

SISTEMA ONLINE DE MAPEO ZONAL

J.L.Cortegoso¹

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda-Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales (INCIHUSA)
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Centro Científico Tecnológico (CCT) Mendoza – C.C.131 – C.P.5500 – Mendoza
Tel. 54-261-5244309 – FAX 54-261-5244001 - E-mail: jcortego@mendoza-conicet.gob.ar

Recibido: 13/08/12; Aceptado: 02/10/12

RESUMEN: Se describe un desarrollo de software destinado a un sistema de mapeo *online*, que tiene como finalidad definir contornos y áreas de zonas urbanas mediante el trazado de polígonos irregulares superpuestos a imágenes satelitales. Las imágenes de base son suministradas por Google Maps, servicio que provee acceso *online* a fotografías satelitales de la superficie terrestre, y adicionalmente provee las herramientas de desarrollo de aplicaciones (API) que permiten combinarlas con datos e imágenes del usuario, de modo de adaptarlas a sus necesidades. El sistema calcula longitudes de segmentos y áreas de los polígonos, caracterizando además las distintas zonas mediante colores de contorno y de sombreado interior. El usuario dispone de un formulario para cargar datos complementarios de las zonas, información que junto a las coordenadas de los polígonos y sus áreas, son almacenados en bases de datos en el servidor para su acceso inmediato por la comunidad de usuarios.

Palabras clave: mapeo urbano, planificación urbana, Google Maps, lotes, superficies construidas, imágenes satelitales.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se inscribe dentro de las actividades del proyecto “Lineamientos y estrategias para el desarrollo energético-ambiental de ciudades andinas como parte integral de la planificación urbana sostenible. Caso: el área metropolitana de Mendoza” (PICT 2008-0583 financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica de Argentina-ANPCyT).

Uno de los objetivos del proyecto es el de establecer indicadores y valores de referencia para el análisis y la evaluación de las distintas unidades estructurales urbanas existentes, para lo cual es necesario disponer de herramientas de evaluación de superficies urbanas construidas y sin construir.

A tal efecto, se hace necesario el diseño de software que - a través de la interacción con los mapas y las herramientas de desarrollo de software provistas por el servicio de Google Maps - permita la definición y el cálculo de áreas de polígonos irregulares (específicamente contornos de lotes y edificios) de una manera confiable y eficiente. El software debe proveer también una forma de almacenamiento de los datos obtenidos que permita compartir la información en tiempo real, a través de la Web, con la comunidad de usuarios.

DESCRIPCIÓN

Objetivos

Diseñar una herramienta de mapeo zonal con acceso a través de la Web y almacenamiento de datos en tiempo real en el servidor, entendiéndose por tiempo real el hecho de que todas las incorporaciones o modificaciones realizadas por cualquier usuario deben quedar inmediatamente disponibles para el resto, a los efectos de facilitar la realización de las tareas en un ambiente colaborativo.

Utilizar dicho entorno para definir múltiples zonas urbanas mediante el trazado de polígonos irregulares superpuestos a las fotografías satelitales, calculando perímetro y área involucrada.

Completar la información almacenada de zonas y subzonas urbanas mediante sus valores de FOS (Factor de Ocupación de Suelo), FOT (Factor de Ocupación de Terreno) y otros datos complementarios, los que serán almacenados con las coordenadas de todos los puntos del polígono, su área e información gráfica adicional, de modo tal que permitan tanto la reconstrucción gráfica del polígono sobre el mapa como la recuperación de la información complementaria.

¹ Profesional Principal - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - Argentina

Crear un entorno multiusuario para el manejo del sistema con diferentes privilegios: administración, supervisión, edición, y consulta.

Características del sistema

El sistema de mapeo zonal *online* requiere sólo un navegador y una conexión a Internet para su operación, ya que tanto el código del programa como las bases de datos residen en el servidor, y por lo tanto no es necesario instalar software alguno en la computadora del usuario. Funciona como un ambiente *colaborativo* en el que distintos usuarios aportan información al sistema, la comparten y pueden modificarla en función de los permisos del grupo al que pertenecen.

Toda la información (coordenadas, áreas, descripciones, valores complementarios e información gráfica) es almacenada en bases de datos propias en el mismo sistema de servidores en el que se aloja el sistema de mapeo, quedando disponible para su acceso inmediato por el resto de los usuarios. De esta manera se facilita también la tarea de un coordinador o supervisor, quien en todo momento puede revisar la versión actualizada de la información cargada por los editores. A este efecto, el sistema guarda también autor, fecha y hora de cada carga.

