

MODULO 1. INTRODUCCIÓN

Tema 1.2. Datos Geográficos

- 1.2. 1. Definición y componentes de la Información Geográfica
 - 1.2.1.1. Definición de la Información Geográfica
 - 1.2.1.2. Componentes de la Información Geográfica
- 1.2.2. Tipos de datos geográficos
 - 1.2.2.1. Datos espaciales
 - 1.2.2.1.1. Modelos de datos Raster
 - 1.2.2.1.2. Modelos de datos Vector
 - 1.2.2.1.3. Modelos de datos compuestos
 - 1.2.2.1.4. Modelo de datos Geobjetos
 - 1.2.2.1.5. Comparación entre modelos Raster y Vector
 - 1.2.2.2. Datos tabulares
 - 1.2.2.2.1. Atributos gráficos o espaciales
 - 1.2.2.2.2. Atributos no gráficos, temáticos o alfanuméricos
- 1.2.3. Relaciones espaciales
 - 1.2.3.1. Relaciones Geométricas
 - 1.2.3. 2. Relaciones Topológicas
- 1.2.4. Recursos
- 1.2.5. Ejercicios resueltos

Recursos

Bibliografía

- “Exploring geographic information systems”, Nicholas Chrisman.
- “Información geográfica y sistemas de información geográfica”, J.A.Cebrian.
- “SIG: Sistemas de Información Geográfica” J. Gutiérrez Puebla, M. Gould, Ed. Síntesis.
- “Objetos fractales”, B. Mandelbrot.
- “Map Projections for Europe”. Institute for Environment and Sustainability Ispra (IT), 2003
- “Las coordenadas geográficas y la proyección UTM”, Ignacio Alonso Fernández-Coppel, Universidad de Valladolid
- “The OpenGIS™ Abstract Specification. Topic 1: Feature Geometry (ISO 19107 Spatial Schema)” Version 5”, OpenGIS™ Project Document Number 01-101.
- “Open Geospatial Consortium. Implementation Specification for Geographic Information – Simple feature access – Part 1: Common_architecture”. Ed. Keith Ryden, Número de referencia: OGC 05-126
- “Open Geospatial Consortium. Implementation Specification for Geographic Information – Simple feature access – Part 2: SQL option”, Ed. Keith Ryden, Número de referencia: OGC 05-134

Páginas WEB

- faculty.washington.edu/chrisman/g460/beyst.html
- www.cartosphere.com/index_old.htm
- www.eurogeographics.org/eng/03_projects-sabe.asp
- FAO: Aspectos técnicos del SIG
- <http://www.fao.org/sd/spdirect/gis/chap3.htm>
- NCGI (Centro nacional de Inf. geográfica)
- <http://www.geog.ubc.ca/courses/klink/gis.notes/ncgia/toc.html>
- Esquema del Metro de Madrid:
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Imagen:Madrid-metro-map.png>

Open Geospatial Consortium:

<http://www.opengeospatial.org/>

Concepto de Topología (wikipedia):

<http://es.wikipedia.org/wiki/Topolog%C3%ADa>

1.2. 1. Definición y componentes de la Información Geográfica

Como sabemos, para nosotros un Sistema de Información Geográfica SIG, gira alrededor de los siguientes puntos:

- Existencia de un interés por conocer **cierto aspecto del mundo real que nos rodea**.
- Intento de explicarlo mediante un **modelo**.
- **Medida** del conjunto de variables que constituyen el modelo.
- Voluntad de influir en el aspecto estudiado: **decisión y control**.

A continuación se va a estudiar como son objetos del mundo real que nos rodea. Cual es su definición, sus componentes, como es su representación gráfica y las relaciones entre ellos.

1.2.1.1. Definición de la Información Geográfica

Es la referida a elementos, llamados también unidades de observación o fenómenos que ocurren sobre la corteza terrestre o en sus proximidades, en relación con los cuales es relevante el conocimiento de su posición referida a un sistema vinculado con la Tierra.

