

GIS und raumbezogene Datenbanken

- Eine *raumbezogene Datenbank (spatial database)* dient der effizienten Speicherung, Verwaltung und Anfrage von raumbezogenen Daten.

☞ datenbankorientiert

- Ein *geographisches Informationssystem (GIS)* stellt Operationen zum Umgang mit geographischen Daten bereit. Solche geographischen Daten haben einen Raumbezug, enthalten aber auch nicht raumbezogene Informationen.

☞ anwendungsorientiert

Definitionen: GIS

- Rigaux et al., 2002:
“It stores geographic data, retrieves and combines this data to create new representations of geographic space, provides tools for spatial analysis, and performs simulations to help expert users organize their work in many areas, including public administration, transportation networks, military applications, and environmental information systems.”
- McDonnell, Kemp, 1996:
“a computer system for capturing, managing, integrating, manipulating, analyzing, and displaying data which is spatially referenced to Earth.”

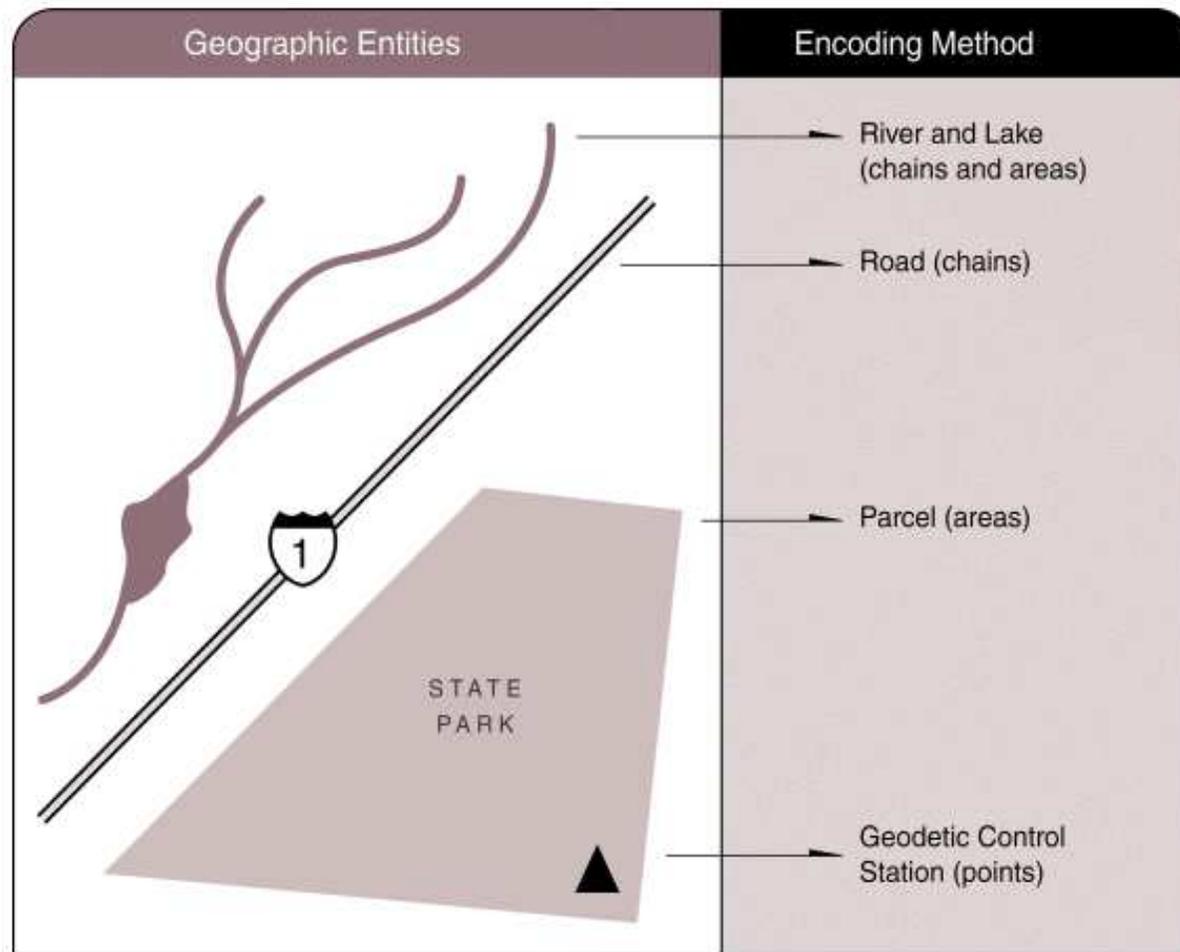
Bekannte geographische Informationssysteme

eigentlich Werkzeuge/Frameworks zum Bau von GIS:

