenta alta gama de prestaciones para tareas en el campo y la ciudad.
- Consulta y edición de datos geográficos en cualquier lugar y circunstancia.
- Consulta y edición de mapas en forma digital.
- Posicionamiento en tiempo real sobre mapas e información existente o en proceso de relevamiento.
- Reemplaza mapas en papel, siendo compacto y pudiendo almacenar gran cantidad de información.
- Posibilita la toma de medidas en situaciones (posiciones, longitudes, superficies, direcciones, etc.).
- Permite añadir fotos tomadas con la propia cámara digital al mismo tiempo.

Beneficios:

- Aumento de la productividad, debido a la optimización de recursos y recorridos.
- Los costos de implementación de estos sistemas son relativamente bajos, por la amplia variedad de equipos y software disponibles.

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

- Mayor práctica en el uso de múltiples mapas, planos e información de diversa índole.
- Disminución de la probabilidad de cometer errores, al evitar el traspaso de datos de planillas de terreno y anotaciones de difícil comprensión.
- Dispositivos compactos y móviles.
- La edición de las bases de datos en tiempo real, acelera el análisis, la representación y la toma de decisiones con información espacial precisa y actualizada.
- Permite comparar datos espaciales y alfanuméricos de una base de datos, con características reales del terreno.
- Pueden usarse mapas, imágenes, fotografías aéreas, y otros materiales hechos a medida por el usuario.
- Es muy sencillo para operadores con escasa o nula experiencia. (9)

Ejemplos de Sistemas de Información Geográfica

A continuación se realiza un análisis de algunos de los principales SIG existentes en el mundo, tal es el caso de ArcGIS: el Sistema Completo de Información Geográfica de ESRI que incluye una gran cantidad de productos y de GvSIG con su extensión para dispositivos móviles GvSIG Mobile.

- **ArcGIS: el Sistema Completo de Información Geográfica de ESRI**

El SIG de mayor difusión en la actualidad y desde hace varios años es el ArcGIS, software propietario y no gratuito desarrollado por la empresa ESRI. Según la empresa desarrolladora: "ArcGIS es una familia de productos de software para construir un SIG completo en su organización."

La familia de productos ArcGIS satisface las necesidades de empresas pequeñas, medianas y grandes, y más de un millón de usuarios en todo el mundo la usan actualmente. ArcGIS permite fácilmente crear datos, mapas, y modelos en computadoras de escritorio; enviarlos a un servidor SIG; y usarlos por intermedio de clientes de Web, de escritorio y móviles.

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

La familia de productos ArcGIS incluye SIG de escritorio (Desktop SIG), SIG de servidor (Server SIG), SIG móvil (Mobile SIG), y SIG en línea (Online SIG), entre otros productos. (10)

Mobile SIG permite al personal de campo capturar, almacenar, actualizar, manipular, analizar y representar información geográfica. Es la expansión de un SIG de la oficina al campo y es una herramienta importante para lograr un SIG empresarial completo. Mobile SIG incluye: ArcGIS Mobile, ArcPad, y Mobile ArcGIS Desktop Systems.

ArcGIS Mobile permite a los desarrolladores crear aplicaciones geográficas para clientes móviles. Gracias al enorme potencial de ArcGIS Server, estas aplicaciones móviles contribuyen a incrementar la productividad en el trabajo de campo. Incluye un kit de desarrollo (SDK) que se instala como parte de ArcGIS Server. Usando el SDK, se pueden construir aplicaciones que posean funcionalidad geográfica básica como representación de mapas, navegación y soporte para GPS. Con ArcGIS Mobile es posible utilizar herramientas de desarrollo sencillas para crear aplicaciones móviles personalizadas que se ajusten a las necesidades del usuario; además, operar en un entorno conectado o desconectado, permitiendo actualizaciones en el servidor casi en tiempo real, y desplegar aplicaciones en dispositivos móviles como Smartphone, Pocket PC y Tablet PC. Se puede usar para implementar aplicaciones SIG móviles intuitivas y productivas para mayor precisión y mejor actualización de los datos SIG. (11)

ArcPad es una aplicación SIG, integrada dentro de la solución ArcGIS, destinada a dispositivos móviles. Aunque está orientada a proyectos de captura de datos y recogida de información geográfica mediante posicionamiento GPS, también se utiliza para la edición de información vectorial. Se trata de una solución ligera, sencilla y de bajo costo que permite llevar herramientas SIG a cualquier parte. ArcPad añade a los dispositivos móviles funcionalidades SIG y GPS muy intuitivas, por lo que la toma de datos en campo es rápida, precisa y ofrece validación y disponibilidad inmediata de la información recogida. (12) (13)

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

GvSIG es una herramienta orientada al manejo de información geográfica. Se caracteriza por una interfaz amigable, siendo capaz de acceder a los formatos más usuales, de forma ágil, tanto ráster³ como vectorial. Integra en una vista datos tanto locales como remotos a través de un origen WMS, WCS o WFS. Actualmente dispone de una interfaz en castellano, valenciano, inglés, alemán, checo, chino, euskera, gallego, francés, italiano y portugués, siendo además, gratuita. (14) (15)

GvSIG Mobile es una versión reducida de GvSIG adaptada para dispositivos móviles, con soporte para los formatos: shapefile (SHP)⁴, GPX, KML, GML, ECW, WMS e imágenes, capaz de hacer uso de sistemas GPS. Soporta funcionalidades como la visualización de información local y remota (vía WMS), gestión de capas, consulta de información alfanumérica de los elementos, edición de datos mediante formularios personalizados, entre otras. Existe una extensión para GvSIG escritorio que permite exportar información cartográfica de GvSIG a GvSIG Mobile.

Es promovido por: la Consejería de Infraestructura y Transporte (Generalitat Valenciana) y desarrollado por: Prodevelop, la Universidad de Valencia e IVER (Tecnologías de la Información). Es un cliente de infraestructuras de datos espaciales para dispositivos móviles, y además, es el primer cliente con estas características licenciado como software libre.

Resumiendo sus características principales:

- Acceso a formatos vectoriales: SHP y a formatos ráster: ECW, JPEG, PNG, GIF.
- Acceso a servicios remotos: visualización de información local y remota (WMS).
- Navegación: zooms, desplazamiento, etc.
- Consulta: información alfanumérica, medir distancias, áreas, etc.

³ *Un tipo de datos ráster es, en esencia, cualquier tipo de imagen digital representada en mallas. El modelo de SIG ráster o de retícula se centra en las propiedades del espacio más que en la precisión de la localización. Divide el espacio en celdas regulares donde cada una de ellas representa un único valor.*

⁴ *Shapefile es un formato vectorial de almacenamiento digital donde se guarda la localización de los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos. Fue desarrollado por la compañía ESRI.*

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

- Selección: búsqueda alfanumérica, etc.
- Gestor de capas: visualización, adición y eliminación, orden, consultable, simbología, etc.
- Edición de datos mediante formularios personalizados.
- Integra en una vista tanto datos locales como remotos a través de estándares OGC.
- Es software libre, con Licencia Pública del proyecto GNU (GPL), lo que permite su libre uso, distribución, estudio y mejora.
- Está disponible en varios idiomas (castellano, inglés, alemán, francés, entre otros).
- Está desarrollado con el lenguaje Java y está disponible para plataformas que soporten Java Micro Edition CDC 1.1.
- Actualmente funciona en las siguientes plataformas: Windows Mobile 5.0 y Windows Mobile 6.0.

El proyecto, que ha tenido una gran acogida, acaba de publicar una segunda versión (GvSIG Mobile PILOTO 2), que incluye nuevas funcionalidades como son:

- Navegación a destino: permite que GvSIG Mobile guíe al usuario hacia un punto destino al que desea desplazarse, mostrando para ello una línea que une la posición del usuario y el destino e indicando la distancia que los separa.
- Creación de puntos, líneas y polígonos.
- Soporte de StarFire⁵.
- Nuevos formatos vectoriales:
 - ✓ GPX (formato estándar para el almacenamiento de puntos de interés y rutas de GPS).
 - ✓ GML (formato XML vectorial definido por la OGC y utilizado en los servicios WFS).
 - ✓ KML (formato definido por Google y posteriormente adoptado por la OGC, muy extendido por ser el que utiliza Google Earth). (16) (17)

⁵ *StarFire es un sistema GSBAS (Global Satellite-Based Augmentation System) incorporado en algunos dispositivos GPS de NavCom que permite obtener precisiones decimétricas.*

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

Después de analizar y estudiar algunos de los principales SIG desarrollados por otros países del mundo, se pudo apreciar que las tecnologías utilizadas para la realización de dichos sistemas varían en dependencia del fabricante, aunque se puede destacar que ArcGIS es el más completo de los SIG, y por ende, el más utilizado a nivel mundial, pero tiene como negativa que es propietario, al contrario de GvSIG Mobile que es un software libre, desarrollado bajo la licencia GNU/GPL e implementado en Java.

Cuba no se ha quedado atrás o enajenada al mundo de los SIG, pues ya se han implementado sistemas de este tipo, un ejemplo reciente y cercano es el desarrollo de la **Plataforma soberana GeneSIG**, de la cual se exponen a continuación sus principales características:

- Desarrollada sobre el SO GNU/Linux en su distribución Ubuntu v8.10.
- La herramienta de modelado que se utilizó en su desarrollo fue el Visual Paradigm por ser una herramienta libre y fácil de usar.
- Durante el desarrollo se utilizaron algunos de los Entornos de Desarrollo Integrado (IDE) más conocidos en el mundo como son: Zend Studio v5.5, Zend Studio for Eclipse v6.0 y AptanaStudio v1.0.
- Se utilizó como lenguaje de programación: PHP 5.01.
- Se utilizaron además, las siguientes librerías para facilitar el trabajo con algunos componentes y la integración entre ellas: Gd, XSL, Pgsq, ExtJS v3.0, HTML, CCS y Smarty.
- Framework⁶ o componentes empleados: Cartoweb v3.0. y Symfony.
- El Servidor de aplicaciones que se usó fue: Apache v2.0.
- Para la gestión de base de datos se utilizó el PostgreSQL v8.3, por ser totalmente libre.
- Se utilizó además la extensión de PostgreSQL para el desarrollo de SIG (PostGIS), que está catalogada como una de las mejores del mundo.
- Como servidor de mapas se utilizó: MapServer v5.4.1. (18)

⁶ *Framework es una estructura conceptual y tecnológica de soporte definida, normalmente con artefactos o módulos de Software concretos, en base a la cual otro proyecto de software puede ser organizado y desarrollado.*

1.4.2 Dispositivos móviles y tecnologías asociadas a la telefonía móvil

Los dispositivos son pequeños, móviles o no, con algunas capacidades de procesamiento y memoria limitada. Tienen conexión permanente o intermitente a una red. Están diseñados específicamente para realizar una función, pero pueden llevar a cabo otras más generales. La mayoría de estos dispositivos pueden ser transportados en el bolsillo del propietario y normalmente se asocian al uso individual de una persona. Algunos están integrados dentro de otros mayores, controlando su funcionalidad (como puede ser el ordenador integrado en una lavadora).

Los conceptos de móvil y sin cables muchas veces se confunden, por ejemplo, un PDA con datos en él y aplicaciones para gestionarlos puede ser móvil, pero no tiene por qué ser inalámbrico, ya que puede necesitar un cable para conectarse al ordenador y obtener o enviar datos y aplicaciones, sin embargo, un teléfono móvil equipado con un pequeño navegador puede navegar por Internet, en este caso, se considera inalámbrico, pero no se considerará móvil si no dispone de un valor añadido en forma de aplicaciones que aporte alguna función cuando no está conectado a otros sistemas. Si el PDA es capaz de conectarse a una red para obtener datos desde cualquier lugar, entonces también será inalámbrico.

Sobre los dispositivos móviles, es preciso conocer primeramente sus principales características para poder caracterizarlos de acuerdo a sus funcionalidades o limitaciones. A continuación se resumen algunos elementos que diferencian estos dispositivos de los ordenadores de sobremesa:

- Funcionalidad limitada.
- No necesariamente extensible y actualizable.
- En pocos años el usuario deberá cambiarlo.
- Menos complicado en su manejo.
- Fácil de aprender su operación, no se requieren usuarios expertos.
- Más económico.

Algunos de estos dispositivos son los siguientes:

- Paginadores.
- Comunicadores de bolsillo.

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

- Teléfonos con pantalla para Internet.
- Sistemas de navegación de automóviles.
- Sistemas de entretenimiento.
- Sistemas de televisión e Internet (WebTV).
- Teléfonos móviles.
- PDA. (9)

La telefonía móvil, también llamada **telefonía celular**, básicamente está formada por dos grandes partes: una red de comunicaciones (o red de telefonía móvil) y los terminales (o teléfonos móviles) que permiten el acceso a dicha red.

Los **teléfonos móviles** son dispositivos sofisticados que para comprimir y descomprimir señales digitales codificadas, tienen que procesar millones de cálculos por segundo, no obstante, están compuestos por sólo algunos componentes como son:

- Un micrófono microscópico.
- Una antena.
- Un altavoz.
- Una pantalla de cristal líquido o plasma.
- Un teclado.
- Una batería.
- Una placa de circuitos.

También se define al teléfono móvil o celular como dispositivo inalámbrico electrónico que permite tener acceso a la red de telefonía celular. Se denomina celular debido a las antenas repetidoras que conforman la red, cada una de las cuales es una célula, si bien existen redes telefónicas móviles satelitales. Su principal característica es su portabilidad, que permite comunicarse desde casi cualquier lugar, aunque su principal función es la comunicación de voz, como el teléfono convencional. Las ventajas que presenta un teléfono móvil son varias, entre ellas que ha sido muy extendido, sobre todo por ser más económico que otros dispositivos; es ligero y transportable, y posee prestaciones de comunicación innatas.

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

Aunque los primeros teléfonos móviles tenían algunos inconvenientes, por tener capacidades de visualización limitadas, poca potencia de proceso y poca memoria; ya éstos han evolucionado considerablemente, los más modernos poseen mayores prestaciones de servicio, las pantallas son más nítidas, y sus baterías son más pequeñas y de mayor duración. Cuentan con mayores prestaciones de servicio como son: juegos, reproducción de música en MP3 y otros formatos, correo electrónico, envío de mensajes, agenda electrónica, fotografía digital y video digital, video-llamada, navegación por Internet, incorporación del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y hasta televisión digital. La incorporación de software más amigables, hacen del teléfono móvil, un elemento muy apreciado en la vida moderna. (10)

En la primera generación de telefonía móvil (1G), los teléfonos utilizaban tecnología analógica, lo que marca una diferencia con respecto a los de segunda generación (2G), pues estos últimos están digitalizados; aunque en ambas generaciones se usan sistemas digitales para conectar la radio base al resto del sistema telefónico.

