

Locating companies in 3D urban environments on the Internet

Ana M^aLópez Estrella¹, M^aDolores Robles Ortega¹, Lidia Ortega Alvarado¹ y Francisco R. Feito Higuera¹

¹Universidad de Jaén, España

Abstract

3D visualization is being incorporated in a lot of fields, including Geographic Information Systems (GIS). In addition, the Internet is the most popular method to find information, due to its accessibility. For this reason, most companies and businesses are interested in showing their products on the Web to make them well-known to many people. Considering all these concepts, this paper explains the process of developing a web application prototype with some GIS features. The main goal is to obtain business information, the location and the 2.5D navigation in an urban environment. In this way, through a web browser, the user will be able to search for companies by category, get information and see the scene from different levels of detail.

Categories and Subject Descriptors (according to ACM CCS): I.3.3 [Computer Graphics]: Picture/Image Generation—Line and curve generation

1. Introducción

Actualmente la mayor parte de los **Sistema de Información Geográfica** (SIG) trabajan en dos dimensiones. Sin embargo, el auge de la visualización **3D** ha permitido su introducción en los SIG dando lugar a los denominados **SIG 3D**, con los que la representación del entorno cobra mucho más realismo. Plasmar una gran cantidad de datos sobre un plano bidimensional a veces puede dar como resultado una imagen saturada en la que es difícil distinguir una información de otra. Una visualización a una distancia más cercana y en tres dimensiones podría proporcionar una mayor claridad a la hora de distinguir los diferentes puntos de interés. Implementar este cambio no es trivial y, aunque a nivel de visualización podemos considerar resuelto el problema, aún no lo está en lo referente a interacción y análisis espacial [ARP07].

Por otro lado, la popularidad de Internet ha provocado que a **comercios y empresas** que ofrecen servicios públicos les convenga aparecer en tantos sitios web como les sea posible para dar a conocer sus productos y servicios a la mayor cantidad de gente posible. Además, el incremento de su velocidad hace que una gran cantidad de aplicaciones web cuya implementación era antes impensable, ahora sea posible. Muestra de ello es la llamada **Web 3D**.

Este artículo pretende explicar el procedimiento a seguir

para generar un prototipo de un SIG que permita la obtención de información empresarial y la navegación en 2.5D en un entorno urbano con el fin de que, a través de un navegador web, el usuario pueda buscar los distintos comercios de la ciudad clasificados por categorías, obtener información de ellos y localizarlos visualmente a distintos niveles de detalle.

2. Trabajos y conceptos previos

Resulta interesante unir las capacidades de los SIG con el alto grado de flexibilidad que ofrecen las aplicaciones web. Actualmente, muchos sitios web populares, como Google Maps, manejan datos referenciados espacialmente. Por otro lado, para representar una escena en 3D es necesario llevar a cabo el proceso de modelado. Mientras que los entornos ficticios suelen ser *inventados* y *creados a mano*, la representación virtual de localizaciones reales necesita captar la geometría para poder *copiarla*. Las técnicas más estudiadas en un principio trataban de construir la escena partiendo de imágenes [BZ00]. Sin embargo, la información que éstas proporcionan suele ser insuficiente. Estudios más recientes optan por emplear la técnica LIDAR (uso escáneres láser 3D) para obtener geometrías complejas [TRC*06]. No obstante, con esta técnica se suelen obtener nubes de puntos demasiado densas para poder tratarlas en tiempo real.

