

Introducción.

El término SIG—Sistema de Información Geográfica—engloba sistemas muy variados. Además se aplica con ligereza a instalaciones que no son propiamente un SIG. No pretendemos aquí clasificar exhaustivamente tan ancho espectro de aplicaciones; Intentaremos distinguir tres tipos de programas que aunque puedan denominarse conjuntamente SIG tienen diferencias fundamentales en su ámbito de aplicación. Distinguiremos un **SIG** propiamente dicho, como gran sistema informático que gestiona completamente una base de datos geográficos. Por otro lado delimitaremos las aplicaciones que se han dado en llamar *Desktop Mapping (DM)*—sistemas de análisis y visualización integrados entre las aplicaciones “Desktop” de ordenador personal. Finalmente distinguiremos los sistemas de Diseño Asistido por Ordenador (**CAD**) y sistemas afines.

Sistemas de Información Geográfica.

Un SIG en sentido completo gestiona una base de datos espacial. Permite la creación y estructuración de los datos partiendo de fuentes de información como los mapas, la teledetección, bases de datos existentes, etc. Además de posibilitar el análisis, visualización y edición en mapas de la base de datos, un SIG cuenta con herramientas que permiten crear nuevos datos derivados de los existentes.

Funcionalidad del SIG

Repasemos aquí a grandes rasgos las principales características de funcionalidad de un SIG, sin entrar en detalles que se verán en otras partes del curso:

- Construir (estructurar) datos geográficos: Mediante datos geométricos existentes en CAD, o capturándolos por digitalización, vectorización de imágenes, GPS, etc., el sistema permite depurarlos y estructurarlos topológicamente, asociándolos con bases de datos alfanuméricas. De esta forma se obtienen datos espaciales listos para su uso en el análisis. Hay que señalar que éste proceso tiene un alto coste de interacción entre un operador adiestrado y el sistema.
- Modelado cartográfico: Creación de nuevos mapas a partir de mapas existentes: combinando atributos del terreno como pendiente, vegetación, tipo de suelo, etc. Mediante un modelo matemático se pueden crear nuevas variables, como un índice de erosionabilidad, de riesgo de incendio, etc.
- El SIG nos permite analizar los mapas estructurados en combinación con bases de datos asociadas. Se puede interrogar para seleccionar los datos de interés, ver los resultados interactivamente eligiendo la simbología como función de los atributos asociados y producir cartografía de calidad.
- También se pueden preparar aplicaciones ad hoc, como un plan de control de incendios, de evaluación de impactos ambientales, un modelo que prevea la evolución de un incendio o de una inundación, aplicaciones verticales como un sistema de gestión municipal o una aplicación para una empresa eléctrica, etc.

Limitaciones del SIG

Un SIG es un gran sistema informático cuya implantación en una organización es siempre gradual y costosa. Se requiere siempre la adecuación del sistema al trabajo requerido, mediante programación (frecuentemente realizada por el suministrador del SIG) y recopilación de los datos necesarios (suministrados por otras organizaciones o introducidos por el cliente). Para su explotación es necesaria la concurrencia de programadores junto con los profesionales del área de estudio en cuestión. No son pues, herramientas de usuario final, es decir, para profesionales no conocedores del SIG: un SIG es una herramienta propia de una organización, no una herramienta personal.

Desktop Mapping.

Recientemente han venido apareciendo aplicaciones sencillas de visualización y análisis de datos con componente espacial para sistemas microordenadores con un coste uno o más órdenes de magnitud inferior a un SIG. La denominación habitual de estas aplicaciones en inglés es *Desktop Mapping* (DM) “Cartografía de escritorio”.

En primer lugar, estas herramientas permiten el uso de datos espaciales (posiblemente creados y estructurados con un SIG) por parte de usuarios que no son expertos en programación, cartografía, geodesia, etc. de forma análoga a como estos mismos usuarios utilizan procesadores de textos, hojas de cálculo, bases de datos sin conocimientos de tipografía, maquetación, teoría de computación, etc. Fundamentalmente los DM permiten ver y analizar la estructura espacial de los datos. Por otro lado, estas aplicaciones sirven también de vehículo para la creación de aplicaciones concretas que trabajen con datos espaciales—e.g. una aplicación que gestione un inventario faunístico o una aplicación vertical para banca.