El **Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM)** marcó el inicio de la segunda generación. Su principal característica es la capacidad de transmitir datos además de voz, a una velocidad de 9,6 Kbit/s. Por ser digital cualquier cliente de GSM puede conectarse a través de su teléfono con su ordenador y puede hacer, enviar y recibir mensajes por correo electrónico, faxes, navegar por Internet, acceso seguro a la red informática de una compañía (LAN/Intranet), así como utilizar otras funciones digitales de transmisión de datos, incluyendo el Servicio de Mensajes Cortos (SMS). (19)

Con la aparición de la telefonía móvil digital, fue posible acceder a páginas de Internet especialmente diseñadas para móviles, a través de la tecnología conocida como Protocolo de Acceso Inalámbrico (WAP). Uno de los problemas que presenta la tecnología GSM es el hecho de no poder soportar el Protocolo de Internet (IP), lo que impide el acceso directo a Internet.

En la generación denominada segunda generación y media (2.5G), como paso previo a la tercera generación (3G), están incluidas aquellas tecnologías que permiten una mayor capacidad de transmisión de datos, tales como: GPRS, EDGE, EvDO y HSPA.

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

La tecnología más notoria de esta generación es el **Servicio General de Paquetes vía Radio (GPRS)**, capaz de coexistir con GSM, pero ofreciendo servicio portador más eficiente para el acceso a redes IP como Internet. Permite velocidades de transferencia de 56 a 144 Kbit/s, y una velocidad máxima teórica de 177.2 Kbit/s en caso de que utilice todos los recursos del sistema.

El GPRS es una extensión del GSM para la transmisión de datos no conmutada (o por paquetes). Que la conmutación sea por paquetes permite fundamentalmente la compartición de los recursos radio. Un usuario GPRS sólo usará la red cuando envíe o reciba un paquete de información. Todo el tiempo que esté inactivo podrá ser utilizado por otros usuarios para enviar y recibir información. Esto permite a los operadores dotar de más de un canal de comunicación sin miedo a saturar la red, de forma que mientras que en GSM sólo se ocupa un canal de recepción de datos del terminal a la red y otro canal de transmisión de datos desde la red al terminal, en GPRS es posible tener terminales que gestionen cuatro canales simultáneos de recepción y dos de transmisión.

Servicios ofrecidos por GPRS:

El GPRS ha permitido toda una nueva serie de aplicaciones dentro de los móviles, pues no solo permitió acceder a Internet a través del protocolo TCP/IP, sino que además, mediante el software adecuado es posible acceder desde un terminal móvil, a servicios tales como la visualización de páginas de la Web, FTP⁷, IRC⁸, Telnet⁹, mensajería instantánea, correo electrónico, animación, etc., y todo esto utilizando los mismos protocolos que un ordenador convencional; por lo que esta nueva tecnología mejora y actualiza al GSM, proporcionando así numerosos beneficios:

⁷ *FTP: Protocolo de Transferencia de Ficheros.*

⁸ *IRC (Internet Relay Chat) es un protocolo de comunicación en tiempo real basado en texto, que permite debates entre dos o más personas. Se diferencia de la mensajería instantánea en que los usuarios no deben acceder a establecer la comunicación de antemano.*

⁹ *Telnet (TELEcommunication NETWORK): es el nombre de un protocolo de red (y del programa informático que implementa el cliente), que sirve para acceder mediante una red a otra máquina, para manejarla remotamente, como si el usuario estuviera sentado delante de ella.*

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

- Mensajería instantánea, SMS y Servicio de Mensajes Multimedia (MMS).
- Aplicaciones en red para dispositivos a través del protocolo WAP.
- Servicios P2P utilizando el protocolo IP.
- Posibilidad de utilizar el dispositivo como módem USB.
- Servicios de comunicación, como el correo electrónico y la World Wide Web (WWW).
- Establecimiento instantáneo de la conexión.
- Conexión a Internet permanente (siempre "on-line").
- Posibilidad de que la facturación del servicio sea realizada según la cantidad de información transmitida/recibida, sin ser contabilizado el tiempo que se está conectado.
- Permite una mayor velocidad de transmisión de datos. (20)

La 2G abarca varios protocolos distintos desarrollados por varias compañías e incompatibles entre sí, lo que limitaba el área de uso de los teléfonos móviles a las regiones con compañías que les dieran soporte, problema que fue resuelto con las tecnologías de la generación posterior.

La tercera generación (3G) marcó el estándar para que todas las redes sean compatibles unas con otras. Los servicios que ofrecen las tecnologías de dicha generación son básicamente: acceso a Internet, servicios de banda ancha, "roaming¹⁰" internacional e interoperabilidad, transferencia tanto de voz como datos (una llamada telefónica) y datos no-voz (como la descarga de programas, intercambio de email, y mensajería instantánea), así como también permite el desarrollo de entornos multimedia para la transmisión de video e imágenes en tiempo real, fomentando la aparición de nuevas aplicaciones y servicios tales como videoconferencia o comercio electrónico con una velocidad máxima de 2 Mbit/s en condiciones óptimas.

¹⁰ En redes inalámbricas, "Roaming" se refiere a la capacidad de cambiar de un área de cobertura a otra sin interrupción en el servicio, o pérdida en conectividad. Permite a los usuarios seguir utilizando sus servicios de red inalámbrica cuando viajan fuera de la zona geográfica en la que contrataron el servicio.

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

El **Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS)** es el nuevo protocolo que será utilizado por la tercera generación de teléfonos móviles. Integrado en el proyecto de crear un estándar que pueda ser utilizado mundialmente (al contrario de la segunda generación, cuyos sistemas: americano y europeo son incompatibles). Aprovechando la tecnología UMTS, comienzan a aparecer módems para Computadora Personal (PC) que conectan a Internet utilizando la red de telefonía móvil. Este sistema aún es caro, debido a que el sistema de tarificación no es una verdadera tarifa plana sino que establece limitaciones en cuanto a datos o velocidad.

Servicios que ofrece UMTS:

- Telefonar a alguien o enviar/recibir mensajes, como funciones básicas.
- Transmisión de voz con calidad equiparable a la de las redes fijas.
- Acceso a Internet eficiente, sin límites, y a una velocidad más rápida que los módems normales.
- Acceso a cualquier tipo de información, en cualquier lugar (imágenes, videos, etc.).
- Transmisión de audio y video en tiempo real.
- Transmisión de faxes, imágenes, videos y datos.
- Al mismo tiempo de estar telefoneando será posible visualizar en la pantalla, en tiempo real, la persona con quien el usuario se está comunicando, en caso de que ésta también posea un móvil UMTS (video-llamada).
- Información, comercio y entretenimiento multimedia estarán disponibles en pantalla, en un sistema que integrará las redes de telecomunicaciones móviles, fijas y por satélite.
- Convergencia de los varios tipos de redes existentes.
- Capacidad multimedia y una gran movilidad.
- "Roaming" a escala mundial.
- Portabilidad entre los varios ambientes UMTS (permitiendo el acceso a las redes UMTS terrestres y de satélite).
- Compatibilidad entre el sistema GSM y el UMTS, debiendo los terminales poseer "dual band" o funcionar en ambos sistemas.

Tras la implantación del sistema UMTS, el concepto de teléfono móvil ha cambiado radicalmente, pasando de ser un simple instrumento de comunicación para convertirse en un terminal multimedia con múltiples

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

capacidades para la comunicación y el ocio. Además, para zonas en las que la telefonía fija no llega o es deficiente, como zonas de extrarradio de las ciudades, pueblos alejados de grandes núcleos o países en vías de desarrollo; la tecnología UMTS habilita la posibilidad de llevar servicios de telecomunicaciones avanzados a todas las personas que se encuentran en esas zonas de poca cobertura. (21)

Clasificaciones de los diferentes tipos de dispositivos móviles existentes

Dado el variado número de niveles de funcionalidad asociado a los dispositivos móviles, en el año 2005 se propusieron los siguientes estándares para la definición de dichos dispositivos:

Dispositivo Móvil de Datos Limitados:

- Pantalla pequeña.
- Servicios de datos generalmente limitados al SMS y acceso mediante WAP.
- Ejemplo: los celulares comunes.

Dispositivo Móvil de Datos Básicos:

- Pantalla de mediano tamaño, (entre 120x120 y 240x240 píxel).
- Menú o navegación basada en íconos por medio de una "rueda" o cursor.
- Acceso a correo electrónico, lista de direcciones, SMS, y un navegador Web básico.
- Ejemplo: BlackBerry y los teléfonos inteligentes.

Dispositivo Móvil de Datos Mejorados:

- Pantallas de medianas a grandes (por encima de los 240x120 píxel).
- Navegación de tipo "stylus" (táctil).
- Ofrece las mismas características que el "Dispositivo Móvil de Datos Básicos".
- Contiene aplicaciones de Microsoft Office Mobile (Word, Excel, PowerPoint).
- Contiene aplicaciones corporativas usuales, en versión móvil, como portales intranet, etc.
- Incluye los Sistemas Operativos (SO) como Windows Mobile 2003 o versión 5, incluido en las Pocket PC. (22)

1.4.3 Dispositivos móviles en los que se pueden representar SIG

Organizadores y asistentes personales digitales (PDA)

Un Asistente Personal Digital (PDA) es básicamente un organizador digital que ofrece calendarios, block de notas y agendas para teléfonos, siendo estas sus características comunes. También permite descargar correo electrónico y otros materiales desde un ordenador, o incluso, con aquellos que ya están equipados con un módem, acceder a Internet. Su pantalla suele ser táctil (utilizando un lápiz especial el usuario realiza la entrada de datos), por lo que no se necesita de un teclado. Además, reconocen la escritura sobre su pantalla, un procesador, memoria y un SO. Permiten conectividad con el ordenador de sobremesa, lo que posibilita salvaguardar los datos y exportarlos a bases de datos o a aplicaciones más elaboradas, o transferir nuevas aplicaciones al asistente.

Sus características son variables en dependencia del modelo:

- Algunos son monocromos y otros presentan una escala de colores, con más de 65.000.
- De diversos tamaños.
- Algunos consumen menos energía que otros, y las baterías suelen ser recargables y removibles.
- La memoria varía entre los 2 y los 64 Mbyte (la primera cantidad es suficiente para aplicaciones básicas de block de notas, calendario, agenda y varias utilidades más. Si lo que se desea es almacenar ficheros grandes como fotos, bases de datos o programas de gran tamaño es imprescindible una memoria de mayor capacidad).

Ventajas que presenta con respecto a un móvil:

- Las pantallas son más grandes y de mejor visualización.
- La interacción con el usuario es más fácil (fundamentalmente por ser la pantalla táctil).
- Es más potente, desde el punto de vista computacional.

Sin embargo, también presentan algunos contras:

- Necesita accesorios para comunicarse.
- El precio es mayor que el de un teléfono móvil.

Inicialmente la conexión a la PC se realizaba mediante un cable, pero actualmente ésta se puede efectuar de manera inalámbrica. La sincronización se lleva a cabo mediante infrarrojos o radio (como es el caso de "Bluetooth"¹¹). De esta manera, a los usuarios se les permite intercambiar información como entradas de una agenda o correos electrónicos simplemente situándolo próximo al ordenador de sobremesa. Los PDA pueden tener conectividad a una red inalámbrica de área local o usar un módem CDPD¹² para acceder a Internet, lo que aumenta sus posibilidades, como son las de navegación por la WWW o el envío y recepción de correo electrónico, entre otras.

Pocket PC

El Pocket PC, también llamado PDA, es un pequeño ordenador de bolsillo, diseñado para ocupar el mínimo espacio y ser fácilmente transportable, que ejecuta entre otros, el SO Windows CE de Microsoft, por lo cual tiene capacidades similares a las PC de escritorio. De acuerdo con Microsoft, el Pocket PC es "un dispositivo de mano que le permite grabar, enviar y recibir correos, contactos, citas, mostrar archivos multimedia, juegos, intercambiar mensajes de texto con MSN Messenger¹³, navegar por la Web y más".

Cualquier dispositivo que sea clasificado como un Pocket PC debe:

- Ejecutar el SO Windows CE de Microsoft o Windows Mobile (versión para el Pocket PC).
- Tener un conjunto de aplicaciones en ROM.
- Incluir una pantalla sensible al tacto.
- Incluir un dispositivo apuntador, llamado "stylus" o estilete.
- Incluir un conjunto de botones de hardware para activar aplicaciones.

¹¹ *La tecnología inalámbrica Bluetooth es una tecnología de ondas de radio de corto alcance (2.4 gigahertzios de frecuencia) cuyo objetivo es simplificar las comunicaciones entre dispositivos informáticos, como ordenadores móviles, teléfonos móviles, otros dispositivos de mano y entre estos dispositivos e Internet.*

¹² *CDPD (Cellular Digital Packet Data): es una tecnología de transmisión de datos en terminales TDMA.*

¹³ *MSN Messenger: es un programa de mensajería instantánea.*

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

- Estar basado en un procesador compatible con el StrongARM¹⁴ (los Pocket PC más antiguos tienen un procesador MIPS o SH3).

Incluye aplicaciones que son versiones reducidas de Microsoft como son: Outlook, Internet Explorer, Word, Excel, Windows Media Player, entre otras. También se han diseñado aplicaciones especialmente adaptadas a las características de los Pocket PC, como por ejemplo: lectores de códigos de barras o receptores, y GPS. La programación de aplicaciones puede realizarse mediante varios lenguajes, y generalmente desde un computador de escritorio, entre los cuales se encuentran por ejemplo: C#, Visual Basic y Lético. (24)

Smartphone

Un “Smartphone” (teléfono inteligente) es un dispositivo electrónico que funciona como un teléfono móvil con características similares a las de un ordenador personal. Casi todos los teléfonos inteligentes son móviles, que además, soportan completamente un cliente de correo electrónico con la funcionalidad completa de un organizador personal. Casi todos los teléfonos inteligentes permiten la instalación de programas para incrementar el procesamiento de datos y la conectividad. Estas aplicaciones pueden ser desarrolladas por el fabricante del dispositivo, por el operador o por un tercero. El término “inteligente” hace referencia a cualquier interfaz, como un teclado “Qwerty¹⁵” en miniatura, una pantalla táctil, o simplemente el acceso a Internet y al correo electrónico personal o de una compañía.

El completo soporte al correo electrónico es una característica encontrada en todos los modelos existentes desde el 2007 hasta la actualidad. En la mayoría de ellos el usuario puede instalar programas adicionales. Ejemplo: los Motorola de la serie MOTO Q.

¹⁴ El microprocesador StrongARM es una versión más rápida del diseño del ARM. Fue fruto de la colaboración en 1995 entre Advanced RISC Machines y Digital Equipment Corp.

¹⁵ El teclado “Qwerty” es la distribución de teclado más común. Su nombre proviene de las primeras seis letras de su fila superior de teclas.

Entre las características más importantes se encuentran:

- Pantallas táctiles, y un SO
- Acceso a Internet y al correo electrónico.
- Los programas de agenda.
- Las cámaras integradas.
- Administración de contactos, acelerómetros¹⁶ y algunos programas de navegación.
- Ocasionalmente tienen la habilidad de leer documentos en formato PDF y los formatos del paquete de Microsoft Office. (25)

Ejemplos de teléfonos inteligentes

Un **BlackBerry** es un dispositivo “handheld” (PDA) inalámbrico, que admite correo electrónico, telefonía móvil, SMS, navegación Web y otros servicios. Fue desarrollado por una compañía Canadiense, Research In Motion (RIM), y transporta su información a través de las redes de datos inalámbricas de empresas de telefonía móvil. Actualmente RIM ofrece servicios de correo electrónico BlackBerry a dispositivos no BlackBerry, como la Palm Treo, a través del software BlackBerry Connect.

