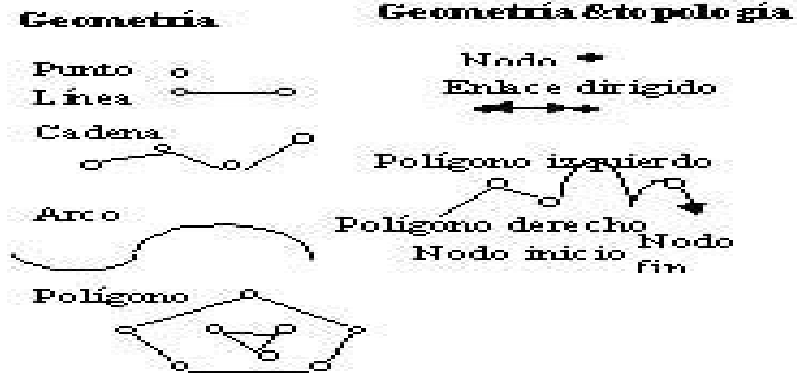


TÉCNICAS DE MODELADO DE BASES DE DATOS GEO-REFERENCIADOS O ESPACIALES



Yajaira de J. Ramos Rojas

Universidad de Los Andes, Facultad de
Arquitectura y Arte
Escuela de Arquitectura
Mérida,
Venezuela
rroj@ing.ula.ve

Abstract

To model a database that stores geo-indexed data or space, a diversity of models exists in the literature.

In this article the models will be studied proposed by Michael F. Worboys, Peter Milne and S. A. Roberts and will be represented using OMT (Object Modelling Technique) of Rumbaugh. The models will be evaluated following a methodology based on the existence of a ideal model of reference against the one which to be able to contrast them.

The created ideal pattern will be constituted in a new model for the design of space databases OXO.

1. Introducción

Para modelar una base de datos geo-referenciados o espaciales, existe una diversidad de modelos que representan las propiedades geométricas y las relaciones topológicas con que se caracterizan este tipo de datos. Algunos de estos modelos proporcionan herramientas para un modelado independiente de la implementación física, otros proporcionan constructos que permiten modelar con un alto nivel de abstracción, finalmente, existe el modelado OXO que representa las entidades del dominio de aplicación de una forma natural y directa.

Este trabajo estudia los modelos propuestos por: Worboys [WORB,94], Milne [MILN,93] y Roberts [ROBE,91]. Los mismos, serán representados utilizando OMT (Object Modelling Technique) y evaluados siguiendo una metodología basada en la existencia de un patrón de referencia contra el cual poder contrastarlos.

Crear un modelo ideal de datos, implica

construir un modelo que permita generar los diferentes esquemas que deberían estar contenidos en una base de datos OXO.

En la sección 2 se estudia brevemente el método utilizado para llevar a cabo el proceso de comparación, en la sección 3 se propone un modelo ideal, en las secciones 4, 5 y 6, se describen los modelos seleccionados, en la sección 7 se presentan los resultados de la comparación, finalmente, en la sección 8 se analizan los resultados obtenidos.

2. Metodología

Se utilizará para comparar, un concepto vital de la Teoría Sistémico-Interpretativa: el "tipo ideal" Montilva [MONT,89].

Un modelo ideal o tipo ideal, se define como:

"... Constituye un sistema contextual que le brinda una interpretación específica a un cierto fenómeno. No pretende ser una copia de la realidad, sino servir como un medio de contraste para observar los contornos de alguna de las posibles in-

terpretaciones que se ocultan en la trama interpretativa de un aspecto de la realidad social." [MONT,89].

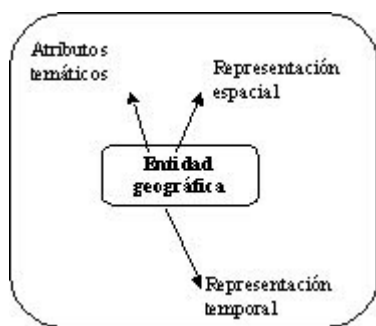
A partir del concepto anterior, y basado en el método para la comparación de modelos de datos empleado en Montilva [MONT,89], se formularon los siguientes pasos para realizar el estudio comparativo.