Gran parte de la capacidad de adecuación de estos productos deriva de las posibilidades de integración con otras aplicaciones a través de los mecanismos que proveen los entornos de trabajo como Microsoft Windows, Mac OS, OS/2 PM, Windows NT, X Windows. De ésta manera y junto con aplicaciones específicas se pueden crear entornos de trabajo verticales que resuelvan gran parte de los problemas de un determinado profesional, integrándose el análisis y visualización espacial con la preparación de documentos, modelos de cálculo, etc. De la misma manera se pueden incorporar datos no gestionados directamente por el DM, como sonido, imagen de vídeo, fotografías, etc.

Este tipo de aplicación tiene un mercado potencial mucho más amplio que un SIG tradicional, por las mismas razones que lo tienen los procesadores de textos, hojas de cálculo, bases de datos, etc. Permiten crear un modelo geográfico del funcionamiento de un negocio u organización. El hecho de que gran parte de las bases de datos existentes—se estima que más del 85%—contengan un componente geográfico permite que el DM muestre patrones, relaciones y tendencias que de otra manera serían difícilmente detectables. Actualmente el DM se usa en: departamentos de marketing, ventas, distribución y reparto, telecomunicaciones, propiedad inmobiliaria, planeamiento, seguros, servicios de urgencia (bomberos, policía), salud, administración local, etc.

El requisito para explotar éstas aplicaciones es que junto con la aplicación se suministren los datos espaciales básicos referidos al área de interés del cliente de forma ya estructurada. (Mapas de municipios, infraestructura, topográficos, urbanos...). Así vienen a ser herramientas de explotación de los datos que genera un SIG. Normalmente serán usuarios de SIG los que proveerán los datos y las aplicaciones verticales para un sistema DM.

En cuanto al uso de un DM como complemento a un SIG, hay que distinguir que algunas herramientas DM trabajan directamente con las bases de datos de un SIG determinado, mientras que otras requieren un formato propio. En el segundo caso, si se quiere utilizar el DM como visualizador de un SIG determinado se debe establecer primero un mecanismo que adapte los datos del SIG a los requerimientos y estructuración del DM. En cuanto a la

conveniencia o inconveniencia de esta diferencia de estructuras, los DM que utilizan su propia estructura lo hacen porque, como veremos, la estructura de la base de datos de un SIG no es la más adecuada para el uso en un DM; existen modelos que presentan una visión de los datos más simple y consistente al usuario, además de mantener la independencia del DM de un determinado SIG.

Funcionalidad del DM

Un DM es una herramienta que se integra en un escritorio informático, de igual manera que procesadores de texto, hojas de cálculo, programas de ilustración, de comunicaciones, etc. Su propósito es permitir el análisis y visualización de bases de datos que contienen información espacial. Su ámbito de funcionalidad es más restringido que el del SIG. Vamos a detallar aquí las principales características dentro de ese ámbito que debería incorporar una buena aplicación DM..

