



Nuevas herramientas en Sistemas de Información Geográfica

Jhon William

Cely

Profesor Facultad de
Ingeniería, Universidad
Distrital Francisco
José de Caldas

Sandra Liliana

Alvarez

Prosis S.A.

INTRODUCCIÓN

El manejo de la mayor parte de la información, en forma de libros, revistas, periódicos y videocasetes, esta por convertirse en la transferencia instantánea y a bajo costo de datos electrónicos, que se mueven a la velocidad de la luz. De esta manera la información se vuelve universalmente accesible. Thomas Jefferson creo el concepto organizativo de las bibliotecas publicas y estableció el derecho de todo individuo a retirar un libro en préstamo, sin costo alguno. Pero él celebre prócer nunca considero la posibilidad de que 20 millones de personas puedan tener acceso electrónico a una biblioteca digital y retirar su contenido libre de cargos.

El avance tecnológico, observado desde el punto de vista de una curva ascendente, tiene una función exponencial, por lo tanto todo lo ligado a ella también tendrá un cambio similar. Los Sistemas de Información y en especial los Sistemas de Información Geográfica no son la excepción. La complejidad por describir los elementos que conforman el paisaje y sus relaciones de una forma mas real, han hecho que surjan nuevas herramientas y nuevos conocimientos que ofrecen una mejor y mayor comprensión para una más acertada "toma de decisiones".

Mediante el presente documento, se explican de una forma general los nuevos avances, las nuevas técnicas y los nuevos conceptos en el desarrollo de un proyecto SIG.

ALCANCE

En muchos proyectos desarrollados con herramientas S.I.G., y en especial los proyectos de tipo social, cuyas entidades espaciales son muy complejas de describir, se limitan a la asociación de su información alfanumérica. En muchos casos, se hace necesario el desarrollo de nuevas herramientas para obtener una información mas detallada y de mejor calidad.

Nuevas herramientas permiten obtener una descripción gráfica, como la tercera dimensión, y la simulación, las cuales nos permiten evaluar el entorno de una manera virtual, obteniendo resultados a partir de la visualización en el espacio, interactuando además con los atributos.

Lo que debemos tener en claro, es que hay que tener mucho cuidado y evitar diseñar y/o emplear sistemas de información que sigan nor-

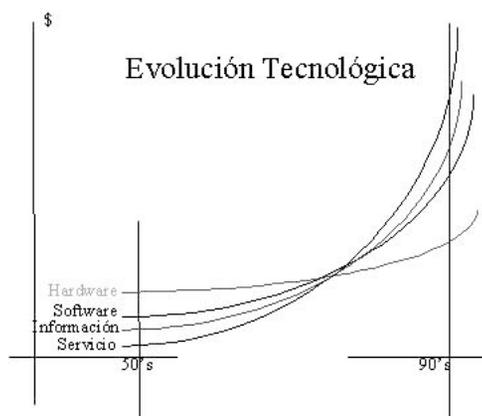
Nuevas herramientas permiten obtener una descripción gráfica, como la tercera dimensión, y la simulación, las cuales nos permiten evaluar el entorno de una manera virtual

Un SIG abierto en redes de información debe cumplir los parámetros de interoperabilidad, es decir, se pueden transportar los datos de un SIG a otro

mas y procedimientos poco realistas, las reglas previamente definidas no concuerdan a veces con la realidad y por tanto el sistema no debe funcionar, de esto puede concluir que debemos diferenciar entre lo que debería ser y lo que existe realmente, cuando se hacen preguntas sobre sistemas de Información Geográfica.

EL MUNDO DE LA INFORMACIÓN

Al revisar el proceso histórico de la tecnología en el mundo, observamos como se ha venido evolucionando desde el Hardware (Tecnología dura) hasta el servicio y el conocimiento o Jellyware (Tecnología Gelatinosa), pasando por la importancia relativa del Software (Tecnología Blanda), en este sentido podemos observar como la importancia de varios elementos como son el hardware, el software, la información y el servicio se han comportado como se observa en la gráfica No. 1.



Gráfica 1. Evolución Tecnológica

Como se puede observar, la importancia relativa del hardware a cedido campo a favor del software en una primera instancia y de manera importante con respecto a la información y el servicio.

Esta tendencia se puede corroborar por el comportamiento del gigante del Hardware como fue la IBM, que en los últimos años ha tenido que entrar en procesos de contracción empresarial

muy importantes, mientras que el coloso actual de la tecnología es Microsoft, rey del Software. Sin embargo, en su último libro, Bill Gates, plantea como una realidad, el hecho de que el software está cediendo terreno a gran velocidad para que sea ganado por la información y todas sus presentaciones entre ellas el Internet. Para el caso colombiano, el número de carriers de esta tecnología ha tenido un crecimiento inusitado a la par del crecimiento exponencial del número de usuarios de este tipo de autopista del conocimiento.

