

Sistemi Informativi Geografici

Introduzione ai dati geografici

Alberto Belussi

Anno accademico 2006-07

Sistemi Informativi Territoriali (SIT) o Geografici

I Sistemi Informativi Territoriali (SIT) gestiscono insiemi di dati correlati con il territorio (**informazione geografica**).

Tuttavia va precisato che, un sistema informativo territoriale **non è (o non è solo)**:

- un sistema per la gestione di una base di dati di immagini;
- un sistema per il supporto alla progettazione di manufatti sul territorio (CAD);
- un sistema per la gestione di cartografia numerica.

Sistemi Informativi Territoriali o Geografici

Un sistema informativo territoriale è innanzitutto un

SISTEMA INFORMATIVO

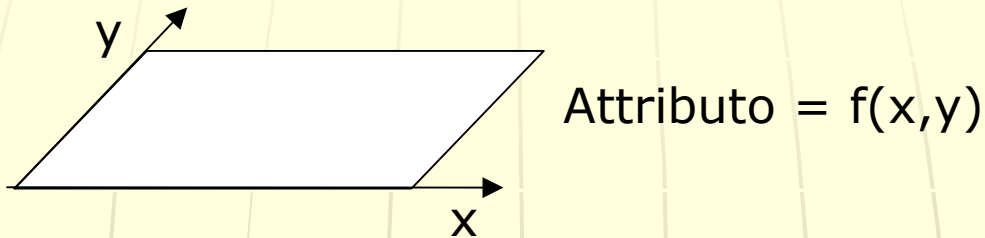
- contiene un insieme di archivi di informazione geografica strutturata (basi di dati spaziali);
- consente l'interrogazione efficiente di tali archivi (basi di dati spaziali) e non solo la loro visualizzazione o la produzione di carte tematiche (cartografia digitale).

La rappresentazione del dato geografico

I modelli utilizzabili per rappresentare l'informazione geografica in sono di due tipi:

- modelli "field-based": in questi modelli l'informazione geografica viene rappresentata come insieme di funzioni che hanno come dominio lo spazio di riferimento e come codominio l'insieme dei valori possibili per la proprietà da rappresentare.
- modelli "object-based": in questo caso l'informazione geografica viene rappresentata come un insieme di oggetti univocamente identificabili che "popolano" lo spazio.

Modelli Field-based

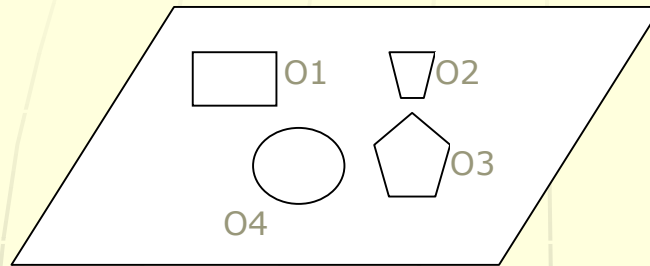


L'informazione geografica nei modelli Field-based viene rappresentata come insieme di funzioni dallo spazio di riferimento ad un dato dominio.

Ognuna di esse rappresenta la distribuzione dei valori di un attributo nello spazio.

I modelli "field-based" ben si adattano a descrivere informazioni spaziali quali ad esempio: la temperatura media registrata nel mese di gennaio, la quantità media di precipitazioni annuali, la classificazione dell'uso del suolo, l'altimetria, ecc..

Modelli Object-based



O1: (a,b,c,.....)

O2: (d,e,...)

O3: (b,e,...)

O4: (.....)

In questo caso l'informazione geografica viene rappresentata come un insieme di oggetti univocamente identificabili che "popolano" lo spazio ("objects embedded in the reference space"), dove ogni oggetto viene descritto dai propri attributi.

Questi modelli rappresentano con maggior facilità il contenuto tipico di una carta geografica, ad esempio, l'insieme delle strade, ferrovie, fiumi, canali di una determinata regione, le entità amministrative che insistono sul territorio (comuni, province, regioni, ecc..), gli insediamenti urbani, ecc...