- Homogeneidad en el tratamiento de los datos: Combinar datos alfanuméricos con cualquier objeto espacial. Los datos espaciales deben poder integrarse sin importar el sistema de referencia geodésico ni la proyección usada por los diferentes archivos. Todo tipo de objeto espacial (puntual, lineal, extenso) debe ser tratado de forma homogénea, sin distinción por parte de las operaciones disponibles de distintos tipos de conjuntos de datos.
- Proporcionar facilidades flexibles de geocodificación, esto es, asignar localización espacial a las bases de datos que el usuario pueda tener.
- Tener la capacidad de incorporar datos en los formatos más populares como DXF, IGDS DGN, ArcInfo Export, dBase (DBF), ASCII delimitado, etc.—Nótese que es más interesante la popularidad de un formato que el que sea un estándar, como IGES, SET, PDES, STEP, etc.
- Ser capaz de representar distintos conjuntos de datos de forma superpuesta como “capas” en un mapa.
- Debe contar con un gestor de bases de datos. En realidad un DM es una extensión de una base de datos.
- Permitir la representación temática de los datos en la forma más flexible posible. Una función básica de estas herramientas es la determinación de la simbología en función de cualquier expresión de los atributos y/o la geometría.
- El sistema debe permitir diferentes vistas de los mismos datos: en forma de mapas que los incorporen como una capa, en forma tabular, gráficos, composición cartográfica, ...
- El sistema debe proveer facilidades para la preparación de documentos integrados (lo cual puede requerir la cooperación con programas de proceso de textos y/o autoedición) generando salidas gráficas con calidad de presentación.
- Idealmente debe funcionar en las plataformas más populares: DOS, Windows, Mac, Unix (Open Look, Motif,...), NT, OS/2
- Es necesaria una buena disponibilidad de mapas y datos del área y temas de interés del usuario.
- Debe contar con un buen lenguaje de desarrollo.
- El lenguaje debe posibilitar el uso de los mecanismos de comunicación entre aplicaciones que la plataforma provea: DDE, OLE y DLL en Windows, Apple Events y Publish & Subscribe en Mac, RPC en Unix, etc.
- También es importante un lenguaje de consulta que combine operaciones espaciales con las tradicionales. (Mejor si está integrado con el lenguaje de desarrollo y es accesible interactivamente)
- Así mismo utilidades de análisis geográfico (También idealmente integradas en el lenguaje de desarrollo)

- Una utilidad muy interesante es la posibilidad de registrar y superponer imágenes (estructuras de tipo raster) a los datos vectoriales. Así es posible la digitalización en pantalla y el enriquecimiento del grafismo.

Limitaciones del DM.

Por otra parte, veamos también algunas de las funciones típicas de un SIG que escapan al propósito y capacidad de un DM:

- No es apto para la creación de nuevos mapas por digitalización, *escaneado–vectorización*, uso de GPS, o incorporación de datos geométricos no estructurados, pues habitualmente no se cuenta con la capacidad de depuración de los datos, creación de topología y transformación para su correcta localización espacial.
- Tampoco se podrán crear nuevos temas combinando datos existentes por análisis de superposición. No se cuenta con funciones avanzadas de manipulación de la topología ni de modelado cartográfico.
- No se pueden gestionar datos tridimensionales. Esto excluye la creación de vistas perspectivas, análisis de visibilidad, etc. (Aunque se pueden crear aplicaciones que implementen alguna funcionalidad de este tipo, como crear curvas de nivel, aplicar modelos de iluminación, ...)
- Un área en la que un DM resulta insuficiente es en el tratamiento de datos de teledetección, que requiere capacidad de proceso de grandes cantidades de datos raster. Si que es posible la utilización de productos de teledetección.
- Tampoco se pueden esperar de un DM las capacidades más avanzadas de los modernos SIG, como “metadatos” de calidad, control de conurrencia dinámico, variabilidad temporal de los datos, etc.)

CAD Mapping Systems.

Algunos vendedores de sistemas CAD (*Computer Aided Design* - programas de delineación y diseño) han pensado que uno de estos sistemas puede evolucionar fácilmente y convertirse en un SIG. Los sistemas que aparecen de esta forma se denominan *CAD Mapping Systems* (CMS), y habitualmente el vendedor los llama SIG. Normalmente estos sistemas son el resultado de enlazar dos sistemas existentes en el mercado, un CAD y un RDBMS (*Relational DataBase Management System*—Sistema de gestión de bases de datos relacional). De esta forma los datos alfanuméricos contenidos en las bases de datos se asocian con elementos gráficos de un archivo—dibujo de CAD. Lo cierto es que un CAD presenta unas características que dificultan el desarrollo de un SIG. Un SIG no es la suma de CAD y RDBMS, más bien el RDBMS se halla en el corazón del sistema, y las capacidades gráficas, sutilmente diferentes de las del CAD se hallan íntimamente ligadas al RDBMS.

