

Integración de sistemas de comunicaciones móviles inalámbricas en una plataforma GIS

Jordi Casademont, M^a Elena López Aguilera, Josep Paradells

jordi.casademont@entel.upc.es, elopez@mat.upc.es, teljpa@mat.upc.es

Departamento de Ingeniería Telemática

Universidad Politécnica de Cataluña

Joan Carles Olmedillas

JCOlmedillas@sysigsa.com

Sysigsa

El artículo presenta una nueva plataforma desarrollada para la comercialización de servicios avanzados de información geográfica para uso en dispositivos portátiles. La plataforma utiliza las redes de telecomunicación disponibles hoy en día: Internet como red troncal y las redes celulares GSM y GPRS como redes de acceso.

La plataforma implementa un sistema para la comercialización de información geográfica en forma de mapas vectoriales, que se pueden adquirir de un servidor por un tiempo limitado. Se ha utilizado el formato de mapa vectorial GDF (Geographic Data Files). Los mapas en este formato vectorial contienen información adicional sobre puntos de interés, y acerca de los elementos del mapa como pueden ser calles y plazas. Uno de los principales valores añadidos de los mapas es que su información esté permanentemente actualizada, por este motivo es más interesante, tanto para el proveedor como para el cliente, alquilar un mapa por un corto período de tiempo, y a un precio inferior, que venderlo sin límite de tiempo a un precio elevado.

El cliente accede al servicio utilizando una aplicación propietaria, disponible sobre PC y PDA (Personal Digital Assistant). Para poder acceder a la información geográfica, la aplicación deberá comunicarse con el servidor de información geográfica. Los dispositivos móviles accederán al servidor, conectándose a Internet mediante WLAN (Wireless LAN), la red celular de conmutación de circuitos GSM o la red celular de conmutación de paquetes GPRS. El servidor se encarga de controlar el acceso de los usuarios y de proporcionar los mapas requeridos, cifrados mediante una clave personal.

Esta aplicación proporciona también facilidades de navegación e incluye un sistema para mejorar la localización, DGPS (GPS Diferencial), utilizando mensajes SMS del sistema GSM.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, gracias al desarrollo tecnológico nos encontramos en una situación en la que el usuario tiene a su disposición gran número de dispositivos y sistemas, pero faltan

aplicaciones que hagan uso de todo su potencial. Entre los dispositivos y sistemas existentes se pueden destacar los siguientes:

- a) Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y GPS Diferencial. En este último caso un servidor, mantenido normalmente por instituciones cartográficas, genera un vector de corrección que se distribuye utilizando el sistema RASANT vía radio FM. Los receptores RASANT decodifican la información recibida y envían las tramas RTCM al receptor GPS, que las utiliza para proporcionar una posición más precisa.
- b) Consolidación de las comunicaciones móviles personales.
- c) Internet, en continuo crecimiento, y cuyo acceso es posible de forma fija o inalámbrica, y con anchos de banda diferentes.
- d) Dispositivos móviles: PCs portátiles y PDAs, con tarjetas que implementan los protocolos de comunicación más importantes en el interfaz radio: Bluetooth, IEEE 802.11b, GSM y GPRS.
- e) Sistemas de información geográfica (GIS), capaces de representar información cartográfica. Si además se les proporcionan facilidades de navegación, tendremos un abanico de nuevos servicios aplicables en diferentes campos.

La plataforma presentada pretende proporcionar una aplicación global que combina los sistemas mencionados y proporciona al usuario una serie de servicios, entre los que se encuentran: la localización, la mejora de ésta, y el acceso a servidores de información geográfica para la obtención de cartografía digital con información adicional relevante, que permite que esta cartografía sea navegable.

El sistema presentado trabaja según un modelo cliente – servidor. El servidor consiste en un servidor HTTPS (servidor Apache en el primer prototipo) con funcionalidades adicionales para autenticar y autorizar a los clientes. Por otro lado el sistema soporta diferentes tipos de clientes: navegadores estándares y aplicaciones de visualización propietarias. La plataforma hardware del cliente puede ser tanto un PC como un PDA, conectados a la red mediante una red cableada o a través de un interfaz inalámbrico como WLAN, GSM o GPRS. Finalmente la plataforma del cliente necesita un receptor GPS para poder proporcionar las funcionalidades relacionadas con la localización del usuario.

