

GEODATABASE PER LA GESTIONE DI CARTOGRAFIA NON OMOGENEA: UN ESEMPIO APPLICATIVO

GEODATABASE TO STORE NON HOMOGENEOUS CARTOGRAPHY: AN APPLICATORY EXAMPLE

Andrea Favretto*, Alberto Brunello Zanitti*

Riassunto

L'enorme massa di dati cartografici disomogenei in formato digitale, attualmente disponibile ad un'utenza diffusa tramite la rete, ha determinato la pressante necessità di meccanismi automatici ed efficienti per assicurarne la conservazione e nel contempo l'accesso in modo semplice e veloce.

La metodologia *Database* relazionale può fornire una risposta a tale esigenza.

Nel presente contributo viene presentata una struttura *Database* relazionale per l'immagazzinamento di cartografia non omogenea. Questa è infatti in grado di archiviare cartografia in formato vettoriale e *raster*, corredata di informazioni di tipo attributo collegate alle carte.

Si possono memorizzare e gestire: immagini satellitari di formati e scale diverse, cartografia tradizionale in formato *raster*, cartografia tematica in formato *raster* e vettoriale e tutte le informazioni collegate ai supporti cartografici.

Abstract

The nowadays huge amount of digital mapping data, also distributed by Internet, have caused the need of efficient methods in order to store and to access them rapidly.

Database methodology can be an answer to this problem.

In the present paper a relational database structure is introduced. The database can store different format and spatial resolution satellite imagery, raster format of historical paper maps, vector maps and attribute data connected to the cartography.

1. Introduzione

Sono passati ormai più di quarant'anni dalla messa in orbita del primo satellite civile per il monitoraggio del pianeta, il primo della fortunata serie Landsat (all'epoca denominato ERTS 1 - *Earth Resources Technology Satellite 1*). Dal 23 Luglio 1972, di soli Landsat ne sono stati realizzati 7, due dei quali sono ancora in funzione (la versione 5 la 7). A questi si possono aggiungere tutti gli altri, gestiti da enti pubblici nazionali, da collaborazioni internazionali di enti, ma anche da aziende pri-

* Dipartimento di Scienze Geografiche e Storiche, Università di Trieste, via Tigor, 22, 34124 Trieste, 040 5583641, fax 040 300030, afavretto@units.it, bebobr@tin.it

vate, che sempre più spesso intraprendono tale tipo di proficua attività, sempre più favorita dal progressivo calo dei costi legati alla tecnologia, in continuo e tumultuoso sviluppo.

La risoluzione spaziale delle immagini fornite dai sensori a bordo dei satelliti è aumentata inesorabilmente, fino ad arrivare a *pixel* che corrispondono a quadrati di territorio inferiori al metro di lato. Parallelamente, si sono sviluppate tecnologie molto sofisticate per il trattamento dei dati telerilevati (strutture grafiche cosiddette *raster*), ed anche dei dati cartografici disegnati (strutture grafiche cosiddette vettoriali).

I Sistemi Informativi Geografici (GIS), realizzando il collegamento fra le strutture grafiche e le tabelle delle informazioni ad esse collegate (attributi), hanno permesso la realizzazione di analisi territoriali rapide, sofisticate e a basso costo. Le capacità grafiche dei GIS hanno poi determinato un ulteriore incremento della cartografia prodotta dai vari enti pubblici, università, scuole, imprese private (a supporto delle loro politiche aziendali – *geomarketing*) e anche da semplici appassionati del settore. Se a tutto questo materiale digitale aggiungiamo le ortofoto e, più in generale, tutte le immagini telerilevate da sensori aviotrasportati ed infine consideriamo i risultati della progressiva georeferenziazione del formato cartaceo della cartografia tradizionale, siamo di fronte ad una quantità di immagini cartografiche del pianeta davvero enorme. Poter disporre di tanti dati geografici è indubbiamente una grande opportunità per chiunque operi e lavori sul territorio. Tali dati, tuttavia, per essere effettivamente utili devono poter essere rapidamente accessibili e memorizzati in un formato informatico conosciuto e diffuso. Come è ben noto, quest'ultima è però un'esigenza che non molto spesso viene soddisfatta e ciò provoca delle serie diseconomie gestionali alle molte organizzazioni che utilizzano quei dati, sia a scopo di lucro che a fini scientifici, didattici o di pianificazione e controllo del territorio.

