

Servidor de Mapas con Web-Mapping Orientado a Componentes

Félix Mata, Miguel Torres

Laboratorio de Geoprocesamiento
Centro de Investigación en Computación, IPN
Instituto Politécnico Nacional
México, D.F.

migfel@saqitario.cic.ipn.mx, mtorres@ciq.ipn.mx

RESUMEN. En este trabajo se presenta la implantación de un servicio de *Web-Mapping* en un servidor de mapas (SWEEMAP) con tecnología orientada a componentes. Este se encarga de administrar, filtrar, visualizar y recuperar información espacial, contando además con una herramienta de análisis de proximidad (HAP), la cual trabaja con base en las primitivas de datos espaciales. Esta herramienta permite almacenar los resultados generados por análisis visuales y espaciales, tanto en formato vectorial (Shapefiles, TAB) como en formato raster (ECW, TIFF/GEOTIFF). El servicio proporciona un visor para el despliegue del mapa, el cual genera una imagen en formato JPEG en una página Web.

PALABRAS CLAVE: Web-Mapping, Servidor de Mapas, Componentes, Recuperación espacial, Análisis de Proximidad.

1 Introducción

En los últimos años, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han orientado hacia el Web. Estos sistemas generan y construyen servidores de mapas con servicios como el *Web-Mapping*, cuyo concepto ha evolucionado con rapidez. Ya no se trata tan solo de un visor de mapas con funciones de *Pan* y *Zoom*, sino de un servicio que proporciona la posibilidad de aplicar análisis espacial para diferentes casos de estudio. Actualmente, una de las tendencias en las aplicaciones de mapas basadas en Web, es permitir recuperar, administrar, filtrar y visualizar la información espacial en una página Web. Además de contar con la capacidad de almacenar (localmente) los resultados de los análisis aplicados. En años atrás, solo se trataba de colocar un mapa en la Web para realizar consultas. Hoy en día, las opciones y alternativas son más poderosas y complejas. Por lo tanto, la implantación de *Web-Mapping* en un servidor de mapas es ya una necesidad en el área de la Geocomputación [1].

Recientemente, las aplicaciones SIG basadas en Web son ya numerosas, diversos sitios Web proporcionan mapas estáticos y poco flexibles para el manejo de capas de datos espaciales y carecen de la capacidad de generar nuevas capas en algún formato vectorial o raster. Otros tantos limitan sus capacidades a mostrar el resultado de las operaciones geográficas a través de una imagen

JPEG o GIF, sin permitir que la información topológica sea accesible por el cliente. Por ello, nace la importancia proporcionar, la capacidad de manejar y administrar la información espacial de los objetos geográficos tanto en sus características atributivas como en las topológicas.

Típicamente, una de las funciones principales de un servidor de Mapas es presentar los resultados de las operaciones espaciales, a través de la conexión a una Base de Datos Geográfica [2], y tomando el resultado de estas consultas para generar un mapa que estará incrustado en una página HTML, con formato JPEG, evitando así las desventajas que proporciona al cliente, el tener que descargar *plug-ins*, o actualizar la versión de su navegador Web. La generación de la imagen solo es para fines de despliegue y visualización, contando con la opción de obtener los datos en formato vectorial para un análisis posterior. La utilización de componentes de software proporciona ahorro de tiempo, mejoras en la capacidad de reuso de código, y el desempeño funcional en cuanto a implantación se refiere [3].

En el presente trabajo, se muestra el diseño e implantación de un servicio de *Web-Mapping* en un servidor de mapas, el cual además cuenta con las funciones para recuperar y manipular la información espacial en formatos vectoriales y raster. Además presenta la capacidad de agregar y generar nuevas capas de información tanto en formatos raster como en formato vectorial, los cuales el cliente (navegador Web) puede obtener vía FTP. Las recuperaciones, análisis visuales y espaciales pueden efectuarse tanto en forma *topológica* como *atributiva*. A su vez se presenta el diseño y la implantación de un servicio de *Web-Mapping*. Este incluye nuevas capacidades, tales como: el análisis de proximidad en formatos vectoriales y raster, la generación de información espacial (capas) para su posterior adición, y la opción para almacenar los resultados obtenidos por los análisis u operaciones espaciales en un formato vectorial o raster.

El resto del artículo está organizado de la siguiente forma: en la sección 2 se muestra la arquitectura del sistema. En la sección 3 se describe el funcionamiento de la herramienta de análisis

proximidad. Mientras que en la sección 4 se muestran los mecanismos de consulta espacial para ambos formatos. Los resultados obtenidos por el sistema se muestran en la sección 5 y por último la sección 6 proporciona las conclusiones obtenidas en este trabajo.