La tecnología BlackBerry Connect también está disponible para los siguientes sistemas operativos: Palm OS y Symbian OS.

iPhone/iPod touch

Estos dispositivos son derivados de Mac (Apple) que introducen las pantallas táctiles, así como características mejoradas para la navegación por Internet (mediante el navegador típico de Mac Safari).

¹⁶ *Un acelerómetro es un tipo de sensor que permite medir la reacción de un objeto sometido a una fuerza, evaluando la dirección y la variación de la velocidad. Es decir, es un dispositivo capaz de convertir ciertos gestos en una señal eléctrica que puede ser o no interpretada por el sistema. Por ejemplo en el iPhone, se utiliza este sensor para rotar automáticamente la pantalla.*

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

Permiten sincronizar marcadores entre un Mac o PC, realizar búsquedas en Google y Yahoo! y trabajar en modo multitarea (redactar y escuchar música a la vez en el caso del iPod o enviar un correo por Wifi¹⁷ a la vez que se está hablando por teléfono en el caso del iPhone).

El **iPod touch** es el único iPod con acceso inalámbrico a Internet. En él se pueden ver las páginas Web como fueron diseñadas y se puede hacer búsquedas en la Web con el teclado táctil, ampliar o reducir con sólo tocar la pantalla, de ahí que sea multitáctil. También es posible con este dispositivo cambiar entre el formato vertical y el apaisado¹⁸ dependiendo de cómo sea sujetado el iPod touch. Es posible además sincronizar o añadir los favoritos a la pantalla de inicio.

1.5 Conclusiones

Hasta este momento se ha podido apreciar la diversidad de los SIG en cuanto a sus funcionalidades y aplicaciones, además de la importancia que tienen estos sistemas, principalmente aquellos que pueden ser representados en un dispositivo móvil, no solo para una mejor toma de decisiones, sino también para disminuir el costo y los gastos innecesarios de recursos. Con el estudio de los SIG y de los dispositivos móviles, se ha podido conocer las principales tecnologías utilizadas para desarrollar estos sistemas, las características de un dispositivo, así como también, los posibles tipos de dispositivos móviles en los cuales se puede representar un SIG.

¹⁷ *Wifi: hoy día es una de las más utilizadas tecnologías de comunicación inalámbrica mediante ondas. También es llamada WLAN (wireless lan, red inalámbrica).*

¹⁸ *En la fotografía digital, se refiere al formato horizontal que es el más utilizado para los paisajes (por ello se suele llamar “apaisado”).*

CAPÍTULO 2: Características de algunas de las principales tecnologías.

2.1 Introducción

Una vez estudiadas las principales características de los diferentes tipos de dispositivos móviles existentes, y luego de haber determinado en cuáles de ellos es posible representar un SIG, se podrá caracterizar las tecnologías que se deben emplear en la representación de este tipo de sistemas en los dispositivos móviles, y por ende, se podrá determinar y proponer cuáles serían las tecnologías más recomendables a utilizar en el desarrollo de un sistema como el deseado, teniendo en cuenta que estas tecnologías deberán ser libres, y no propietarias.

2.2 Principales tecnologías y sus características

A la hora de desarrollar una aplicación destinada a los dispositivos móviles, se hace necesario estudiar con profundidad las tecnologías relacionadas con dichos dispositivos. Teniendo en cuenta que éstos son muy variados, y que dependiendo del fabricante y la marca, cada uno tiene un sistema operativo (SO) incorporado, así como también un navegador específico, se hace difícil caracterizar todas y cada una de estas tecnologías, por lo que sólo se señalan en esta investigación las más usuales y frecuentes.

2.2.1 Sistemas Operativos

Producto del auge que han tenido los dispositivos móviles, y paralelo al desarrollo de los mismos, se han desarrollado SO destinados a estos dispositivos, de los cuales los más usados son: Symbian OS, RIM BlackBerry, Windows Mobile, iPhone OS, Linux, Android y Palm OS. A continuación se exponen las principales características de algunos de los SO anteriormente señalados.

Windows CE es el SO que Microsoft ha desarrollado a partir de Windows 95, para dispositivos móviles, y sirve de base para el desarrollo de los sistemas específicos de cada dispositivo. En cada tipo de dispositivo se implementa, desde las posibilidades que permite la versión de Windows CE disponible, una interfaz y las funcionalidades requeridas. Así, por ejemplo el Pocket PC 2000, 2002 y 2003 que se han

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

desarrollado específicamente para los PDA. Windows CE nació como un SO de fácil programación, sólido, transparente y que podía implantarse desde un ordenador a una lavadora, nevera, microondas incluso videoconsolas.

Windows CE .NET es la evolución de Windows CE 3.0 bajo la filosofía distribuida de .NET. Es un escenario de trabajo que deberá ser adaptado a cada dispositivo. Esta nueva versión tiene muchas ventajas, que pueden ser aplicadas a cada uno de los SO derivados. Según Microsoft, Windows CE .NET, incorpora la posibilidad de manejar las conexiones Bluetooth, Microsoft Internet Explorer, Windows Media 8 y DirectX, y será compatible con un amplio rango de procesadores como Xscale, ARM, MIPS, SH o x86. Cada SO derivado, tomará las propiedades que le competan.

Windows Mobile es un SO compacto, con una suite de aplicaciones básicas para dispositivos móviles basados en la Interfaz de Programación de Aplicaciones (API) Win32 de Microsoft. Los dispositivos que llevan Windows Mobile son Pocket PC, Smartphone y “Media Center Portátil”¹⁹. Ha sido diseñado para ser similar a las versiones de escritorio de Windows. (26)

Palm OS realizado por PalmSource Inc., es un SO para computadores de mano (PDA) fabricados por varios licenciatarios. Es uno de los SO más utilizados. La versión más extendida ha sido la 4.1, aunque PalmSource ha presentado Palm OS 5 que es realmente un sistema diferente de los anteriores en cuanto al funcionamiento interno.

El sistema Palm OS 5 integra las API necesarias, para que los dispositivos puedan comunicarse fácilmente con todos los dispositivos existentes que estén basados en las normas (WiFi, Lan, Bluetooth,

¹⁹ *Un Media Center Portátil (PMC por sus siglas en inglés) es un disco duro con capacidad de reproducir archivos de audio y video. Un PMC también puede ser usado para ver imágenes JPEG.*

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

GSM/GPRS o CDMA²⁰), tales como teléfonos móviles, impresoras, módems, etc. El sistema incluye un navegador para Internet, el NetFont que soporta entre otras normas, HTML 4.01, XHTML (“Extensible Hypertext Markup Language” o HTML extensible), los GIF animados, el modo seguro de acceso a la Red Privada Virtual (VPN) y la interpretación de código Javascript. (27)

Linux es un SO compatible al UNIX. Se diferencia de los sistemas más extendidos en el mercado, debido a que es libre, lo que significa que no hay costos por sus licencias; y a que el sistema viene acompañado del código fuente. Se distribuye bajo la licencia GPL. Ha sido diseñado y programado por multitud de programadores alrededor del mundo; su núcleo sigue en continuo desarrollo y la presencia del mismo en empresas, aumenta rápidamente por la excelente relación calidad-precio que se consigue. Algunos fabricantes de dispositivos móviles han ido incorporando Linux a sus productos. Actualmente se están desarrollando versiones de “Embedded Linux”²¹ para casi todas las marcas de computadores de mano.

Android es un SO para dispositivos móviles y computadoras basado en el núcleo Linux. Inicialmente fue desarrollado por Android Inc., compañía que fue comprada después por Google. En la actualidad lo desarrollan los miembros de la Open Handset Alliance (liderada por Google), un consorcio de más de 40 compañías de hardware, software y telecomunicaciones comprometidas con la promoción de estándares abiertos para dispositivos móviles.

Esta plataforma permite el desarrollo de aplicaciones por terceros (personas ajenas a Google). Los desarrolladores deben escribir código gestionado en lenguaje de programación Java a través de SDK

²⁰ *CDMA: Acceso Múltiple por División de Código (del inglés Code Division Multiple Access) es un término genérico para varios métodos de multiplexación (o control de acceso al medio) basados en la tecnología de espectro expandido.*

²¹ *Linux embebido o empotrado (en inglés “Embedded Linux”) se refiere al uso del SO Linux en un sistema embebido, como por ejemplo PDA, teléfonos móviles, etc. Un sistema embebido o empotrado es un sistema de computación diseñado para realizar una o algunas pocas funciones. Los sistemas embebidos se utilizan para usos muy diferentes a los usos generales a los que se suelen someter a las computadoras personales.*

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

proporcionada por el mismo Google. Una alternativa es el uso de la herramienta nativa de desarrollo (NDK) de Google, para hacer el desarrollo en lenguaje C como código fuente. La mayoría del código fuente de Android ha sido publicado bajo la licencia de software Apache, una licencia de software libre y código fuente abierto. (28)

Epoc es el SO de Psion, nombre del núcleo del antiguo SO de la Psion serie 3. Hasta 1997 Psion no comenzó a licenciar el EPOC32, la versión de 32 byte para la serie 5. Permite realizar multitareas y pretende competir con Windows CE. Tuvo poca demanda en el mercado, sólo Philips mostró algo de interés, por lo que Psion reaccionó y a mediados de 1998 creó la alianza Symbian junto con Ericsson, Nokia, Motorola y Matsushita, con el propósito de hacer de EPOC un SO único.

Symbian es un SO que fue producto de la alianza de varias empresas de telefonía móvil, entre las que se encuentran: Nokia, Sony Ericsson, Psion, Samsung, Siemens, Arima, Benq, Fujitsu, Lenovo, LG, Motorola, Mitsubishi Electric, Panasonic, Sharp, etc. Sus orígenes provienen de su antepasado EPOC32, utilizado en PDA y Handheld de Psion. La mayoría de los móviles con Symbian son de la compañía Nokia: todos los modelos de la serie 60 y superiores, incluyéndose toda la Serie N²² y los nuevos táctiles N97, 5530, 5230 y 5800, los tres con la nueva versión v5, a excepción de los de tipo handheld (los cuales funcionan en Linux). (29)

IPhone OS es el sistema implementado por Apple que permite ejecutar aplicaciones nativas en los dispositivos móviles: iPhone, iPod Touch e iPad. La arquitectura de esta plataforma toma como base el núcleo del sistema Mac OS X e incorpora una nueva capa que da soporte a la interfaz multitáctil y al acelerómetro. (30)

²² La Serie N de Nokia es un conjunto de dispositivos multimedia (algunos bajo la categoría de "teléfono inteligente") anunciados por el fabricante en el 2005. Estos dispositivos soportan servicios multimedia digitales: música, video, fotografía, juegos y acceso a Internet. Todos ellos pueden conectarse a Internet mediante tecnologías inalámbricas de alta velocidad (como GPRS, UMTS, HSDPA o WiFi).

2.2.2 Lenguajes de programación

Actualmente existen diferentes lenguajes de programación para desarrollar en la Web, estos han ido surgiendo debido a las tendencias y necesidades de las plataformas.

Desde los inicios de Internet, fueron surgiendo diferentes demandas por los usuarios y se dieron soluciones mediante lenguajes estáticos. A medida que pasó el tiempo, las tecnologías fueron desarrollándose y surgieron nuevos problemas a dar solución. Esto dio lugar a desarrollar lenguajes de programación dinámicos para la Web, que permitieran interactuar con los usuarios y utilizaran sistemas de bases de datos.

HTML (acrónimo en inglés de HyperText Markup Language, en español Lenguaje de Marcas Hipertextuales), lenguaje estático utilizado en sitios Web desde el surgimiento de Internet. Desarrollado por el World Wide Web Consortium (W3C). Los archivos pueden tener las extensiones HTM y HTML.

Ventajas:

- Sencillo que permite describir hipertexto.
- Texto presentado de forma estructurada y agradable.
- No necesita de muchos conocimientos cuando se cuenta con un editor de páginas Web o WYSIWYG²³.
- Archivos pequeños.
- Despliegue rápido.
- Lenguaje de fácil aprendizaje.

²³ WYSIWYG (*What You See Is What You Get* en inglés, "lo que ves es lo que obtienes"). Se aplica a los procesadores de texto y otros editores de texto con formato (como los editores de HTML) que permiten escribir un documento. La herramienta Dreamweaver es un ejemplo de editores HTML tipo WYSIWYG.

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

- Lo admiten todos los exploradores.

Desventajas:

- Lenguaje estático.
- La interpretación de cada navegador puede ser diferente.
- Guarda muchas etiquetas que luego no son utilizadas, lo que dificulta la corrección.
- El diseño es más lento.
- Las etiquetas son muy limitadas. (31)

Javascript es un lenguaje interpretado, no requiere compilación. Es similar a Java, aunque no es un lenguaje orientado a objetos, pues no dispone de herencias. La mayoría de los navegadores en sus últimas versiones interpretan código Javascript.

El código Javascript puede ser integrado dentro de las páginas Web. Para evitar incompatibilidades el W3C diseñó un estándar denominado Modelo de Objetos del Documento (DOM, por sus siglas en inglés “Document Object Model”).

Ventajas:

- Lenguaje de “scripting” seguro y fiable.
- Los “scripts” tienen capacidades limitadas, por razones de seguridad.
- El código Javascript se ejecuta en el cliente.

Desventajas:

- Código visible por cualquier usuario.
- El código debe descargarse completamente.
- Puede poner en riesgo la seguridad del sitio, con el actual problema llamado XSS (significa en inglés “Cross Site Scripting” renombrado a XSS por su similitud con las hojas de estilo en cascada CSS). (32)

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

PHP es un lenguaje de “script” interpretado en el lado del servidor, que se utiliza para la generación de páginas Web dinámicas, embebidas en páginas HTML y ejecutadas en el servidor. PHP no necesita ser compilado para ejecutarse. Para su funcionamiento necesita tener instalado Apache o IIS con las librerías de PHP. La mayor parte de su sintaxis ha sido tomada de C, Java y Perl con algunas características específicas. Los archivos cuentan con la extensión (.php).

Ventajas:

- Muy fácil de aprender.
- Se caracteriza por ser un lenguaje muy rápido.
- Soporta en cierta medida la orientación a objeto: Clases y herencia.
- Es un lenguaje multiplataforma: Linux, Windows, entre otros.
- Capacidad de conexión con la mayoría de los gestores de base de datos: MySQL, PostgreSQL, Oracle, MS SQL Server, entre otros.
- Capacidad de expandir su potencial utilizando módulos.
- Es libre, por lo que se presenta como una alternativa de fácil acceso para todos.
- Incluye gran cantidad de funciones.
- No requiere definición de tipos de variables ni manejo detallado del bajo nivel.