2. GIS e Database

Conoscenza del dato, facilità di accesso alla struttura che lo conserva e utilizzabilità (in termini di formato, cartografico o informatico che sia), sono alcune importanti esigenze di chi lavora sul territorio. Una carenza in tal senso rende ampiamente inutili tutte le tecnologie legate alla natura digitale del dato. In altre parole, non basta comperare un programma informatico per avere un GIS, non serve neppure acquisire cartografie digitali, immagini satellitari e dati di tipo attributo della cartografia, se poi non ci si dota di un meccanismo inventariale per gestire la base dei dati, ovvero un «*database geografico*» (anche chiamato *geodatabase*).

A complicare la faccenda, contribuisce una certa, diffusa confusione fra GIS, *database* e *geodatabase*. Il problema, a mio avviso, è quello di attribuire i compiti corretti a ciascuno degli strumenti su citati. Non si può, né si desidera in questa sede approfondire tali complessi argomenti, per i quali, inevitabilmente, si rimanda alla bibliografia (cfr., fra gli altri, Favretto, 2006 per GIS e *database*; West, 2001 per *geodatabase*). Qualche cenno sarà sufficiente per poter seguire il discorso in seguito sviluppato.

Sistema Informativo Geografico è un termine alquanto generico, che rimanda ad uno strumento composito che realizza analisi territoriali, sulla base di dati digitali non omogenei. Esso può presentare i risultati delle sue analisi sotto la forma variegata di carte geografiche, grafici, tabelle, testi, ecc. Uno strumento, per funzionare, ha bisogno di funzionalità operative, assicurate dai *software*

GIS, e dai dati in formato digitale, che a loro volta possono essere conservati e gestiti da una struttura *database* relazionale, oppure, in un pseudo ordine, ammassati nella memoria di massa degli elaboratori elettronici.

Un *database* relazionale è un archivio di dati in formato digitale, strutturato in tabelle legate da relazioni. Nato parallelamente ai GIS, si tratta di una preziosa ed efficace tecnologia che può gestire qualsiasi attività dell'uomo che necessita di una qualche documentazione in costante aggiornamento. Gli esempi di tale attività si sprecano: contabilità aziendale, gestione del personale, sanità, ecc.

Un *geodatabase* è un deposito di dati a carattere spaziale in una struttura *database* relazionale (West, op. cit., p. 12).

Le principali aziende produttrici di *software* GIS hanno da tempo «fiutato» l'affare ed hanno realizzato delle soluzioni come risposta strutturata all'esigenza di ordinare (e ritrovare), i dati che si utilizzano in un GIS. Ad esempio ESRI, forse la più affermata casa produttrice di GIS vettoriali al mondo, propone un'interfaccia che collega il *software* ArcGIS con un *database* relazionale, la cui scelta e strutturazione è a carico dell'utente. Tale interfaccia è il cosiddetto motore del *database* spaziale ed opera il collegamento fra la cartografia digitale e i dati attributo; questi ultimi sono conservati in un *database* esterno e si collegano alle celle delle griglie (usate per suddividere le mappe digitali), attraverso indici spaziali.

Ma allora, quali sono le possibili opzioni per un generico operatore che studia il territorio avvalendosi di tecnologie GIS e che ha accumulato una notevole massa di dati e risultati/semilavorati, sotto forma di cartografia tematica in formato digitale? Egli può affidarsi alla sua buona memoria per ricordare dove ha registrato i suoi *file* (e soprattutto a cosa corrispondono i nomi degli stessi). Oppure, se dispone di una costante e cospicua somma di denaro, può legarsi ad uno dei tanti produttori di *software* commerciale di tipo GIS e ordinare tutto ciò che possiede in una struttura *geodatabase*. La prima soluzione presenta delle evidenti controindicazioni. La seconda significa essenzialmente necessità di aggiornamenti periodici, visto che le versioni dei vari programmi applicativi GIS sono di poco meno frequenti delle linee dei vestiti di uno stilista di grido ed inoltre una certa maggior rigidità nei formati informatici.