2 Arquitectura del Sistema

El Servicio de *Web-Mapping* orientado a componentes (SWEBMAP) que ha sido implantado y diseñado en un servidor de mapas, cuenta con la posibilidad de efectuar análisis espacial y visual, proporcionando en una página Web las capacidades y tareas más comunes de un SIG de propósito específico. El servicio se enfoca a la recuperación, análisis visual y espacial, manipulación y representación de datos espaciales, permitiendo además manipular los resultados en nuevas capas de datos. Esta generación se realiza en forma de nuevas capas espaciales y se lleva a cabo utilizando características *topológicas* y *atributivas*, contando además con un método de personalización para la información. Este método establece la forma de visualizar la información de acuerdo a sus características topológicas y atributivas. Con la implantación de este servicio se permite a los usuarios finales efectuar análisis a datos locales, es decir, la capacidad de descargar los archivos o capas de datos generadas en la máquina cliente (vía un navegador Web) en un formato previamente elegido, a través de un FTP.

El servicio se implantó en un servidor de mapas, el cual es soportado por un servidor Web. De igual forma, se utilizaron componentes de software y tecnología .NET para la operación e implantación de los análisis espaciales y visuales. En la Fig. 1 se muestra la arquitectura del SWEBMAP y su interacción con los diferentes elementos que participan en un modelo cliente-servidor.

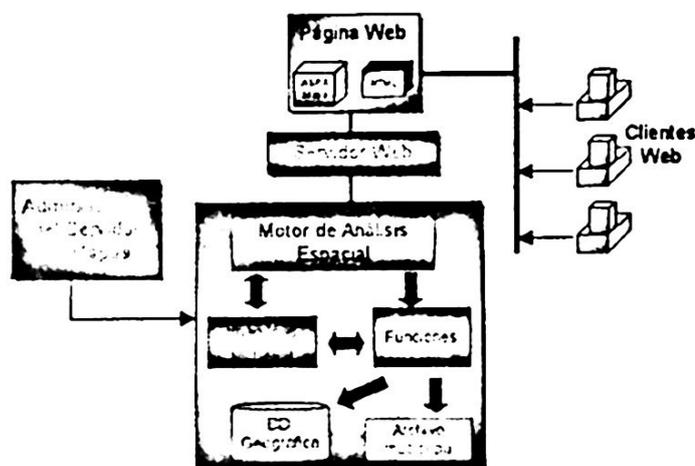


Fig. 1. Arquitectura del SWEBMAP.

En la Fig. 1 se observa que el sistema está compuesto por una base de datos geográfica, motor de análisis espacial, un repositorio imágenes, un módulo de funciones, el administrador del servidor de mapas, y el servidor Web. Todos estos elementos interactúan entre sí para recuperar, analizar, visualizar y generar nuevas capas de datos espaciales.

El servicio de *Web-Mapping* funciona en la siguiente forma: Un *cliente Web* (Navegador Web) a través una imagen raster desplegada en una página Web, solicita una consulta o análisis espacial. El servidor Web envía esta solicitud al servidor de mapas. Este su vez, envía los parámetros al motor de análisis espacial para invocar a la función que hace el tipo análisis solicitado, entonces esta función accede base de datos geográfica, recupera la información necesaria y construye un archivo multicapa. función finaliza generando una imagen que almacenada en el repositorio de imágenes.

El administrador de análisis espacial supervisa todo proceso, y se encarga de la recuperación de posibles errores; así como de indicar al servidor de mapas la operación se efectuó con éxito. Posteriormente, procede a la construcción de la página Web. En sistema existen dos tipos de consultas: las de criterio *topológico* y *atributivo*.

La consulta *topológica* se realiza a partir de características o relaciones espaciales presentes la base de datos geográfica, por ejemplo: la primitiva de representación, la adyacencia, etc. La consulta *atributiva* se desarrolla con base en las características cualitativas que describen o califican un fenómeno geográfico. Para nuestro caso de estudio se refiere una entidad espacial. De acuerdo a la solicitud y de consulta, el módulo de funciones invoca al evento de recuperación, el cual accede a la base de datos geográfica o archivo multicapa que contiene información espacial y descriptiva. Los datos espaciales son obtenidos en un conjunto de *registros*, a partir de los cuales se genera una imagen raster y un archivo vectorial. El soporte comunicación lo proporciona una conexión ODBC componente Mapa de AspMap.