Desventajas:

- Se necesita instalar un servidor Web.
- Todo el trabajo lo realiza el servidor y no delega al cliente, por tanto, puede ser más ineficiente a medida que las solicitudes aumenten de número.
- La legibilidad del código puede verse afectada al mezclar sentencias HTML y PHP.
- La programación orientada a objetos es aún muy deficiente para aplicaciones grandes.
- Dificulta la modularización.
- Dificulta la organización por capas de la aplicación. (33)

JSP es un lenguaje para la creación de sitios Web dinámicos, acrónimo de Java Server Pages. Está orientado a desarrollar páginas Web en Java. JSP es un lenguaje multiplataforma, creado para ejecutarse del lado del servidor. Comparte ventajas similares a las de ASP.NET, desarrollado para la creación de

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

aplicaciones Web potentes. Posee un motor de páginas basado en los “servlets” de Java. Para su funcionamiento se necesita tener instalado un servidor Tomcat.

Características:

- Código separado de la lógica del programa.
- Las páginas son compiladas en la primera petición.
- Permite separar la parte dinámica de la estática en las páginas Web.
- Los archivos se encuentran con la extensión (.jsp).
- El código JSP puede ser incrustado en código HTML.

Los elementos que pueden ser insertados en las páginas JSP son los siguientes:

- Código: se puede incrustar código “Java”.
- Directivas: permite controlar parámetros del “servlet”.
- Acciones: permite alterar el flujo normal de ejecución de una página.

Ventajas:

- Ejecución rápida del “servlet”.
- Crear páginas del lado del servidor.
- Multiplataforma.
- Código bien estructurado.
- Integridad con los módulos de Java.
- La parte dinámica está escrita en Java.
- Permite la utilización de “servlet”.

Desventajas:

- Complejidad de aprendizaje. (34)

Python es el sucesor del lenguaje de programación ABC. Permite la creación de todo tipo de programas incluyendo los sitios Web. Su código no necesita ser compilado, por lo que se dice que el código es interpretado. Es un lenguaje de programación multiparadigma, lo cual obliga a que los programadores adopten un estilo de programación particular:

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

- Programación orientada a objetos.
- Programación estructurada.
- Programación funcional.
- Programación orientada a aspectos.

Ventajas:

- Es libre y su fuente es abierta (licencia de código abierto).
- Lenguaje de propósito general.
- Gran cantidad de funciones y librerías.
- Sencillo y rápido de programar.
- Multiplataforma, orientado a objetos y portable.

Desventajas:

- Lentitud por ser un lenguaje interpretado. (35)

Java es un lenguaje orientado a objetos (OO). Esto significa que posee ciertas características que hoy día se consideran estándares en los lenguajes de ese tipo, tales como: objetos, clases, subclasses, herencia simple, polimorfismo, encapsulamiento, etc.

Java contiene una rica colección de clases llamadas librería de clases de Java:

- Manejo de archivos.
- Comunicación de datos.
- Acceso a la red Internet.
- Acceso a bases de datos.
- Interfaces gráficas.

La compatibilidad es total:

- A nivel de fuentes: el lenguaje es exactamente el mismo en todas las plataformas.
- A nivel de bibliotecas: en todas las plataformas están presentes las mismas bibliotecas estándares.

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

- A nivel del código compilado: el código intermedio que genera el compilador es el mismo para todas las plataformas. Lo que cambia es el intérprete del código intermedio.

Java posee un recolector de basuras que administra automáticamente la memoria. Es el recolector el que determina cuándo se puede liberar el espacio ocupado por un objeto. No posee aritmética de apuntadores, porque es una propiedad que no se necesita para programar aplicaciones. Por lo tanto Java no es un lenguaje para hacer sistemas operativos o administradores de memoria, pero sí es un excelente lenguaje para programar aplicaciones. Combina flexibilidad, robustez y legibilidad gracias a una revisión de tipos durante la compilación y durante la ejecución. En Java se pueden tener apuntadores a objetos de un tipo específico o de cualquier tipo.

En resumen Java es un lenguaje que ha sido diseñado para producir software:

- Confiable: Minimiza los errores que se escapan a la fase de prueba.
- Seguro: “Applets” recuperados por medio de la red no pueden causar daño a los usuarios.
- Orientado a objetos: Beneficioso tanto para el proveedor de bibliotecas de clases como para el programador de aplicaciones.
- Robusto: Los errores se detectan en el momento de producirse, lo que facilita la depuración.
- Puede integrar componentes de Internet y bases de datos remotas.
- Puede crear componentes de software y reutilizar software.
- El uso de Java no se limita al manejo de animaciones, audio o video.
- Es portable: Los mismos binarios funcionan correctamente en Windows/95 y /NT 2000, XP, Unix/Motif y Power/Mac. Esto es lo más importante para poder correr sin ninguna modificación en una variedad de plataformas.
- Tiene pocas desventajas. Dependerá del tipo de aplicación a realizarse.

Debido a que los dispositivos móviles tienen una potencia de cálculo baja e interfaces de usuario pobres, se hace necesario crear una versión específica de Java destinada a ellos, es por eso que se crea la versión **Java 2 Micro Edition (J2ME)**, una versión reducida de Java 2 Standard Edition (J2SE), orientada a estos dispositivos. La plataforma J2ME, proporciona al desarrollador los medios necesarios para

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

construir aplicaciones Java destinadas a ejecutarse en dispositivos con pocos recursos, principalmente teléfonos móviles y PDA.

J2ME se sustenta en dos bloques principales: la configuración y el perfil. Una configuración define la plataforma mínima necesaria para un grupo de dispositivos que tienen similar memoria y capacidades de procesamiento. Se compone de una máquina virtual, unas características del lenguaje Java y un conjunto mínimo de clases que soporta ese grupo de dispositivos. Por otro lado, un perfil extiende una configuración y completa las necesidades específicas para una cierta familia de dispositivos. Un perfil tiene asociado un conjunto específico de bibliotecas mínimas.

Presenta dos configuraciones: la Configuración de Dispositivo con Conexión Limitada (CLDC) y la Configuración de Dispositivo con Conexión (CDC). La primera se dedica a dispositivos con estrictas limitaciones de memoria, capacidad de cálculo, consumo y conectividad de red, mientras que la segunda se encarga de dispositivos con más potencia, por estas diferencias, solo será abordada la primera configuración.

Propiedades mínimas requeridas en un dispositivo para poder desarrollarse con la configuración CLDC:

- De 160 a 512 Kbyte de memoria disponible para el entorno de Java.
- Un procesador de 16 ó 32 bit.
- Consumo de energía bajo (generalmente utilizan baterías).
- Permiten algún tipo de conectividad a una red (lo normal, es una conexión intermitente, con un ancho de banda bajo sobre 9600 bit/s y a menudo inalámbrica).

En cuanto a la máquina virtual de CLDC, KVM, requiere entre 40 y 80 Kbyte dependiendo de las opciones de compilación y el tipo de dispositivo para el que se compile. Esto implica que se podrán ejecutar aplicaciones con un total de 128 Kbyte. Además, se necesitan otros 32 Kbyte para memoria dinámica de la aplicación a ejecutar. KVM está implementada en C y diseñada para ser tan completa y rápida como sea posible. Puede ejecutarse de un 30 a un 80% de la velocidad de la máquina virtual de Java estándar (JVM). (36)

Actualmente la problemática en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles se centra en las limitantes: Memoria RAM y Diseño gráfico, si bien el primer caso es manejable a nivel de hardware, el segundo caso es solucionado a cabalidad por la biblioteca gráfica LightWeight User Interface Toolkit (LWUIT). LWUIT es una API versátil y compacta muy útil para crear interfaces de usuario en aplicaciones para dispositivos móviles. (37)

2.2.3 Sistemas Gestores de Bases de Datos

Los sistemas de gestión de bases de datos (en inglés “Database Management System”, abreviado DBMS) son un tipo de software muy específico, dedicado a servir de interfaz entre la base de datos, el usuario y las aplicaciones que la utilizan. Existen distintos objetivos que deben cumplir los SGBD:

Abstracción de la información: Los SGBD ahorran a los usuarios detalles acerca del almacenamiento físico de los datos. Da lo mismo si una base de datos ocupa uno o cientos de archivos, este hecho se hace transparente al usuario. Así, se definen varios niveles de abstracción.

Independencia: La independencia de los datos consiste en la capacidad de modificar el esquema (físico o lógico) de una base de datos sin tener que realizar cambios en las aplicaciones que se sirven de ella.

Consistencia: En aquellos casos en los que no se ha logrado eliminar la redundancia, será necesario vigilar que aquella información que aparece repetida se actualice de forma coherente, es decir, que todos los datos repetidos se actualicen de forma simultánea. Por otra parte, la base de datos representa una realidad determinada que tiene algunas condiciones, por ejemplo, que los menores de edad no pueden tener licencia de conducir. El sistema no debería aceptar datos de un conductor menor de edad. En los SGBD existen herramientas que facilitan la programación de este tipo de condiciones.

Seguridad: La información almacenada en una base de datos puede llegar a tener un gran valor. Los SGBD deben garantizar que esta información se encuentra segura de permisos a usuarios y grupos de usuarios, que permiten otorgar diversas categorías de permisos.

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

Manejo de transacciones: Una transacción es un programa que se ejecuta como una sola operación. Esto quiere decir que luego de una ejecución en la que se produce una falla es el mismo que se obtendría si el programa no se hubiera ejecutado. Los SGBD proveen mecanismos para programar las modificaciones de los datos de una forma mucho más simple que si no se dispusiera de ellos.

Tiempo de respuesta. Lógicamente, es deseable minimizar el tiempo que el SGBD tarda en dar la información solicitada y en almacenar los cambios realizados. (38)

Actualmente existen diversos SGBD que son muy potentes y dada la importancia que tienen éstos, cada vez hay más empresas que se dedican al desarrollo, distribución y soporte de este tipo de software. A continuación se exponen algunas de las principales características de los SGBD más utilizados como es el caso de: Oracle, Microsoft SQL Server, MySQL y PostgreSQL

Oracle es un software bajo licenciamiento propietario. Fue fabricado por la corporación Oracle, y es básicamente una herramienta cliente/servidor para la gestión de base de datos. Utiliza el lenguaje PL/SQL²⁴ y además por norma general se suele utilizar el Lenguaje de Consulta Estructurado (SQL)²⁵. Actualmente Oracle es una de las mejores bases de datos que se encuentran en el mercado a nivel mundial, sin embargo, no ha sido tan extendido en el desarrollo de aplicaciones Web por ser un sistema muy costoso.

Características principales: (Ascari, 2008)

- Sistema robusto.
- Garantiza integridad y seguridad de los datos.
- Ejecución de forma correcta de las transacciones, sin causar inconsistencias.

²⁴ PL/SQL es el Lenguaje de programación incrustado en Oracle y PostgreSQL. Soporta todas las consultas y manipulación de datos que se usan en SQL, pero incluye otras nuevas características.

²⁵ SQL es un lenguaje de bases de datos normalizado. Está compuesto por comandos, cláusulas, operadores y funciones de agregado, elementos que se combinan en las instrucciones para crear, actualizar y manipular las BD.

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

- Ayuda a administrar y almacenar grandes volúmenes de datos.
- Garantiza estabilidad y escalabilidad.
- Es multiplataforma.

Ventajas: (Chávez, 2009)

- Puede ejecutarse en todas las plataformas, desde una simple PC hasta un supercomputador.
- Permite el uso de particiones para la mejora de la eficiencia, de replicación e incluso ciertas versiones admiten la administración de bases de datos distribuidas.
- Es la base de datos con más orientación hacia Internet.

Desventajas: (Chávez, 2009)

- Es un software propietario, y además, muy costoso.
- Necesidad de ajustes, pues una mala configuración del mismo puede hacerlo lento.
- El coste de la formación es elevado, y sólo últimamente han comenzado a aparecer buenos libros sobre asuntos técnicos distintos de la simple instalación y administración.

Microsoft SQL Server es un sistema gestor de bases de datos relacionales basada en SQL, capaz de poner a disposición de muchos usuarios grandes cantidades de datos de manera simultánea. El mismo se encuentra entre los software que están bajo licenciamiento propietario.

Características:

- Soporte de transacciones.
- Gran estabilidad, seguridad, escalabilidad.
- Soporta procedimientos almacenados.
- Permite trabajar en el modo de cliente/servidor donde la información y los datos se guardan en el servidor y las terminales o clientes de la red sólo accedan a la información.
- Permite administrar información de otros servidores de datos.

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

- Incluye también un potente entorno gráfico de administración que permite el uso de comandos DDL²⁶ y DML²⁷ gráficamente.

Ventajas:

- Aunque es propietario, es un sistema bastante económico.
- Mejor utilización de la Unidad Central de Procesamiento (CPU).
- Menor necesidad de limpieza de las memorias intermedias durante el procesamiento de las transacciones.

Desventajas: (Chávez, 2009)

- Los problemas de la versión 6.5 eran muchos: bloqueo a nivel de página, dispositivos con crecimiento manual, un tamaño de página fijo y demasiado pequeño (2048 Kb), una pésima implementación de los tipos de datos variables como “varchar”.
- Utiliza una enorme cantidad de memoria RAM.
- Es un software propietario.

MySQL es un Sistema de Administración de Bases de Datos Relacional (“Relational Data Base Management System”, RDBMS por sus siglas en inglés). Se trata de un programa capaz de almacenar una enorme cantidad de datos de gran variedad y de distribuirlos para cubrir las necesidades de cualquier tipo de organización, desde pequeños establecimientos comerciales a grandes empresas y organismos administrativos. (Gilfillan)

²⁶ Los comandos DDL son las siglas de “Data Definition Language” (Lenguaje de Definición de Datos), y se corresponde con el conjunto de órdenes que permiten definir las estructuras que van a contener los datos en un repositorio.

²⁷ DML son las siglas de “Data Manipulation Language” (Lenguaje de Manipulación de Datos) y se refiere a los comandos que permiten a un usuario manipular los datos en un repositorio, es decir, Añadir, Consultar, Borrar o Actualizar (INSERT, SELECT, DELETE y UPDATE).

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

Es una base de datos rápida y fiable que se integra a la perfección con PHP, y que resulta muy adecuada para aplicaciones dinámicas basadas en Internet. Desde enero de 2008 una subsidiaria de la empresa Sun Microsystems desarrolla MySQL como software libre bajo un esquema de licenciamiento dual; por un lado se ofrece bajo la licencia GPL para cualquier uso compatible con la misma, y por otro lado, las empresas que quieran incorporarlos en productos privativos, deben comprar una licencia específica que les permita este uso.

Al principio carecía de algunos elementos esenciales en las bases de datos relacionales, tales como integridad referencial y transacciones, sin embargo, estos elementos faltantes están siendo incorporados tanto por desarrolladores internos, como por desarrolladores de software libre.