Rappresentazione del dato geografico nei sistemi informativi

I modelli "object-based" sono quelli più simili ai modelli utilizzati nell'ambito dei sistemi informativi tradizionali, in quanto gli attributi vengono introdotti come proprietà delle entità, dove una almeno di tali proprietà rappresenta la relazione dell'oggetto con lo spazio.

Uno schema di una base di dati geografica definito su un modello "object-based" descrive entità per le quali risulta rilevante rappresentare le seguenti informazioni:

- alcuni **dati descrittivi alfanumerici** (attributi classici),
- la loro **forma e estensione spaziale**,
- la loro **collocazione** sul territorio.

Rappresentazione del dato geografico nei sistemi informativi

Rispetto ai sistemi informativi tradizionali, che trattano prevalentemente informazione alfanumerica strutturata (come accade nelle banche o nelle aziende), nei SIT si devono trattare dati alfanumerici associati a dati spaziali, dove per dati spaziali si intende la rappresentazione, in qualsiasi formato, della forma, dell'estensione e della collocazione nello spazio di oggetti.

I Dati Spaziali e il Territorio

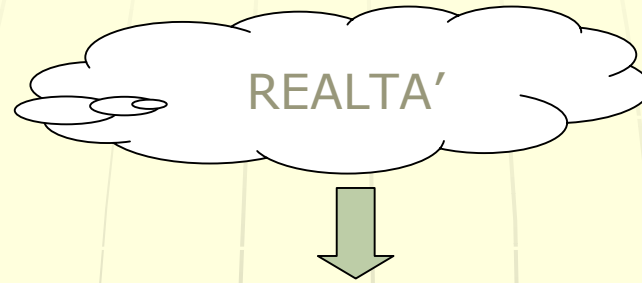
Il dato spaziale può essere rappresentato nel calcolatore con tecniche diverse, che risultano tanto più costose (in termini di spazio di memorizzazione e di tempo di elaborazione) quanto più la rappresentazione del dato è precisa e dettagliata.

La rappresentazione in una base di dati degli oggetti che si trovano sul territorio necessita quindi di un processo di astrazione che elimini i particolari irrilevanti e permetta di ridurre il costo di memorizzazione e di elaborazione dell'informazione.

I Dati Spaziali e il Territorio

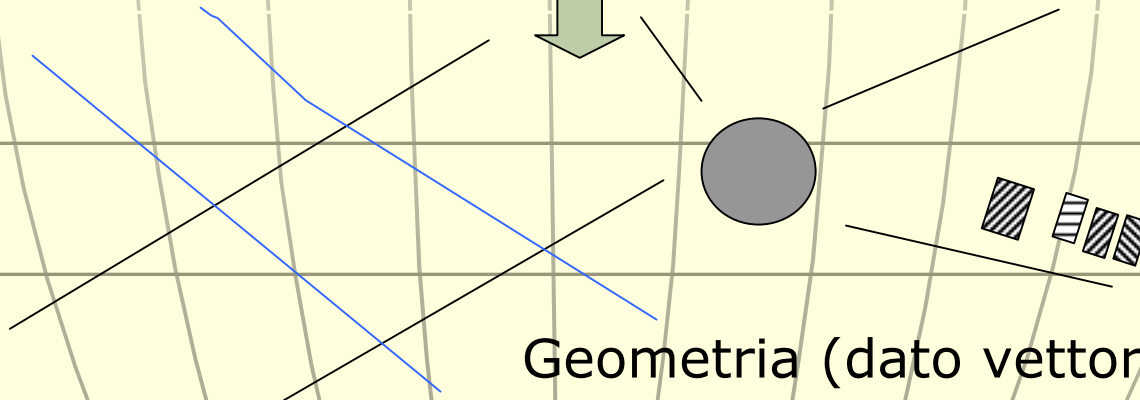
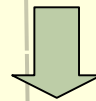
Un buon rapporto tra il costo di memorizzazione e il grado di dettaglio si ottiene considerando la proiezione su un piano cartesiano degli oggetti reali presenti sul territorio, con alcune eventuali informazioni aggiuntive per non perdere completamente la terza dimensione là dove serve. Inoltre, poiché tale proiezione genererebbe esclusivamente un insieme di poligoni, va considerato quali oggetti far degenerare a linee o punti e quali invece rappresentare attraverso strutture più complesse quali i grafi dove si rappresentino esplicitamente alcune relazioni spaziali tra gli oggetti quali l'adiacenza o la connettività.