La imagen raster se almacena en un repositorio imágenes, el cual funciona como un mecanismo cache para evitar que se tenga que construir mismas imágenes cada vez que un usuario repite análisis, mientras que el archivo vectorial (resultado de este análisis) se almacena en un directorio temporal para que sea posible descargarlo vía FTP. El administrador del servidor de Mapas es quien controla y supervisa todos los procesos efectuados en el servidor de mapas. Además, este se encarga eliminar los archivos (temporales) generados cada cliente, una vez que la sesión del mismo expira.

3 Herramienta de Análisis de Proximidad

En esta etapa se agrega una herramienta de análisis de proximidad a la barra de herramientas de *Web-Mapping*. El análisis de proximidad se refiere a un polígono que encierra un área con una distancia específica de un punto, línea, nodo o polígono (conocida como *área de influencia*). De acuerdo a las primitivas de datos espaciales (puntos, líneas y polígonos), se le denominará *buffer de punto*, *buffer de línea*, *buffer de nodo* o *buffer de polígono* [4]. El análisis de proximidad se efectúa a través de la longitud del área de influencia, y proporciona como resultado la creación de nuevos objetos poligonales que rodean a los objetos sobre los que se realiza el análisis [5].

Dichos objetos, normalmente se fusionan y entonces se genera una superficie continua en la que sin solapamientos se calcula la proximidad "buffer" o área de influencia de los objetos determinados. El buffer se aplica en los formatos de representación de los datos más comunes, tales como raster: sobre superficies de fricción (resistencia al desplazamiento) y vectorial: sobre distancias euclidianas (en línea recta) [6]. El análisis de proximidad depende de las primitivas de representación de los datos espaciales (puntos, líneas y polígonos) y de la naturaleza del fenómeno a estudiar. El análisis de proximidad o buffer es uno de los más utilizados en SIG, se ha incluido en análisis en 3D con Java y VRML [7] geográfico. La Fig. 2 muestra el funcionamiento de la herramienta de Análisis de Proximidad.

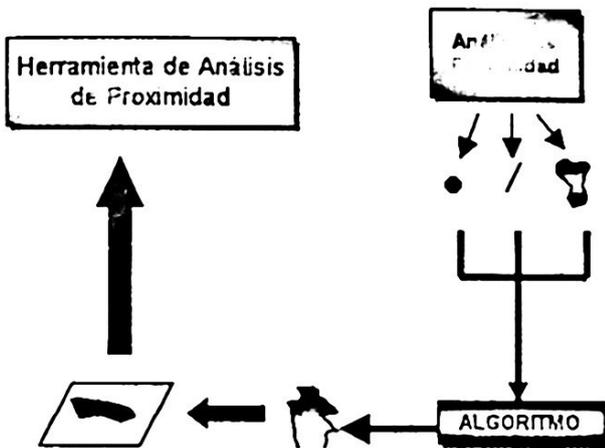


Fig. 2. Análisis de Proximidad.

La descripción de este algoritmo puede ser vista en [6]. Con base en el tipo de primitiva espacial, se aplicará el algoritmo correspondiente, generándose un nuevo objeto geográfico, el cual se añade a una nueva capa de datos, la cual puede almacenarse como una capa independiente para futuros análisis.

4 Proceso de Consulta Espacial

Las consultas espaciales se realizan a través del proceso de recuperación, el cual tiene dos criterios para los datos espaciales: *recuperación atributiva espacial* y *recuperación topológica espacial*.

Cuando la recuperación sea de carácter topológico, se considerarán las relaciones o propiedades de los objetos geográficos, así como su representación geométrica [8]. Las características topológicas de las entidades espaciales, almacenan y mantienen la consistencia y congruencia de las estructuras. De esta forma, la topología se encarga de definir las relaciones de las entidades en el espacio que forman los sistemas de objetos geográficos, y considerando las siguientes propiedades topológicas: dentro, cubierto, vecindad, contenido, conocido, disyunción y superposición [9]. En la Fig. 3 se muestra el diagrama de operación de la recuperación espacial de tipo topológico.

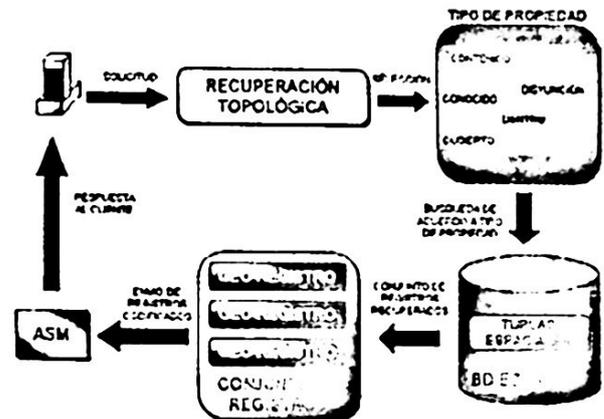


Fig. 3. Recuperación espacial de tipo topológico.