- Descripción general del modelado de datos OXO.
- Determinación de la perspectiva de comparación.
- Diseño y construcción de un modelo de referencia.
- Descripción de los modelos OXO que se desean evaluar.
- Comparación de modelos.
- Síntesis y conclusiones.

3. Modelo ideal de DE

Representar entidades geográficas constituye el objetivo principal del modelado de datos para SIG. Algunas pueden ser vistas como objetos reales (lagos, carreteras,...) y otras como objetos abs-

Fig 1



tractos (ciudades, municipios, ...) en el dominio de aplicación. Estas entidades (figura 1) tienen una localización en el espacio, reúnen propiedades geométricas: forma, dirección y tamaño, mantienen relaciones topológicas: conectividad, adyacencia e inclusión, y poseen una representación temporal que corresponde a las distintas versiones de la entidad en el tiempo debido a los cambios que ocurren desde el punto de vista político, geológico, ...

Un modelo de datos ideal debe representar los tipos de entidades geográficas en base a las propiedades y relaciones, adicionalmente debe resolver los problemas concernientes al cambio de escala y al manejo de versiones del objeto en el tiempo. Debe además, ser consistente con respecto a los modelos vectoriales para la representación de DE. La geometría y localización de entidades en el espacio son representadas usando puntos, líneas y polígonos y la representación temporal será manejada bajo el concepto de diferentes versiones del objeto, la figura 2 muestra el Modelo Ideal de DE y sus relaciones.

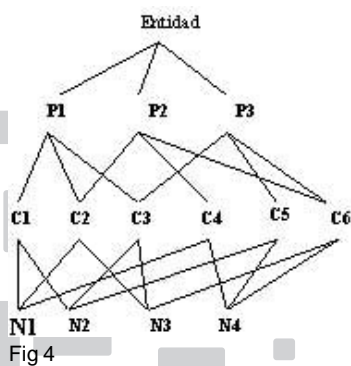
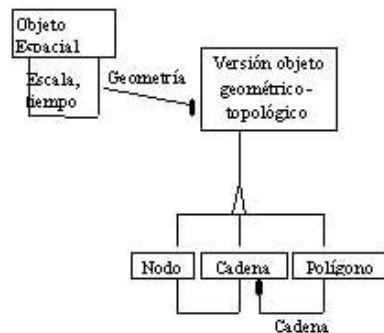


Fig 4

Fig 2



Se puede crear un conjunto de clases adaptadas al problema especializando la clase OE. Los atributos temáticos pueden ser adheridos a la definición de atributos en la subclase OE.

Este modelo está basado en el modelo POLYVRT que emplea como constructo básico la cadena, la cual es definida como una sucesión de segmentos de líneas que empieza y finaliza en nodos. Un segundo elemento fundamental es el nodo, el cual se define como los vértices en que se intersectan tres o más cadenas. Un polígono es una secuencia cerrada de cadenas. La figura 3 muestra como representar un conjunto de entidades poligonales.

La descomposición topológica de la entidad de la figura anterior se representa en la figura 4.

Cada entidad geográfica será un objeto de la clase OE y tendrá de acuerdo a una función $f(\text{escala}, \text{tiempo})$ su representación geométrico-topológica-temporal.

En un SIG los mapas constituyen el primer medio de presentación de información. Estos almacenan grandes canti-

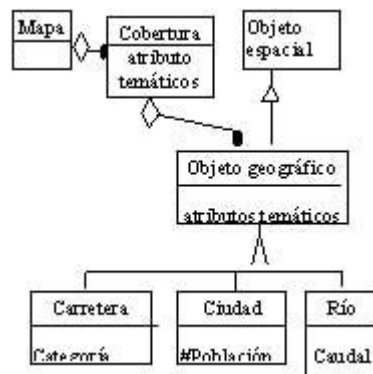
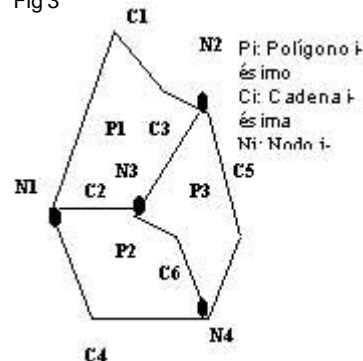


Fig 5

Fig 3



dades de datos (objetos geográficos), de tal modo que permiten y facilitan cierto tipo de análisis de la estructura espacial de la información contenida en ellos. El modelado de estos mapas, utilizando la noción de OG introducida por el modelo ideal, puede verse en la figura 5.