Il Processo di astrazione



Fotogramma da volo aereo (dato raster)

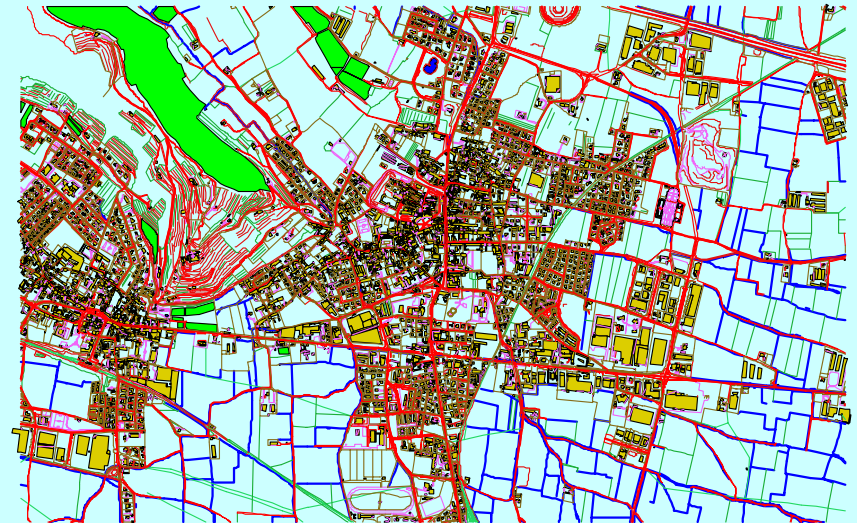
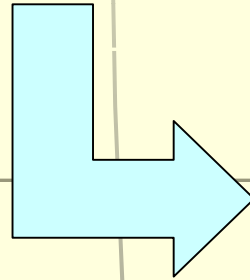
Il Processo di astrazione



Geometria (dato vettoriale)

Cartografia numerica

Il Processo di astrazione



Il dato spaziale sul calcolatore

Un insieme di dati spaziali che descrivono una porzione di territorio può presentarsi in uno dei seguenti formati:

- formato RASTER: si tratta di una **griglia di celle**, dove si associa un insieme di dati a ciascuna cella. Rientrano in questa categoria le foto aeree o da satellite e la rappresentazione di misurazioni eseguite a tappeto sul territorio.
- formato VETTORIALE: in questo caso invece si memorizza un insieme di **punti, linee e poligoni** utilizzando un insieme di coordinate ed equazioni. Rientrano in questa categoria i dati provenienti da carte tecniche o dal processo di restituzione di un volo fotogrammetrico.

Il dato spaziale sul calcolatore

L'individuazione degli oggetti e l'aggiunta di informazione agli stessi sotto forma di attributi, si basa sulla presenza di dati vettoriali più o meno dettagliati.

E' quindi utile anche nella progettazione concettuale della base di dati spaziale fare riferimento alla rappresentazione vettoriale del dato.

E' importante sottolineare che i dati spaziali hanno un elevatissimo costo di acquisizione a differenza dei dati puramente alfanumerici. Si può valutare che tale costo dipenda in modo non lineare dalla precisione metrica che si vuole raggiungere.

Basi di dati spaziali per applicazioni geografiche

Contesto di riferimento

- Modellazione dell'informazione geografica secondo il **modello object-based**
- Rappresentazione delle proprietà spaziali attraverso **dati vettoriali**
- Gestione dei dati spaziali e alfanumerici in modo integrato in un sistema che garantisca le proprietà dei DBMS tradizionali e fornisca un accesso efficiente anche ai dati spaziali.

I SIT e la Cartografia

L'informazione geografica in passato è stata rappresentata e conservata nelle **carte geografiche**. Le carte geografiche hanno avuto diversi ruoli in passato:

- memorizzazione dei dati rilevati,
- produzione di presentazioni sintetiche delle informazioni utili per specifici usi.