Todos los servicios proporcionados pueden ser de pago ya que el servidor registra las operaciones de los usuarios para realizar la facturación. Los ficheros de información cartográfica se venderán por un período limitado de tiempo, después del cual, si el cliente quiere seguir disfrutando de esta información, deberá volver a comprarla.

Para garantizar la propiedad intelectual de la información, todos los ficheros intercambiados entre cliente y servidor se encuentran cifrados con una clave personal, diferente para cada usuario. Además, el cliente deberá autenticarse al servidor antes de poder realizar cualquier operación con los ficheros de información.

II. GEOGRAPHIC DATA FILES (GDF)

En los sistemas GIS es posible tratar dos formatos de mapa diferentes: el raster y el vectorial. El primero presenta la información en forma de imagen, utilizando ficheros de tipo bitmap, JPEG, TIFF, ... Por otro lado, los mapas en formato vectorial son más interesantes, pero a la vez presentan mayor complejidad. Estos mapas proporcionan más información que los anteriores, ya que presentan la información cartográfica en diferentes capas separadas. Por una parte se encuentra la información geográfica, que proporciona la posición de las características geográficas, y por otro la información de atributos, que se encarga de la descripción de las características del mapa, como el nombre de calles y plazas, la fecha de su construcción, el número de carriles de una autopista, ... Para relacionar los datos geográficos con sus atributos se mantienen enlaces internos. La aplicación presentada trabaja únicamente con mapas en formato vectorial.

En el mercado existen numerosos formatos de mapa vectorial, pero la mayoría de ellos son propietarios.

Para evitar que la aplicación desarrollada dependiera de un formato propietario, se escogió el Geographic Data Files (GDF), que es un formato abierto.

GDF es un estándar europeo [1], utilizado por los principales proveedores de mapas. Tele Atlas, Navtech, EGT, Bosch y ETAK están creando bases de datos de acuerdo con las especificaciones del formato GDF, lo que implica que en

los próximos años toda Europa estará disponible en formato GDF.

Por otro lado, el formato presenta una desventaja importante. Los ficheros GDF se encuentran en formato texto, lo que provoca que estos sean de gran tamaño. Por lo tanto el formato presenta una forma ineficiente de almacenar información, ya que estos ficheros ocupan más memoria y su lectura es lenta. Sin embargo, para resolver el problema de la ocupación de memoria, éstos pueden almacenarse de forma comprimida.

III. FUNCIONALIDADES DE LA APLICACIÓN

Se consideran dos tipos de clientes, el particular y el profesional, para así satisfacer los diferentes requerimientos de usuario. El primero consiste en una aplicación de navegación que utiliza un navegador convencional, soportada por cualquier tipo de plataforma (PC o PDA, Windows o Linux) [2]. El usuario accederá al servidor cartográfico, que convertirá los mapas a formato raster, partiendo de un fichero en formato vectorial GDF. Seguidamente, el servidor enviará el mapa creado al cliente. Las funcionalidades más relevantes de esta aplicación son: representación de mapas con información adicional, cálculo de distancias sobre el mapa, búsqueda de calles, realización de zooms, cambio de escalas y representación de coordenadas en los sistemas UTM o WGS84 sobre el mapa.

El segundo tipo de cliente proporciona una aplicación propietaria que consiste en un visualizador de mapas, capaz de obtener información cartográfica mediante comercio electrónico, y de proporcionar funcionalidades de navegación. Está disponible para PC (figura 1) y para PDA (figura 2) e integra los sistemas enumerados anteriormente en la introducción de este artículo.

Sus características principales son:

- a) Representación de mapas vectoriales en formato GDF. Este formato proporciona tres niveles diferentes de representación. El visualizador implementado trata el segundo nivel, ya que éste es el que más información proporciona. De esta forma se tiene acceso a las características del mapa: puntos de interés, nombres de calles y plazas, ... Por otro lado, la aplicación permite generar y representar información multimedia (audio, vídeo e imagen) asociada a cualquier punto del mapa. Permite el cálculo de distancias sobre la cartografía, la realización de zooms, cambios de escala, dibujo de rejillas, y la utilización de una lupa.
- b) Representa mapas que el usuario ya posee, o que ha comprado por un período de tiempo y que ha obtenido del servidor. En este último caso los ficheros se encuentran cifrados según el algoritmo DES y

