

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

BASES DE DATOS GEOESPACIALES

Alejandro Rojas
Saúl Zamora

profesor
Kevin Moraga

1 Bases de datos espaciales

Las bases de datos espaciales son bases de datos optimizadas para almacenar datos que representan objetos definidos sobre un espacio geométrico y realizar consultas sobre dichos datos. La mayoría de las bases de datos espaciales permiten representar objetos geométricos simples como puntos, líneas y polígonos. Algunas permitan el manejo de estructuras más complejas como objetos 3D, coberturas topológicas, redes lineares y redes irregulares trianguladas. Mientras que las bases de datos tradicionales han sido desarrolladas para manejar múltiples tipos de datos numéricos y de caracteres, dichas bases de datos requieren funcionalidad adicional para procesar datos espaciales eficientemente y generalmente se agregan tipos de datos como *geometry* o *feature* para manejar datos espaciales.

2 Consultas espaciales

Consultas espaciales son el tipo de consulta manejada por los sistemas de bases de datos espaciales. Dichas consultas difieren de las no-espaciales en dos aspectos importantes:

- Las consultas espaciales usan datos geométricos como puntos, líneas y polígonos.
- Estas consultas consideran la relación espacial entre las geometrías mencionadas.

3 Tipos de consultas espaciales

Los nombres de funciones para consultas difieren de un sistema a otro. La siguiente lista contiene funciones comúnmente añadidas a *PostGIS*, el cual es una extensión de PostgreSQL para el manejo de datos espaciales (el término *geometry* se refiere a un punto, línea, caja u otra figura de 2 o 3 dimensiones):

- Distance(geometry, geometry) : number
- Equals(geometry, geometry) : boolean
- Disjoint(geometry, geometry) : boolean
- Intersects(geometry, geometry) : boolean
- Touches(geometry, geometry) : boolean
- Crosses(geometry, geometry) : boolean
- Overlaps(geometry, geometry) : boolean
- Contains(geometry, geometry) : boolean

- Length(geometry) : number
- Area(geometry) : number
- Centroid(geometry) : geometry

4 Bases de datos geoespaciales

Una base de datos geoespacial es una base de datos que almacena datos geográficos, tales como países, divisiones administrativas, ciudades e información relacionada. Dichas bases de datos pueden ser útiles para sitios web que deseen identificar la ubicación de sus visitantes con el fin de personalizar más la visita.

5 Características de las bases de datos espaciales

Los sistemas de bases de datos usan índices para buscar rápidamente valores y la forma en la que la mayoría de sistemas indexan la información no es óptima para consultas espaciales. En lugar de eso, las bases de datos espaciales utilizan índices espaciales para acelerar las operaciones de base de datos.

Adicionalmente a las consultas típicas de SQL como *SELECT*, las bases de datos espaciales pueden realizar una amplia variedad de operaciones espaciales:

- Medidas espaciales: procesa largo de líneas, áreas poligonales, distancias entre geometrías, etc.
- Funciones espaciales: modificar las características existentes de un objeto para crear nuevas, por ejemplo, agregando un buffer alrededor de un objeto, etc.
- Predicados espaciales: permite consultas de falsoverdadero sobre relaciones entre objetos, como la superposición de un objeto sobre otro, la ubicación de un punto dentro de un área.
- Constructores geométricos: creación de nuevas geometrías, usualmente mediante la especificación de los vértices que definen la figura.
- Funciones de observación: consultas que retornan información específica sobre una figura, como la ubicación del centro de un círculo.

Algunas bases de datos soportan solo versiones simplificadas o modificadas de estas operaciones, especialmente en casos como los de sistemas NoSQL como MongoDB y CouchDB.

6 Índices espaciales

Los índices espaciales son los utilizados por las bases de datos espaciales para optimizar las consultas. Los índices convencionales no manejan las consultas espaciales de forma eficiente, tales como que tan lejos está un punto de otro o si todos los puntos caen dentro de un área determinada. Los métodos de indexación espacial más comunes incluyen:

- R-tree: método preferido para la indexación de datos espaciales. Los objetos (formas, líneas y puntos) son agrupados usando un *rectángulo de enlace mínimo* o MBR por sus siglas en inglés (*Minimum Bounding Rectangle*). Los objetos se agregan al MBR dentro del índice, lo que lleva a que su tamaño aumente de forma mínima.
- HHCode
- Grid
- Z-order
- Quadtree
- Octree
- UB-tree
- R+ tree
- R* tree
- Hilbert R-tree
- X-tree
- kd-tree
- m-tree
- Método de punto de acceso (*Point access method*)
- Particionamiento espacial binario o BSP-tree por sus siglas en inglés *Binary space partitioning*: subdividir el espacio en hiperplanos.

Figure 1: Ejemplo de R-tree para rectángulos bidimensionales

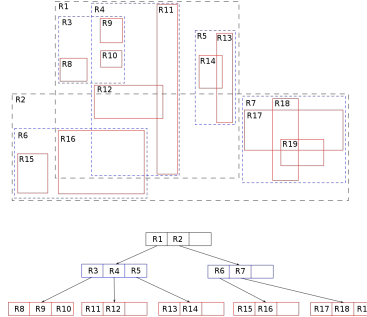
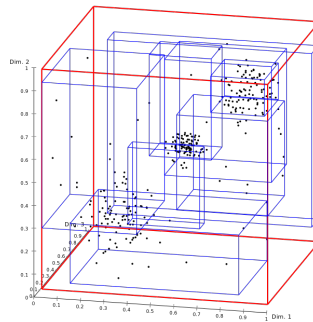


Figure 2: Visualización de un R*-tree para puntos 3D



7 Usos de las bases de datos espaciales

Uno de los usos más populares para las bases de datos espaciales son los sistemas de información geográfica o GIS (por sus siglas en inglés *Geographic Information Systems*) son sistemas diseñados para capturar, almacenar, manipular, analizar, manejar y presentar datos espaciales o geográficos.

Estas aplicaciones permiten a los usuarios crear consultas interactivas, analizar información espacial, editar datos en mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones.

En los últimos años han proliferado sistemas de libre uso con fácil acceso a software de mapeo, tales como Google Maps y OpenStreetMap. Dichos servicios dan al público acceso a enormes cantidades de datos geográficos. Algunos de estos sistemas, como Google Maps, ofrecen al usuario APIs para crear aplicaciones más personalizadas.

References

- [1] En.wikipedia.org. (2017). Spatial database. [online] Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Spatial_database
- [2] En.wikipedia.org. (2017). R-tree. [online] Available at: <https://en.wikipedia.org/wiki/R-tree>
- [3] En.wikipedia.org. (2017). Geographic information system. [online] Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Geographic_information_system