

## La derivazione del DB25 dell'IGM dal DB Topografico di Regione Toscana

Manuela Corongiu (\*), Tiziana De Filippis (\*), Pier Lorenzo Fantozzi (\*\*),  
Altair Pirro (\*\*), Maria Filomena Bastone (\*\*)

(\*) CNR IBIMET, Istituto di Biometeorologia del CNR, via G. Caproni 8, 50145 Firenze  
tel. +39 055 3033711, Fax+39 055 308910, t.de.filippis@ibimet.cnr.it

(\*\*) CGT Centro di Geotecnologie, Università degli Studi di Siena, Via Vetri Vecchi 34  
52027 San Giovanni Valdarno (AR), tel. +39 055 9119428, Fax+39 055 9119439, pirro@unisi.it

### Riassunto

La derivazione della cartografia di sintesi da quelle di dettaglio è uno dei patrimoni fondamentali che il Database Topografico (DBT) ha ereditato dalla Cartografia Numerica. Il progetto di ricerca AR.DI.TO., finanziato da Regione Toscana, ha come obiettivo, tra altri, la generalizzazione cartografica di sintesi da un DBT di maggior dettaglio. Le attività qui proposte, in particolare, recependo le indicazioni di derivazione dell'IntesaGIS (INTESAGIS, 2006), riguardano la derivazione del DB25 dell'IGM dal DBT della Regione Toscana. Lo studio, correlando i DB di dettaglio e di sintesi, imposta la derivazione sulle funzionalità di procedure di trasformazione. La generalizzazione passa attraverso la definizione di algoritmi che agiscono su ogni specifico oggetto, in funzione dalle caratteristiche di definizione di questo stesso e del rapporto tra oggetti nello spazio, e considerano la natura e lo stato dei vincoli cartografici che lo definiscono. Pertanto, accanto alla correlazione di DB con dettagli differenti, si è avviata la sperimentazione per dotare gli oggetti geografici di operatori in grado di percepire e valutare il loro stato corrente, scegliere ed applicare gli algoritmi di generalizzazione e produrre la derivazione a scale di sintesi. La proposta di modellazione degli oggetti geografici come agenti di generalizzazione fa seguito ad iniziative anche complesse ed articolate finalizzate all'utilizzo dell'intelligenza artificiale (Agent, 2001), (CARGEN, 2009). Tale studio è attuato in collaborazione con IGM ed in sinergia alle attività del GdL2 del Comitato Regole Tecniche del CNIPA.

### Abstract

The mapping derivation from spatial databases at larger scales is a typical topographic database requirement. Within AR.DI.TO. research project, funded by the Tuscany Region Administration, the cartographic generalization is a main topic of interest. In particular, some activities concerns IGM DB25 derivation from Tuscany Region Topographic DB (TDB). Reference documents are IntesaGIS specs (INTESAGIS, 2006). Starting from contents of Tuscany Topographic DB, the main focus is IGM DB25 achievement content and data, using spatial component generalization process. Generalization acts through algorithms, depending both on features definition and object relationships. The proposed generalization model follows main international initiatives about artificial intelligence and computer science use (Agent, 2001), (CARGEN, 2009). This study is implemented in collaboration with IGM and taking into account CNIPA GdL2 working group activities.

### Introduzione

La derivazione della cartografia di sintesi da quelle di dettaglio è uno dei patrimoni fondamentali che il Database Topografico (DBT) ha ereditato dalla Cartografia Numerica.

Il progetto di ricerca AR.DI.TO. (ARchivi DIGitali TOpografici per la mobilità sostenibile), finanziato da Regione Toscana, ha come scopo lo studio e la sperimentazione di aspetti connessi all'adozione ed acquisizione dei DBT, tra le quali la generalizzazione cartografica.

Nello specifico, oggetto del presente articolo è la presentazione della metodologia adottata nel processo di derivazione dei DBT di sintesi da quelli di dettaglio, e dei primi risultati di sperimentazione conseguiti. Le fasi di ricerca hanno riguardato lo studio ed approfondimento del problema; le fasi di test, tuttora in corso, hanno lo scopo di elaborare e sperimentare le procedure di generalizzazione. I contenuti considerati sono il DBT della Regione Toscana, anch'esso in corso di fornitura, con dettaglio relativo alla scala 1:10.000, ed ilDB25 dell'IGM (Database geografico dell'Istituto Geografico Militare alla scala 1:25.000). Tale studio è attuato in collaborazione con IGM ed in sinergia alle attività del GdL2 del Comitato Regole Tecniche del CNIPA.

