

UTILIZZAZIONE DELLA RESTITUZIONE TRIDIMENSIONALE STEREOSCOPICA IN AMBIENTE GIS

M. CAPRIOLI, B. FIGORITO, A. SCOGNAMIGLIO, E. TARANTINO

Politecnico di Bari, DVT - Sezione di Geomatica

E-mail: m.caprioli@poliba.it; benedetto1980@libero.it; a.scognamiglio@poliba.it; e.tarantino@poliba.it

Riassunto

In questi ultimi anni, la domanda di informazione geografica tridimensionale è rapidamente cresciuta. Per alcuni campi disciplinari gli oggetti 3D risultano di grande ausilio alle analisi territoriali legate a specifiche applicazioni (studi paesaggistici, scenari di pianificazione urbana, telecomunicazioni, etc.). Le applicazioni e i software GIS inseguono questa pressante richiesta con soluzioni sempre più innovative. Produrre informazione geografica tridimensionale, con elevato livello di qualità e a costi contenuti, è la sfida dei prossimi anni.

L'informazione 3D (punti, linee e poligoni) prodotta dall'odierna restituzione fotogrammetrica è scarsamente strutturata. Inoltre, l'assenza di relazioni e di regole tra gli oggetti ne limita l'impiego nei *GeoDataBase*, riversando poi sui fruitori finali l'onere di tale implementazione.

La presente ricerca si propone di valutare le problematiche di integrazione fra prodotti e tecnologie fotogrammetriche ed ambienti GIS. L'obiettivo della sperimentazione è legato alla creazione dello schema del database topografico, estraendo in seguito l'informazione mediante l'utilizzo della visione stereoscopica. L'acquisizione dei dati 3D è stata eseguita in ambiente *ArcMap – ArcInfo 9.2*, utilizzando l'estensione *Stereo Analyst*, al fine di verificare sia l'effettiva capacità di aggiornamento diretto in stereoscopia di strati informativi che la trasformazione dal 2D al 3D degli stessi.

Abstract

In the last years the demand of three-dimensional geographic information is quickly raised. For some scientific fields the 3D objects are of great aid to territorial analysis connected to specific applications (landscape studies, urban planning scenarios, telecommunications, etc.). The applications and GIS software follow such pressing demand with ever innovative solutions. Producing three-dimensional geographic information with high level of quality and low costs is the challenge of the next years.

The 3D information (points, lines and polygons) produced by the today's photogrammetric plotting is scarcely structured. Moreover, the lack of relations and rules among objects restricts the use of 3D information in *GeoDataBase*, by lavishing the burden of next implementation on final users.

This research proposes the evaluation of integration among products and photogrammetric technologies and GIS environments. The aim of this experimentation is connected to the creation of topographic database schema, extracting afterwards information by means of the use of stereoscopic vision. The 3D data acquisition was executed in *ArcMap – ArcInfo 9.2* environment using the *Stereo Analyst* extension, in order to verify both the real capacity of direct information layers upgrading in stereoscopic environment and the objects transformation from 2D to 3D.

Introduzione

Le indicazioni dell'IntesaGIS hanno dato nuovo stimolo ad alcune iniziative di carattere regionale per sostituire le cartografie numeriche tradizionali, in favore della realizzazione di Database

Topografici (DBT). L'impiego dei DBT porterà, nel giro di breve tempo, ad ulteriori richieste di prodotti e di informazioni associate, a cui il settore dell'informazione geografica non può non prestare attenzione.

In questa fase di transizione sono emerse, però, alcune delle criticità delle nuove produzioni, che necessariamente rilanciano esigenze d'ordinamento e d'indicazione a livello nazionale.

Alcuni aspetti riguardanti i DBT non sono ancora ben chiari a livello locale, tanto che si confonde il DBT con gli *shapefiles* di consegna, al pari dei vecchi *DXF* tridimensionali delle cartografie numeriche.