Por último está el servicio como una forma de tecnología que está muy asociada a la posibilidad de ganar mercado y que está siendo mucho más importante que el software, el hardware y aún que la información. En este sentido, es importante observar como es posible que la tecnología soporte todos los procesos de reconversión que está sufriendo el país, no solo en el nivel de las llamadas tecnologías duras sino en lo correspondiente al nivel de las tecnologías blandas y el conocimiento como una representación de este tipo.

SIG ABIERTO A LAS REDES DE INFORMACIÓN

Es a partir de 1995 cuando los SIG llegan al umbral de un cambio paradigmático ocasionado por las fuerzas de tecnología informática que requieren de verdaderos sistemas abiertos, interoperables e integrables al surgiente mundo de Internet y el World Wide Web.

Un SIG abierto en redes de información debe cumplir los parámetros de INTEROPERABILIDAD es decir se puede transportar los datos de un SIG a otro creando estándares de información Geográfica diseñada por OPEN GIS, INTEGRABLES que permitan al definir estándares un uso independiente del objeto geográfico y una mayor FUNCIONALIDAD de este mismo en cualquier SIG.

La tendencia de los SIG abiertos se puede parametrizar en los siguientes tópicos:

- Arquitectura de los computadores.
- Arquitectura de las Bases de Datos (DBMS).
- Componentes de Desarrollo.
- Internet.

ARQUITECTURA DE LOS COMPUTADORES

Los sistemas operativos deben estar basados en:

- **Multitarea:**
Pueden estar realizando varios requerimientos al servidor al mismo tiempo
- **Multiusuarios:**
Varias personas pueden estar trabajando al mismo tiempo con los datos y en una red
- **Multiprocesamiento:**
Pueden estar realizando varios procesos al mismo tiempo. A la vez el procesamiento debe ser a niveles más amplios como procesamiento simétrico y corporativo. Es decir que un servidor Internet puede realizar múltiples procesos de múltiples servidores.
- **Multi-threading:**
Permitir el acceso y conexión a las redes.

Las aplicaciones hoy son propietarias al sistema de red que se tenga, si es el por ejemplo un protocolo de comunicación NFS o archivos de redes que se venden en el mercado la transmisión debe realizarse por este protocolo de comunicación y no otro, ya que implica dinero, capacitación de nuevo recurso humano y físico. La tendencia es utilizar protocolo abiertos en las redes como lo son:

- TCP/IP (LAN/WAN)
- HTTP (Internet – intranet – ethernet)

La arquitectura de un computador óptima para un software SIG debe cumplir la siguientes características:

- Gran capacidad de procesamiento
- Gran capacidad de almacenamiento
- Gran cantidad de memoria RAM
- Dispositivos de entrada/salida con sus respectivos aceleradores.

Microsoft ha definido nuevos componentes de desarrollo y estandarizado estos mismos para que un usuario pueda crear, rehusar, mirar y tomar estos componentes de un SIG a otro SIG como OLE/COM y JAVA. Por ejemplo se elabora un objeto geográfico en ARC/INFO y podría utilizarlo en SMALLWORD en donde se pueden cambiar las propiedades, heredar características de otro objeto, etc.

Un objeto Active X COM (Component Object Model)/OLE (Object Link Embed) son creados en diferentes lenguajes de programación como: VB, VC++, VJ++. Y estandarizados por Microsoft para que sean transportables entre las diferentes aplicaciones, software, redes, etc..

ARQUITECTURA DE LAS BASES DE DATOS (DBMS)

Una base de datos deberá caracterizarse por su bajo costo, fácil de usar y escalable, es decir si se posee una DBMS pequeña y no es lo suficientemente aceptable para el volumen de información, pueda escalar o migrar a un DBMS más grande.

Como tendencias debemos considerar el modelo OBJETO RELACIONAL ya que permite diferentes tipos de objetos abstraídos de la realidad, extensibles. Es decir que en el paisaje un objeto puede estar compuesto de muchos más objetos, y que en los SQL se tengan operaciones espaciales desde la DBMS, no a nivel del SIG y los diferentes tipos de elementos se pueden implementar en ORDBMS.

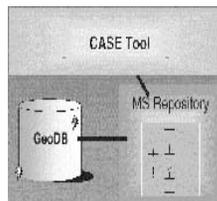
Una base de datos deberá caracterizarse por su bajo costo, fácil de usar y escalable

Los recientes desarrollos en las bases de datos orientada a objetos ha hecho que existan muchos debates respecto a los sistemas de bases de datos híbrido relacionales.