### **Obiettivi di progetto**

Obiettivo principale delle attività di progetto è la formalizzazione e la sperimentazione delle operazioni e delle procedure necessarie ad ottenere una cartografia di sintesi per derivazione dei contenuti di una di dettaglio. In realtà, con la sostituzione della cartografia col DBT corrispondente, l'aspetto della rappresentazione cartografica è solo uno degli aspetti che riguardano il più complesso problema di correlazione tra basi di dati. Per tale motivo è fondamentale che i contenuti e le specifiche della cartografia alla scala di dettaglio ed alla scala di sintesi siano descritte e strutturate con criteri standard e condivisi. Successivamente è necessario fissare la derivazione con una specifica di correlazione tra contenuti indipendentemente dalla piattaforma tecnologica che accoglie i DBT iniziale e finale. La specifica di correlazione tra basi di dati a differente dettaglio ha assunto come riferimento il documento dell'IntesaGIS di derivazione dei contenuti del DB25 dell'IGM dai contenuti dei DBT dell'IntesaGIS (INTESAGIS, 2006). Nel caso in esame il DBT di dettaglio quello di Regione Toscana. Tale archivio, attualmente in fase di aggiornamento, è stato derivato dalla CTR ed è relativo all'intero territorio regionale alla scala 1:10.000, integrato sui centri urbani con la scala 1:2.000. Il DB Topografico di dettaglio è quindi a tutti gli effetti multiprecisione, tuttavia al momento la sperimentazione di progetto qui presentata riguarda la derivazione 1:10.000 -> 1:25.000 demandando ad ulteriori approfondimenti la problematica della derivazione 1:2.000 -> 1:10.000.

Il DBT di sintesi da ottenere, come detto, è quello relativo al DB 25 dell'IGM. Tale DBT è corredato delle corrispondenti specifiche di rappresentazione (vestizione delle linee, campiture, tabella dei simboli etc.), che in questo progetto vengono assunte a priori. In sintesi l'obiettivo principale del progetto è quello di formalizzare una specifica e delle procedure di derivazione dei contenuti e delle geometrie in specie, al fine di ottenere un DBT di sintesi sul quale, applicando note e stabili regole di rappresentazione, si possa ottenere una cartografia di sintesi per derivazione dei contenuti di un DBT di dettaglio. Questa impostazione implica che l'aspetto preponderante è la definizione e la sperimentazione di procedure di generalizzazione delle geometrie vettoriali, intendendo col termine generalizzazione l'operazione che agisce sulle componenti spaziali con criteri differenti.

### **La specifica di derivazione**

La specifica di derivazione è ottenuta specificando quale selezione di classi/attributi del DBT di Regione Toscana occorre operare per ottenere ogni *Feature* del DB25 dell'IGM. In questo modo è possibile ricostruire quali sono gli elementi di dettaglio che occorre selezionare ed elaborare per poter ottenere ogni *Feature* del DBT di sintesi. Dalla base di definizione delle *Feature* del DB25 scaturisce la rappresentazione corrispondente.

La schematizzazione di tale lavoro, ha visto la realizzazione delle schede caratterizzate da due componenti: una che riguarda le specifiche del DB25 e l'altra che riguarda le specifiche dei DBT della Regione Toscana.

Per la derivazione cartografica si sono effettuate correlazioni fra gli attributi in prima istanza (correlazione, ove possibile, tra oggetti omologhi), e successivamente considerando la componente spaziale della classe (per la correlazione isomorfa, ove possibile, delle componenti spaziali). Si riporta in figura seguente un esempio di scheda correlazione.

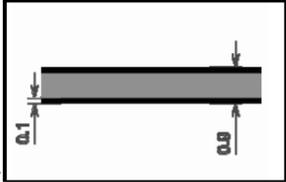
<b>DB25 IGM</b>		
<i>Feature:</i>	A1 - Autostrada	
	(Strada/Autostrada)	
<i>Primitiva:</i>	<b>Lineare</b>	
<hr/>		
<b>DBT RT</b>		
<i>CLASSE:</i>	ELEMENTO STRADALE	
	Classifica funzionale= "autostrada"	
<i>Primitiva:</i>	<b>Lineare</b>	

Figura 1 – Esempio di scheda di correlazione tra DB di dettaglio e DB di sintesi.