- comprimidos según ZIP. La clave utilizada es diferente para cada usuario y desconocida por él. Cuando el usuario quiera representar un mapa, la aplicación comprobará si éste se encuentra en la memoria local (disco duro o compact flash). En caso contrario, se contactará con el servidor y se obtendrá mediante una conexión HTTPS. El fichero permanecerá cifrado en el disco local del usuario.
- c) Previo a la visualización de un mapa cifrado, se comprueba si el usuario tiene permiso para su utilización. Para ello, la aplicación debe contactar con el servidor cartográfico. Si el usuario está autorizado, se representará el mapa por pantalla. Si no es así, se le dará la opción de comprar el mapa por un período de tiempo. Al realizar la compra, los parámetros del usuario se actualizan en la base de datos del servidor. Hay que remarcar que para la verificación de los derechos de usuario, éste debe estar conectado a Internet. La autenticación se puede realizar de forma rápida utilizando una conexión GPRS. Por otro lado, la compra y obtención de los mapas desde el servidor consume mucho más ancho de banda. Por este motivo se recomienda realizar esta operación bajo cobertura de WLAN.
- d) Facilidades de navegación: la aplicación obtiene información de un receptor GPS y es capaz de posicionar al usuario sobre la cartografía. El GPS proporciona coordenadas en el sistema WGS84. Por lo tanto es necesaria su conversión a coordenadas UTM, que son las utilizadas en los ficheros GDF. Por otro lado, cuando el usuario se mueve sobre la cartografía y su posición actual excede las dimensiones del mapa que se está visualizando, la aplicación automáticamente cargará el mapa correcto. Primero se buscará dicho mapa en los directorios locales, y si no se encuentra en estos, éste se obtendrá del servidor. Por supuesto, antes de realizar cualquiera de estas operaciones, se comprobarán los derechos de usuario sobre el mapa en cuestión.

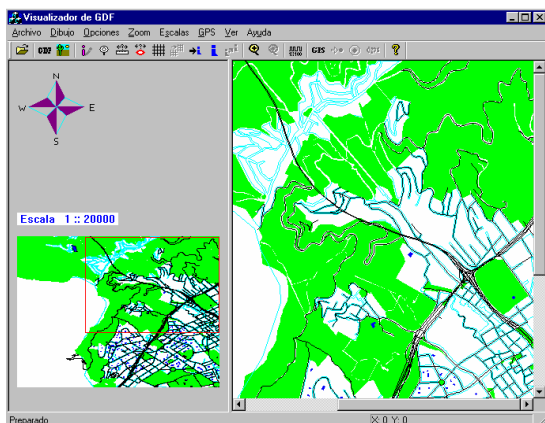


Figura 1. Visualizador de GDF para PC

- e) Corrección de la posición proporcionada por el receptor GPS, utilizando el servidor de mejora de la posición. Se envía una petición de corrección al servidor utilizando un mensaje SMS. La respuesta se recibe también en un mensaje SMS, que la aplicación utiliza para generar una trama RTCM y enviarla al receptor GPS. Éste aplicará el algoritmo DGPS y corregirá la posición, que será representada por la aplicación.

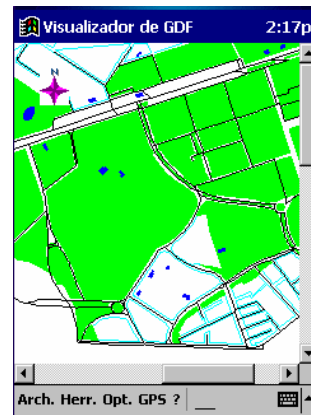


Figura 2. Visualizador de GDF para PDA

Las funcionalidades más relevantes son soportadas por ambas plataformas (PC o PDA). Sin embargo, se encuentran dos diferencias importantes debido a las limitaciones hardware del PDA. Sobre éste no se puede representar la misma cantidad de información que sobre la pantalla de un PC. Además, el PDA necesita más tiempo para obtener los ficheros del servidor, leerlos y representarlos por pantalla, debido a las limitaciones de procesador y de memoria RAM.

IV. ARQUITECTURA Y REQUERIMIENTOS

En la figura 3 se observa la arquitectura global del sistema. Se distinguen 3 partes diferenciadas: la de cliente, la de servidor formada por 4 servidores (HTTPS, base de datos, autorización y mejora de la posición) que pueden encontrarse en la misma máquina o en diferentes, y la red de transporte que combina Internet con diferentes métodos de acceso (GSM/GPRS).