I SIT e la Cartografia

Il concetto di SCALA

il concetto di scala di una carta non ha il medesimo significato nell'ambito di una base di dati spaziali.

Innanzitutto, la scala di una carta ci dice:

- quale sia la proporzione tra le distanze misurate sulla carta e le distanze reali (ad esempio, 1:5.000 significa che 1 millimetro sulla carta sono 5.000 millimetri reali e quindi 5 metri), ma non solo;
- dal punto precedente deriva implicitamente anche un'informazione di precisione, infatti: è inutile rilevare i dati con una precisione che sia superiore all'errore medio di misurazione sulla carta stessa!
- sempre dal punto a) deriva anche un grado massimo di dettaglio raggiungibile dalla carta perché sia leggibile e similmente deriva la scelta dei simboli utilizzati per rappresentare i diversi oggetti.

I SIT e la Cartografia

Il concetto di SCALA

Nella base di dati spaziali si memorizzano le coordinate reali quindi la proporzione non è più rilevante. La scala tende essenzialmente a rappresentare:

- la precisione dei dati spaziali rispetto al reale, ma
- caratterizza anche il repertorio degli oggetti rappresentati e
- la loro simbologia di massima.

I SIT e la Cartografia

Vincoli di precisione metrica e relazioni spaziali

CARTA GEOGRAFICA:

- La precisione di una carta geografica fa parte della metainformazione associata all'intera base di dati in essa contenuta.
- Tutti i simboli sulla carta hanno la medesima precisione assoluta e relativa.
- Le relazioni spaziali tra gli oggetti sono derivabili dall'analisi della posizione reciproca dei simboli disegnati sulla carta.
- La carta geografica non può essere aggiornata: viene rigenerata completamente.

I SIT e la Cartografia

Vincoli di precisione metrica e relazioni spaziali

BASE DI DATI GEOGRAFICI:

- Si rappresentano in modo **esplicito** le coordinate reali.
- La metainformazione sulla precisione metrica può avere **granularità più fine** (problema ancora aperto). Vanno gestiti i problemi di consistenza metrica generale della base di dati spaziale.
- Le relazioni spaziali tra gli oggetti possono essere specificate **esplicitamente**. Se esistono vincoli basati su relazioni spaziali, nella rappresentazione vettoriale con coordinate reali vanno esplicitamente rappresentati e controllati.

I SIT e la Cartografia

- Una base di dati geografica può essere aggiornata come qualsiasi altra base di dati: gli attributi di ogni oggetto possono cambiare così come la sua rappresentazione spaziale. Tuttavia la modifica delle proprietà spaziali di un singolo oggetto implica la definizione di metodi di propagazione della modifica all'intera base di dati.

Il rilievo del dato spaziale in formato vettoriale

Il sistema di riferimento delle coordinate:

Sulla superficie terrestre:

- latitudine e longitudine
- quota sul livello del mare (misurata rispetto al geoide)

La determinazione dell'andamento del geoide su una determinata porzione della superficie terrestre viene eseguita considerando un insieme di punti di posizione nota. Tale insieme viene detto DATUM.

La determinazione della posizione di un punto può essere fatta a partire dal DATUM con le classiche tecniche di topografia.

Il rilievo del dato spaziale in formato vettoriale

Nuova tecnologia GPS

La determinazione della posizione di un punto sulla superficie terrestre può essere oggi eseguita utilizzando la rete di satelliti USA (GPS: Global Positioning System), e strumenti elettronici oggi in commercio (precisione di qualche metro).

Il rilievo del dato spaziale in formato vettoriale

Le proiezioni

- La rappresentazione delle carte geografiche ha sempre richiesto la proiezione sul piano della superficie terrestre
- si classificano in proiezioni su disco, su cilindro e su cono
- si classificano in base alle proprietà che conservano: distanza, direzione, forma e area.

Tutte le proiezioni introducono
DISTORSIONI quindi errori nella
rappresentazione del dato geografico.

Il rilievo del dato spaziale in formato vettoriale

Il rilievo del dato spaziale può essere eseguito attraverso un VOLO FOTOGRAMMETRICO sul territorio.