Diferencias SIG–CAD

Algunas de las diferencias fundamentales entre la parte gráfica de un SIG y un CAD son:

- Propósitos diferentes: SIG reflejar la realidad. CAD diseñar algo que no existe todavía.
- Ambos tienen un estrato geométrico, pero la creación de estos elementos es distinta: en CAD los crea un delineante, con exactitud. en SIG se toman de mapas o del terreno con un cierto error e imprecisión inevitable pero mensurable.
- El CAD segmenta los datos en archivos independientes que no comparten un espacio de coordenadas global. En SIG los datos conforman un conjunto continuo. (Esto implica diferentes formas de acceso y diferentes problemas de concurrencia)

- La información en un SIG es al menos un orden de magnitud mayor. Los objetos son mucho más complejos. (se estima que la infraestructura municipal requiere entre medio y un Gigabyte por cada cien mil habitantes)
- Los CAD habitualmente permiten el enlace con una base de datos, pero no permiten una integración suficiente como para responder preguntas que combinen criterios alfanuméricos y espaciales. (No cuentan con un lenguaje de consulta alfanumérico/espacial, ni la posibilidad del análisis de superposición, y normalmente el concepto de topología es muy pobre)
- Hay algunos tipos de datos característicos del SIG que un CAD no gestiona: datos raster georeferenciados y con atributos, como los de teledetección, o Modelos Digitales del Terreno, que no se pueden implementar eficazmente con un modelador de sólidos.
- Un CAD separa las entidades geométricas en capas o niveles. En un SIG tal partición no debería existir pues complica el mantenimiento de los datos. En SIG aparecen los conceptos de clase de elemento geométrico y tema, que no son correctamente tratados al sustituirse por capas.

Resumen

Es importante conocer las diferencias entre SIG y DM, ya que es corriente cometer el error—especialmente si se cuenta con importantes recursos—de adquirir un sistema SIG cuando lo que se necesita realmente es un DM. El SIG requerirá una enorme inversión en equipos, personal, adiestramiento y no proporcionará la agilidad de visualización y análisis que da un DM ni la facilidad de uso de una aplicación vertical.

Debe quedar claro que SIG y DM no compiten por un mismo mercado, sino que tienen ámbitos distintos que se complementan y pueden coexistir en la misma organización.

En definitiva el DM permite a profesionales utilizar en su trabajo y analizar bases de datos geográficas que probablemente se hayan creado con un SIG. Así el DM sirve para proporcionar el acceso a los datos que se producen con SIG, bien dentro de una misma organización o fuera de ella. Hay que tener en cuenta si se pretende este acople, que si el DM no fue diseñado para trabajar exclusivamente con la base de datos del SIG de que se disponga, se deberán establecer los mecanismos necesarios para adaptar los datos del SIG a la estructura del DM. Esto se hará normalmente mediante software (posiblemente integrado con la aplicación SIG o bien en el DM) que genere los archivos necesarios para el funcionamiento del DM.

Por otra parte hay que distinguir los sistemas de CAD; de propósito muy diferente al SIG y con limitaciones insalvables para su uso como SIG. CAD y SIG pueden coexistir en una organización, pero normalmente lo harán en departamentos diferentes. Por ejemplo, un departamento de planeamiento usará SIG para determinar la localización de un nuevo hospital, mientras que el departamento de arquitectura usará CAD para diseñarlo.

En cuanto a los llamados SIG que se basan en un sistema CAD y un DBMS se deben examinar con gran cuidado antes de adoptarlo. Posiblemente sólo sean útiles para usuarios con gran experiencia y grandes cantidades de datos en CAD, y sólo para actividades muy concretas como la ingeniería civil.

Bibliografía

Newel, R.G., 1990, The Difference Between CAD and GIS: Computer Aided Design magazine, Abril 1990.