A. Requerimientos del cliente

El objetivo principal de la plataforma presentada es el de proporcionar una serie de herramientas que permitan a los usuarios móviles la utilización de cartografía dinámica navegable. Las plataformas hardware utilizadas son PCs portátiles y PDAs. Los primeros presentan mayor tamaño,

lo cual es una desventaja importante. Los PDAs son más pequeños pero presentan limitaciones hardware. Los PDAs más avanzados presentan una CPU de 206 MHz, RAM de 64 Mbytes y resolución de pantalla típica de 240x320 píxels. Por lo tanto, es necesario optimizar las aplicaciones en CPU y memoria.

La conexión de los dispositivos portátiles a la red se realiza mediante diferentes sistemas inalámbricos. En entornos interiores se utiliza WLAN (estándar IEEE 802.11b a 11 Mbps). Mientras que en entornos exteriores, donde actualmente no existe cobertura WLAN, la conexión a la red se realiza mediante las redes GSM o GPRS. En la actualidad el sistema GSM está disponible en Europa y la infraestructura GPRS se está implantando rápidamente.

En un primer prototipo se han utilizado módems GSM conectados al puerto serie para acceder a la red GSM y enviar mensajes SMS. La conexión a la red GPRS se ha realizado mediante un teléfono móvil GPRS.

La plataforma del cliente requiere además un receptor GPS conectado al puerto serie o implementado en una tarjeta de PC.

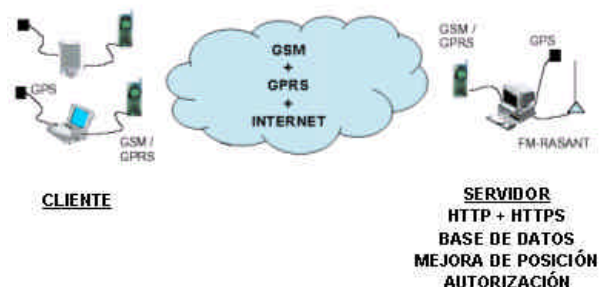


Figura 3. Arquitectura del sistema

B. Requerimientos del servidor

El servidor realiza diferentes tareas:

- Crea páginas HTML para clientes que acceden a la información geográfica a través de un navegador. Se utiliza un servidor Apache sobre Linux, y se programa en lenguaje PHP. Además se incrementa la seguridad del sistema utilizando conexiones HTTPS.
- Envía los ficheros GDF a clientes que accedan a la información geográfica mediante la aplicación propietaria. Se utilizan páginas PHP. El servidor Apache consultará la base de datos (en el prototipo se trata de un servidor Oracle), creará el mapa solicitado y lo enviará al cliente.

- Protege la información. Antes de que los mapas sean enviados a los usuarios, se cifrarán usando el algoritmo DES con una clave personal y desconocida por el usuario. Para proporcionar eficiencia a la conexión, el fichero cifrado será comprimido con el algoritmo ZIP.
- Autentifica a los usuarios antes de que estos puedan acceder a la información. Se validan por el servidor Apache utilizando nombre de usuario y contraseña. Las contraseñas se mantienen en una base de datos MySQL.
- Autoriza las peticiones de los usuarios. Cuando un cliente desea visualizar un mapa, debe pedir permiso. Se establece una conexión TCP/IP con el servidor de autorización que consulta la base de datos MySQL, donde se encuentra la información de los mapas disponibles para un usuario determinado.
- Corrige la posición GPS. Para ello necesita un receptor RASANT conectado a su puerto serie y una tarjeta GSM o un módem. El servidor recibe peticiones de corrección de los clientes a través de mensajes SMS. Gracias al receptor RASANT, el servidor construye un mensaje que envía de vuelta al cliente. Éste utiliza la información de este mensaje para generar las tramas RTCM necesarias y así poder obtener la posición GPS corregida. Se ha utilizado el servicio SMS, ya que la cantidad de información intercambiada es pequeña. De esta forma el servicio resulta más económico para el cliente. El servicio de corrección de la posición GPS está integrado en la aplicación presentada, pero también se puede utilizar de forma independiente.

C. Requerimientos de la red

La aplicación presentada utiliza Internet como red troncal. Por lo tanto los usuarios móviles deben utilizar métodos de acceso inalámbrico. Se han utilizado 4 mecanismos estándar de acceso: WLAN IEEE 802.11b, GSM, GPRS y el caso particular de SMS de GSM.