De acuerdo a los permisos otorgados a cada usuario en particular, el sistema permite recuperar toda la información, así como reconstruir e identificar los polígonos sobre el mapa. Cada editor puede revisar las zonas cargadas por él, pudiendo modificarlas, eliminarlas o volver a cargarlas. La edición se completa con la carga en un formulario de la información relacionada a la zona: valores de FOS (Factor de Ocupación de Suelo), FOT (Factor de Ocupación de Terreno) y otros datos complementarios.

A los fines de facilitar la definición de múltiples zonas urbanas o suburbanas, el sistema dispone de algunas herramientas que facilitan la edición, entre ellas una paleta para la selección de los colores de contorno y de sombreado de zonas, así como ventanas de texto que se actualizan permanentemente con la longitud del último segmento trazado y el área del polígono.

Otras herramientas útiles son el buscador de localidades o coordenadas, que facilita el desplazamiento a zonas que no son contiguas a la vista actual, y una ventana de texto que permite visualizar las coordenadas de cualquier punto del mapa cuando se pulsa sobre él con el botón derecho del mouse, facilitando su copia. El sistema dispone además de controles para limpiar el área de trabajo sobre el mapa y los formularios de ingreso o muestra de datos.

Subsistema de administración de usuarios

Tiene como finalidad la administración del entorno multiusuario, permitiendo la creación, edición y habilitación de integrantes, y la asignación de permisos de uso del sistema: administración, coordinación, edición o consulta. Utiliza también código PHP para realizar todas las tareas involucradas en la acreditación, las que a su vez hacen uso de una base de datos de usuarios alojada en el mismo servidor MySQL que los datos de mapeo.

Los grupos son los siguientes: Administradores, que pueden cargar, editar y borrar zonas, y también administrar usuarios, grupos y permisos, Coordinadores, quienes pueden cargar, editar y borrar zonas, y también revisar y modificar las cargadas por otros, Editores, que pueden cargar zonas y administrar solamente las propias, y Usuarios sin registrar, que sólo pueden ver zonas e información relacionada, pero no tienen permisos de edición.

Capturas de pantalla

La pantalla de ingreso, en la que el usuario se registra para acceder al sistema, tiene el siguiente aspecto (Figura 1):



Figura 1: pantalla de ingreso al sistema de mapeo zonal online

Una vez que el usuario ingresa al sistema, accede al entorno de diseño (Figura 2).



Figura 2: vista parcial del entorno de diseño del sistema de mapeo

En la parte superior derecha, una barra de menú muestra el nombre de usuario y el grupo al que pertenece, y a su derecha, se observan cuatro íconos para acceder a *Vista ampliada de consulta*, *Administración de usuarios*, *Ayuda* y *Salida del sistema* respectivamente.

LENGUAJES Y TÉCNICAS DE PROGRAMACIÓN UTILIZADAS

Para el desarrollo de la aplicación se utilizaron las siguientes herramientas de software: API de Google Maps, lenguajes PHP, MySQL y Javascript, y tecnología AJAX.

API de Google Maps

Google Maps es un servicio de Google que ofrece imágenes vía satélite de todo el planeta, combinadas con mapas callejeros de las principales ciudades. Unido a sus posibilidades de programación abierta a través del acceso a “Google Maps API” (Application Programming Interface), proporciona un potente entorno de desarrollo de aplicaciones *online* adaptadas a las necesidades de los usuarios.

Su sistema de deslizamiento de imagen (acoplado a la carga dinámica de nuevas imágenes), la adaptación del mapa al tamaño de ventana del navegador, la interfaz minimalista y la posibilidad de cambiar de tipo de mapa en un clic, hacen que sea un sistema amigable y sencillo de usar. Google Maps está ampliamente sustentado en la utilización del lenguaje de programación JavaScript; la carga y el deslizamiento de imagen no podrían efectuarse sin este código.

Con las API de Google Maps disponibles para su utilización por la comunidad de programadores, es posible desarrollar aplicaciones que extraigan los datos de los mapas de Google y los presenten en una página a través de scripts específicos, proveyendo de esta manera un entorno de desarrollo completo y potente - además de gratuito - para adaptar el servicio de Google Maps a las necesidades del usuario.

PHP y MySQL

PHP es un lenguaje de programación interpretado, orientado al desarrollo de aplicaciones Web dinámicas con acceso a información almacenada en bases de datos. Su uso está orientado principalmente a la interpretación del lado del servidor (Server-Side Scripting), y puede ser desplegado en la mayoría de los servidores Web y en casi todos los sistemas operativos y plataformas. Combinado con el servidor Web Apache y el sistema de gestión de bases de datos MySQL, constituye un sistema de software libre de gran potencial.