Los elementos geográficos se pueden definir a su vez como “fenómenos de interés para el mundo real que no pueden ser subdivididos en fenómenos del mismo tipo, pero pueden formar clases”. Se caracterizan por tener identidad propia y una extensión espacial relativamente bien definida. Los elementos geográficos se clasifican según The American Cartographer, nº 11, Vol. 15, en:

- **Naturales**, por ej. Subdivisión por usos del suelo
- **Artificiales**, creados por el hombre, Ej. Unidades administrativas

1.2.1.2. Componentes de la Información Geográfica

La información es considerada geográfica si tiene localización y es medible, es decir que se puede definir su localización respecto a la superficie de la Tierra y se puede medir su tamaño y su dimensión.

Así, los datos geográficos tienen tres componentes:

- **Espacio**, todo fenómeno de interés se localiza en algún lugar.
- **Tiempo**, todo fenómeno ha sucedido en algún momento.
- **Atributo**, todo fenómeno tiene asociada alguna medida del mismo.

Las medidas de cada uno de estos componentes juegan un determinado papel en el SIG.

1.2.2. Tipos de datos geográficos

Como sabemos ya un Sistema de Información Geográfica SIG, gira alrededor de los siguientes puntos:

- Existencia de un interés por conocer **cierto aspecto del mundo real que nos rodea**.

- Intento de explicarlo mediante un **modelo**.
- **Medida** del conjunto de variables que constituyen el modelo.
- Voluntad de influir en el aspecto estudiado: decisión y control.

Anteriormente hemos visto cuales son las características y componentes de la información geográfica que nos permite conocer cierto aspecto del mundo real que nos rodea. En este apartado vamos a ver como se construyen **los modelos del mundo real controlando** alguno de estos componentes y **midiendo las variables**.

1.2.2.1. Datos espaciales

Un Sistema de Información Geográfica almacena de forma estructurada los datos que describen un fenómeno, construyendo con ellos **un Modelo**, que representa la porción de la realidad cuya información se desea gestionar. En un SIG convive la información posicional, con la descriptiva, y con la temática.

Para construir el modelo hay que definir de cada elemento o fenómeno del mundo real:

- **los objetos geométricos**, que representan su forma,
- **los atributos**, que representan sus características y
- **las relaciones**, existentes entre los objetos.

Por ejemplo en un SIG de hidrografía muy sencillo, el modelo puede incluir sólo el fenómeno río; como atributos la longitud, el caudal y el nombre; y como relación entre los ríos "...es afluente de...".

Existen dos modelos generales o tipos de representación para la información posicional, raster y vector, figura 15:

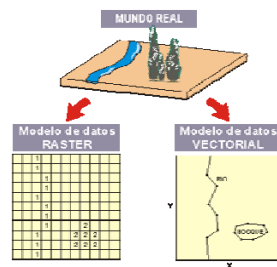


Fig. 15. Modelos Raster y Vector

1.2.2.1.1. Modelos de datos Raster

1. Modelo Ráster, consiste en modelar el espacio continuo dividiéndolo mediante una cuadrícula regular y cuantificando el valor de un fenómeno continuo en cada unidad de la cuadrícula, que se llama píxel o celda. Este valor queda así almacenado como atributo de cada píxel. Por ejemplo, una fotografía digital o un polígono dibujado en Microsoft Paint.

Este modelo se lleva a cabo empleando el Espacio como **control** realizando una discretización o, si se prefiere, **midiendo** un determinado fenómeno a intervalos discretos. El Atributo queda libre y se realiza una **medida** continua del mismo.

Este modelo espacial tiene como características:

- El espacio como control, el atributo libre.
- El espacio se mide de forma discreta y los atributos de forma continua.

- Representación del mundo real por Unidades artificiales (celdas de igual tamaño y forma).

La definición de los elementos geográficos se realiza en dos pasos, figura 16:

1º localización, dado que todas las celdas son del mismo tamaño y sabemos el punto de origen de coordenadas de la malla, podemos decir que todos los puntos están georreferenciados, y por tanto podemos definir de forma precisa su posición en el plano. El origen para la numeración de las celdas es la esquina superior izquierda de la imagen.

2º propiedades, a cada celda se le asocia una información espacial (ubicación y dimensiones) y unos atributos no gráficos o alfanuméricos.