### La generalizzazione cartografica tra sperimentazione e ricerca

Sulla base della specifica di correlazione è in fase di elaborazione la specifica di derivazione delle componenti spaziali, cuore del problema di generalizzazione cartografica. Tale problematica riguarda essenzialmente i criteri e le regole di applicazione, che non possono prescindere dal contesto cui si applicano. Infatti se nel caso di cartografie tematiche l'applicazione della generalizzazione insiste su elementi geometrici isomorfi ed isotopici, nel caso di un database topografico, essa deve tener conto di rapporti topologici e gerarchici che esistono in maniera differenziata tra classi di oggetti. Ad esempio nella carta dell'uso del suolo i criteri di generalizzazione sono definiti *una tantum* considerando l'area minima cartografabile, la conformazione delle aree, la loro qualificazione, criteri metrici parametricamente definibili etc. Nel caso del DBT queste variabili sono stabilite oggetto per oggetto e concordemente alle relazioni topologiche e semantiche che un dato oggetto ha rispetto agli oggetti che insistono nel medesimo territorio. Questa complessità impatta fortemente sulle funzionalità di algoritmi di trasformazione, che non possono essere stabiliti globalmente od in funzione della sola componente spaziale di ogni classe. Sulla base delle succitate criticità, le attività di studio e ricerca si sono concentrate sulla definizione di algoritmi di generalizzazione che agiscano su ogni specifico oggetto, guidate dalle caratteristiche di definizione di questo stesso ed in relazione a tutti gli altri oggetti con cui si rapporta nello spazio, della natura e dello stato dei vincoli cartografici che lo definiscono. Pertanto, accanto alla semplice correlazione tra oggetti cartografici e loro componenti spaziali su DBT differenti, l'approccio metodologico prevede la modellazione degli oggetti geografici anche come "agenti" in grado di percepire e valutare il loro stato corrente, per scegliere ed applicare essi stessi gli algoritmi di generalizzazione che ne producano la derivazione a scale di sintesi.

Le operazioni di derivazione sono incapsulate negli oggetti geografici di base o insistono su un set di oggetti geografici. Per la loro applicazione è necessario fare riferimento ad un modello che definisca e delimiti le interazioni specifiche tra oggetti sottoposti a generalizzazione. Tale modello assicura che un attività di generalizzazione sia in grado di operare sinergicamente e concordemente con le altre applicate ad oggetti geografici circostanti. Per questo motivo ogni operazione di generalizzazione deve tenere conto di vincoli globali e vincoli locali. I vincoli globali, per quanto detto non sono in grado di essere risolti autonomamente da una singola operazione, da qui la necessità di pensare ad un modello del sistema complesso di processi, dove ogni singola operazione

è in grado di recepire ed agire in funzione del contesto in cui è collocato, applicando le proprie informazioni e le risorse necessarie a soddisfare requisiti di più alto livello, ed attivando algoritmi di controllo e processi corrispondenti. In sintesi, nell'attuazione dei processi di generalizzazione occorre valutare per quali oggetti geografici operare, quali vincoli imporre, quali gli oggetti di volta in volta interessati etc. Il concetto di generalizzazione va allora decomposto in approcci estrinseci ed intrinseci; in pratica l'impatto che il contesto applicativo esercita nel processo di generalizzazione si traduce in algoritmi interpretativi che attuano le interazioni tra oggetti nel processo di generalizzazione.

### Gli algoritmi di generalizzazione

Al momento i criteri di generalizzazione oggetto di studio e sperimentazione possono essere suddivisi in operatori tradizionali ed operatori digitali. I primi sono costituiti essenzialmente da consuete procedure di generalizzazione dei dati attuate con operazioni puntuali e manuali che in conformità alle convenzioni cartografiche del DB di sintesi; gli operatori digitali, sono quelli che agiscono su gruppi di oggetti che subiscono medesimo processo di generalizzazione.

Entrambe questi processi si traducono nell'implementazione di vincoli e controlli che devono essere attuati sulle componenti spaziali di partenza per decidere il tipo di derivazione cui devono essere sottoposte, al fine di ottenere le componenti spaziali finali. I vincoli che governano il processo di generalizzazione possono essere classificati secondo le seguenti categorie (che non a caso hanno una stretta corrispondenza coi parametri di definizione degli oggetti geografici nei DB ontologici):

- Grafici: riguardano la relazione tra la geometria e simbolo associato definendone grandezza, prossimità, distanza etc.
- Topologici: assicurano il rispetto delle relazioni topologiche di base (connessione, adiacenza, contenimento, etc.) tra oggetti che le detenevano prima del processo di generalizzazione;
- Strutturali (o semantici): definiscono i criteri di interdipendenza semantica e spaziale tra gli oggetti;
- Estetici: riguardano il mantenimento dell'aspetto e della percezione visiva che l'oggetto ha nella lettura cartografica;
- Procedurali: riguardano la correlazione tra vincoli di tipo differente.