4. Modelo de MILNE [MILN,93]

Los componentes genéricos de un diseño de base de datos OXO son: objetos, relaciones de herencia, asociación y clasificación. Utiliza en el modelado de entidades geográficas los estándares establecidos para el intercambio de datos espacialmente referenciados. Esto es, un OE puede ser representado usando los conceptos de punto, línea, polilínea, arcos, ... La figura 6 muestra algunas de las representaciones de los OE.

El modelo de datos para el diseño de bases de DE propuesto por este autor se muestra en la figura 7 utilizando OMT. En este modelo puede distinguirse una superclase llamada objeto geométrico. Punto, línea y polígono son especializaciones de esta clase genérica. Los polígonos son formados por compo-

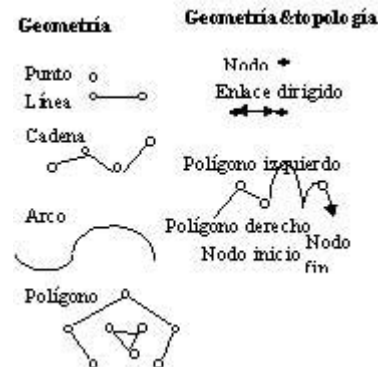


Fig 6

ción de líneas ordenadas. A los objetos geográficos puede agregársele atributos no espaciales.

Los objetos geográficos heredan todas las propiedades básicas del objeto geométrico y topológico descrito en la figura 7. Las entidades geográficas son especializaciones del objeto geográfico OG genérico, este puede dividirse en varios sub-tipos tales como ríos, carreteras, ...

Un ejemplo de esquema construido usando este modelo se muestra en la figura 8.

5. Modelo de Worboys [WORB,90].

Este modelo muestra tres de los tipos de objetos espaciales : punto, línea y polígono. Estas representaciones están basadas en la definición propuesta por el National Committee for Digital Cartographic Data Standards [MOEL,86], y resumidas en Van Roessel [ROES,85] como sigue :

Un punto es un OE cero-dimensional con coordenadas y un identificador único en el mapa.

Una línea es una secuencia de puntos ordenados.

Una cadena es una línea la cuál es parte de uno o más polígonos y, por lo tanto, tiene un identificador para el polígono izquierdo y otro para el polígono derecho, así como un nodo inicio y un nodo

fin.

Un nodo es la unión o el punto final de una o más líneas.

Un anillo está compuesto de uno o más cadenas.

Un polígono consiste de un anillo exterior y cero o más anillos interiores.

La figura 9 presenta un equivalente del modelo de Worboys [WORB,90] usando OMT.

6. Modelo de S. A. Roberts [ROBE,91]

Para representar apropiadamente entidades geográficas, es necesario tomar en cuenta la estructura de los datos, las operaciones sobre ellos y los caminos de acceso requeridos para su representación y recuperación. Considera que existen por lo menos tres maneras de clasificar datos al nivel conceptual : vistas geométricas, vistas solapadas y vistas basadas en rasgos.

La vista geométrica corresponde al manejo de datos representados en forma vectorial, la vista de solapamiento corresponde a la representación raster y las vistas basadas en rasgos mezclan las dos anteriores.

Este estudio consideró sólo la vista geométrica, por cuanto todos los modelos presentados utilizan la representación vectorial. La representación espacial de un objeto gráfico está dada por:

puntos, vectores, líneas y polígonos (figura 10).

En esta representación, las estructuras complejas tales como polígonos están compuestas por listas de vectores (coordenadas) y pueden ser manejadas como simples unidades.