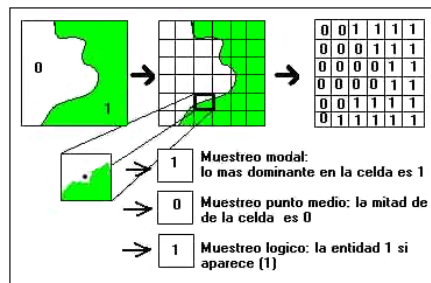


Fig. 16. Definición de los elementos en el modelo Raster

El modelo ráster tiene menos popularidad en el mercado que el modelo vector. No obstante, los SIG ráster son **muy utilizados en estudios medioambientales:** contaminación atmosférica, distribución de las temperaturas, localización de las especies pesqueras, análisis geológicos, etc. En estas aplicaciones la posición espacial no es muy requerida y los límites de los objetos geográficos son algo difusos y no absolutamente nítidos.

Existen varios tipos especiales de los modelos raster:

1 Modelo Digital de Terreno (MDT), Se obtiene haciendo el control en el punto central de la malla. En cada punto se mide la cota, figura 17. El modelo es igualmente aplicable en otros casos. La oficina suiza de catastro, por ejemplo, asigna a cada punto una categoría dependiente de las características del entorno en cierto radio.

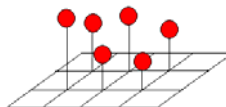


Fig. 17. Determinación de un MDT

La forma y el tamaño de la malla pueden influir notablemente sobre el resultado, pueden ser:

- **Regulares:** Cotas sobre una malla cuadrada de filas y columnas equidistantes (URG)
- **Escalables:** Cotas sobre submatrices jerárquicas y de resolución variable, quadtree.
- **Polígonos:** Cotas asignadas a teselas poligonales

1.2.2.1.2. Modelo de datos Vector

Consiste en modelar el espacio utilizando fenómenos individuales, un río, una población, un lago, que se representan mediante geometrías, como un punto, una línea o un polígono, definidas por vértices con coordenadas. (Ej. Un polígono dibujado en un programa de CAD o Diseño Asistido por Ordenador).

Se lleva a cabo empleando el Atributo como **control** para discretizar **la medida** de un determinado fenómeno, asignándole un número limitado de valores. El ejemplo más sencillo lo tenemos en la definición de una serie de categorías. En este caso, el Espacio queda libre y refleja los límites entre las zonas con valor de categoría constante.

Este modelo espacial tiene como características:

- Los atributos como control, el espacio libre.
- Los atributos se miden de forma discreta asignando un número limitado de valores, el espacio de forma continua.
- Representación del mundo real por elementos geométricos (puntos, líneas, polígonos).

La definición de los elementos: se realiza en dos pasos

- 1º **Medida de las propiedades temáticas.**
- 2º **Localización, geocodificación de.**

Existen varios tipos especiales del modelo vector:

1. **Modelos TIN (Triangulated Irregular Network)**, un conjunto de tres puntos representa la superficie del terreno, figura 18.



Fig. 18. Construcción de modelos TIN

2. **Modelos de Transporte**, En ocasiones, el control no se realiza sobre la componente espacial directamente, sino sobre relaciones definidas entre objetos o puntos del espacio (n-uplas).

Es el caso de ciertos modelos de transporte, en los que se estudian atributos relacionados con el flujo entre distintos puntos. El control del espacio se realiza estableciendo parejas de puntos (A,E), (B,E), (C,E), (D,E), etc, figura 19.

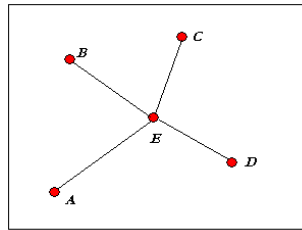


Fig. 19. Construcción de los modelos de transporte

1.2.2.1.3. Modelos de datos Compuestos

Las medidas directas son raras en SIG. Existen situaciones en las que es preciso combinar distintos criterios para definir el modelo, esto genera modelos compuestos.

1. Modelo de Coropletas, para la construcción del modelo se deben realizar dos etapas:

- Primera, mediante una categorización de atributos se define un conjunto de regiones: A, B, C, D en el caso de la figura 20.
- Segunda, empleando estas regiones como control, se mide de forma continua un atributo, los distintos colores de la figura 20.