CASE EN SIG

Así como existen herramientas de diseño para los DBMS, los SIG deben de permitir elaborar su propio modelo objeto-relacional con información espacial almacenada en un repositorio de datos.

Además, debe traer modelos básicos para la elaboración de estudios de impacto ambiental, información AM/FM, exploración de recursos transporte y muchas otras más. Figura 2: case tool.



DEBATE DE LAS BD EN LOS SIG HÍBRIDOS-RELACIONAL - CONTRA LA ORIENTACIÓN DEL OBJETO

Los recientes desarrollos en las bases de datos orientada a objetos ha hecho que existan muchos debates respecto a los sistemas de bases de datos híbrido relacionales. Los principales puntos de tener en cuenta en cada modelo son:

BASES DE DATOS SIG HÍBRIDOS-RELACIONAL

- Dispendioso al modificar los datos espaciales después de ingresarlos al sistema hay que crear un método de actualización.
- Hay buena recuperación de los datos y su funcionalidad de modelo es proporcionado por el DBMS.
- Fácil integración o relación de los datos de otros sistemas particularmente para los datos del atributo.
- Se guardan todos los aspectos de los datos en unas estructuras del archivo especializadas que puede ser almacenada en la base de datos pero generalmente se almacenan en el SIG.
- Existe mucha fundamentación teórica para las bases de datos relacionales.

- Pobres al manejar de datos temporales.
- La información de coordenadas espaciales no esta sujeta a la base de datos, eso significa que los problemas de seguridad e integridad existen para los datos espaciales mas no para los datos de atributos.
- Confía en la posición espacial o valor del atributo pero no se puede consultar gráficamente.
- Manejo lento de preguntas sobre todo al tratar con objetos complejos.
- Al consultar y modelar limita la funcionalidad proporcionada por los SIG y los DBMS y la información tiene que ser exportada.

BASES DE DATOS SIG ORIENTADA A OBJETOS

- El hueco semántico entre los objetos del mundo real y sus conceptos vs. la representación de estos en la base de datos es muy fácil manejar.
- El almacenamiento, los métodos aplicados a los datos y el estado son fáciles de mantener y administrar, minimizan espacio, redundancia, etc; problemas visibles en una base de datos relacional.
- Pueden integrarse estructuras de datos Raster y vector al mismo tiempo en la misma base de datos.
- Los datos son soportados por objetos.
- Las consultas son rápidas sobre cuando son objetos complejos y tienen relaciones repartidas entre muchos objetos y datos.
- Requiere menos espacio del disco que las entidades relacionales ya que no necesita guardar muchos archivos índices.
- Permite usar las funciones usuario-definidas.

Desventajas

- No hay ningún modelo orientado a objetos universalmente aceptado por los productos de bases datos ya que cada uno tiene normas diferentes y tienen su propio lenguaje

de programación es decir aun no se habla entre bases de datos orientadas a objetos.

- Identificar objetos es a menudo difícil, particularmente en superficies espaciales continuas.
- Requiere la definición de funciones y topología para cada uno de los objetos creados.
- Las aplicaciones aun son limitadas debido a la incompatibilidad entre la posición absoluta, su encapsulación y la identidad del objeto.
- No hay normas establecidas como SQL para realizar una consulta sobre los objetos la optimización de la consulta es difícil por la complejidad del objeto dentro del sistema.
- Hay muy poca experiencia teórica y práctica con O-O acérquese que el método híbrido.

(Después de Arctur y Woodsford 1996, Graham 1994, Arenque 1992, Milne et al. 1993, Worboys 1994, Worboys 1995.). Se han apuntado recientes desarrollos en los SIG para darles más flexibilidad a los usuarios definiendo unidades espaciales y las técnicas más analíticas. Esto debe permitirles concentrarse más en la relación espacial entre las variables en lugar de en su representación de la computadora y los límites impuestos por estructuras de las bases de datos.

MODELAMIENTO 3D

El modelamiento en 3D surge como un nuevo medio, el cual probablemente necesitara de un nuevo lenguaje, y que los conceptos de cartografía puedan ser rehusados con éxito.

Las herramientas 3D deben ser mas que un visualizador, dan el poder de manipular y analizar datos en perspectiva tridimensional, incluso herramientas específicas como línea de vis-

ta, calculo de volúmenes, Grids y la creación de TINs y muchos más.