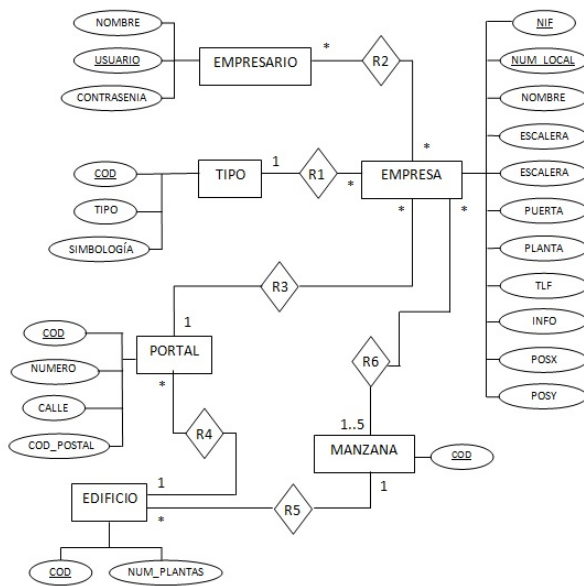


Figura 1: Esquema conceptual de la base de datos del prototipo

La representación de SIG tridimensional resulta bastante útil. Aunque la unión de los SIGs y el 3D no es algo nuevo, el nivel de éxito que se ha alcanzado en ello es todavía débil. Zlatanova et al. [ZARP02] describen diferentes sistemas de manejo de datos espaciales existentes en el mercado que incorporan ciertas funcionalidades con soporte para el 3D, como ArcGIS 3D Analyst de ESRI, AutoCAD o MapInfo, concluyendo que, aunque se muestran eficientes respecto a la visualización, la manipulación, interacción y análisis de datos está todavía en fase de investigación. Los autores señalan los beneficios que conllevaría la estandarización de una estructura de datos espacial.

Cuando se quiere integrar el 3D dentro de una aplicación web, es importante tener en cuenta la cantidad de datos sobre la geometría que se va a transmitir del cliente al servidor y el tiempo que le llevará a la máquina cliente mostrar la información. Existen diversas técnicas que se pueden implementar para mejorar la interacción. Una de ellas es dividir la información en diferentes niveles de detalle (**LOD**, Level Of Detail) de forma que se va extrayendo información geométrica sólo de aquellas partes de la escena a las que el observador o la cámara se vaya acercando [EZ08]. Otra manera de agilizar el proceso de visualización de gráficos es la **representación en 2.5D**: una simplificación del 3D simulando el volumen mediante barridos o extrusión de polígonos.

Se pueden encontrar multitud de aplicaciones especializadas en la representación y modelado de entornos urbanos. Por ejemplo, Moser recoge una visión general de las capacidades de análisis de los SIG 3D para el modelado de ciuda-

des virtuales en [MAK10]. También existen estudios orientados a la Web como el de Coors [Coo03], que propone un modelo orientado a consultas, y el de Cheng et al. [CRCW09], que describe un modelo multi-escala para la localización de edificios 3D compuesto por cuatro niveles de detalle diferentes.

Podemos además encontrar varios ejemplos de sitios web que proporcionan datos geográficos de ciudades y actúan como buscadores de empresas en ellas, como MapQuest, Páginas Amarillas o Google Maps. La aplicación que ha llevado más lejos la unión de los SIG con la Web y el 3D es Google Earth, en la que los usuarios crean y comparten modelos en tres dimensiones de edificios utilizando SketchUp. También Google ha sacado a la luz recientemente *MapsGL*, con la posibilidad de ver en sus mapas los edificios en 3D simplificados. A pesar de ello, aún no existe ninguna aplicación que genere las escenas forma automática y localice, en su interior y por plantas, los comercios que se encuentran en él, como lo hace el prototipo que aquí se presenta.

En este trabajo se integra una visualización y geolocalización tridimensional para conseguir una mayor claridad y realismo en las escenas que se presentan al usuario.

3. Metodología

Los principales requerimientos funcionales que se van a tener en cuenta para la obtención del prototipo son:

1. El prototipo debe proporcionar la visualización del entorno urbano a diferentes niveles de detalle (LOD): plano, manzanas y edificio. De esta forma la aplicación mostrará en cada momento únicamente la información que el usuario va necesitando, evitando la extracción de información innecesaria y aumentando la fluidez de la interacción.
2. Se permitirá el filtrado de empresas y comercios por categoría y la navegación a nivel de zoom, desplazamiento y rotación de la escena.
3. Las empresas y comercios deben poder ser localizadas por categoría, pudiendo visualizarse en la planta correspondiente del edificio al que pertenezcan.
4. La aplicación debe proporcionar al usuario alguna información sobre el comercio que éste seleccione.
5. Parte de la información sobre los comercios debe poder ser modificada y actualizada por los empresarios.