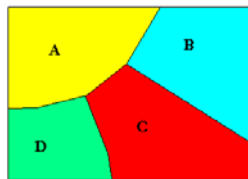


Fig. 20. Construcción del modelo de coropletas

2. Segmentación Dinámica, en este modelo el control del espacio se realiza en una serie de puntos kilométricos de una carretera.

1.2.2.1.4. Modelo de datos Geobjetos

Este modelo, usado mucho actualmente, que integra modelos raster y vector conjuntamente. Es un modelo orientado a objetos que intenta organizar la información geográfica a partir del propio **objeto geográfico y sus relaciones con otros**. De este modo, los **objetos** geográficos están sometidos a una serie de **procesos** y se agrupan en **clases** entre las cuales se da la **herencia**, figura 21.

Los SIG orientados a objetos introducen un **carácter dinámico** a la información incluida en el sistema, frente a los modelos de datos vectoriales y ráster que tienen un carácter estático. Por ello, el modelo orientado a objetos es más aconsejable para situaciones en las que la naturaleza de los objetos que tratamos de modelar es cambiante en el tiempo y/o en el espacio.

Ventajas	Buena similitud de las formas. Cálculo más preciso de áreas, perímetros y longitudes.	Estructura más simple. Asimilación más directa a datos de sensores remotos. La unidad espacial conserva la misma forma y tamaño de modo que se facilitan las simulaciones.
Desventajas	Estructura más compleja.	Gran espacio de almacenamiento a medida que aumenta la resolución. Desperdicio de espacio de almacenamiento para datos espaciales muy esparcidos. Transformación de coordenadas menos eficiente.

1.2.2.2. Datos tabulares

En un SIG, cualquier elemento relativo a la superficie terrestre se representa por un objeto que tiene tamaño, es decir, que presenta una dimensión física, alto, ancho y largo, y una localización espacial o una posición medible en el espacio relativo a la superficie terrestre. Además de la información geométrica, se almacena información alfanumérica que contiene sus atributos, información descriptiva. Es decir, a todo objeto se le asocian unos **atributos** que pueden ser de dos tipos: **gráficos o espaciales y no gráficos, temáticos o alfanuméricos** susceptibles de ser medidos.

1.2.2.2.1. Atributos gráficos o espaciales

La representación de los elementos se realiza por medio de objetos geométricos **puntos, líneas o áreas**. Estos tienen unos **atributos gráficos o espaciales, propiedades espaciales**, que permiten su definición o representación visual. De esta manera, estos atributos indican la localización exacta, dimensiones y la simbología, forma de representación: colores, grosores, estilo de las líneas, etc., de las entidades.

Algunas pueden ser calculadas automáticamente por el SIG, otras por el analista.

Estas propiedades se pueden clasificar en función del objeto geométrico de la siguiente manera:

- **Líneas**, Longitud, forma, pendiente y orientación.
- **Polígonos**, Superficie, perímetro, forma, pendiente y orientación.

1.2.2.2.2. Atributos no gráficos, temáticos o alfanuméricos

Corresponden a las descripciones, cualificaciones o características que nombran y determinan los elementos geográficos. En la figura 22 se pueden observar los atributos gráficos y no gráficos, que se encuentran asociados a los objetos representados.

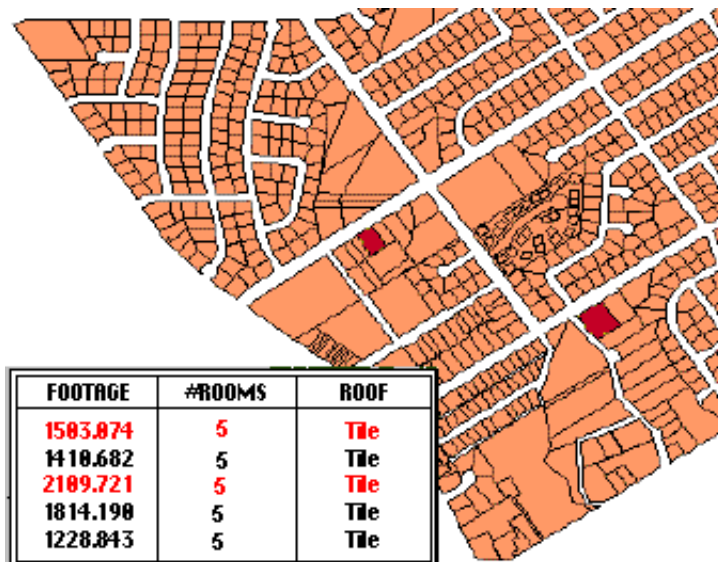


Fig. 22. Atributos alfanuméricos

Los atributos no gráficos a alfanuméricos otorgan una información muy valiosa, que en algunos casos puede rozar la subjetividad. Por ello han de ser medidos de una manera acorde con los objetos a los que se asocian, teniendo cuidado en el establecimiento de qué atributos son necesarios y qué valores pueden tomar.