- Smallworld GIS
- ArcGIS Produktfamilie
- GeoMedia von Intergraph
- MapInfo

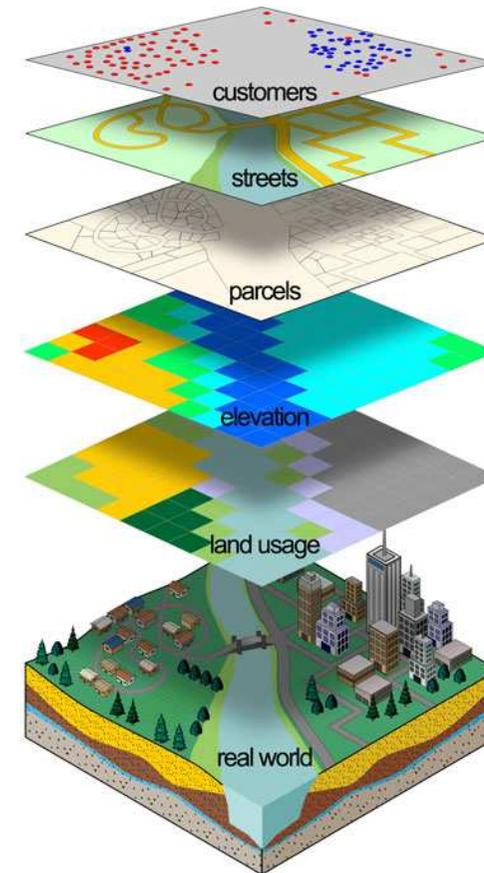
Geographisches vs. raumbezogenes Datenmodell

- Das **geographische Datenmodell** repräsentiert Entities der realen Welt (z.B. Gebäude, Straßen, Gewässer) mit deren Merkmalen.
 - **raumbezogene Merkmale**: z. B. Lage und Umriss der Objekte
 - **topologische Merkmale**: z. B. ist enthalten in, kreuzt, unmittelbar benachbart
 - **beschreibende Merkmale**: z. B. Name einer Straße, Besitzer eines Gebäudes, Verschmutzungsgrad eines Gewässers
- Das **raumbezogene Datenmodell** dient zur Repräsentation von raumbezogenen Merkmalen und stellt dafür geometrische Konzepte zur Verfügung, z. B. Punkt, Line, Polygon, etc.



Schichtenmodell in GIS

- Merkmale werden **Schichten (layers)** zugeordnet.
- Schichten können in der Regel beliebig kombiniert werden.
- Die Kombination der Schichten liefert eine spezielle Sicht auf die reale Welt.



Modelle/Repräsentationen für raumbezogene Objekte

- Rastermodell
- Vektormodell
- Graphenmodelle bzw. topologische Modelle
- Hybride Modelle

Rastermodell

- Raumbezogene Objekte werden durch ein Gitter bestehend aus Pixeln beschrieben.
- Häufig erzeugt aus (Papier)-karten.
- Den Pixeln können Werte und eine Semantik zugeordnet werden (Raster Attribut).
- Entscheidend für die Qualität der Repräsentation: [die Auflösung](#).

Vektormodell

- Beschreibung durch geometrische Objekte bzw.
- deren Lage und Form in einem Koordinatensystem.
- Jedes Objekt wird separat beschrieben.
- (Topologische) Beziehungen zwischen geometrischen Objekten lassen sich nur indirekt bestimmen.