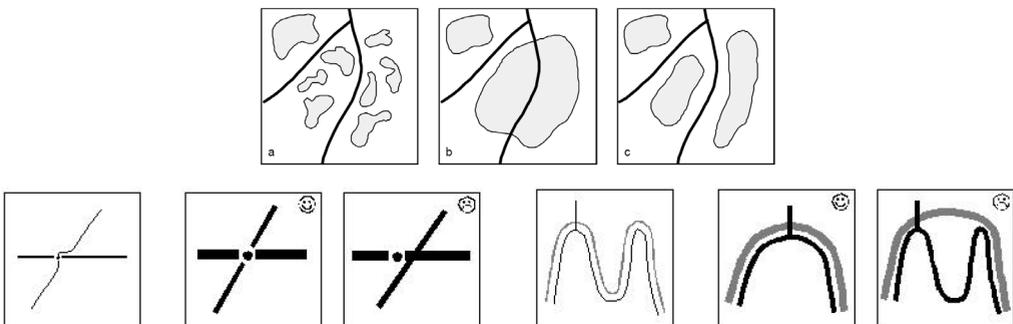


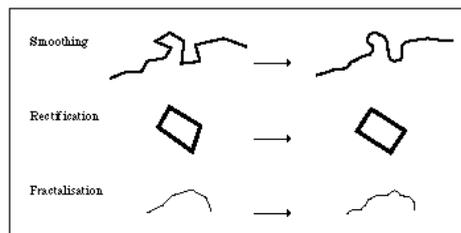
Figura 2 – Esempi di rispetto e di violazione dei criteri di generalizzazione.

La controindicazione all'adozione di algoritmi è che essi risultano strettamente funzionali al caso in esame, dipendono dal contesto di applicazione e quindi sono poco generalizzabili per loro stessa natura. Per questo motivo la maggior parte degli sforzi di progetto si sta concentrando sulla formalizzazione della specifica comune e sulle operazioni al massimo grado di generalità e, ove possibile, indipendentemente dalla piattaforma tecnologica adottata. Per lo stesso motivo essi,

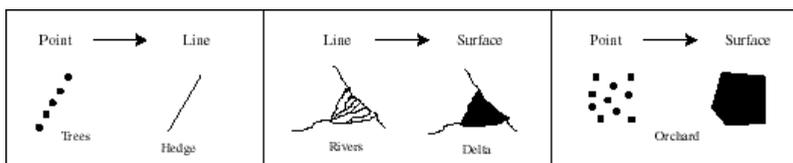
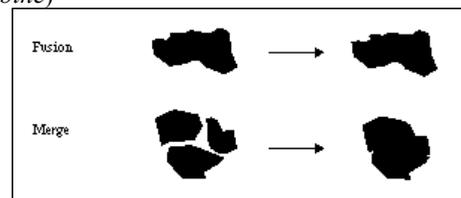
ancorché possano raggiungere un sufficiente livello di consolidamento al termine del progetto, devono essere valutati come prototipi e fasi sperimentali di un progetto di ricerca.

Pur nella loro generalità gli operatori di derivazione possono agire sulle componenti spaziali secondo le seguenti modalità:

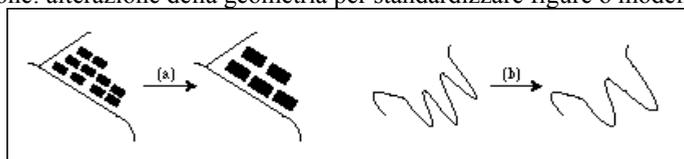
- semplificazione: il dettaglio è semplificato, gli algoritmi riallocano o traslano le coordinate eliminando dei dettagli;
- collassamento: in generale riguardano la riduzione della dimensione geometrica originaria, nel caso in esame si fa riferimento alla riduzione delle aree/linee in punti e delle aree in linee;
- aumento: un oggetto od una parte di questo è ingrandito per rispondere a vincoli geometrici o semantici con altri oggetti; sono ivi inclusi gli algoritmi di *smoothing*, rettificazione e frattalizzazione;