Rispetto alla cartografia numerica, il cui fine è la costruzione dei dati necessari per la produzione automatica della carta, e che quindi si occupa dei "segni" che devono essere rappresentati, il progetto di un DataBase Topografico definisce i contenuti e la loro organizzazione. Tale definizione riproduce "automaticamente" la carta tradizionale (es. i prodotti di cartografia numerica) e permette di aggregare gli elementi costitutivi della cartografia numerica in oggetti presenti sul territorio e riferibili nel complesso delle loro componenti geometriche (es. un edificio, l'area di circolazione stradale di una strada con un suo toponimo, una diga, il territorio di un dato comune, ecc.).

Non tutto il DBT può essere consegnato in fornitura, ma si deve prevedere sia una fase di lavoro comune con la committenza, nella quale il file di consegna viene "caricato", che una fase di lavoro della stazione appaltante per l'integrazione con i dati esistenti. A maggior ragione, non si può distinguere fra fornitura ed aggiornamento se si parla di DBT. Occorrono, quindi, nuove forme contrattuali per gli appalti o addirittura nuove forme di organizzazione dell'informazione geografica (fornitura e gestione) per un determinato territorio.

Il nodo della questione è che i file di consegna dovrebbero a loro volta uscire da un DBT (non da file di restituzione editati), per realizzare una fornitura completa e corretta. Ciò richiederebbe alle ditte produttrici di avere un loro "modello" da cui derivare il DBT. In fase di produzione si dovrebbe allora mirare alla creazione di file di consegna senza errori e/o incongruenze che ne possano pregiudicare l'utilizzo finale (Guzzetti et al., 2005).

L'estrazione di dati geografici è quindi di fondamentale importanza per la creazione e l'aggiornamento di un database topografico (DBT). Dati poco accurati o obsoleti, conducono ovviamente ad informazioni che non riflettono la realtà.

Tra gli approcci tradizionali la restituzione stereoscopica rimane l'unica e affidabile metodologia per ottenere informazioni di ottima qualità.

L'uso delle tecniche di *direct georeferencing* (sensori GPS/INS), consentendo di eliminare il lavoro topografico a terra dal processo fotogrammetrico, con un conseguente risparmio di tempo e di costi, rende la aerofotogrammetria digitale di interesse sia in termini economici che di tempi di produzione. La convenienza dell'uso del *direct georeferencing* in alcuni casi va oltre il fatto economico, come ad esempio nelle situazioni di emergenza ambientali o nel rilievo di zone inospitali (Galletto et al., 2001).

L'odierna restituzione aerofotogrammetrica, però, produce un'informazione 3D (punti, linee e poligoni) scarsamente strutturata. L'assenza di relazioni e di regole tra gli oggetti ne limita l'impiego nei database topografici, riversando poi sui fruitori finali l'onere di tale implementazione. La situazione tipica che si riscontra nella pratica vede, da un lato, strumenti software di fotointerpretazione e di acquisizione per via aerofotogrammetrica che appartengono alla categoria dei "CAD" specializzati e, dall'altro, la messa a punto della topologia che avviene nella fase successiva all'*editing* con software GIS. Questa caratteristica del processo produttivo comporta un iter di produzione lungo e laborioso con risultati discutibili.

La presente ricerca si propone di valutare le problematiche di integrazione fra prodotti e tecnologie fotogrammetriche ed ambienti GIS. L'obiettivo ricercato consiste nel creare in un primo momento il database topografico (strati, temi, classi), con la sua topologia, e in seguito estrarre tutte le informazioni, utilizzando la visione stereoscopica tridimensionale.

Si tratta quindi di sfruttare meglio i codici della Cartografia Numerica durante la restituzione fotogrammetrica, in cui il modello virtuale tridimensionale è disponibile per l'operatore non solo

per ricavare le coordinate 3D ma anche per inserire nel GDB (*GeoDataBase*) le classi e le regole topologiche delle entità geografiche.

Obiettivi della sperimentazione

Nel presente lavoro sono state valutate alcune applicazioni software che, perfettamente integrate in ambiente GIS, consentono di accedere, visualizzare in stereoscopia ed aggiornare database topografici, direttamente in sovrapposizione alle coppie stereoscopiche di immagini aeree e/o satellitari, rivelando errori, omissioni, cambiamenti naturali e antropici, etc.