Basado en los conceptos de punto, línea y polígono, Roberts describe un modelo OxO para representar entidades espaciales como un conjunto de representaciones definidas por la escala. La vista geométrica de un SIG puede ser representada como una colección de objetos de tipo espacial.

El modelado de mapas muestra en la figura 11. Un mapa es la intersección entre una ventana y un conjunto de objetos espaciales. Nótese, que la ventana es un subtipo de OE que tiene como representación geométrica un rectángulo.

7. Comparación

Estableceremos una serie de parámetros para comparar los modelos en términos de la capacidad para representar las propiedades geométricas, temáticas, temporales y las relaciones topológicas de los objetos geográficos. El modelo ideal fue el modelo de referencia empleado para llevar a cabo el proceso de comparación.

A continuación se presenta una tabla de Entidades geográficas vs Constructos de modelado empleado por cada modelo. (tabla # 1)

Al observar la tabla y contrastar con el modelo ideal encontramos:

Los modelos expuestos por Milne y Roberts representan entidades geográficas.

Los modelos manejan la propiedad geométrica de las entidades geográficas, sólo en el caso del modelo de Roberts se puede observar el uso del atributo escala para las diferentes representaciones del OE.

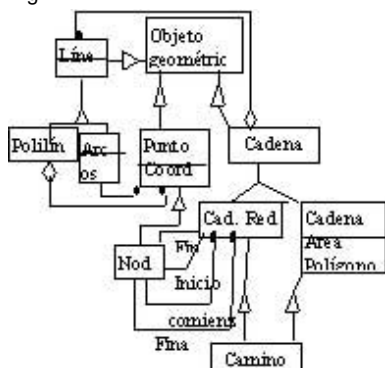
Ninguno de los modelos considera explícitamente los cambios en el tiempo de un OG.

Las propiedades temáticas son tratadas como atributos asociados a las clases. Todos los modelos emplean los conceptos de nodo, línea y polígono para repre-

Aspecto del espacio geográfico	CONSTRUCTOS DE MODELADO			
	Modelo ideal	Milne	Worboys	Roberts
Entidad GEOGRAFICA	OG	OG	Punto, Línea, Polígono	OE
Tipo de entidades	Especialización de la clase OG	Especialización de la clase OG	Especialización de las clases Punto, Línea o Polígono	Especialización de la clase OE
Propiedad Geométrica	Versión del objeto geométrico-topológico del objeto según una función f (escala, tiempo). Emplea las clases Nodo, Cadena y Polígono	Emplea las clases Línea, punto y Cadena. Otras representaciones son construidas a partir de las primeras.	Emplea las clases Polígono, Nodo, Cadena, Punto, Anillo y Línea	El atributo escala determina el elemento gráfico. La especialización del elemento gráfico es dada por las clases Punto, Línea y Polígono
Propiedad temática	Atributo asociado a cada clase.	Atributo asociado a cada clase	Atributo asociado a cada clase	Atributo asociado a cada clase.
Relaciones topológicas	Explícitamente en las clases Nodo y Cadena. Relaciones de adyacencia, conectividad e inclusión.	Emplea las clases Nodo y Cadena Relaciones de adyacencia, conectividad e inclusión.	Emplea las clases Punto y Cadena. Relaciones de adyacencia, conectividad e inclusión.	
propiedad temporal	Versión del objeto geométrico-topológico según f (escala, tiempo)			

Tabla #1. Espacio geográfico Vs Constructos de modelado

Fig 7



sentar los objetos espaciales. Los modelos de Milne y Worboys muestran otras representaciones.

8. Conclusiones

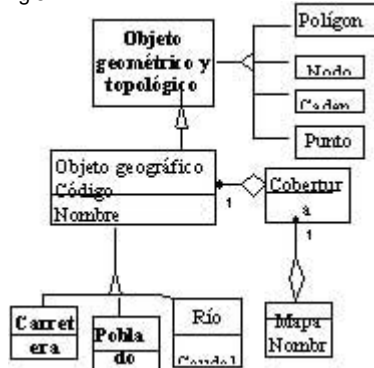
El modelado de Bases de Datos empleando los principios de OxO permite representar el dominio de aplicación de una forma natural y directa. Se estudiaron tres modelos OxO utilizados en el diseño de bases de DE con el objetivo de establecer comparaciones desde distintos aspectos, basados en un modelo ideal que contiene, a juicio del autor, los aspectos más importantes relacionados con las propiedades estáticas y dinámicas de los objetos en estudio.