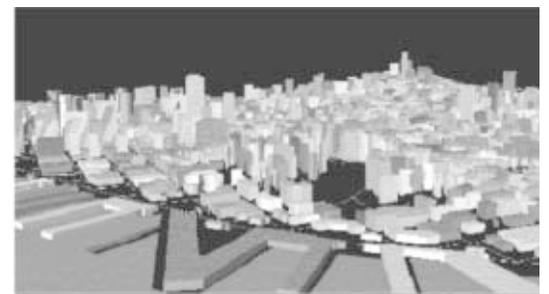
Los nuevos tipos de elementos a ser considerados son:

- TIN Modelos de Superficie Triangular.
- GRID Modelos de Superficie Raster.
- Vectores 3D.

REALIDAD VIRTUAL

La realidad virtual usa la tercera dimensión para conectar la información con la capacidad que tiene nuestro cerebro para manejar datos espaciales con poder y familiaridad. De hecho el proceso es tan natural, que seria razonable esperar que el intrincado tejido del Web, es decir, los hilos que conforman esta Red y que proporcionan un medio básico de navegación entre los diversos recursos, se basara en la tecnología VRML, en lugar de utilizar HTML.

La idea es poner los SIG hacia el empleo de la tercera dimensión. Aunque existen pocas estaciones de trabajo para tercera dimensión, creemos que es necesario utilizar un lenguaje común para al menos describir escenas simples en 3D. Figura 3.



Justificación

1. Una dirección convencional se convertiría en el "tercer edificio a la derecha". ¿Cuál de las dos es más fácil de recordar?, El uso de otras referencias como los nom-

La realidad virtual usa la tercera dimensión, para conectar la información con la capacidad que tiene nuestro cerebro

En el futuro se deberá implementar geometría compleja en 3D y sólidos polihedrales (polyhedral) de tal forma que permitan realizar proximidad 3D

- bres de las tiendas, o los nombres de las calles.
2. Ahora es posible manejar objetos abstractos (como una base de datos con seis trillones de caracteres) y crear interfaces relacionadas que no agobian o confunden a los usuarios.
 3. Tener modelados las aplicaciones SIG, obteniendo un acceso por medio del Web, por ejemplo los catastros, sitios turísticos, en el cual los usuarios tendrán una especie de "supersección de páginas amarillas" donde se podrá localizar cualquier información sobre un negocio con solo recordar su ubicación.

El inicio de la interactividad es la capacidad de entregar fuentes de datos en tiempo real dentro de un ambiente. Se dispondrá de un flujo de datos enviados desde un servidor hacia un Visualizador, el flujo de video, desde cámaras de escritorio y sensores remotos, aportarán para tener un gran escenario.

Parte de la reciente explosión de los SIG y el uso de Internet es la reforma radical de los métodos de acceso a los servicios. En sí, el proceso oculta un confuso y enigmático arreglo de servicios y destinos detrás de una interfaz muy fácil de utilizar. Todo esto ha hecho posible el surgimiento de otra generación de "especialistas", que han llevado a los SIG hasta sitios nunca antes considerados.

INTERNET

Durante mucho tiempo, los seres humanos han creado espacios habitacionales o han adoptado a sus necesidades los espacios existentes. Los arquitectos ancestrales crearon lugares sagrados. En el transcurso de la historia, los egipcios y los mayas construyeron enormes pirámi-

des, los griegos crearon la Acrópolis y los chinos edificaron la Ciudad Prohibida.

Si el espacio y los lugares son tan importantes para la humanidad y sus civilizaciones (pues estas se manifiestan con sus ciudades) Internet, que es un reflejo de la humanidad, debería ser tan expresiva en aspectos arquitectónicos como lo es con sus textos. Nosotros mismos deberíamos crear el espacio cibernético y a partir de ahí, establecer un lugar donde pudiéramos construir una ciudad o millones de ellas, sin mayores diferencias¹.

Las nuevas tecnologías como el VRML (Lenguaje para Modelado de Realidad Virtual), trae la arquitectura, los espacios y los lugares al Word Wide Web.

Discusión

Actualmente el modelamiento 3D se utiliza como visualizador simplemente, para realizar algunas funciones de análisis sobre superficies. En el futuro se deberá implementar geometría complejas en 3D y sólidos polihedrales (polyhedral) de tal forma que permitan realizar proximidad 3D.

- Geometría 3D: soportará modelos VOXEL, redes tetrahedrales, etc.
- Sólidos polyhedral.
- Buffer, unión, intersección, diferencia, etc.
- Realismo vs. Simbología.
- Ilusiones de textura, efectos atmosféricos, etc.
- Simulación, realidad virtual, juegos, telepresencia.