Este prototipo se desarrollará para el marco urbano de la ciudad de Jaén, pudiendo ser válido para cualquier otra zona. Se utilizará una base de datos en MySQL. La implementación se realizará usando Java, JSP y Servlet, y el acceso a los datos se realizará a través de JDBC. Los gráficos serán implementados utilizando O3D. En los siguientes apartados se explica más detenidamente el proceso.

3.1. Diseño de la base de datos

El esquema conceptual de la base de datos que dará soporte a nuestro sistema queda como se muestra en la Figura

1. Aunque una parte de las entidades del esquema se podrían considerar entidades espaciales, lo único que necesitamos es conocer las relaciones de inclusión de portales, edificios y manzanas, información que nos viene dada en los datos de los que disponemos, por lo que no será necesario realizar operaciones espaciales. Por esta razón, no se ha considerado necesario utilizar una base de datos espacial.

Al seleccionar una empresa concreta, la aplicación debe obtener aquellas manzanas cercanas a dicha empresa para visualizarlas, lo que, en un principio, supondría el cálculo de áreas de influencia o de distancias en tiempo de ejecución. Sin embargo, debido al gran volumen de datos con los que se trabajará, realizar esta tarea puede llevar demasiado tiempo, limitando así la capacidad de interacción con el usuario. Por esta razón realizaremos un preprocesamiento y almacenaremos las manzanas más cercanas a cada una de las empresas.

Los datos para el desarrollo del prototipo han sido proporcionados por la Oficina Virtual del Catastro y la Cámara de Comercio de Jaén.

3.2. Geocodificación de las empresas

Para la visualización de las entidades, las coordenadas y la geometría de manzanas y edificios estarán almacenadas en ficheros. Sin embargo, la única información que tenemos acerca de la ubicación de las empresas es su dirección. Por esta razón debemos realizar un proceso de **geocodificación**, en el que se puedan obtener sus coordenadas para posteriormente situarlas sobre las escenas a dibujar (posX y posY de la entidad empresa en la Figura 1). En nuestro prototipo, se deben considerar las diferentes plantas de los edificios, puesto que en muchas ocasiones se sitúan en pisos elevados servicios como consultas privadas de médicos o abogados.

Para realizar el proceso de geocodificación se suele utilizar el emparejamiento de información geográfica disponible en otras tablas con la información que necesitamos situar en el mapa. Otras veces la geocodificación se puede realizar estimando las coordenadas X e Y del punto concreto mediante interpolación, localizando en la capa de las calles el punto en el lugar más aproximado a la realidad según los algoritmos utilizados.

En el caso del prototipo que se pretende desarrollar, disponemos de una serie de comercios de los que sólo conocemos su dirección, incluyendo calle, número de portal, planta y puerta. Por otra parte, como ya se indicó, la oficina del Catastro nos proporciona información espacial referente a calles y portales. No disponemos de información referida a la distribución interna de cada edificio, por lo que la puerta tampoco podremos utilizarla en nuestra geolocalización. Teniendo situados sobre un mapa los portales, y conociendo en qué portal está situado cada comercio, podremos geocodificar a nivel de portal.

Existe una gran variedad de herramientas potentes incrustadas en software SIG comercial e incluso servicios web para

realizar el proceso de geocodificación, como la API de Google o de Yahoo [LPS*07]. Concretamente, para el desarrollo de este prototipo se ha utilizado la herramienta de geocodificación de MapInfo.