Nel successivo paragrafo viene descritta una soluzione alternativa, adottata dal Laboratorio GIS del Dipartimento di Scienze Geografiche e Storiche dell'Università di Trieste. L'ingente massa di dati digitali, accumulati nel laboratorio in quasi 15 anni di attività, è stata, infatti, ordinata in un *database* relazionale con un contenuto definibile come «misto»; si tratta di un *database* costituito da tabelle che memorizzano nelle loro colonne non solo testo o numeri ma anche oggetti, ovvero *file* digitali di argomento geografico (mappe digitali, immagini satellitari, ortofoto, documenti in formato pdf, ecc.).

3. Il *database* geografico «misto»

Dato lo spazio a disposizione, in questa nota non verranno approfondite le caratteristiche tecniche dell'applicazione *software* realizzata, riservandosi di descriverle in una prossima pubblicazione più estesa. Qui verrà brevemente descritta la struttura realizzata e le sue principali funzionalità, nonché le sue caratteristiche di estrema duttilità ed adattabilità a qualsiasi ambiente applicativo GIS (proprietary o *open source* che sia).

3.1 Architettura della soluzione software

L'applicazione realizzata è composta da tre parti principali: il *database* relazionale, i servizi *Web*, le interfacce.

Il *database* relazionale è stato realizzato con uno schema a stella; partendo dalla tipologia dei dati da gestire, si sono identificate le varie entità, che sono state collegate dalle opportune relazioni, in modo da arrivare allo schema logico finale, sulla cui base è stata costruita la struttura fisica della base dei dati.

I servizi *Web* si fanno carico di accedere al *database* e di elaborare i risultati delle *query* di accesso allo stesso, nonché di interpretare e tradurre rispettivamente le richieste ed i risultati degli accessi in formato XML, prima dell'instradazione dei dati richiesti agli utenti del *database*, sui loro *computer* locali (*client*).

Infine le interfacce, che sono essenzialmente due sistemi di maschere per l'accesso ai dati cartografici ed attributo da parte degli utenti del *database*. Si sono costruiti due sistemi: uno per *Intranet* (realizzato utilizzando delle *Windows Form*) ed uno per *Internet* (tramite la tecnologia ASP.NET), da utilizzare per mezzo di un comune *browser*.

Omettendo di descrivere le parti più tecniche dell'architettura, si desidera fare un breve cenno alla sola parte relativa al *database* relazionale, che è l'argomento del prossimo paragrafo.

Facendo inoltre riferimento alla strumentazione *software* utilizzata, si desidera ricordare:

- Microsoft SQL Server 2005 per la realizzazione e gestione del *database* relazionale;
- Microsoft Visual Studio per lo sviluppo dei servizi *web*, delle maschere di gestione *Intranet* e dell'interfaccia *Web* (utilizzando il linguaggio C#);
- Microsoft .NET per quanto riguarda la piattaforma di sviluppo del *software*, ovvero un ambiente di sviluppo costituito da una *suite* di strumenti informatici e da API (*Application Programming Interface*), ai quali attingere per la realizzazione di servizi *Web* o di altre applicazioni *software*.

3.2 La struttura del *database* relazionale

Prima di introdurre il diagramma che presenta le tavole costruite, i campi che le formano e le relazioni fra di esse, sarà utile ricordare il processo logico in base al quale sono state identificate le varie entità che hanno successivamente generato le tavole vere e proprie.

Il cuore del *database* è costituito da un'immagine cartografica, che può essere una scena da satellite, una ortofotocarta, una carta geografica acquisita tramite *scanner*, uno strato in formato vettoriale, ecc. Detta immagine ha una sua propria fonte, che può essere il sensore di un satellite, l'obiettivo che realizza un'ortofoto, un rilievo sul territorio (nel caso di uno strato vettoriale), una scansione (nel caso del formato cartaceo di una carta geografica), ecc. Nel caso di un'immagine ripresa da un sensore multispettrale, le varie bande riprese dal sensore danno luogo ad altrettanti *layer*, che vanno a costituire il *file multilayer* che costituisce l'immagine. Ognuno dei *layer* ha il suo proprio significato fisico/geografico e può essere stato elaborato in modo da correggerlo da eventuali distorsioni legate alla trasmissione dal satellite. In tal modo i *layer* elaborati possono dar luogo ad ulteriori versioni della stessa immagine di partenza, con significati fisici/geografici diversi. Ogni immagine cartografica può essere registrata in un determinato formato informatico o sistema di riferimento cartografico. Infine, ogni immagine può essere stata oggetto di studio ed aver generato uno