¹ Mark Pesce.VRML para Internet.1996.



Figura 4. Santa Fe de Bogotá.

PARADIGMA DEL DATA WAREHOUSE

El paradigma del Data Warehouse alcanza su máxima expresión principalmente bajo dos aspectos: la globalización de la información (Internet) y a un mercado maduro de información que prioriza la segmentación de mercados, estrategias de negocio e información consistente y de alta calidad.

Es por ello que las "BODEGAS DE DATOS" o Data Warehouse se convierten en potenciales sistemas de ayuda que a niveles directivos y de producción, principalmente aquellos interesados en explorar las posibilidades de manipular la información como ventaja competitiva para ofrecer apoyo a las áreas de mercadeo, ventas y comercial.



Se considera a una BODEGA DE DATOS como grandes repositorios de información táctica y estratégica que por medio de diferentes procesos permiten "jugar" con los datos para

dar solución a preguntas tan sencillas como: ¿Cuales son los totales de ventas en la región A?. Ó complejas como: ¿Qué productos se deberán vender el próximo año?.

Un Data Warehouse es una colección de datos orientada a temas, integrada, variante en el tiempo, no volátil, en el apoyo a la toma de decisiones gerenciales².

El data Warehouse como repositorio central de almacenamiento de datos históricos alimentado de muchas fuentes de datos (internos y externos) deben ser considerados como puntos únicos de distribución de información a usuarios finales, independiente de los sistemas operacionales y permitir un fácil acceso a los datos.

Como bodega empresarial almacena datos de áreas temáticas como:

- Comercial
- Financiera
- Mercadeo

CONCLUSIONES

- Se han apuntado recientes desarrollos en los SIG para darles más flexibilidad a los usuarios definiendo unidades espaciales y las técnicas más analíticas. Esto debe permitirles concentrarse más en la relación espacial entre las variables en lugar de en su representación de la computadora y los límites impuestos por estructuras de las bases de datos.
- REQUERIMIENTOS DE LOS DISTRIBUIDORES SIG. De acuerdo con lo planteado anteriormente, podemos resumir como requerimientos básicos:

Las "Bodegas de datos" o Data Warehouse se convierten en potenciales sistemas de ayuda que a niveles directivos y de producción, principalmente aquellos interesados en explorar las posibilidades de manipular la información como ventaja competitiva

². W.H. Inmon, "Building the data Warehouse"

- Interoperabilidad.
 - Abiertos a las redes.
 - Componentes integrados.
 - Procesamiento cooperativo.
 - Datos distribuidos.
 - Funciones distribuidas.
 - Datos inteligentes.
- Es necesario conocer las nuevas técnicas de modelamiento (redes neuronales, árbo-

les de decisión) y el desarrollo de nuevos algoritmos mediante la utilización de bases multidimensionales.

- El verdadero poder de las nuevas tecnologías no está en que pueda mejorar los procesos existentes, sino en permitir romper las reglas y crear nuevas maneras de trabajar.



REFERENCIAS

- [1] **TIMOTHY W. Foresman**, The History of Geographic System, Perspectives from the Pioneers. University of Maryland, USA, 1997.
- [2] **TOMLINSON Roger**, The Canada Geographic Information System, Ottawa, Canada 1989.
- [3] **GOODCHILD Michael**, What Next in GIS, reflections from the middle, the History of Geographic System, USA, 1997.
- [4] **BURROUGH Peter**, Principles of Geographic Information System, Oxford University, USA, 1998.
- [5] **DEMERS Michael**, Fundamentals of Geographic Information System, New Mexico State University, USA, 1997.
- [6] **STEPHEN C. Guptill**, Elements of Spatial Data Quality, The international Cartographic Association, USA, 1997.
- [7] **SINGH Jagjit**, Ideas Fundamentales sobre la teoría de la Información, del lenguaje y de la Cibernética, Alianza Editorial, Madrid España, 1986.
- [8] **LUCAS, Henry**, Conceptos de los Sistemas de Información para la Administración, Editorial McGraw Hill, Primera Edición, 1996, Bogotá, 140 pp.

Direcciones Internet

- www.colciencias.gov.co
- www.uniandes.edu.co
- www.esri.com
- www.smallworld.com
- mba-request@domain.uwindsor.ca
- alumni.affairs@wharton.openn.edu
- sciman@csupomona.de
- rugnma@fmgmt.mgmt.utoronto.ca
- vmesa@coe.uga.edu
- wmuhanna@cob.ohio-state.edu
- cisr@mit.edu
- dupotn@hbs.edu
- glazer@haas.berkeley.edu
- sbrim@leland.stanford.edu
- www.opengis.com