Características: (González, 2009)

- Aprovecha la potencia de sistemas multiprocesador, gracias a su implementación multihilo.
- Soporta gran cantidad de tipos de datos para las columnas.
- Dispone de API para una gran cantidad de lenguajes como: C, C++, Java, PHP, etc.
- Gran portabilidad entre sistemas.
- Soporta hasta 32 índices por tabla.
- Gestión de usuarios y contraseñas manteniendo muy buen nivel de seguridad en los datos.
- Es una de las herramientas más utilizadas por los programadores orientados a Internet.
- Infinidad de librerías y otras herramientas que permiten su uso a través de gran cantidad de lenguajes de programación.
- Gran rapidez y facilidad de uso.

Ventajas: (Tatiana Páez, 2008)

- Gran velocidad al realizar las operaciones, lo que le hace ser uno de los gestores con mejor rendimiento.
- Bajo costo en requerimientos para la elaboración de bases de datos, pues debido a su bajo consumo puede ser ejecutado en una máquina con escasos recursos sin ningún problema.
- Facilidad de configuración e instalación.
- Soporta gran variedad de sistemas operativos.

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

- Posee una baja probabilidad de corromper datos, incluso si los errores no se producen en el propio gestor, sino en el sistema en el que se encuentra.
- Su conectividad, velocidad, y seguridad lo hacen altamente apropiado para acceder a bases de datos en Internet.

Desventajas: (Tatiana Páez, 2008)

- Un gran porcentaje de sus utilidades no están documentadas.
- No es intuitivo, como otros programas como por ejemplo: Access.
- Puede provocar problemas de integridad y la información se puede dañar en entornos donde se gestione mucha información simultáneamente, altas concurrencias en las modificaciones de datos.
- Su escalabilidad no es muy buena y por eso no es recomendable usarlo en base de datos muy grandes.

PostgreSQL es un software libre, con su código fuente disponible libremente y también es gratuito. Está distribuido bajo la licencia de Distribución de Software de Berkeley (“Berkeley Software Distribution”, SBD por sus siglas en inglés). Es un Sistema de Gestión de Bases de Datos Objeto-Relacionales (SGBDOR) que ha sido desarrollado de varias formas desde sus inicios. (González, 2010)

Se puede utilizar en cualquier SO. En un principio uno de los problemas que afectaba a PostgreSQL es que tradicionalmente era lento, pero esto fue cambiando a medida que se fueron desarrollando sus versiones, las cuales fueron incrementando sus funcionalidades, como es el caso de la 7.0 y la 7.1. De la primera versión existía una limitación en el tamaño de las filas de una tabla que puede variar entre los 8 y los 32 Kb, esta última opción penaliza el rendimiento. Ya en la segunda versión se elimina esta restricción permitiendo un tamaño de filas prácticamente ilimitado, esto demuestra que PostgreSQL es tan rápida como lo pueden ser los demás SGBD.

Actualmente es el SGBD de código abierto más potente del mercado y en sus últimas versiones no tiene nada que envidiarle a otras bases de datos comerciales. (Martínez, 2009)

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

Proporciona un gran número de características que la mayoría de ellas se encontraban en las bases de datos de software propietarios como Oracle. A continuación se presentan dichas características: (González, 2010)

- DBMS Objeto-Relacional

Aproxima los datos a un modelo objeto-relacional, y es capaz de manejar complejas rutinas y reglas. Ejemplos de su avanzada funcionalidad son consultas SQL declarativas, control de concurrencia multi-versión, soporte multi-usuario, transacciones, optimización de consultas, herencia, y arreglos.

- API Flexible

La flexibilidad del API de este gestor ha permitido a los vendedores proporcionar soporte al desarrollo fácilmente para el RDBMS PostgreSQL. Estas interfaces incluyen objeto Pascal, Python, Perl, PHP, ODBC, Java/JDBC, Ruby, TCL, C/C++, y Pike.

- Lenguajes Procedurales

Tiene soporte para lenguajes procedurales internos, incluyendo un lenguaje nativo denominado PL/pgSQL. Este lenguaje es comparable al lenguaje procedural de Oracle, PL/SQL. Otra ventaja es su habilidad para usar Perl, Python, o TCL como lenguaje procedural embebido.

- Altamente Extensible

Soporta operadores, funciones, métodos de acceso y tipos de datos definidos por el usuario.

- Soporte_SQL_Completo

Soporta la especificación SQL99 e incluye características avanzadas tales como las uniones (joins) SQL92.

- Integridad Referencial

Soporta integridad referencial, la cual es utilizada para garantizar la validez de los datos de la base de datos.

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

- Cliente/Servidor

Usa una arquitectura proceso-por-usuario cliente/servidor. Esta es similar al método del Apache 1.3.x para manejar procesos. Hay un proceso maestro que se ramifica para proporcionar conexiones adicionales para cada cliente que intente conectar a este gestor.

Ventajas:

- Restauración de base de datos en procesos paralelos, que acelera la recuperación de un respaldo hasta 8 veces.
- Privilegios por columna, que permiten un control más granular de datos confidenciales.
- Configuración de ordenamiento configurable por base de datos, lo cual lo hace más útil en entornos con múltiples idiomas.
- Nuevas herramientas para monitoreo de consultas que le otorgan a los administradores mayor información sobre la actividad del sistema.
- Es multiplataforma.

Desventajas:

- El consumo de recursos es muy elevado y carga el sistema.
- Tienen un límite de 8k por filas que se pueden aumentar hasta 32, lo que trae consigo que disminuya su rendimiento.

2.2.4 Framework o componentes.

Hace unos años atrás, los desarrolladores demoraban semanas o meses para desarrollar aplicaciones. En la actualidad, con la ayuda de los framework, el trabajo se hace mucho más fácil y en un menor tiempo, de ahí que estos hayan cobrado un gran interés por parte de los equipos de desarrollo, al convertirse en una herramienta poderosa, de uso sencillo y con enormes prestaciones al momento de desarrollar tanto aplicaciones escritorio como Web.

A continuación se exponen características de algunos framework que pueden ser utilizados para el desarrollo de aplicaciones destinadas a los dispositivos móviles.

NET Compact Framework es una versión reducida del .NET Framework Redistributable, especialmente pensada para ser instalada en dispositivos móviles como Pocket PC y Smartphone. En el caso de las aplicaciones Web, el único requisito del lado del cliente es tener un navegador y una conexión de red al servidor, el cual debe tener instalado el .NET Framework. Para las aplicaciones móviles, que se ejecutan sobre Windows Mobile en algún dispositivo tipo Pocket PC o Smartphone, es necesario tener instalado en el dispositivo el software .NET Compact Framework. (40)

XUI es un framework de Javascript para dispositivos móviles. Es muy liviano, tiene un tamaño muy reducido, sólo 6 Kb, comparado con jQuery, Mootools, ExtJS, XUI se encarga de ofrecer únicamente las funcionalidades que un dispositivo móvil puede necesitar. Inicialmente está pensado para trabajar con móviles con navegadores basados en WebKit, Fennec y Opera y tienen previsto sacar una versión compatible con Internet Explorer Mobile y Blackberry. (41)

Spring Framework también conocido simplemente como Spring, es un framework de código abierto, y se utiliza en el desarrollo de aplicaciones para la plataforma Java. También hay una versión para la plataforma .NET, denominada Spring .NET.

A pesar de que Spring Framework no obliga a usar un modelo de programación en particular, se ha popularizado en la comunidad de programadores en Java al considerársele una alternativa y un sustituto del modelo de Enterprise JavaBean. Por su diseño el framework ofrece mucha libertad a los desarrolladores en Java y soluciones muy bien documentadas y fáciles de usar para las prácticas comunes en la industria. Mientras que las características fundamentales de este framework pueden emplearse en cualquier aplicación hecha en Java, existen muchas extensiones y mejoras para construir aplicaciones basadas en Web por encima de la plataforma empresarial de Java (Java Enterprise Platform). (42)

Qt es una biblioteca multiplataforma para desarrollar interfaces gráficas de usuario y también para el desarrollo de programas sin interfaz gráfica como herramientas de la consola y servidores. Qt es utilizada principalmente en KDE, Google Earth, Skype, Qt Extended, Adobe Photoshop Album, VirtualBox y Opie.

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

Qt es utilizada en KDE, un entorno de escritorio para sistemas como GNU/Linux o FreeBSD, entre otros. Utiliza el lenguaje de programación C++ de forma nativa, adicionalmente puede ser utilizado en varios otros lenguajes de programación. Funciona en todas las principales plataformas, y tiene un amplio apoyo. El API de la biblioteca cuenta con métodos para acceder a bases de datos mediante SQL, así como uso de XML, gestión de hilos, soporte de red, una API multiplataforma unificada para la manipulación de archivos y una multitud de otros para el manejo de ficheros, además de estructuras de datos tradicionales.

Distribuida bajo los términos de GNU Lesser General Public License (y otras licencias), Qt es software libre y de código abierto. Se encuentra disponible para sistemas tipo Unix con el servidor gráfico X Window System (Linux, BSDs, Unix), para Apple Mac OS X, para sistemas Microsoft Windows, para Linux empotrado (para sistemas integrados como PDA, Smartphone, etc.) y para dispositivos que utilizan Windows CE. (43)

Además existen otros framework que pueden emplearse en el desarrollo de los SIG, tal es el caso de CartoWeb, i3Geo y MapFish de los cuales se exponen a continuación algunas de sus principales características.

CartoWeb posee una arquitectura orientada a objetos que lo hace modular. Puede ser configurado como servicio Web SOAP. Se obtiene todo su potencial cuando se asocia con PostgreSQL/PostGIS. No tiene una versión reciente.

- Licencia: GNU GPL.
- Idioma: Inglés, Francés.
- Lenguaje en el que está escrito: PHP.
- Lenguaje de programación que admite su API: PHP.
- Servicios OGC que consume: WMS, WFS.

i3Geo es una aplicación basada en UMN MapServer, utiliza PHP/MapScript. Además de la principal, puede utilizar OpenLayers o Flamingo como interfaces alternativas. Tiene una versión más ligera para conexiones lentas y cuenta con versión para dispositivos móviles. Realiza análisis espacial en línea.

- Licencia: GNU GPL v.2.
- Idioma: Portugués.
- Lenguaje en el que está escrito: Javascript, PHP.
- Lenguaje de programación que admite su API: Javascript, PHP.
- Servicios OGC que consume: WMS, WMS-T, WFS; WCS, SOS.

MapFish está orientado a facilitar el desarrollo de RIAs. Está basado en Pylons. Del lado del cliente utiliza y extiende OpenLayers, GeoExt y ExtJS. Cuenta con una interfaz llamada “Studio” para administrar las aplicaciones Web de mapas.

- Licencia: GNU GPL v.3.
- Idioma: Francés, Inglés.
- Lenguaje en el que está escrito: Javascript, Python.
- Lenguaje de programación que admite su API: Java, Javascript, PHP, Python, Ruby.
- Servicios OGC que consume: WMS, WFS. (44)

2.2.5 Servidores de mapas.

MapServer es un proyecto de Software Libre, capaz de comunicarse con una gran variedad de formatos tanto vectoriales como ráster y servirlos mediante un módulo CGI (Common Gateway Interface) o accediendo a éste a través el módulo MapScript usando lenguajes como PHP, Python, C#, Ruby, Perl o Java, para los que se implementan las interfaces necesarias.

Como módulo CGI, es el uso más común que se le ha da a este servidor de mapas. Se trata de un ejecutable que puede ser invocado desde páginas Web para generar de forma dinámica imágenes en los formatos más habituales para la publicación en Web (gif, png).

El acceso al Servidor de Mapas a través el módulo MapScript como biblioteca, se utiliza principalmente cuando existe la necesidad de realizar acciones complejas y específicas en el lado del servidor y para esto se cuenta con un conjunto de funcionalidades de este servidor, expuestas para diferentes lenguajes de

programación para de esta forma permitir realizar tareas con un alto contenido dinámico y especializado: consultas especializadas, análisis geoespacial al vuelo, entre otras.

Las características principales de este servidor son:

- Sencillez de configuración y administración. Es adaptable.
- Plataformas sobre las que puede operar: Linux/Apache y Windows 95 o superior.
- Velocidad de acceso a datos.
- Formatos ráster soportados: TIFF/GeoTIFF, GIF, PNG, ERDAS, JPEG y EPPL7.
- Formatos vectoriales soportados: Shapefiles. (45)

2.2.6 Navegadores

A pasos agigantados avanza el mercado de telefonía móvil, y cada vez son más las empresas que piden proyectos Web específicos para que se usen desde teléfonos celulares, o que sus sitios se vean correctamente en ellos. Para móviles existen navegadores que difieren por la marca del teléfono y por el modelo de las mismas, teniendo por ejemplo: Firefox, Opera, IE6, IE7, IE8 y Safari.

Dentro de los distintos navegadores existentes, se relacionan a continuación los que más se utilizan para la visualización de sitios para dispositivos móviles.

Opera es un navegador Web que permite obtener una visualización del sitio para dispositivos móviles. Fue creado por la empresa noruega Opera Software. La aplicación es gratuita desde su versión 8.50. Es reconocido por su velocidad, seguridad, soporte de estándares (especialmente CSS), tamaño reducido, internacionalidad y constante innovación. Implementó ya desde sus primeras versiones la navegación por pestañas, los movimientos del ratón en la navegación, personalización por sitio, y la vista en miniatura por pestañas.

Está disponible para Windows, Mac OS X, GNU/Linux, OS/2, Solaris y FreeBSD. Además, hay dos versiones móviles: Opera Mini (para móviles sencillos) y Opera Mobile (versiones específicas como teléfonos inteligentes y computadores de bolsillo). También está presente en las videoconsolas Nintendo

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

DS y Wii. Tiene pequeños detalles que hacen su uso más cómodo a la hora de navegar, pues por ejemplo, se puede realizar una búsqueda instantánea.

Su versión 6 fue la primera en contar con soporte de codificaciones internacionales, y no fue hasta la versión 7, reconstruida totalmente desde los cimientos, que contó con compatibilidad total con especificaciones como DOM, CSS 2.1 (segunda versión) y XHTML. La versión 7.6, una versión de pre-visualización técnica o Alfa, incluyó un novedoso sistema de reconocimiento de voz basado en XML (VoiceXML), facilitando así la accesibilidad, lo cual se mantiene en las versiones siguientes. Posteriormente, la misma versión 8 agregó soporte nativo de gráficos SVG Tiny. (46)

Firefox incluye una extensión llamada Web Developer, la cual instala una barra de herramientas con la que el usuario puede deshabilitar todos los estilos, Javascript, imágenes, cookies y definir tamaños de la página.

Safari es un navegador Web de código cerrado desarrollado por Apple Inc. Está disponible para Mac OS X, iPhone OS y Microsoft Windows. Incluye navegación por pestañas, corrector ortográfico, búsqueda progresiva, marcadores, bloqueador de ventanas emergentes, atajos del teclado, soporte para motores de búsqueda, etc. Proporciona un entorno para los desarrolladores Web, como el Agente de Usuario (en inglés "User Agent") en el cual se selecciona el motor de renderizado para abrir las páginas Web. (47)

2.3 Conclusiones

Con el estudio de los principales SO existentes para dispositivos móviles, y de los lenguajes de programación que más se han utilizado en el desarrollo de SIG para dichos dispositivos, así como de los framework o componentes asociados a este tipo de aplicaciones, se ha podido comprender el proceso de representación de software SIG para tales dispositivos, de cuyo proceso es válido resaltar que la calidad del software depende en principio, de la selección adecuada que se haga de las tecnologías a utilizar en su desarrollo.