Topologisches Modell

- Nachbarschaftseigenschaften zwischen geometrischen Objekten
- Abstraktion von Lage und Form
- häufig Graphenmodelle

Konstrukte zur Vektorrepräsentation

- punktförmig:
 - Punkt
- linienförmig:
 - Strecke
 - einfacher Polygonzug
 - beliebiger Polygonzug
 - Spline-Kurve
- flächenförmig:

- Rechteck
- Kreis
- Polygon bzw. konvexes Polygon

Volumenobjekte:

- Quader
- Kugel
- Kegel
- Körper beschrieben durch Dreiecke oder Flächensplines

Beispiel Konvexität

Es sei M eine Teilmenge des Vektorraums \mathbb{R}^n .

M heißt *konvex* gdw. für alle $x, y \in M$ gilt:

$$\lambda x + (1 - \lambda)y \in M \text{ für alle } \lambda \in [0, 1]$$

Warum ist Konvexität in raumbezogenen Datenbanken von Bedeutung?
Effizienz!

Raumbezogene Anfrageoperationen

topologisch und geometrisch:

- **PointInRegion**: $\text{point} \times \text{region} \longrightarrow \text{bool}$
- **Overlaps**: $\text{region} \times \text{region} \longrightarrow \text{bool}$
- **Intersection**: $\text{region} \times \text{region} \longrightarrow \text{region}$
- **Meets**: $\text{region} \times \text{region} \longrightarrow \text{bool}$
- **AreaSize**: $\text{region} \longrightarrow \text{real}$

- **PointInLine**: $\text{line} \times \text{point} \longrightarrow \text{bool}$
- **ShortestRoute**: $\text{point} \times \text{point} \longrightarrow \text{line}$
- **Length**: $\text{line} \longrightarrow \text{real}$
- **Distance**: $\text{point} \times \text{point} \longrightarrow \text{real}$

Inneres, Rand, Äußeres

Es sei A eine Teilmenge des Vektorraums \mathbb{R}^n .

- A^c bezeichnet das *Komplement* von A :

$$A^c := \mathbb{R}^n \setminus A$$

- A^0 bezeichnet *das Innere* der Menge A :

$$A^0 := \{x \in A \mid \exists \epsilon > 0 \ U_\epsilon(x) \subseteq A\}$$

- δA bezeichnet den *Rand* der Menge A :

$$\delta A := \{x \in \mathbb{R}^n \mid \forall \epsilon > 0 \exists y, z : y \in A, z \notin A\}$$

- A^{-1} bezeichnet das *Äußere* der Menge A :

$$A^{-1} := \{x \in A^C \mid \exists \epsilon > 0 \ U_\epsilon(x) \subseteq A^C\}$$

- \bar{A} bezeichnet den *Abschluss* der Menge A :

$$\bar{A} := A \cup \delta A$$

- Eine Menge A , für die $A = A^0$ gilt, heißt *offen*.
- Eine Menge A , für die $A = \bar{A}$ gilt, heißt *abgeschlossen*.

Topologische Prädikate

	$\delta A \cap \delta B$	$A^0 \cap B^0$	$\delta A \cap B^0$	$A^0 \cap \delta B$
A disjoint B	\emptyset	\emptyset	\emptyset	\emptyset
A meets B	$\neg \emptyset$	\emptyset	\emptyset	\emptyset
A equals B	$\neg \emptyset$	$\neg \emptyset$	\emptyset	\emptyset
A containedBy B	\emptyset	$\neg \emptyset$	$\neg \emptyset$	\emptyset
A coveredBy B	$\neg \emptyset$	$\neg \emptyset$	$\neg \emptyset$	\emptyset
A contains B	\emptyset	$\neg \emptyset$	\emptyset	$\neg \emptyset$
A covers B	$\neg \emptyset$	$\neg \emptyset$	\emptyset	$\neg \emptyset$
A overlaps B	$\neg \emptyset$	$\neg \emptyset$	$\neg \emptyset$	$\neg \emptyset$

Ausblick Algorithmische Geometrie (Computational Geometry)

Punkt auf Gerade? prinzipiell mit Lösung GLS $\lambda \dots$

besser: Geradengleichung mit Normalenvektor

Auf welcher Seite einer Geraden befindet man sich?

Abstandsprobleme

Punkt in konvexem Polygon, Punkt in Polygon

Datenstrukturen für die Suche im 2-dimensionalen: Quadtree, k-d-Baum

Voronoi-Diagramm, Delaunay-Triangulation

Linienvereinfachung, z.B. mit dem Douglas-Peucker-Algorithmus