La Fig. 3 describe el proceso en que un cliente web hace la solicitud de una consulta espacial, la cual es enviada al módulo de recuperación topológica y atributiva (MRTA) y se selecciona el tipo de criterio topológico.

El criterio se construye con base en las propiedades topológicas de cada entidad espacial; una vez que se ha seleccionado el tipo de propiedad, se accede a la base de datos geográfica o al archivo de datos espaciales, los cuales contienen los objetos geográficos. Posteriormente, ya que se ha localizado la información que satisface el criterio construido, ésta es enviada en *geo-registros* para que ASM los envíe a la función de visualización correspondiente se entregue al cliente web que realizó la petición.

En el caso de una solicitud con criterio atributivo, el proceso de recuperación y consulta de datos es básicamente el mismo, solo que el proceso se realiza de acuerdo a las características descriptivas de un

fenómeno y a los atributos cuantitativos asociados a estas características, haciendo una agrupación de las entidades espaciales con características homogéneas (de acuerdo a los atributos) [10]. Estos atributos son los que permiten describir el comportamiento, función y propiedades de cada entidad que pertenece a un fenómeno geográfico.

5 Resultados

Utilizando el servidor de mapas con *Web-Mapping* orientado a componentes, se han diseñado análisis visuales y espaciales, además de consultas *topológicas* y *atributivas* desplegando resultados espaciales por medio de una página web, dichas consultas y análisis fueron posibles de efectuar para formatos vectoriales y raster, desde una base de datos geográfica o archivo de formato específico. La implantación de *Web-Mapping* permite personalizar los resultados y almacenarlos en formato vectorial o raster de acuerdo a las necesidades del usuario. Es importante señalar que la visualización de los datos espaciales se lleva a cabo en formato JPEG para aumentar el tiempo de respuesta en el *render* de los mismos.

Los resultados que se presentan a continuación, muestran de forma visual la aplicación de la herramienta de análisis de proximidad, tal es el caso de la Fig. 4, en donde se muestran las localidades y poblaciones de la República Mexicana que se ven afectadas por la contaminación de refineras. Los *buffers* o *áreas de influencia* generados por el sistema pueden ser identificados en color rojo y verde.



Fig. 4. Análisis de Proximidad en localidad y poblados afectados por la contaminación de refineras.

Asimismo, en la Fig. 5 también se muestra la capa de datos espaciales de la República Mexicana, en donde visualiza la ubicación de las principales refineras.

En la Fig. 6 se presenta el resultado en forma tabular de aplicar la operación de *Identificación* sobre una entidad espacial, mostrando a través de un *tooltip* objeto geográfico seleccionado. El registro tabular corresponde a este mismo elemento. Los datos espaciales visualizados corresponden a los municipios que componen a México y estos datos se encuentran personalizados por el atributo de área.

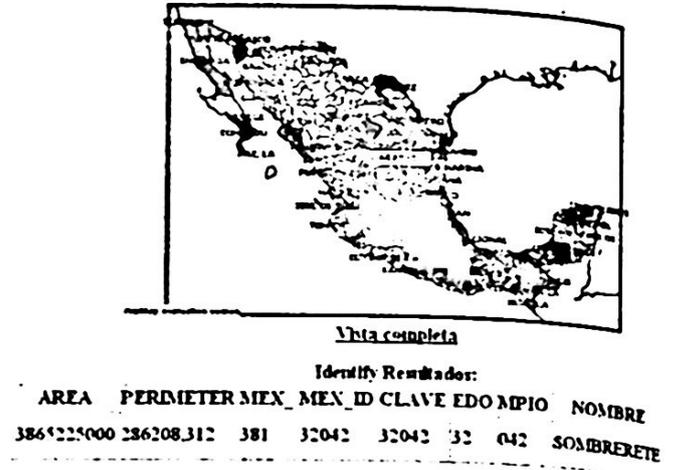


Fig. 5. Consulta espacial de municipios de México, personalizados por el atributo área.

En la Fig. 7 se muestra la paleta de herramientas que compone al servicio de *Web-Mapping*, así como una cobertura de información espacial, la cual corresponde al número de habitantes por población utilizando un *criterio atributivo*.



Fig. 7. Consulta espacial atributiva, considerando el atributo de número de habitantes por localidad, la personalización de los datos espaciales es definida por el valor de este atributo.