CAPÍTULO 3: Propuesta de tecnologías para representar SIG Web en dispositivos móviles.

3.1 Introducción

En el presente capítulo se dan a conocer algunos elementos y consideraciones a tener en cuenta para diseñar un sitio Web para dispositivos móviles. Además, se proponen las posibles tecnologías a utilizar para representar un SIG Web en dichos dispositivos.

3.2 Desarrollo Web orientado a dispositivos móviles

En la actualidad se han incrementado notablemente las capacidades de los dispositivos móviles para navegar por Internet, por lo cual cada vez son más los usuarios que se conectan a la red a través de dispositivos inalámbricos, gracias a las diferentes tecnologías de conexión existentes, como por ejemplo GPRS y UMTS.

Existe una gran diversidad en el mercado de dispositivos móviles; difieren en cuanto a modelos, marcas, sistemas operativos, navegadores, tamaño de la pantalla, capacidad de memoria entre otras características, las cuales son importante conocer cuando se va a diseñar un sitio Web para este tipo de dispositivos.

Los dispositivos móviles no sólo son diferentes entre sí, pues difieren notablemente con respecto a una PC, es por ello que para diseñar un sitio Web, se deben considerar algunos elementos como por ejemplo, el uso de vínculos en un sitio Web para una PC se maneja con el cursor a través del mouse, mientras que en un teléfono sería mediante el teclado y en un PDA a través del dispositivo señalador que trae consigo. Otra diferencia está dada por el tamaño de la pantalla, pues es incomparable la cantidad de información que puede mostrarse en una pantalla de 19 pulgadas, con la capacidad de una pantalla de 1 pulgada. También hay que tener en cuenta que muchos de los móviles no disponen de un mouse y su teclado difiere del de las PC. Por otro lado, las limitaciones en los navegadores; pues existen grandes diferencias en la ejecución de código cliente (HTML, Javascript y CSS) en distintos navegadores. En los dispositivos

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

móviles existen navegadores que soportan WML, otros CHTML (Compact HTML) y otros XHTML. El mismo problema está dado para el soporte Javascript y CSS. Se debe conocer además que para la mayoría de los dispositivos móviles, la ejecución de Javascript es muy limitada o nula. Hay que considerar también que las limitaciones físicas de este tipo de dispositivo, tales como las dimensiones de la pantalla y la escasez de memoria traen consigo restricciones relativas a la ejecución de contenidos multimedia (formato y tamaño de las imágenes y de los videos). (48) (49)

Por todas estas restricciones y como existen tantas diferencias entre los diferentes dispositivos y navegadores, se hace necesaria la existencia de diferentes vistas para un mismo modelo, creando al menos una vista para los dispositivos con grandes capacidades y al menos otra para dispositivos con capacidades más limitadas, para lo cual se hace necesario poder identificar el dispositivo que está realizando la petición a la aplicación, y dependiendo de las características del mismo, ofrecerle una interfaz gráfica adaptada a sus capacidades.

Por todas estas restricciones y como existen tantas diferencias entre los diferentes dispositivos y navegadores, se hace necesaria la existencia de diferentes vistas para un mismo modelo de datos de una aplicación, creando al menos una vista para los dispositivos con grandes capacidades y al menos otra para dispositivos con capacidades más limitadas, para lo cual se hace necesario poder identificar el dispositivo que está realizando la petición a la aplicación, y dependiendo de las características del mismo, ofrecerle una interfaz gráfica adaptada a sus capacidades.

Para poder identificar el dispositivo desde el cual el usuario realiza la solicitud, se recoge el valor del parámetro "**User Agent**" presente en la petición realizada desde el navegador, que es utilizado para consultar los datos del dispositivo que están almacenados en un fichero XML conocido como **WURFL** (Wireless Universal Resource File). Este fichero contiene las principales características y capacidades de la gran mayoría de los dispositivos móviles que entran en el mercado. Este proyecto es de código abierto y está destinado a desarrolladores que trabajan con WAP. Existen varias API para diferentes lenguajes como Java, PHP, Python, Ruby, Perl, entre otros.

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

De esta manera se puede detectar si el dispositivo que accede a la página Web es móvil o no y conociendo sus capacidades los desarrolladores pueden decidir qué elementos van a mostrar en la Web, y así, poder entregar al navegador de ese dispositivo, una página de acuerdo con sus características.

A continuación se enumeran algunas de las principales tecnologías y herramientas para desarrollar portales WAP, tal es el caso de **MyMobileWeb**, que es un framework de código abierto que utiliza, entre otras tecnologías, el API de WURFL para identificar el dispositivo conectado. Tiene un sistema de etiquetas jsp (taglib) para el diseño de la vista. Estas etiquetas adaptan automáticamente los contenidos a las características de los dispositivos conectados. Su filosofía consiste en crear dos diseños: uno para las estaciones de trabajo PC y otro para los dispositivos inalámbricos. Es modular y de bajo coste, capaz de simplificar el desarrollo de aplicaciones y portales Web para móviles. Se basa en la tecnología Java y J2EE. Su licencia GPL junto con la política de distribución garantiza el acceso tanto al código como a la distribución binaria de la plataforma sin coste alguno.

Genera versiones específicas según el cliente detectado y envía una versión modificada para requisitos particulares de la página según la descripción del dispositivo y del navegador contenida en el fichero WURFL. Con dicho framework se definen interfaces para todo tipo de dispositivos. Es capaz de hacer interfaces en tiempo de ejecución de acuerdo con las características y restricciones del dispositivo y navegador utilizado.

Dentro de las herramientas existentes de código abierto se encuentra un API que puede utilizarse en varios lenguajes con tecnologías Web, como es el caso de **WALL** (Wireless Abstraction Library), el cual es muy sencillo de utilizar y brinda una solución bastante eficiente para adaptar algunos contenidos Web en los sitios destinados a los dispositivos móviles.

Wall se encarga de la transformación de un conjunto de etiquetas con un prefijo bien definido (<**wall**:*>) a etiquetas propias de lenguajes como WML, CHTML, XHTML y HTML respectivamente, según el lenguaje de marcado que soporte el navegador del dispositivo desde el cual se realiza la petición al sitio, lo cual es posible conocer mediante WURFL.

La versión Actual es WNG (Wall Next Generation) que está desarrollada con el framework Spring, lo cual brinda a esta plataforma una gran flexibilidad y posibilidades de integración ya que este es uno de los framework más populares en Java. (50)

3.3 Propuesta de tecnologías a utilizar para representar SIG Web en dispositivos móviles

3.3.1 Lenguajes de Programación

Dentro de los lenguajes utilizados en el desarrollo de aplicaciones Web, son más comunes Java y PHP. Java por su parte es un lenguaje OO. Se considera software libre debido a que la mayor parte de sus tecnologías están bajo la licencia GNU/GPL. La tecnología Java usada en cualquier portal Web posee una estructura claramente diferenciada, pudiendo separar con facilidad el modelo MVC con sus diferentes módulos. Java está más orientado a grandes proyectos ya que proporciona una gran escalabilidad. Además es un lenguaje multiplataforma. Es uno de los lenguajes más utilizados en el mundo de los SIG. Proyectos como Geotools, Degree, JTS, etc. y las API Java de algunos productos comerciales (ESRI, Mapinfo), demuestran que la plataforma Java se va extendiendo entre las aplicaciones de SIG. Es compatible con la mayoría de los dispositivos móviles del mercado, tales como PDA, celulares y otros. Java implementa una máquina virtual, que no es más que un traductor entre el sistema operativo que utiliza el terminal móvil y el código del programa Java que se ejecuta.

Como desventaja se puede decir que para la programación de un sistema Java es necesaria una mayor preparación y experiencia, lo que puede aumentar el coste total y es muy pesado debido a que usa una máquina virtual para su ejecución.

PHP es un lenguaje de programación interpretado en el servidor. En la actualidad está publicado bajo la licencia PHP (considerada como una licencia de Software Libre). Es ampliamente usado en entornos de desarrollo Web por su facilidad de uso, su integración perfecta con HTML y su versatilidad de uso en diferentes sistemas operativos. De PHP se puede decir que se pierde un tanto la pista de la modularidad, puesto que todas las capas lógicas son implementadas en un mismo archivo (.php). Como en PHP la

programación es mucho más directa y con resultados inmediatos, tiene bajo coste de desarrollo. Es poco pesado por lo que produce una sensación al usuario de rapidez y mayor usabilidad. Es poco estructurado. Con PHP se debe controlar la seguridad de acceso al sistema de una forma mucho más manual, realizando comprobaciones minuciosas de los diferentes ataques que se pueden recibir (como por ejemplo, inyección SQL).

Como ya se explicó anteriormente, WURFL tiene un API tanto para Java como PHP, por lo que ambos pueden combinarse con esta tecnología. Además, ambos lenguajes han sido utilizados en el desarrollo de SIG, tal es el caso de GvSIG que fue desarrollado en Java.

3.3.2 Sistemas Gestores de Bases de Datos

Después de analizar las características, ventajas y desventajas que poseen cada uno de los SGBD se pudo arribar a las siguientes conclusiones.

Oracle es uno de los gestores de base de datos más potentes, pero sus desventajas no permiten que se tenga en cuenta para la base de datos que se pretende diseñar, sobre todo porque tiene la negativa de ser un software propietario y además, es bastante caro. A diferencia de PostgreSQL que es un producto disponible sin costo alguno.

Si se observa desde el punto de vista de la licencia, Microsoft SQL Server no está aislado a esta característica ya que es un SGBD propietario, aunque no se compara con Oracle en cuanto al precio ya que es mucho más económico. PostgreSQL ofrece una potencia adicional, al incorporar los siguientes cuatro conceptos, lo que permitirá que los usuarios puedan fácilmente extender el sistema: Clases, Herencia, Tipos y Funciones. Es el servidor de bases de datos mayor trabajado por todos aquellos que realizan aplicaciones cliente-servidor, complejas o críticas, a nivel internacional, nacional y en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

Además, es dirigido por una comunidad de desarrolladores y organizaciones comerciales las cuales trabajan en su implementación y perfeccionamiento, esto explica en parte el avance incomparable que ha tenido en los últimos años. Es capaz de ajustarse a la cantidad de memoria que posee el sistema de

manera óptima, no siendo así con Oracle y Microsoft SQL Server que requieren de un alto consumo de memoria RAM.

PostgreSQL es un potente sistema de base de datos. Cuenta con más de 15 años de desarrollo activo y una arquitectura probada que se ha ganado una sólida reputación de fiabilidad, integridad de datos y corrección. Funciona en los principales sistemas operativos, incluyendo Linux, UNIX (AIX, BSD, HP-UX, SGI IRIX, Mac OS X, Solaris, Tru64) y Windows. Tiene soporte completo para claves foráneas, uniones, vistas, y procedimientos almacenados (en varios idiomas). Incluye tipos de datos como son: Integer, Numeric, Boolean, Char, Varchar, Date, Interval, y Timestamp. También soporta almacenamiento de objetos binarios grandes, como imágenes, sonidos o videos. Es altamente escalable, tanto en la gran cantidad de datos que puede manejar, como en el número de usuarios concurrentes que puede soportar.

Por su parte, PostGIS es un proyecto que agrega soporte para objetos geográficos en PostgreSQL, lo que le permite ser utilizado como una base de datos espacial para los SIG, al igual que la SDE de ESRI o la extensión espacial de Oracle. PostgreSQL ejecuta procedimientos almacenados en más de una docena de idiomas de programación, como Java, Perl, Python, Ruby, Tcl, C/C ++, y su propio PL/pgSQL, que es similar a la de Oracle PL/SQL. Incluye un marco que permite a los desarrolladores definir y crear sus propios tipos de datos junto con funciones de apoyo y los operadores que definen su comportamiento, de ahí que sea personalizable. Tiene como ventaja fundamental que el código fuente está disponible bajo una licencia de código abierto, la licencia de PostgreSQL, la cual concede la libertad de usar, modificar y distribuir libremente el software.

Se propone como Gestor de Base de Datos el PostgreSQL por ser totalmente libre, y además, su extensión para el desarrollo de SIG (PostGIS), la cual está catalogada como una de las mejores del mundo.

3.3.3 Framework o componentes

La selección del framework dependerá del lenguaje de programación a utilizar. CartoWeb será utilizado en el caso de que se elija PHP, mientras que MapFish puede utilizarse tanto para Java como para PHP. En el

caso de CartoWeb es válido señalar que se obtiene todo su potencial cuando se combina con PostgreSQL/PostGIS. Ambos framework permiten servicios Web: WMS y WFS, lo cual es indispensable para la conexión con el Servidor de Mapas.

3.3.4 Servidor de Mapas

Existen varios servidores de mapas que pudieran emplearse. Sólo tendría que cumplir con la característica de permitir servicios Web (WMS), y además, tener soporte para Java o PHP, según sea el lenguaje seleccionado. Por ejemplo, pudiera utilizarse MapServer, que además de cumplir con estas características, es un proyecto de software libre que puede operar sobre varios sistemas operativos.

Resumen de la propuesta

El proceso de representación de un SIG Web comienza cuando el usuario desea acceder a la aplicación a través de su dispositivo móvil, tecleando la dirección del sitio en el navegador. Esta conexión se realizará mediante el protocolo WAP (Protocolo de Acceso Inalámbrico).

Todos los dispositivos cuentan con un parámetro conocido como “User Agent”, mediante el cual se puede consultar la Base de Datos de WURFL (un fichero XML que se actualiza constantemente y que contiene características y capacidades de los dispositivos que van entrando al mercado), y conocer de esta forma características del dispositivo como por ejemplo: su sistema operativo, el lenguaje de marcado soportado por su navegador, el formato de imágenes que puede soportar, entre otras. WURFL tiene API para varios lenguajes, pero en este caso se utilizaría el API para Java.

También se propone utilizar el framework MyMobileWeb, capaz de simplificar sitios Web de acuerdo a las características del dispositivo obtenidas en WURFL y devolver una interfaz de usuario de acuerdo a las capacidades del dispositivo.

Además se propone utilizar el framework MapFish para la cartografía, pues este tiene soporte para Java, y también permite servicios Web, y mediante WMS (el servicio “Web Map Service”) se realiza la petición al

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

Servidor de Mapas, y la información se devuelve en alguno de los siguientes formatos (PNG, GIF y JPEG).

Se puede utilizar cualquier Servidor de Mapa de código libre que permita servicios Web (WMS), y que sea compatible con el lenguaje seleccionado. Se propone usar MapServer por ser de código abierto y permitir servicios Web.

Se propone utilizar como Sistema Gestor de Base de Datos a PostgreSQL, por ser totalmente libre y además, por contar con una extensión para SIG, conocida como PostGIS.