Si utilizza una camera fotogrammetrica in grado di eseguire coppie di fotogrammi che consentono di ottenere una visione stereoscopica degli oggetti sul territorio.

Il rilievo del dato spaziale in formato vettoriale

FASI DEL RILIEVO FOTOGRAMMETRICO (1/2)

Fase di Presa: riguarda l'esecuzione del volo e la presa dei fotogrammi su tutto il territorio interessato dal rilievo che viene allo scopo suddiviso in "strisciate".

Fase di Orientamento: è necessario orientare correttamente i fotogrammi l'uno rispetto all'altro e rispetto al sistema di riferimento assoluto adottato allo scopo di ottenere un unico insieme di dati. L'orientamento relativo viene ottenuto attraverso la sovrapposizione dei fotogrammi; l'orientamento assoluto attraverso un insieme di punti di appoggio (punti quotati o trigonometrici o DATUM) di posizione nota.

Il rilievo del dato spaziale in formato vettoriale

FASI DEL RILIEVO FOTOGRAMMETRICO (2/2)

Fase di Restituzione: attraverso lo stereoscopio vengono riconosciuti e rilevati i diversi oggetti di interesse per la cartografia da produrre, riportando dove richiesto anche la quota (ad esempio la quota in gronda degli edifici).

La Progettazione di un Sistema Informativo Territoriale

La progettazione di un sistema informativo territoriale è un'attività:

- interdisciplinare: coinvolge diverse competenze e richiede forte collaborazione;
- innovativa: è un modo nuovo di trattare l'informazione geografica che richiede di mettere in discussione le metodologie finora adottate per lavorare con i dati geografici;
- con valore aggiunto: è in grado di produrre un sistema di gestione dei dati geografici, che può dare risposte e produrre risultati non ottenibili con i precedenti strumenti di lavoro (carte geografiche).

La Progettazione di un Sistema Informativo Territoriale

Analisi del Sistema Informativo Territoriale
(archivi, flussi, attività)



Schema concettuale della Base di dati geografica



Capitolato degli
Oggetti da rilevare



Volo aereo



**Fotorestituzione e
individuazione degli
oggetti e delle quote rilevanti**

La Progettazione di un Sistema Informativo Territoriale

**Fotorestituzione e
individuazione degli
oggetti e delle quote rilevanti**



Dati vettoriali
+ dati alfanumerici
descrittivi



Creazione base di dati sul sistema informatico
Geo-DBMS
(Sistema per la gestione di basi di dati geografiche)

Le Fasi della Progettazione di un Sistema Informativo Territoriale

Per quanto riguarda le fasi di progettazione di un sistema informativo territoriale vale quanto studiato per i Sistemi Informativi in generale e in aggiunta va considerata l'importanza della fase di acquisizione dei dati sia nello studio di fattibilità, sia nella progettazione concettuale, sia nella costruzione della base di dati.

Infatti, i **costi dell'acquisizione dei dati** possono influenzare le scelte dei progettisti per quanto riguarda la precisione massima delle coordinate da rilevare e le categorie di oggetti da includere nella base di dati.

Modelli concettuali per i Sistemi Informativi Territoriali

Per lo schema delle attività si suggerisce ancora l'uso del modello: data-flow-diagrams (DFD).

Per quanto riguarda invece lo schema dei dati si propone il modello **GeoUML** per la rappresentazione di dati territoriali.

Tale modello è stato definito nell'ambito del progetto italiano IntesaGIS, dove è stato usato per specificare il contenuto della base di dati geografica di riferimento per gli enti pubblici italiani (*National GeoDatabase Infrastructure*).

GeoUML

Tale modello include alcuni standard della serie ISO 19000 relativi alla specifica di applicazioni per basi di dati geografiche. In particolare sono stati considerati i seguenti documenti ISO:

- **ISO 19107**: *Spatial Schema* (insieme di classi UML che descrivono i tipi per la rappresentazione di proprietà geometriche e topologiche)
- **ISO 19109**: *Rules for application schema* (regole per la stesura di schemi concettuali e modello concettuale General Feature Model - GFM).