Tali applicazioni software facilitano anche, in un accurato ambiente di visualizzazione stereoscopica, l'aggiornamento di *features* vettoriali, trasformando in 3D i tradizionali database topografici 2D. L'efficienza del sistema garantisce l'accuratezza spaziale delle *features* sia in fase di restituzione sia in fase di controllo del prodotto cartografico finale.

A tale fine, sono state esaminate le possibilità offerte dagli applicativi software di:

- visualizzare dinamicamente i dati vettoriali in stereoscopia 3D,
- estrarre gli attributi posizionali (pendenza, altezza, etc.) in 3D,
- digitalizzare *features* vettoriali 3D,
- eseguire l'*editing* di dati 3D attraverso l'interazione diretta con il *GeoDataBase*,
- verificare l'effettiva interoperabilità del sistema.

Dati e strumenti utilizzati

I dati prescelti per la realizzazione del lavoro consistono in tre immagini acquisite con la *camera digitale DCM* sviluppata dalla *Intergraph Z/I*, da un'altezza media di volo di 1987 metri sul livello del mare.

I parametri dell'immagine virtuale, ricostruita dal software di post-processing a partire dai 4 sensori convergenti, sono mostrati nella Tabella 1.

L'area interessata è situata a nord del comune di Bari, nella fascia compresa tra la costa e l'aeroporto cittadino. Il territorio esaminato presenta caratteristiche morfologiche pianeggianti con infrastrutture ed edifici ben distinguibili dal punto di vista altimetrico rispetto al contesto circostante (Figura 1).

Distanza focale [mm]	120
Dimensione del sensore [Pixel]	13824 7680
Dimensione del pixel [μm]	12
Punto principale [mm]	X = 0.0 Y = 0.0



Tabella 1 - Parametri dell'immagine virtuale

Figura 1 – Area test a Nord di Bari

Tutte le operazioni sono state eseguite mediante la configurazione hardware standard richiesta dal monitor *Planar SD 2020*. Tale tecnologia utilizza due monitor LCD, un monitor in posizione tradizionale e un altro in alto, nel mezzo invece è collocata una lastra di vetro obliqua leggermente riflettente (Figura 2). Sulla lastra si riflette sia l'immagine superiore sia quella inferiore consentendo la visione stereoscopica con i tradizionali occhiali polarizzati.



Figura 2 – Monitor *Planar SD2020*

Le due coppie stereoscopiche sono state predisposte nel *block file*, impiegando il software *Leica Photogrammetry Suite (LPS) 9.2* con uno specifico strumento per l'individuazione dei *tie points* presenti nelle immagini esaminate (Figura 3).

Point #	Point ID	Description	Type	Usage	Active	X Reference	Y Reference	Z R
1	1		None	Tie	X	2671260.905	455652.133	
2	2		None	Tie	X	2671957.682	4556004.354	
3	3		None	Tie	X	2671995.779	4555991.414	
4	4		None	Tie	X	2671416.040	4556132.571	
5	5		None	Tie	X	2671439.038	4556103.688	
6	6		None	Tie	X	2671674.467	4556008.267	
7	7		None	Tie	X	2671339.996	4555971.177	
8	8		None	Tie	X	2671682.468	4555938.145	

Image #	Image Name	Active	X File	Y File
1	1288_00763	X	4528.284	6563.194
2	1288_00762	X	7218.280	6767.287
3	1288_00764	X	1736.342	6424.175

Figura 3 – *Tie point* individuati in ambiente LPS

Applicazione e Risultati

La fase di *editing* in ambiente GIS è stata preceduta da un'attenta analisi sulla tipologia di entità da esaminare. Il concetto alla base dello studio, facendo anche riferimento alle direttive dell'Intesa-GIS, è quello di avere il minor numero di geometrie indispensabili, andando a definire l'elemento minimo di interesse per quel determinato livello e assegnandogli un carattere di multivalenza.

In questa prima fase della sperimentazione sono stati tralasciati elementi complessi, ritenendo ancora non pienamente utilizzabili oggetti come i *Multipatches* (Caprioli et al., 2007a e 2007b).