Para poder visualizar un SIG Web en un dispositivo móvil es preciso tener en cuenta las tecnologías a utilizar en el desarrollo del software, así como también conocer las características y capacidades del dispositivo mediante el cual un usuario desea acceder a la aplicación.

Dentro de las posibles tecnologías a utilizar para poder representar un SIG Web en un dispositivo móvil se proponen las siguientes:

Lenguajes de Programación: Java

Sistema Gestor de Base de Datos: PostgreSQL/PostGIS

Framework para la cartografía: MapFish.

Servidor de Mapas: MapServer.

Herramienta para conocer las características del dispositivo: WURFL

Otras herramientas: MyMobileWeb.

3.4 Validación de la propuesta

Para validar la propuesta de tecnologías a utilizar en la representación de un SIG Web en dispositivos móviles, se utilizó la encuesta como método científico, mediante la técnica del panel de expertos. El objetivo de esta técnica es explorar y conocer los criterios que tienen los encuestados acerca de la utilización de las tecnologías que se proponen en la presente investigación.

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

De una población de 10 profesionales en el campo de la Informática y las Telecomunicaciones se escogió una muestra de 7 para aplicar la encuesta, y la misma arrojó los siguientes resultados:

- Aceptación de Java como lenguaje de programación propuesto, aunque también se recomendó utilizar PHP pues cumple los requisitos para dar solución al problema planteado.
- El 100% coincide en estar de acuerdo con que sea PostgreSQL el SGBD propuesto, sobre todo por contar con la extensión PostGIS para el desarrollo de SIG.
- Los expertos revelaron haber trabajado con MapServer, obteniendo un resultado positivo al combinarlo con las restantes tecnologías propuestas, no sólo fue utilizado en el proyecto GeneSIG, sino también por los desarrolladores del proyecto SIG Móvil con la creación de un Portal Wap.
- Los desarrolladores de dicho Portal aunque utilizaron PHP en el desarrollo de su aplicación, no descartan Java como posible lenguaje a utilizar.
- Uno de los expertos reveló haber trabajado con el framework MyMobileWeb, el lenguaje Java y WURFL, obteniendo un resultado positivo al combinar estas tecnologías.

3.5 Conclusiones

Una vez estudiado el proceso de desarrollo Web para dispositivos móviles, y las consideraciones a tener en cuenta no solo para una Web general, sino específicamente para un SIG Web, se ha podido seleccionar las posibles tecnologías a utilizar en dicho proceso y proponer cuáles de ellas se pueden utilizar para representar SIG Web en dispositivos móviles, con lo cual se garantiza el cumplimiento del objetivo general de la presente investigación científica y por tanto, se da solución al problema que dio origen a la misma.

CONCLUSIONES

- Con el estudio de los Sistemas de Información Geográfica, así como de las principales tecnologías que se utilizan en el desarrollo de estos sistemas, se ha podido seleccionar de ellas las posibles a emplear en la construcción de SIG Web para dispositivos móviles, cumpliendo así con el objetivo general de la presente investigación científica.
- Con la investigación se reafirma la importancia de los SIG, y se pudo conocer el amplio campo de aplicación que tienen estos poderosos sistemas.
- El presente trabajo servirá de gran utilidad y apoyo no solo a los desarrolladores del futuro SIG Web para dispositivos móviles, sino a todo aquel que se inserte en el mundo de los SIG y desee aprender y conocer cómo funcionan estos sistemas.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar profundizando en el tema y llevar a cabo la idea que dio origen a la presente investigación científica, realizando un SIG Web para dispositivos móviles.
- Mantenerse informado y actualizado sobre los SIG así como sobre la telefonía digital, pues ambos campos están en constante desarrollo y evolución.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SIGUCI. [En línea] 2009. [Citado el: 26 de Noviembre de 2009.] <http://siguci.uci.cu/htdocs/index.php>.
2. Pantoja, Yoenis. Revista Internacional de Ciencias de la Tierra. [En línea] Junio de 2009. [Citado el: 22 de Noviembre de 2009.] http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=1604.
3. Luna, Juan Manuel Fernández. Programación de dispositivos móviles con Java. [En línea] Septiembre de 2006. [Citado el: 05 de Diciembre de 2009.] http://leo.ugr.es/J2ME/INTRO/intro_4.htm.
4. PRT Educativo. [En línea] 2003. [Citado el: 08 de Diciembre de 2009.] <http://www.prteducativo.com/jovenes/glosario.htm#m>.
5. wat's new. [En línea] 2010. [Citado el: 14 de Enero de 2010.] <http://www.whatsnew.com/category/programacion-y-diseno/codigo-libre/>.
6. GNU Operating System. [En línea] 2009. [Citado el: 14 de Enero de 2010.] <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>.
7. Cesar, Hendrik. Guía metodológica para el desarrollo de Sistemas de Información Geográfica en la Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana : s.n., 2008.
8. Sistemas de información geográfica en el manejo de peligros naturales. [En línea] 2006. [Citado el: 23 de Enero de 2010.] <http://www.oas.org/DSD/publications/Unit/oea65s/ch10.htm>.
9. Luna, Juan Manuel Fernández. Programación de dispositivos móviles con Java. [En línea] Septiembre de 2006. [Citado el: 23 de Enero de 2010.] http://leo.ugr.es/J2ME/INTRO/intro_4.htm.
10. ESRI España. [En línea] [Citado el: 23 de Enero de 2010.] <http://www.esri.es/index.asp?pagina=240>.
11. GEOSISTEC. [En línea] Enero de 2009. [Citado el: 27 de Enero de 2010.] http://www.geosistec.com/productos_movil.shtml.
12. ESRI España. [En línea] [Citado el: 27 de Enero de 2010.] <http://www.esri.com/software/arcgis/arcpad/index.html>.
13. CMS Spain. [En línea] 06 de Abril de 2009. [Citado el: 05 de Febrero de 2010.] <http://www.ecm-spain.com/noticia.asp?IdItem=6518>.
14. GvSIG. [En línea] [Citado el: 05 de Febrero de 2010.] <http://www.gvsig.org/>.
15. Sistema de Gestión de Contenidos de Fuentes Abiertas. [En línea] [Citado el: 07 de Febrero de 2010.] <http://www.gvsig.gva.es/>.

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

16. Sistema de Gestión de Contenidos de Fuentes Abiertos. [En línea] [Citado el: 07 de Febrero de 2010.] <http://www.gvsig.gva.es/index.php?id=gvsigmobile&L=2%2Findex.php%3Fid%3D&K=1&L=0>.
17. ListaServer. [En línea] [Citado el: 15 de Febrero de 2010.] <http://listserv.gva.es/mailman/listinfo>.
18. GeneSIG. [En línea] [Citado el: 15 de Febrero de 2010.] <http://siguci.uci.cu/htdocs/index.php>.
19. Generación. [En línea] 22 de Agosto de 2009. [Citado el: 17 de Febrero de 2010.] <http://generaciondigitalrd.wordpress.com/2009/08/22/sistema-global-para-las->
20. DIGYTECH. [En línea] [Citado el: 05 de Marzo de 2010.] http://www.digytech.net/v1/index.php?option=com_content&view=article&id=186&Itemid=297.
21. Tejedor, Ramón Jesús Millán. CONSULTORIA ESTRATEGICA EN. [En línea] 2005. [Citado el: 07 de Marzo de 2010.] <http://www.ramonmillan.com/tutoriales/umts.php>.
22. Slideshare. [En línea] 27 de Marzo de 2008. [Citado el: 14 de Marzo de 2010.] <http://www.slideshare.net/Jmaquino/dispositivos-moviles>.
23. Advantages of a personal digital assistant . [En línea] 2002. [Citado el: 14 de Marzo de 2010.] <http://www.time-management-guide.com/PDA.html>.
24. Slideshare. [En línea] 2008. [Citado el: 20 de Marzo de 2010.] http://www.slideshare.net/DACB_Lcc/dispositivos-moviles-1639336.
25. Smartphones. [En línea] 2010. [Citado el: 20 de Marzo de 2010.] <http://www.cnet.com/smartphones/>.
26. WindowsPhone. [En línea] 2010. [Citado el: 25 de Marzo de 2010.] <http://www.microsoft.com/windowsmobile/es-es/default.mspx>.
27. Sosftonic. [En línea] 2010. [Citado el: 25 de Marzo de 2010.] <http://www.softonic.com/palm>.
28. 10 Encuentros Linux. [En línea] [Citado el: 28 de Marzo de 2010.] <http://2009.encuentrolinux.cl/exposiciones/>.
29. Symbian. [En línea] 2010. [Citado el: 28 de Marzo de 2010.] <http://www.symbian.org/>.
30. HTML a fondo. [En línea] 2010. [Citado el: 05 de Abril de 2010.] <http://www.desarrolloweb.com/html/>.
31. Maestros del web. [En línea] 2010. [Citado el: 05 de Abril de 2010.] <http://www.maestrosdelweb.com/editorial/guia-desarrollo-iphone-ipad/>.
32. LibrosWeb. [En línea] 2010. [Citado el: 07 de Abril de 2010.] <http://www.librosweb.es/javascript/>.
33. Geneura. [En línea] [Citado el: 08 de Abril de 2010.] <http://geneura.ugr.es/~maribel/php/>.

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

34. JavaServer Pages Overview. [En línea] 2010. [Citado el: 08 de Abril de 2010.] <http://java.sun.com/products/jsp/overview.html>.
35. Python. [En línea] 2010. [Citado el: 09 de Abril de 2010.] <http://www.python.org/>.
36. Ciberaula. [En línea] 2010. [Citado el: 10 de Abril de 2010.] http://java.ciberaula.com/articulo/introduccion_j2me/.
37. EncuentroLinux. [En línea] 2009. [Citado el: 10 de Abril de 2010.] <http://2009.encuentrolinux.cl/exposiciones/>.
38. Buenas tareas. [En línea] 2010. [Citado el: 13 de Abril de 2010.] <http://www.buenastareas.com/ensayos/Sistema-De-Gestion-De-Base-De/133830.html>.
39. Cavsi. [En línea] [Citado el: 13 de Abril de 2010.] <http://www.cavsi.com/preguntasrespuestas/que-es-un-sistema-gestor-de-bases-de-datos-o-sgbd/>.
40. Centro de descarga. [En línea] [Citado el: 17 de Abril de 2010.] <http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?familyid=9655156b-356b-4a2c-857c-e62f50ae9a55&displaylang=es>.
41. XUI. [En línea] [Citado el: 25 de Abril de 2010.] <http://xuijs.com/>.
42. Spring source. [En línea] [Citado el: 25 de Abril de 2010.] <http://www.springsource.org/>.
43. Diclib. [En línea] [Citado el: 03 de Mayo de 2010.] http://www.diclib.com/Qt%20%28biblioteca%29/show/en/es_wiki_10/1376.
44. GeoTux. [En línea] [Citado el: 07 de Mayo de 2010.] http://geotux.tuxfamily.org/index.php?option=com_myblog&task=view&id=257&Itemid=59.
45. Mappin. [En línea] Julio de 2009. [Citado el: 10 de Mayo de 2010.] http://www.mappinginteractivo.com/plantilla.asp?id_articulo=1600.
46. Opera software. [En línea] 2010. [Citado el: 13 de Mayo de 2010.] <http://www.opera.com/>.
47. Maestros de la Web. [En línea] [Citado el: 15 de Mayo de 2010.] <http://www.maestrosdelweb.com/editorial/tu-sitio-web-en-dispositivos-moviles/>.
48. UnderMedia. [En línea] 2007. [Citado el: 20 de Mayo de 2010.] <http://blog.undermedia.com.ec/index.php/disenar-una-pagina-web-para-dispositivos-moviles/>.
49. Studio. [En línea] 16 de Julio de 2009. [Citado el: 02 de Junio de 2010.] <http://www.studio-isb.com/disenoweb>.
50. Cruz, Harley. Desarrollo del Portal WAP para la plataforma de gestión de contenidos Gina. La Habana : s.n., 2009.

BIBLIOGRAFÍA

1. SIGUCI. [En línea] 2009. [Citado el: 26 de Noviembre de 2009.] <http://siguci.uci.cu/htdocs/index.php>.
2. Pantoja, Yoenis. Revista Internacional de Ciencias de la Tierra. [En línea] Junio de 2009. [Citado el: 22 de Noviembre de 2009.] http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=1604.
3. Luna, Juan Manuel Fernández. Programación de dispositivos móviles con Java. [En línea] Septiembre de 2006. [Citado el: 05 de Diciembre de 2009.] http://leo.ugr.es/J2ME/INTRO/intro_4.htm.
4. PRT Educativo. [En línea] 2003. [Citado el: 08 de Diciembre de 2009.] <http://www.prteducativo.com/jovenes/glosario.htm#m>.
5. wat's new. [En línea] 2010. [Citado el: 14 de Enero de 2010.] <http://www.whatsnew.com/category/programacion-y-diseno/codigo-libre/>.
6. GNU Operating System. [En línea] 2009. [Citado el: 14 de Enero de 2010.] <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>.
7. Cesar, Hendrik. Guía metodológica para el desarrollo de Sistemas de Información Geográfica en la Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana : s.n., 2008.
8. Sistemas de información geográfica en el manejo de peligros naturales. [En línea] 2006. [Citado el: 23 de Enero de 2010.] <http://www.oas.org/DSD/publications/Unit/oea65s/ch10.htm>.
9. Luna, Juan Manuel Fernández. Programación de dispositivos móviles con Java. [En línea] Septiembre de 2006. [Citado el: 23 de Enero de 2010.] http://leo.ugr.es/J2ME/INTRO/intro_4.htm.
10. ESRI España. [En línea] [Citado el: 23 de Enero de 2010.] <http://www.esri.es/index.asp?pagina=240>.
11. GEOSISTEC. [En línea] Enero de 2009. [Citado el: 27 de Enero de 2010.] http://www.geosistec.com/productos_movil.shtml.
12. ESRI España. [En línea] [Citado el: 27 de Enero de 2010.] <http://www.esri.com/software/arcgis/arcpad/index.html>.
13. CMS Spain. [En línea] 06 de Abril de 2009. [Citado el: 05 de Febrero de 2010.] <http://www.ecm-spain.com/noticia.asp?IdItem=6518>.
14. GvSIG. [En línea] [Citado el: 05 de Febrero de 2010.] <http://www.gvsig.org/>.
15. Sistema de Gestión de Contenidos de Fuentes Abiertos. [En línea] [Citado el: 07 de Febrero de 2010.] <http://www.gvsig.gva.es/>.