La aplicación considera diferentes tipos de datos. Dependiendo del que se esté manejando, será más conveniente utilizar un tipo de acceso u otro:

- En caso de acceder al servidor mediante un navegador, los mapas codificados como imágenes JPEG tendrán gran volumen de información. El tamaño oscilará entre 50 Kbytes y 200 Kbytes. Por este motivo es más conveniente utilizar el acceso WLAN o GPRS, en lugar de GSM, que tiene menor ancho de banda.
- Cuando la aplicación propietaria debe obtener los mapas del servidor, lo más adecuado es utilizar el acceso WLAN, ya que los ficheros GDF pueden ser de

tamaños muy diferentes y oscilar entre los 100 Kbytes y algunos Mbytes.

- c) Cuando la aplicación solicita autorización, el tamaño de la información transferida no supera en ningún caso 1 Kbyte. Por lo tanto el ancho de banda ya no supone un problema, y en este caso es posible el uso de GSM.
- d) Finalmente, cuando se realiza una petición de corrección de la posición únicamente son necesarios 2 paquetes, uno para la solicitud del servicio, y otro para la respuesta del servidor. Ambos paquetes presentan un tamaño inferior a 200 bytes, por lo tanto este servicio se ha implementado usando SMS de GSM.

V. MEDIDAS

Uno de los factores más críticos es el tiempo de respuesta en el acceso al servidor. La tabla 1 presenta las medidas de tiempo obtenidas en segundos. Los dispositivos utilizados son un IPAQ 3660 de Compac y un PC portátil Pentium III a 500 MHz y 320 Mbytes de RAM. El fichero cifrado tiene un tamaño de 172 Kbytes sin compresión, y de 53.9 Kbytes comprimido (el mapa siempre se envía comprimido).

Todos los tiempos medidos incluyen el tiempo de respuesta del servidor. El tiempo de respuesta a la petición de autorización es despreciable (unos 200 ms) comparado con los tiempos de transmisión. Por otro lado, el tiempo que el servidor tarda en generar un mapa es mayor (7.5 s). Pero también hay que tener en cuenta que este tiempo es variable y depende de la máquina que albergue la base de datos y del tamaño de ésta.

Otro punto importante es el tiempo de conexión. Utilizando GSM, el terminal móvil necesita aproximadamente 26 s para conectarse con su proveedor de servicio a Internet. Con GPRS se tiene un tiempo de conexión de 7 s, y además el usuario puede utilizar la opción GPRS 'siempre conectado'.

Situación	WLAN	GPRS	GSM
El cliente PDA solicita autorización	2	23	24
El cliente PDA obtiene el fichero GDF	9	81	94
El cliente PC portátil solicita autorización	1	9	11
El cliente PC portátil obtiene el fichero GDF	8	35	40

Tabla 1. Tiempos de acceso medidos

Estos tiempos de respuesta son críticos desde el punto de vista de usuario. Tendrán mayor o menor tolerancia dependiendo de la flexibilidad de los requerimientos de cada usuario. Por otro lado, el servicio de mejora de la posición es más crítico en cuanto a su tiempo de respuesta, ya que el receptor GPS no aceptará datos más antiguos de 20 s [3].

En este último servicio la respuesta del servidor se transporta en mensajes SMS. Después de realizar múltiples medidas, se ha obtenido que en un 95% de los casos las respuestas están por debajo de 20 s.

VI. CONCLUSIONES

En la actualidad existe una demanda creciente de aplicaciones que integren servicios de localización en las plataformas de comunicación móviles existentes.

Por este motivo se ha propuesto un sistema que proporciona servicios de localización y navegación sobre cartografía vectorial, en dispositivos portátiles capaces de establecer comunicaciones inalámbricas utilizando diferentes formas de acceso (WLAN, GSM, GPRS, SMS).

Los clientes necesitan interactuar con un servidor central encargado de autorizar a los usuarios y de proporcionarles los ficheros necesarios. El tamaño de la información requerida para la autorización es pequeño y una conexión GSM es suficiente. Por otro lado, a la hora de obtener los ficheros de información geográfica del servidor se requiere GPRS o WLAN. En algunas ocasiones se recomienda el uso de WLAN, ya que el tamaño de la información recibida oscila alrededor de centenares de Kbytes.

VII. RECONOCIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto CICYT TIC2000-1041-C03-1.

VIII. REFERENCIAS

- [1] <http://www.ertico.com/links/gdf/gdf.htm>
- [2] <http://comesva.upc.es>
- [3] Ministry of environment, lands and parks. Geographic data BC. "A brief on the effects of RTCM correction age on real-time DGPS accuracy" December 1999.