Existen estudios que proponen técnicas para la geocodificación en tres dimensiones. Por ejemplo, Lee desarrolla en [Lee04] una técnica de geocodificación en tres dimensiones para el interior de edificios con el fin de localizar las actividades humanas en el espacio y tiempo, resaltando los beneficios que ésta tendría para la mejora de la velocidad de respuesta ante situaciones de emergencia. Para el desarrollo de este prototipo, necesitamos ubicar comercios no sólo en el interior de un edificio, sino a nivel de toda una zona urbana completa. En nuestra base de datos de comercios disponemos de la información del número de planta en que cada negocio está localizado. Una vez geolocalizados los comercios en dos dimensiones, elevaremos las coordenadas X e Y a una altura determinada dependiendo del número de planta en que se encuentre el local. Esto tiene la ventaja de que, si existiese por ejemplo un edificio completo de oficinas, no se visualizarán aglomeradas en el mismo punto como ocurre si sólo se ubican atendiendo a coordenadas bidimensionales.

3.3. Generación del modelo 3D

Para el desarrollo de este prototipo se pretende llevar a cabo una generación automática de los modelos tridimensionales. Para ello, se partirá de los datos espaciales proporcionados por la Oficina Virtual del Catastro, en formato de MapInfo. A través de este software se pueden exportar los datos a un formato de intercambio fácilmente interpretable. El formato MIF (MapInfo Interchange Format) es un formato versátil que asocia los datos temáticos a los elementos gráficos. Se trata de un formato editable y relativamente fácil de generar y leer.

Las tablas espaciales en este formato constan de dos archivos: los gráficos están almacenados en un archivo .MIF y los datos de texto se incluyen en un archivo .MID. A partir de las coordenadas recogidas de estos archivos, se ha realizando un barrido o extrusión a lo largo del eje Z del polígono que representa la planta elevándola a una altura que vendrá determinada por el número de pisos que contenga el edificio. Esta manera de aproximar una representación en tres dimensiones se conoce como 2.5D.

Las dos tecnologías de gráficos en web candidatas para el desarrollo del prototipo fueron WebGL y O3D. Cuando se comenzó a implementar este prototipo, además de ser una tecnología muy reciente de la cual apenas se encontraba documentación, WebGL aún no estaba implementado de forma directa en ninguno de los principales navegadores, sino que requería un proceso previo de configuración. Además, Internet Explorer, el navegador más utilizado por la mayoría de usuarios, no da soporte a WebGL. Ya que uno de los propósitos en el desarrollo del prototipo era ser fácilmente accesible a la mayor cantidad de gente posible, se eligió O3D

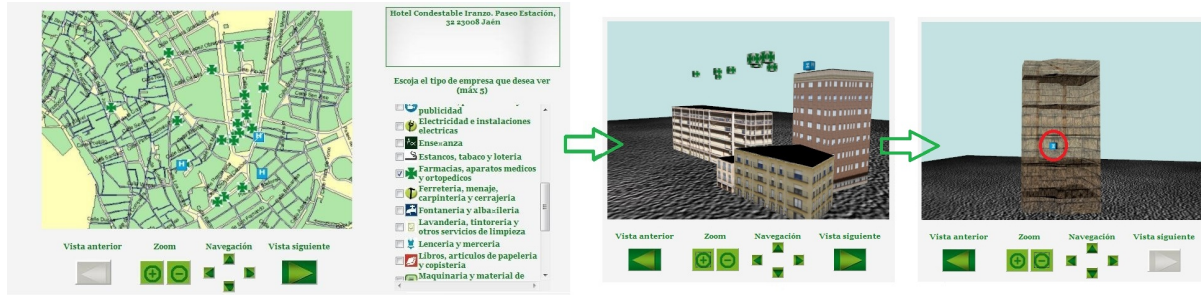


Figura 2: Izquierda: Categorías y empresa seleccionada sobre el mapa. Centro: Segundo LOD: manzanas. Derecha: Tercer LOD: edificio

como API para la implementación del prototipo. Sin embargo, hoy en día el desarrollo de WebGL ha evolucionado de manera muy rápida. Incluso Google abandonó su proyecto O3D para centrarse en esta nueva tecnología. Todo apunta a que WebGL se convertirá en un futuro en el estándar por excelencia para este tipo de aplicaciones. En trabajos futuros optaremos por migrar a esta tecnología.