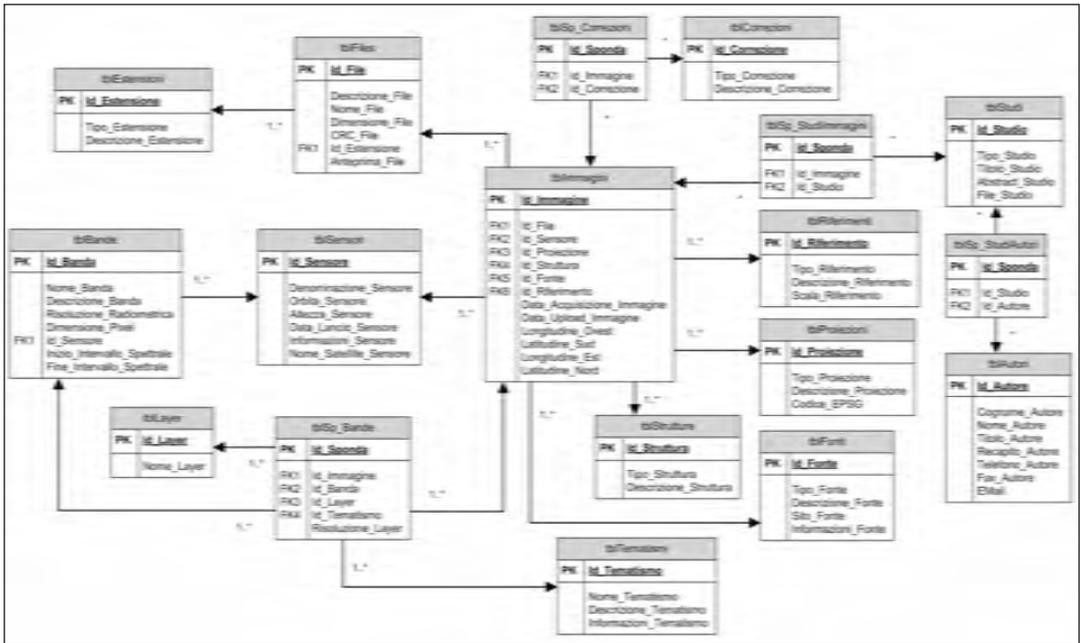


Fig. 1 - La struttura del database realizzato

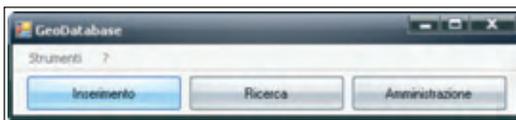


Fig. 2 - La schermata d'avvio dell'applicazione per Intranet



Fig. 3 - Una fase del processo di inserimento di un'immagine cartografica

o più lavori scientifici, ad opera di uno o più autori.

Il processo logico presentato fornisce le indicazioni per l'identificazione delle entità/tabelle; i campi componenti queste ultime suggeriscono poi le esigenze operative che condizionano l'intera struttura, sia in termini di nuove tabelle che di relazioni fra esse. Il risultato dell'intero processo creativo (qui omesso per motivi di spazio), è la struttura di fig. 1, che mostra, per l'appunto, l'insieme di tutte le tabelle, i campi che le costituiscono e che danno ai singoli *record* il loro contenuto informativo, le relazioni che infine le integrano.

3.3 Alcune funzionalità dell'interfaccia Intranet del database relazionale

Facendo partire l'applicazione software realizzata per un ambiente *Intranet*, si apre una schermata (fig. 2), che permette di scegliere fra le fun-

4. Conclusioni

Pur con le inevitabili limitazioni imposte dalla natura non commerciale del prodotto realizzato, si pensa che l'applicazione *software* sviluppata possa costituire un primo, significativo passo verso il perfezionamento di un metodo di archiviazione strutturata della cartografia digitale. Come visto, si tratta di un metodo che impiega strumenti a basso costo, con l'obiettivo di slegare l'utilizzatore finale da stretti vincoli commerciali, un metodo quindi adatto ad enti di ricerca con un contenuto bilancio quali, ad esempio, i vari Dipartimenti universitari di matrice geografica.