6 Conclusiones

En el presente trabajo se cuenta con un servicio de *Web-Mapping*, el cual proporciona una herramienta de análisis de proximidad que permite generar *buffers* o *áreas de influencia*, con base en los parámetros que se definan en un caso particular. Asimismo, se pueden observar los resultados en forma gráfica y almacenarlos en formato raster o vectorial.

El propósito de esta implantación es proporcionar una alternativa a las aplicaciones de escritorio, orientadas a usuarios no especializados en el ramo de la geografía. El sistema cuenta con un conjunto de componentes para el análisis geográfico visual de la información, además de mecanismos recuperación y construcción de *consultas*, por medio de criterios tanto de índole *topológica* como *atributiva*.

De igual forma, se cuenta con una técnica de personalización de datos espaciales, la cual utiliza los atributos *espaciales* o *descriptivos* para representar los objetos geográficos en vistas con diferentes características. La aplicación de análisis espacial permite generar nuevas capas de información espacial, las cuales pueden agregarse en un análisis posterior o personalizarse para el desarrollo de otros estudios.

Todas las peticiones de información, manipulación y visualización se realizan por medio de una página Web. Los mecanismos de acceso y recuperación son transparentes al usuario y el mapa se muestra en forma gráfica en formato JPEG. Esto se debe a que se necesita aumentar el tiempo de respuesta de cada análisis, evitando así requerimientos adicionales en la *máquina-cliente*, tal es el caso de utilizar *plug-ins*, archivos o actualizaciones al navegador.

Para la recuperación espacial se utilizó el modelo arquitectural de capas, generando *geo-registros*, los cuales mejoran el desempeño entre lectura-visualización de las capas de datos espaciales. El servicio de *Web-Mapping* se desarrolló con base en componentes de AspMap, y a través de ODBC para enlazar los datos contenidos en archivos o bases de datos espaciales.

Hoy en día, no existe un estándar para el almacenamiento de la información espacial, es por ello, la importancia de desarrollar mecanismos o alternativas para acceder a la información en diferente formatos tanto vectoriales como raster. Por otro lado, los datos espaciales contienen información *cualitativa* y *cuantitativa*, lo cual hace más difícil el procesamiento, recuperación y representación de los objetos geográficos.

Agradecimientos

Los autores de este trabajo agradecen de antemano al Centro de Investigación en Computación (CIC), a la Coordinación General de Posgrado e Investigación (CGPI) y al Instituto Politécnico Nacional (IPN) por el apoyo brindado para este trabajo.

Referencias

- [1] M. Torres, "Herramienta SIG de Escritorio para la Recuperación, Manejo y Análisis de datos espaciales", CIC-IPN, México, D.F., 2001, (Tesis de Maestría), pp. 76-88.
- [2] Open-GIS Web Map Server Interface Specification, www.opengis.org/wms
- [3] M. Torres, "Herramienta SIG de Escritorio para la Recuperación, Manejo y Análisis de datos espaciales", *Revista Digital Universitaria*, vol. 6, no. 6, pp. 1456-1789, Dic., 2002.
- [4] M. Moreno, "La Generalización Automática de la Información Geográfica Multiescala", CIC-IPN, México, D.F., 2001, (Tesis de Maestría), pp. 58-71.
- [5] K. Kyong-Ho, L. Kwon and L. Jong-Hu, "3D Geographical Analysis within JAVA/VRML based on GIS: "Lantern" Operation", in *Proceedings of IASTED International Conference on Image Processing*, Vancouver, Canada, pp. 116-121.
- [6] M. Mata y M. Torres "Aplicando análisis de proximidad en Web-Mapping", Congreso Nacional de Computación, CORE'2003, pp. 67-77.
- [7] M. Egenhofer, "Topological relations between regions in R2 and Z2", In *Advances in Spatial Databases*, *Third International Symposium, SSD'93*, vol. 692, Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag, pp. 316-336, 1993.
- [8] M. Egenhofer, "Spatial SQL: a query and presentation language", *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, vol. 6, no. 1, pp. 86-95, 1994.
- [9] M. A. Rodriguez, M. Egenhofer and R. D. Rugg, "Assessing Semantic Similarities Among Geospatial Feature Class Definitions", *Interoperating Geographic Information Systems, Interop'99*, vol. 1580, Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag, pp. 189-202, 1999.
- [10] M. Egenhofer and A. U. Frank, "Towards a Spatial Query Language: User Interface Considerations", in *Proceedings of International Conference on Very Large Databases VLDB'88*, pp. 124-133.