4. Resultados y trabajos futuros

El proceso descrito en la sección anterior nos lleva a la obtención del prototipo que fue planteado al comienzo. Tal y como se muestra en la Figura 2, al escoger una o varias categorías de la lista, aparecerán sobre el mapa todas aquellas empresas que pertenezcan a ella. Si además se selecciona alguna, la información asociada a ella será mostrada en el cuadro de información de la derecha. Una vez seleccionado un comercio o servicio, al acceder al siguiente nivel de detalle se podrán visualizar las manzanas más próximas a éste. Por último, a nivel de detalle de edificio, la empresa escogida se verá ubicada en la planta correspondiente. Con esto el usuario consigue visualizar la información que le interesa en cada momento de una forma fácil y con mayor claridad y realismo en las escenas que se le presentan.

Aunque el prototipo planteado ha sido implementado, la aplicación deja algunas puertas abiertas para su mejora. A continuación se comentan algunas de las posibles líneas de trabajo futuro:

- *Situar las empresas no sólo a nivel de planta sino teniendo en cuenta también la estructura interior del edificio.*
- *Aumentar la capacidad de navegación dentro del entorno urbano.*
- *Migración de la aplicación a WebGL, que promete convertirse en el estándar de visualización Web al integrarse perfectamente con HTML5.*

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología de España y la Unión

Europea a través de los Fondos FEDER, bajo el proyecto de investigación TIN2007-67474-C03-03 y también por la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía con el proyecto P07-TIC-02773.

References

- [ARP07] ABDUL-RAHMAN A., PILOUK M.: *Spatial Data Modelling for 3D GIS*, 1st ed. Springer Publishing Company, Incorporated, 2007. 1
- [BZ00] BAILLARD C., ZISSERMAN A.: A plane-sweep strategy for the 3D reconstruction of buildings from multiple images. In *ISPRS Congress and Exhibition* (Amsterdam, 2000). 1
- [Coo03] COORS V.: 3d-gis in networking environments. *Computers, Environment and Urban Systems* 27, 4 (2003), 345 – 357. 2
- [CRCW09] CHENG C., RAU J., CHOU Y., WT C.: Web-based 3-d gis for location query in real estate application. In *Proceedings of the 7th FIG Regional Conference. Spatial Data Serving People: Land Governance and the Environment Ū Building the Capacity. Hanoi, Vietnam* (2009). 2
- [EZ08] EMGARD L., ZLATANOVA S.: Implementation alternatives for an integrated 3d information model. In *Advances in 3D Geoinformation Systems*, Oosterom P., Zlatanova S., Penninga F., Fendel E. M., (Eds.), Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. Springer Berlin Heidelberg, 2008, pp. 313–329. 2
- [Lee04] LEE J.: 3d gis for geo-coding human activity in micro-scale urban environments. In *Geographic Information Science*, Egenhofer M. J., Freksa C., Miller H. J., (Eds.), vol. 3234 of *Lecture Notes in Computer Science*. Springer Berlin / Heidelberg, 2004, pp. 162–178. 3
- [LPS*07] LEWIS A., PURVIS M., SAMBELLS J., TURNER C., LEWIS A., PURVIS M., SAMBELLS J., TURNER C.: Geocoding addresses. In *Beginning Google Maps Applications with Rails and Ajax*. Apress, 2007, pp. 69–96. 3
- [MAK10] MOSER J., ALBRECHT F., KOSAR B.: Beyond visualisation: 3d gis analyses for virtual city models. In *5th International Conference on 3D GeoInformation* (2010), vol. XXXVIII-4/W15, pp. 143–146. 2
- [TRC*06] TEO T.-A., RAU J.-Y., CHEN L.-C., LIU J.-K., HSU W.-C.: Reconstruction of complex buildings using lidar and 2d maps. In *3D-GIS* (2006), pp. 345–354. 1
- [ZARP02] ZLATANOVA S., ABDUL RAHMAN A., PILOUK M.: Trends in 3d gis development. *Journal of Geospatial Engineering* (2002), 1–10. 2