A pesar del conocimiento de que las entidades geográficas cambian en el tiempo, ninguno de los modelos considera las propiedades temporales.

Sólo el modelo de Roberts, resuelve el problema del cambio de escala y sus distintas representaciones.

De este trabajo surge una propuesta para el modelado de entidades geográficas basado en los constructos propues-

Fig 8



tos en el modelo ideal.

La inclusión de la OxO en el diseño de bases de DE para SIG proporciona versatilidad y claridad al modelado, ya que los objetos geográficos reúnen los atributos y sus propiedades bajo un sólo concepto: clase.

9. Bibliografía

[WORB,90] Worboys, M. F. Hearnshaw Hilary M. y Maguire David J. Object-oriented data modelling for spatial databases. 1990.

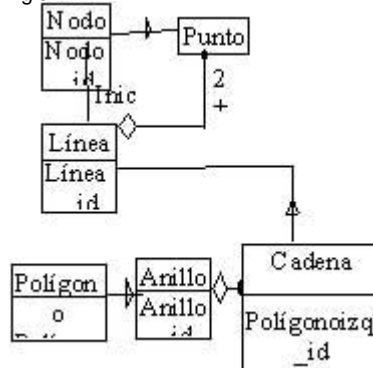
[MILN,93] Milne Peter, Scott Milton y Smith John L. Geographical object-oriented data bases-a cases. 1993.

[WORB,94] Worboys Michael F. Object-oriented approaches to geo-referenced information. 1994.

[MONT,89] Montilva, Jonás A. "Un estudio comparativo de modelos semánticos de datos". ULA. 1989.

[ROBE,91] S A Roberts, M N Gabegan, J. Hogg y B. Hoyle. Application of object-oriented databases to geographic information systems. Information and software technology. 1991.

Fig 9



[MOEL,86] Moellering, H. A review and definition of 0-, 1-, and 2- dimensional objects for digital cartography. 1986

[RUMB,91] Rumbaugh, J. . Object-Oriented Modeling and Design. Prentice-Hall, NY. 1991.

[ROES,85] Van Roessel, J. W. Design of a spatial data structure using the relational normal form. International Journal of Geographical Information System, 1985.

Ilustraciones

- Fig 1. Descripción entidad geográfica
- Fig 2. Modelo Ideal de datos
- Fig 3. Modelo POLYVRT
- Fig 4. Descomposición topológica entidad poligonal
- Fig 5. Diseño BD Geográfica Espacial
- Fig 6. Subconjunto Constructos modelado Espacial
- Fig 7. Modelo de MILNE
- Fig 8. Diseño BDE según MILNE
- Fig 9. Modelo de WORBOYS
- Fig 10. Modelo de ROBERTS
- Fig 11. Vista geométrica según ROBERTS

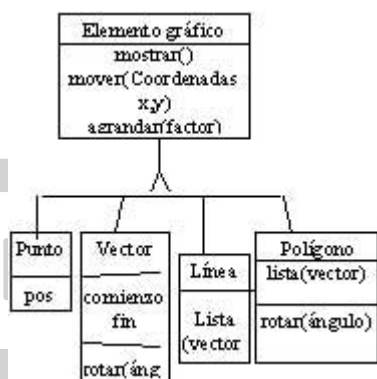


Fig 10

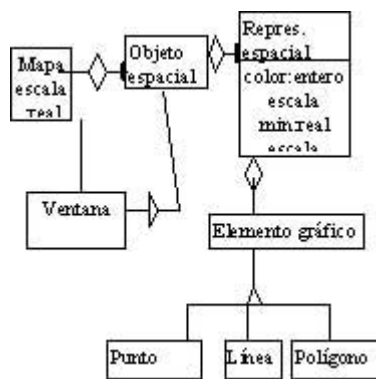


Fig 11