Al fine della valutazione della procedura, sono state esaminate soltanto alcune delle numerose classi definite nelle specifiche dell'Intesa-GIS, concentrando l'attenzione sul tema "Edificato" dello strato "Immobili e antropizzazioni", con le relative problematiche delle classi "Edificio" e "Cassone edilizio".

Tra gli attributi geometrici delle classi è stato necessario specificare regole topologiche che definiscano la consistenza spaziale che dovrebbe esistere tra le diverse entità. Ad esempio, tutte le entità della classe "Cassone edilizio", definita come la superficie occupata da edificato senza soluzione di continuità, sono caratterizzate da superfici che non solo non si sovrappongono, ma che non siano neppure adiacenti. È stato inoltre necessario stabilire una regola che ha imposto che l'attributo geometrico di due oggetti della stessa classe o di classi differenti non abbia sovrapposizioni, ma possa presentare parte della frontiera condivisa, abbia cioè eventuali caratteristiche di adiacenza.

È il caso di un edificio definito come parte di un cassone edilizio: edifici parti dello stesso cassone edilizio non si possono sovrapporre, ma possono essere adiacenti.

Tutti i vincoli topologici tra le classi "Edificio" e "Cassone edilizio" sono stati creati e inseriti in un *GeoDataBase* utilizzando il software *ArcCatalog - ArcInfo 9.2*. Terminata questa fase preliminare, le entità delle classi descritte in precedenza sono state restituite direttamente in ambiente GIS. Tali operazioni sono state svolte impiegando l'estensione *Stereo Analyst* in ambiente *ArcMap - ArcInfo 9.2* (Figura 4).



Figura 4 – Visualizzazione in ambiente ArcMap con l'utilizzo dell'estensione *Stereo Analyst*

L'estensione *Stereo Analyst* successivamente ha permesso di trasformare un software GIS con funzioni di *editing* bidimensionali, come *ArcMap*, in software di restituzione fotogrammetrica (Figura 5).



Figura 5 – *Editing* in ambiente *ArcMap* della classe “Edificio”

Conclusioni

Lo studio condotto costituisce la premessa per approfondire in futuro le problematiche della restituzione stereoscopica in ambiente GIS.

Gli obiettivi della sperimentazione sono stati tutti raggiunti, rinviando a successive elaborazioni una stima quantitativa dei risultati a causa dell'impossibilità di dare un valore numerico ad aspetti che coinvolgono l'esperienza dell'operatore restitutorista.

Resta da esaminare, peraltro, la restituzione di oggetti complessi e l'utilizzo di specifici applicativi per l'aggiornamento e la correzione di grandi quantità di dati.

Oltre al tema della strutturazione di un database topografico, occorrerà anche perseguire gli aspetti di miglioramento del flusso di aggiornamento del DB con le necessarie procedure di alimentazione. Le tematiche affrontate in questa sperimentazione coinvolgono inoltre problemi che esulano dalla sfera tecnica, soprattutto per quanto riguarda la collaborazione tra enti e le politiche commerciali delle aziende produttrici di software.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano per la preziosa collaborazione la S.I.T. (Sistemi Informativi Territoriali) di Noci (BA), la Planetek Italia, e la Leica Geosystems Italia.

Bibliografia

- Caprioli M., Figorito B., Scognamiglio A., Tarantino E. (2007a), “L'utilizzo di “Multipatch” per gli oggetti della cartografia tridimensionale”, *Bollettino SIFET*, 1, 30-42.
- Caprioli M., Figorito B., Scognamiglio A., Tarantino E. (2007b), “Implementing the Features 3D Multipatch for the Management of Territorial Infrastructures”, *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, pp. 853-860, ISSN: 1743-3541.
- F. Guzzetti, R. Laffi (2005), “I nuovi DB topografici multiscala in regione Lombardia”, *Cartographica*, 12, 13-16.
- Casella V., Galetto R., Surace L., Ferretti L., Banchini G., Cavalli A. (2001), “Esperienze di fotogrammetria supportate da GPS/INS”, *Bollettino SIFET*, 4, 35-49.
- http://www.centrointerregionale-gis.it/public/DB_Topografici/1n1014_v_1_4.pdf