1.2.3 Relaciones Espaciales

Un SIG que intente describir una parte del mundo real conlleva un proceso de abstracción que permite transformar la complejidad del mundo real en una representación simplificada, procesable por los ordenadores y útil para un conjunto de usuarios. Esto implica que para cada uno de los dos modelos de SIG hay que definir las primitivas espaciales y las relaciones entre ellas. Algunas de estas relaciones están explícitamente definidas en el SIG, otras no están definidas y se calculan cuando se necesitan, siendo difíciles de transmitir al SIG.

Las relaciones espaciales se pueden clasificar en dos clases: Geométricas y Topológicas.

1.2.3.1. Relaciones geométricas

Las relaciones geométricas se calculan a partir de las coordenadas de los objetos geométricos que representan los elementos o entes geográficos. Se modifican si se deforma elásticamente el espacio como la superficie de un globo y cuando se cambia de proyección, de sistema de referencia y de unidades.

En el modelo vectorial, a partir de las coordenadas de los objetos y mediante cálculos geométricos, pueden deducirse un gran número de relaciones en el espacio euclidiano, para lo cual es necesario conocer y comprender qué relaciones geométricas son posibles, y cómo pueden obtenerse.

1.2.3.2. Relaciones topológicas

1. Definición Topología

La topología es una especialidad de las matemáticas definida por E. Euler en su libro de 1740, "Los siete puentes de Königsber". Trata de las propiedades transcendentales de los entes geográficos.

En SIG la determinación de las relaciones topológicas se denomina, **estructuración topológica**, planar enforcement. El uso de estructuras topológicas permite, no sólo optimizar los procesos de cálculo, sino también referenciar los objetos con independencia de su geometría.

2. Propiedades de las relaciones topológicas

Son las siguientes:

- No dependen de la métrica, y se mantienen invariantes aunque se cambien las unidades, se realice un cambio de proyección cartográfica o una transformación a otro sistema de referencia.
- Permanecen invariantes bajo transformaciones afines (cambios de escala, giro y traslación en el plano) y en general cualquier transformación que deforme el plano de modo continuo.
- Son cualitativas y no cambian aunque se deforme elásticamente el espacio.
- No son cuantitativas no se expresan con números.

3. Clasificación

Se clasifican en dos categorías:

- **Fundamentales**, se deducen directamente de la geometría (CEN 287), figura 23:
 - **De coincidencia**
 - **De inclusión**
 - De objeto puntual en objeto lineal
 - De objeto puntual en objeto superficial
 - De tramo en objeto superficial
 - De objeto superficial en objeto superficial
 - **De conectividad**
 - De objeto lineal con objeto lineal
 - De objeto lineal con objeto superficial
 - De objeto superficial con objeto superficial
 - **De contigüidad**
 - **De superposición sin conexión**
 - **De influencia**
 - **De proximidad-vecindad**
- **Complejas**, construidas en base a las fundamentales

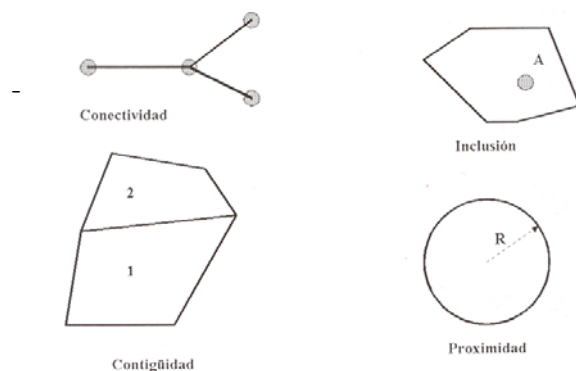


Fig. 23. Relaciones topológicas fundamentales