Cuando el cliente hace una petición al servidor para que le envíe una página Web, el servidor ejecuta el intérprete de PHP. Éste procesa el script solicitado que generará el contenido de manera dinámica (por ejemplo obteniendo información de una base de datos). El resultado es enviado por el intérprete al servidor, quien a su vez se lo envía al cliente. El código fuente escrito en PHP es invisible al navegador Web y al cliente, ya que es el servidor el que se encarga de ejecutar el código y enviar su resultado HTML al navegador. Esto hace que la programación en PHP sea segura y confiable.

MySQL, por su parte, es un sistema de administración *relacional* de bases de datos, entendiéndose por tal a las colecciones estructuradas de tablas que contienen información útil para el usuario.

AJAX

AJAX es la sigla de Asynchronous JavaScript and XML. No es un lenguaje de programación sino un conjunto de tecnologías (HTML, JavaScript, CSS, DHTML, PHP/ASP.NET/JSP/XML), que permiten diseñar páginas de Internet más interactivas.

La característica fundamental de AJAX es que permite actualizar parte de una página con información que se encuentra en el servidor, sin tener que refrescar *completamente* la página. De modo similar permite enviar información al servidor sin salir de la página que ejecuta el envío.

Si el sistema de mapeo que nos ocupa estuviera concebido como un sitio Web dinámico tradicional, uno de los procesos involucrados en su gestión podría esquematizarse como se observa en la Figura 3.

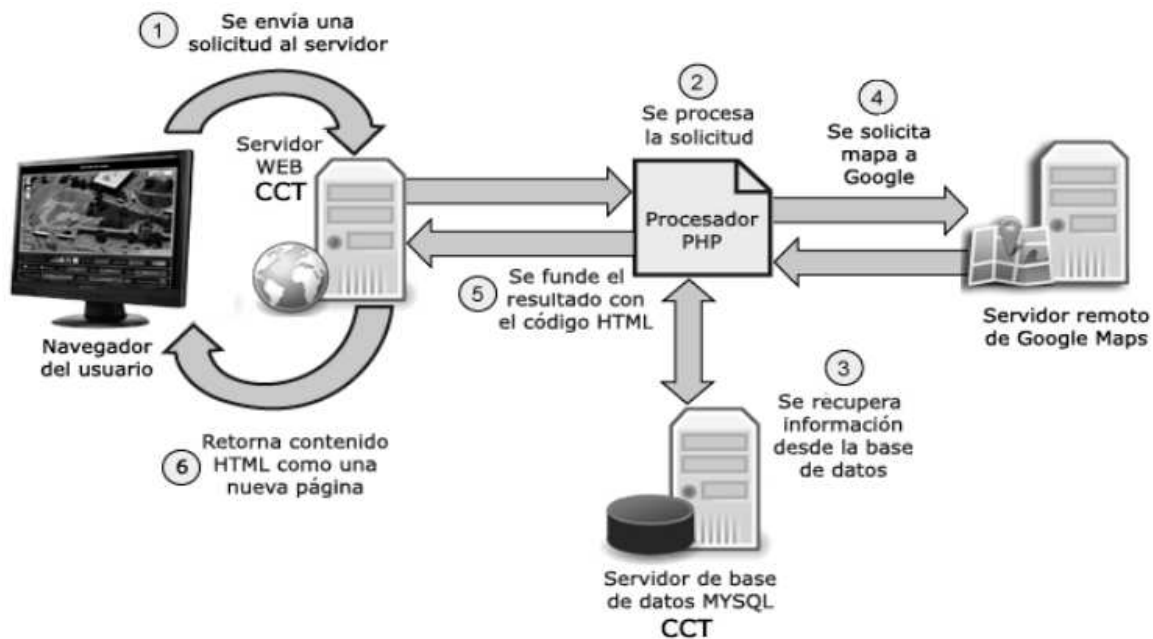


Figura 3: Diagrama explicativo del proceso generado en un sitio Web dinámico tradicional

En el esquema de Figura 3 se ha supuesto que el usuario quiere ver una de las zonas ya cargadas en el sistema, para lo cual selecciona una zona y subzona de sendos menús desplegables, y se dispara un proceso en el que en un primer paso el navegador del usuario envía una solicitud al servidor Web.

En el paso 2 el intérprete de lenguaje PHP del servidor procesa la solicitud. En el paso 3 se recuperan: centro del mapa, zoom original, vértices del polígono e información complementaria. Con los dos primeros datos, en el paso 4 se solicita un mapa al servidor Google, y el resto de la información sirve para reconstruir el polígono y mostrar la información complementaria en un formulario.