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

16. Sistema de Gestión de Contenidos de Fuentes Abiertos. [En línea] [Citado el: 07 de Febrero de 2010.] <http://www.gvsig.gva.es/index.php?id=gvsigmobile&L=2%2Findex.php%3Fid%3D&K=1&L=0>.
17. ListaServer. [En línea] [Citado el: 15 de Febrero de 2010.] <http://listserv.gva.es/mailman/listinfo>.
18. GeneSIG. [En línea] [Citado el: 15 de Febrero de 2010.] <http://siguci.uci.cu/htdocs/index.php>.
19. Generación. [En línea] 22 de Agosto de 2009. [Citado el: 17 de Febrero de 2010.] <http://generaciondigitalrd.wordpress.com/2009/08/22/sistema-global-para-las->
20. DIGYTECH. [En línea] [Citado el: 05 de Marzo de 2010.] http://www.digytech.net/v1/index.php?option=com_content&view=article&id=186&Itemid=297.
21. Tejedor, Ramón Jesús Millán. CONSULTORIA ESTRATEGICA EN. [En línea] 2005. [Citado el: 07 de Marzo de 2010.] <http://www.ramonmillan.com/tutoriales/umts.php>.
22. Slideshare. [En línea] 27 de Marzo de 2008. [Citado el: 14 de Marzo de 2010.] <http://www.slideshare.net/Jmaquino/dispositivos-moviles>.
23. Advantages of a personal digital assistant . [En línea] 2002. [Citado el: 14 de Marzo de 2010.] <http://www.time-management-guide.com/PDA.html>.
24. Slideshare. [En línea] 2008. [Citado el: 20 de Marzo de 2010.] http://www.slideshare.net/DACB_Lcc/dispositivos-moviles-1639336.
25. Smartphones. [En línea] 2010. [Citado el: 20 de Marzo de 2010.] <http://www.cnet.com/smartphones/>.
26. WindowsPhone. [En línea] 2010. [Citado el: 25 de Marzo de 2010.] <http://www.microsoft.com/windowsmobile/es-es/default.mspx>.
27. Sosftonic. [En línea] 2010. [Citado el: 25 de Marzo de 2010.] <http://www.softonic.com/palm>.
28. 10 Encuentros Linux. [En línea] [Citado el: 28 de Marzo de 2010.] <http://2009.encuentrolinux.cl/exposiciones/>.
29. Symbian. [En línea] 2010. [Citado el: 28 de Marzo de 2010.] <http://www.symbian.org/>.
30. HTML a fondo. [En línea] 2010. [Citado el: 05 de Abril de 2010.] <http://www.desarrolloweb.com/html/>.
31. Maestros del web. [En línea] 2010. [Citado el: 05 de Abril de 2010.] <http://www.maestrosdelweb.com/editorial/guia-desarrollo-iphone-ipad/>.
32. LibrosWeb. [En línea] 2010. [Citado el: 07 de Abril de 2010.] <http://www.librosweb.es/javascript/>.
33. Geneura. [En línea] [Citado el: 08 de Abril de 2010.] <http://geneura.ugr.es/~maribel/php/>.

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

34. JavaServer Pages Overview. [En línea] 2010. [Citado el: 08 de Abril de 2010.] <http://java.sun.com/products/jsp/overview.html>.
35. Pyton. [En línea] 2010. [Citado el: 09 de Abril de 2010.] <http://www.python.org/>.
36. Ciberaula. [En línea] 2010. [Citado el: 10 de Abril de 2010.] http://java.ciberaula.com/articulo/introduccion_j2me/.
37. EncuentroLinux. [En línea] 2009. [Citado el: 10 de Abril de 2010.] <http://2009.encuentrolinux.cl/exposiciones/>.
38. Buenas tareas. [En línea] 2010. [Citado el: 13 de Abril de 2010.] <http://www.buenastareas.com/ensayos/Sistema-De-Gestion-De-Base-De/133830.html>.
39. Cavsi. [En línea] [Citado el: 13 de Abril de 2010.] <http://www.cavsi.com/preguntasrespuestas/que-es-un-sistema-gestor-de-bases-de-datos-o-sgbd/>.
40. Centro de descarga. [En línea] [Citado el: 17 de Abril de 2010.] <http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?familyid=9655156b-356b-4a2c-857c-e62f50ae9a55&displaylang=es>.
41. XUI. [En línea] [Citado el: 25 de Abril de 2010.] <http://xuijs.com/>.
42. Spring source. [En línea] [Citado el: 25 de Abril de 2010.] <http://www.springsource.org/>.
43. Diclib. [En línea] [Citado el: 03 de Mayo de 2010.] http://www.diclib.com/Qt%20%28biblioteca%29/show/en/es_wiki_10/1376.
44. GeoTux. [En línea] [Citado el: 07 de Mayo de 2010.] http://geotux.tuxfamily.org/index.php?option=com_myblog&task=view&id=257&Itemid=59.
45. Mappin. [En línea] Julio de 2009. [Citado el: 10 de Mayo de 2010.] http://www.mappinginteractivo.com/plantilla.asp?id_articulo=1600.
46. Opera software. [En línea] 2010. [Citado el: 13 de Mayo de 2010.] <http://www.opera.com/>.
47. Maestros de la Web. [En línea] [Citado el: 15 de Mayo de 2010.] <http://www.maestrosdelweb.com/editorial/tu-sitio-web-en-dispositivos-moviles/>.
48. UnderMedia. [En línea] 2007. [Citado el: 20 de Mayo de 2010.] <http://blog.undermedia.com.ec/index.php/disenar-una-pagina-web-para-dispositivos-moviles/>.
49. Studio. [En línea] 16 de Julio de 2009. [Citado el: 02 de Junio de 2010.] <http://www.studio-isb.com/disenoweb>.
50. Cruz, Harley. Desarrollo del Portal WAP para la plataforma de gestión de contenidos Gina. La Habana : s.n., 2009.

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

51. Alvarez, Carlos. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA. Santiago de Cuba: s.n., 1995.
52. Hernández, Rolando. EL PARADIGMA CUANTITATIVO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTIFICA. Ciudad de la Habana: s.n., 2002.
53. Bayarre, H y Hersford, R. Metodología de la Investigación. Ciudad de La Habana: Ciencias Médicas, 2004.
54. Day, Robert. Cómo escribir y publicar trabajos científicos. Washington: s.n., 2005.
55. Mendoza Sanchez, María A. Metodologías De Desarrollo De Software. Perú: S.A.C., 2007.
56. Ascari, R. (2008). Revisado el 12 de diciembre, 2009
<http://mundobyte.wordpress.com/2008/01/10/transacciones-en-mysql/>.
57. Chávez, L.G.P. (2009). "Lenguajes y manejadores de base de datos." [Citado 24 de enero, 2010]
<http://luisperez1981.blogspot.com/>.
58. Gilfillan, L. La biblia MySQL.
59. González, C. D. (2010). "Curso Base de Datos PostgreSQL, SQL avanzado y PHP." [Citado el 20 de enero, 2010], de: <http://www.usabilidadweb.com.ar/postgre.php>.
60. González, M. (2009). "Características de MySQL" [Citado el 20 de enero, 2010], de: http://anadicsinaloa.com/index.php?option=com_content&view=article&id=207:caracteristicas-mysql&catid=16:anadic-sinaloa&Itemid=33.
61. Martínez, R. (2009). "Sobre PostgreSQL." [Citado el 27 de marzo, 2010], de: http://www.PostgreSQL-es.org/sobre_postgresql.
62. Tatiana Páez, P. G. (2008). "Ventajas de MYSQL." [Citado el 15 de enero, 2010], de <http://sistemaspyt.blogspot.com/2008/09/ventajas.html>.

ANEXOS

Anexo 1: Encuesta realizada a profesionales en el campo de la Informática y las Telecomunicaciones.

La presente encuesta se realiza con el objetivo de conocer sus consideraciones con respecto a una propuesta de tecnologías para poder representar SIG Web en dispositivos móviles.

El proceso de representación de un SIG Web comienza cuando el usuario desea acceder a la aplicación a través de su dispositivo móvil, tecleando la dirección del sitio en el navegador. Esta conexión se realizará mediante el protocolo WAP (Protocolo de Acceso Inalámbrico).

Todos los dispositivos cuentan con un parámetro conocido como “User Agent”, mediante el cual se puede consultar la Base de Datos de WURFL (un fichero XML que se actualiza constantemente y que contiene características y capacidades de los dispositivos que van entrando al mercado), y conocer de esta forma características del dispositivo como por ejemplo: su sistema operativo, el lenguaje de marcado soportado por su navegador, el formato de imágenes que puede soportar, entre otras. WURFL tiene API para varios lenguajes, pero en este caso se utilizaría el API para Java.

También se propone utilizar el framework MyMobileWeb, capaz de simplificar sitios Web de acuerdo a las características del dispositivo obtenidas en WURFL y devolver una interfaz de usuario de acuerdo a las capacidades del dispositivo.

Además se propone utilizar el framework MapFish para la cartografía, pues este tiene soporte para Java, y también permite servicios Web, y mediante WMS (el servicio “Web Map Service”) se realiza la petición al Servidor de Mapas, y la información se devuelve en alguno de los siguientes formatos (PNG, GIF y JPEG).

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

Se puede utilizar cualquier Servidor de Mapa de código libre que permita servicios Web (WMS), y que sea compatible con el lenguaje seleccionado. Se propone usar MapServer por ser de código abierto y permitir servicios Web.

Se propone utilizar como Sistema Gestor de Base de Datos a PostgreSQL, por ser totalmente libre y además, por contar con una extensión para SIG, conocida como PostGIS.

Para poder visualizar un SIG Web en un dispositivo móvil es preciso tener en cuenta las tecnologías a utilizar en el desarrollo del software, así como también conocer las características y capacidades del dispositivo mediante el cual un usuario desea acceder a la aplicación.

Dentro de las posibles tecnologías a utilizar para poder representar un SIG Web en un dispositivo móvil se proponen las siguientes: Java, PostgreSQL/PostGIS, MapFish, MapServer, WURFL y MyMobileWeb.

¿Qué consideración tiene usted acerca de la propuesta realizada?

En caso de estar en desacuerdo, por favor, especifique cuál tecnología usted propondría.

Tecnologías propuestas	¿De acuerdo?	¿Propone otra? ¿Cuál?	Observaciones
Java			
PostgreSQL/PostGIS			
MapFish			
MapServer			
WURFL			
WALL			
MyMobileWeb			

Total de profesionales encuestados: 7

GLOSARIO

API: (Interfaz de Programación de Aplicaciones, en inglés Application Programming Interface) Conjunto de rutinas, protocolos, y de herramientas para construir aplicaciones de software. Un buen API hace más fácil desarrollar un programa, proporcionando todos los bloques de la construcción.

CDC: (Connected Device Configuration) Es una configuración desarrollada para dispositivos con 2 MB o más de memoria disponible para la plataforma, incluyendo RAM y memoria flash o ROM.

CDMA: (Code Division Multiple Access) Norma de transferencia de información por teléfonos inalámbricos.

CLDC: (Connected, Limited Device Configuration) Es una configuración diseñada para dispositivos con conexiones de red intermitentes, procesadores lentos y memoria limitada como teléfonos móviles y asistentes personales.

GML (Geographic Markup Language): Lenguaje estándar de marcado basado en XML para el intercambio de información geográfica entre sistemas.

HTML: Lenguaje de marcas de hipertexto (HyperText Markup Language). Es usado para describir la estructura y el contenido en forma de texto, así como para complementar el texto con objetos tales como imágenes. HTML se escribe en forma de “etiquetas”, rodeadas por corchetes angulares (<,>). También puede describir, hasta un cierto punto, la apariencia de un documento, y puede incluir un script (por ejemplo Javascript), el cual puede afectar el comportamiento de navegadores Web y otros procesadores de HTML.

HTTP: (Hypertext Transfer Protocol) Protocolo de Transferencia de Hipertexto utilizado en la WWW para transmitir las páginas de información entre el programa navegador y el servidor. Se destaca que el HTTP seguro es un protocolo HTTP mejorado con funciones de seguridad con clave simétrica.

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

IDE: Es un entorno de programación que ha sido empaquetado como un programa de aplicación, es decir, consiste en un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfica GUI. Los IDE pueden ser aplicaciones por sí solas o pueden ser parte de aplicaciones existentes.

JSP: (Java Server Page) Tecnología orientada a crear páginas Web con programación en Java. Las páginas JSP están compuestas de código HTML/XML mezclado.

Lenguaje de marca: Es un conjunto de reglas que utilizan una sintaxis predefinida que sirven para estructurar un documento electrónico, utilizando etiquetas al principio y al final de un elemento.

Lenguaje de script: Es un lenguaje de programación cuyo código se inserta dentro del documento HTML. Este código se ejecuta en el navegador del usuario al cargar la página, o cuando sucede algo especial como puede ser el pulsar sobre un enlace. Estos lenguajes permiten variar dinámicamente el contenido del documento, modificar el comportamiento normal del navegador.

MIME: Extensiones de correo de Internet multipropósito (Multipurpose Internet Mail Extensions), son una serie de convenciones o especificaciones dirigidas a que se puedan intercambiar a través de Internet todo tipo de archivos (texto, audio, video, etc.) de forma transparente para el usuario. Una parte importante del MIME está dedicada a mejorar las posibilidades de transferencia de texto en distintos idiomas y alfabetos.

OGC: (Open GIS Consortium) Consorcio encargado de definir los estándares a seguir por los SIG. Es un consorcio internacional formado por 256 empresas, organismos estatales y universidades, que participan en un proceso para el desarrollo de especificaciones de interfaces disponibles para el público en general.

Roaming: Capacidad de un dispositivo para moverse de una zona de cobertura a otra, hacer y recibir llamadas en redes móviles fuera del área de servicio local.

SDK: (Software Development Kit) Kit de desarrollo de software, que no es más que un conjunto de herramientas y programas de desarrollo que permite al programador crear sus aplicaciones.

Sistemas de Información Geográfica para Dispositivos Móviles

Servlet: Pequeño programa que corre en un servidor. Por lo general son aplicaciones Java que corren en un entorno de servidor Web. Esto es análogo a una aplicación Java que corre en un navegador.

SVG: (Scalable Vector Graphics) Lenguaje de marcado basado en XML para la representación de gráficos vectoriales en páginas Web.

TDMA: (Time Division Multiple Access) Tecnología inalámbrica de segunda generación, que distribuye las unidades de información en ranuras alternas de tiempo, dando acceso múltiple a un número reducido de frecuencias. TDMA permite dar servicios de alta calidad de voz y datos.

Webservices: Es un sistema software diseñado para soportar la interoperabilidad máquina-máquina a través de una red. Un “Web Service” es una comunicación por medio de mensajes SOAP entre diferentes equipos a través de una red.

Wi-Fi: (Wireless Fidelity) Conjunto de estándares para redes inalámbricas basado en especificaciones IEEE 802.11 (especialmente la 802.11b), creado para redes locales inalámbricas, pero que también se utiliza para acceso a Internet.

WCS: (Web Coverages Services) Servicios de Coberturas en Web. Especificación emitida por OGC.

WFS: (Web Features Services) Servicios de rasgos (características) en Web. Especificación emitida por OGC.

WMS: (Web Map Services) Servicios de Mapas mediante Web. Especificación emitida por OGC.

XML: (Extensible Markup Language) Desarrollado por el W3C. Su objetivo es conseguir páginas Web más semánticas. XML separa la estructura del contenido y permite el desarrollo de vocabularios modulares. Se trata de un formato abierto.