Molte sono naturalmente le obiezioni sollevabili al prodotto realizzato: dalle funzionalità operative del *software*, al processo produttivo adottato e, infine, alla strumentazione proprietaria utilizzata. Come si è visto, si è usato prevalentemente *software* Microsoft invece di impiegare analoghi strumenti *open source*. Il motivo di ciò va ricondotto alle politiche di gestione del *software* dell'Università di Trieste, che ha stipulato da tempo un contratto, cosiddetto di *Campus* con la casa produttrice di Redmond, assicurando in tal modo la disponibilità a basso costo dei prodotti Microsoft a tutti i Dipartimenti dell'ateneo locale. Per favorire l'esportabilità del metodo sviluppato anche verso strutture non collegate a Microsoft, verrà presto realizzata una versione del *database* su una piattaforma non proprietaria.

Un'altra obiezione sollevabile fa riferimento al controllo degli eventuali errori dell'applicazione *software* (sono i cosiddetti *bug*, presenti in tutti i nuovi prodotti applicativi), che è stata testata solo localmente e che si gioverebbe sicuramente di ulteriori verifiche in ambienti esterni a quello di sviluppo. Prove in ambienti con caratteristiche diverse (diverse esigenze operative e diversa formazione professionale delle persone), potrebbero evidenziare errori e lacune non ancora scoperti.

Per ciò che riguarda i punti di forza del *database* sviluppato, due sono a mio avviso da ricordare e sottolineare: l'indipendenza del *software* dal formato informatico della cartografia digitale e la possibilità di immagazzinare e ritrovare carte in qualsiasi sistema di riferimento cartografico.

Il primo significa essenzialmente non doversi legare ad alcun produttore di *software* GIS, quindi risparmiare preziose risorse economiche, ma soprattutto essere in grado di cambiare ambiente di lavoro GIS senza dover aggiornare tutto il sistema inventariale della cartografia. Come ricordato, ciò è stato possibile adottando una struttura tabellare «mista», ovvero contenente sia testo che «oggetti» informatici veri e propri (sono i vari *file* contenuti nei campi delle tabelle).

La libertà del *database* dal sistema di riferimento cartografico è stata invece realizzata «ancorando» i lati (Nord, Sud, Est, Ovest) di ciascun *file* grafico alle sue coordinate geografiche (Datum WGS84, lat., long.), indipendentemente dalle effettive coordinate metriche in cui è espressa la carta. Ogni immagine cartografica è stata inoltre collegata, attraverso un codice, al *database* geodetico EPSG (*European Petroleum Survey Group*, oggi gestito da OGP – *Oil & Gas Producers*; <http://www.epsg.org/>). Come è noto, tale *database* geodetico è universalmente conosciuto ed utilizzato in ambiente GIS, tanto che i codici utilizzati da EPSG sono adottati da quasi tutti i produttori di applicativi informatici GIS (cfr., fra gli altri, Favretto, 2008).

Il costante utilizzo del *database* realizzato, nel Laboratorio GIS di Trieste, ne permette una lenta ma puntuale valutazione di pregi e difetti. Ciò porterà, in un non lontano futuro, come già ricordato, ad una nuova *release* del prodotto, probabilmente su piattaforma non proprietaria.

Crediti

Il presente lavoro è stato realizzato in piena collaborazione fra i due Autori. Si precisa, tuttavia, che ad Alberto Brunello Zanitti è da attribuire la realizzazione dell'applicazione *software* ed il paragrafo 3 (con i sottoparagrafi 3.1, 3.2, 3.3). Il resto del contributo, va attribuito ad Andrea Favretto.

Bibliografia

FAVRETTO A., *Strumenti per l'analisi geografica. GIS e telerilevamento*, Bologna, Patron, 2006.

FAVRETTO A., "Cartografia non omogenea in ambiente GIS. Alcune riflessioni su problemi di georeferenziazione ed accostamento di carte in zone di confine", *Rivista Geografica Italiana*, 105 (2008).

WEST R., *ArcGIS 8. Understanding ArcSDE*, Redlands (CA), ESRI Press, 2001.