En el paso 5 el procesador PHP codifica toda la información en lenguaje HTML (lenguaje básico de páginas Web), y en el paso 6 la devuelve al navegador como una nueva página.

En el sitio dinámico tradicional, en consecuencia, el navegador del usuario debe actualizarse al menos una vez para mostrar el resultado.

En su lugar, el proceso AJAX incorporado al sistema de mapeo puede representarse esquemáticamente como se observa en la Figura 4.

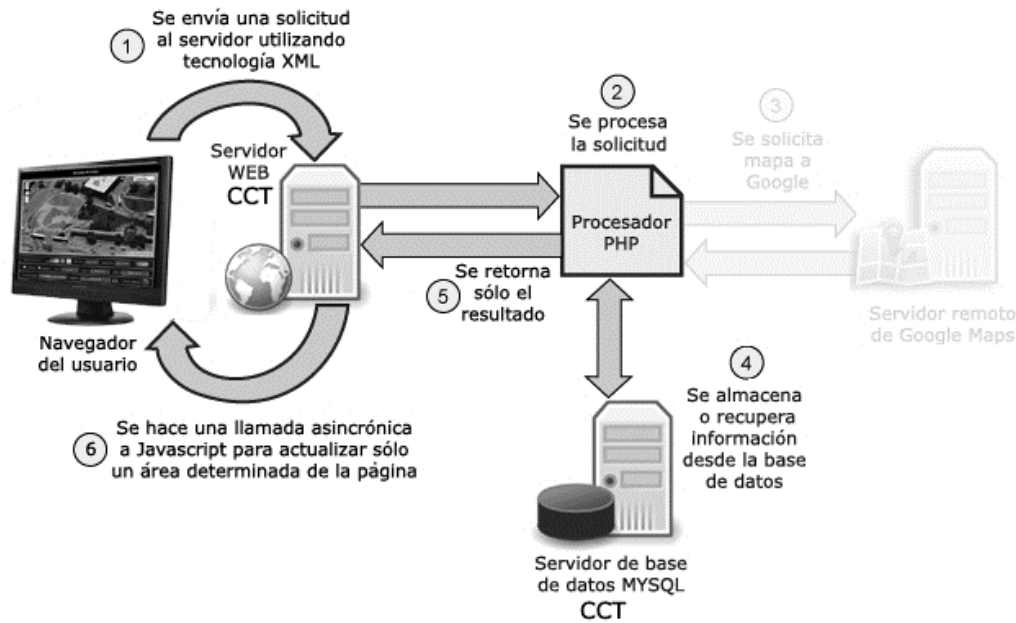


Figura 4: Diagrama explicativo del proceso AJAX

Se ha supuesto en este esquema que el usuario carga una nueva zona en la base de datos. A través del uso de AJAX, complementado con otras técnicas de programación, el procesador PHP sólo retorna el resultado deseado sin refrescar la página, por lo que la acción realizada es transparente a la vista del usuario, quien no percibe ninguna modificación en la ventana de su navegador. La acción realizada sólo se refleja en que en los menús desplegables está disponible una nueva zona para su potencial visualización.

JavaScript

JavaScript es un lenguaje de programación interpretado y orientado a objetos. Se utiliza principalmente en su forma del lado del cliente (Client-Side), implementado como parte de un navegador Web. Todos los navegadores modernos interpretan el código JavaScript integrado en las páginas Web. Para interactuar con una página Web se provee al lenguaje JavaScript de una implementación del Document Object Model. JavaScript se interpreta en el agente de usuario, al mismo tiempo que las sentencias van descargándose junto con el código HTML.

JavaScript permite actualizar dinámicamente la página HTML (mediante DHTML) y proporciona las rutinas que permiten comunicarse con el servidor para el envío y recepción de información. Puede residir en la misma página HTML o incluirse como archivo externo de la siguiente manera: `<script src="funciones.js" language="JavaScript"></script>`

CONCLUSIONES

La conjunción de tecnologías como AJAX y PHP-MySQL facilita la optimización de sitios Web dinámicos, en nuestro caso permitiendo interactuar con datos e imágenes tanto propias como suministradas por terceros, y almacenar o modificar información que queda disponible en forma inmediata para todos los usuarios del sistema.

Una de las ventajas del sistema es que, al permanecer inmutable el entorno visual mientras se almacenan o recuperan datos, su apariencia se asemeja al software de una aplicación instalada en la propia computadora del usuario, haciendo prácticamente transparentes para éste las operaciones involucradas con el manejo de los datos en ambos servidores remotos, el servidor de mapas de Google y fundamentalmente el servidor propio donde el usuario guarda los datos de la información necesaria que se superpondrá a los mapas originales.