- selezione/eliminazione: scelta delle classi e degli attributi che persistono nella derivazione;
- spostamenti: movimenti delle *Features* per preservare relazioni di vicinanza
- aggregazione: unione di *Features*, cioè rappresentazione di un gruppo di *Features* con un altro tipo di rappresentazione sono qui inclusi l'amalgamazione (fusione e *merge*) e la combinazione (*combine*)



- tipizzazione: alterazione della geometria per standardizzare figure o modelli



## Conclusioni

A fronte del problema complesso della derivazione della cartografia di sintesi da quella di dettaglio, la soluzione messa in campo cerca di recepire i risultati di valevoli progetti in tema di generalizzazione cartografica, ma assumendosi l'onere di applicarlo al caso di un DBT, quindi non solo ai fini della rappresentazione. Nei limiti imposti dai tempi e dalle risorse del progetto, ed in considerazione del fatto che lo sviluppo delle procedure e degli algoritmi è ancora in corso, è prematuro potersi esprimere sul grado di automazione dei processi di derivazione e di applicazione degli algoritmi. La sperimentazione comunque darà la misura delle potenzialità di implementazione della specifica di derivazione, ed i test potranno fornire una quantificazione economica del processo. Si ritiene che comunque la derivazione delle cartografie di sintesi vada nel verso dell'applicazione del principio di non replicazione del dato, in ottemperanza alla direttiva INSPIRE (INSPIRE, 2007) e di correlazione tra basi di dati geografiche, che soprattutto in termini di conoscenza del territorio, consentono di elaborare informazioni congruenti ed interoperabili. Si rileva che in questo periodo di tumultuosa evoluzione tecnologica non esistono soluzioni stabili e consolidate, per cui questi processi, poiché ancora a livello sperimentale, devono potersi dotare di differenti livelli di automazione e talvolta di *step* che non possono interamente essere demandati all'intelligenza artificiale, ma che demandano all'operatore umano le fasi più critiche di valutazione e di analisi. Tuttavia, l'elaborazione di specifiche comuni di correlazione tra DBT che a loro volta si sviluppano su standard e normative nazionali ed internazionali è al momento il presupposto più solido per conseguire interoperabilità e condivisione degli archivi geografici. Questa impostazione, indipendente dalla tecnologia di cui si dota, non potrà che giovare di future evoluzioni in materia che, ci auguriamo, intervengano in sostituzione di processi attualmente semi-automatici se non del tutto manuali, e perciò dispendiosi.

## Ringraziamenti

Si ringrazia il colonnello Gennaro Afeltra dell'IGM per il prezioso supporto e correlazione con le attività in corso in ambito CNIPA GdL2 ed IGM, la Regione Toscana per la disponibilità all'utilizzo dei dati del DB Topografico.

## Riferimenti bibliografici

Agent (2001), "Map generalization by Multi-Agent Technology", Project ESPRIT – AGENT, <http://agent.ign.fr/>

Neuffer D., Bell M., Woodsford P. (2004), "Cartographic Generalisation on the Basis of Model Generalisation – Symposium Praktische Kartographie Königsutter", <http://www.laser-scan.com/technologies/gothic/clarity/index.htm>

INTESAGIS (2006), "La derivazione del DB25 dal catalogo degli oggetti, 1n1007\_6\_vers2006\_3-3", [http://www.cnipa.gov.it/site/it/IT/Attivit%C3%A0/Sistemi\\_Informativi\\_Territoriali/Precedente\\_comitato\\_dati\\_territoriali/DB\\_topografici/](http://www.cnipa.gov.it/site/it/IT/Attivit%C3%A0/Sistemi_Informativi_Territoriali/Precedente_comitato_dati_territoriali/DB_topografici/)

DBT\_RT (2008), "Specifiche tecniche per la creazione del DB topografico attraverso la ristrutturazione multiscala della CTR 2K e 10K della Regione Toscana con l'introduzione di elementi concettuali, logici e topologici definiti da Intesa-GIS per i DB topografici" [http://www.rete.toscana.it/sett/territorio/carto/repertorio/G-Alleg\\_Specif\\_tecn.pdf](http://www.rete.toscana.it/sett/territorio/carto/repertorio/G-Alleg_Specif_tecn.pdf)

INSPIRE (2007), "Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE)", <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/3>

CARGEN (2009), "Progetto CARGEN Cartografia Generalizzata della Regione Veneto - Le procedure per la derivazione del DB25 dal DBT della Regione del Veneto" <http://www.sawaz.it/Cargen/Convegno/page.php?pid=db&n=3&link=Progetto&chain=2>