Otra ventaja está relacionada con la utilización de un ambiente colaborativo, en el que distintos usuarios aportan información al sistema, la comparten y pueden modificarla en función de los permisos del grupo al que pertenecen, y con el acceso en tiempo real a la información, entendiéndose por tal el hecho de que todas las incorporaciones o modificaciones realizadas por cualquier usuario quedan inmediatamente disponibles para el resto.

No menos importante es el consiguiente aumento de la velocidad de procesamiento, al evitarse el tiempo de actualización del contenido global de la página (textos e imágenes), pero sobre todo el tiempo insumido para hacer una nueva llamada a Google Maps, la que pasa a ser innecesaria.

El software tiene aportes originales manifestados en el desarrollo tanto de funciones específicas (tareas de edición y manejo de base de datos entre otras), como en el de una interfaz gráfica adaptada a los fines del proyecto pero que al mismo tiempo proporciona un entorno amigable y fácil de utilizar. También se ha adaptado código desarrollado por terceros o provisto por Google Maps.

El sistema de mapeo presentado tiene posibilidades de expandirse para convertirse en una herramienta de diseño más general, al estilo de una aplicación CAD (Computer Aided Design), con las ventajas ya mencionadas de que permite trabajar *online* directamente sobre imágenes satelitales provistas por un tercero y manejar información propia en bases de datos personalizadas, requiriendo sólo un navegador sin instalación de software en la computadora del usuario.

Además de facilitar el trabajo de relevamiento de datos propio del proyecto que le dio origen, el sistema de mapeo propuesto tiene una red potencial de usuarios interesados en el ordenamiento territorial, el uso del suelo, la actualización de los códigos de construcción vigentes y el uso racional de la energía en la edificación, tales como las instituciones oficiales, el medio profesional y los estamentos de decisión política a escala provincial y municipal.

Se han realizado algunas pruebas provisorias para determinar la exactitud de las mediciones de longitudes y áreas, encontrándose un error menor al 0,3%. Estas pruebas se han realizado trazando el contorno de polígonos relativamente pequeños (entre 20 y 50 metros cuadrados) sobre figuras rectangulares que pueden ser observadas con nitidez en las imágenes satelitales y que al mismo tiempo puede ser ubicadas y medidas *in situ*. Si bien tanto la definición como los niveles de zoom disponibles de las imágenes satelitales de Google Maps varían según la zona y la antigüedad de la fotografía, en general el trazado de los polígonos se puede hacer con niveles de zoom confortables que facilitan una delimitación bastante precisa de los contornos.

Debe mencionarse que el sistema requiere ser profusamente probado para determinar sus reales posibilidades, así como sus desventajas, y a este respecto serán muy útiles los relevamientos a realizarse con estas herramientas en varios departamentos de la provincia de Mendoza (Argentina), los que serán corroborados con información oficial de Catastro y con verificaciones *in situ*. En este sentido, el presente desarrollo debe ser considerado como una herramienta cuyo potencial y eficacia deben aún ser probados. A este último fin es importante mencionar que el sistema está disponible para su prueba en:

<http://www.cricyt.edu.ar/lahv/mapeo>

Cualquier usuario puede ingresar con *nombre de usuario=test* y *contraseña=test*, y utilizar las herramientas gráficas disponibles para dibujar nuevos polígonos, almacenarlos en la base de datos y recuperarlos para ser presentados en la pantalla de *visualización*. El ingreso para visitantes con fines de consulta, esto es, sin capacidad de edición, puede hacerse en forma anónima (no requiere nombre de usuario y contraseña).

La totalidad del código fuente del sistema de mapeo zonal es software libre (licencia GPL) y está disponible para los desarrolladores interesados en utilizar las técnicas descriptas en aplicaciones similares.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

Bogdan B. et all (2010). AJAX and PHP: Building Responsive Web Applications.
Google Maps Javascript API V3 Reference (2012). Documentación online de Google Maps.

ABSTRACT: this article describes a software development aimed to support an online mapping system, whose main goal is to define contours and areas of urban zones through the drawing of irregular polygons superimposed to satellite images. These images are provided by Google Maps, an *online* service that gives access to images of the terrestrial surface, and additionally provides the application design tools (API) that make easier the adaptation to user needs by combining them with user data and images. The system calculates segments lengths and polygons areas, characterizing also the zones with contour colors and inner shadows. The user can load complementary data through a form, and this information together with polygons coordinates and areas are stored in server databases for immediate access by users community.

Keywords: Urban mapping, urban planning, Google Maps, built areas, land lots, satellite images.