



Stazione digitale multisensore per una moderna produzione di dati cartografici

La diffusione crescente dei sistemi informativi territoriali, anche in quegli ambiti che sino ad oggi sembravano interessati a questa tecnologia solo in maniera potenziale, ha modificato non poco il mercato della produzione di dati cartografici; si sono aggiunti molti nuovi utilizzatori e si è modificato progressivamente il tipo di richiesta formulata dagli utenti tradizionali.

Infatti i sistemi GIS sono sempre più diffusi sia tra specialisti della cartografia sia in enti e società che utilizzano i dati cartografici come strumento per le loro tematizzazioni (basti pensare agli enti locali, alle istituzioni di pubblica sicurezza etc). Da questo ne consegue che è molto ampia la quantità dei dati prodotti e varia la qualità degli stessi, come diversi sono i tempi di aggiornamento e gli usi del dato.

La produzione fotogrammetrica tradizionale, legata ad un prodotto preciso e sintetico ma lento e costoso da ottenersi, ha in parte perso la propria efficacia, dovendosi confrontare con le nuove esigenze d'economia, rapidità e sintesi che derivano dalle nuove tecniche emergenti di acquisizione ed elaborazione. L'integrazione delle informazioni raster e vettoriali è ormai completa; le foto da satellite, i DTM densi acquisiti con le più diverse tecnologie, le ortofoto rettificate, le foto aeree digitali, i modelli stereoscopici del terreno, la cartografia vettoriale con i relativi tematismi, trovano ad oggi spazio all'interno di un attuale Sistema Informativo Territoriale.

Un moderno software di produzione di dati cartografici deve pertanto contemplare tutte queste possibilità, integrarle in un unico ambiente di semplice utilizzo, garantendo in ogni caso quelle caratteristiche di accuratezza alle quali un cartografo fotogrammetra non è disposto a rinunciare.

È questo l'obiettivo della stazione fotogrammetrica *multisensore* Z-Map, una nuova architettura software in grado di accogliere queste emergenti istanze d'innovazione e di multidisciplinarietà.

Il nuovo sistema è frutto del consolidamento delle esperienze ultradecennali di sviluppo di strumenti fotogrammetrici e del continuo confronto con quanto prodotto dall'attività della Comunità Scientifica Internazionale, quanto realizzato nelle più importanti applicazioni *Open Source* e quanto proposto dalla Concorrenza, di volta in volta aggiustando e modificando il progetto per dar posto alle nuove sopraggiunte conoscenze.

Con queste premesse è nato Z-Map, vale a dire con l'intento di trasferire le competenze della produzione fotogrammetrica in un ambito cartografico più ampio, tipico del GIS, mediante il potenziamento della produttività di tutte le funzioni fotogrammetriche e la sua integrazione con le moderne tecniche d'acquisizione.

La stazione, compilata per la piattaforma Windows, lavora sia in modalità monoscopica che stereoscopica, consentendo il *roaming* continuo su modelli tridimensionali di dimensioni teoricamente illimitate. La scelta della coppia d'immagini per la formazione del modello è automatica in modalità stereoscopica ed ottimizzata mediante processo d'isteresi, ma può anche essere manuale e forzata da parte dell'utente. In questo modo si può lavorare in una gestione multimodello oppure singolo modello scelto dall'operatore. In sintesi la navigazione stereoscopica riprende la struttura della "stereofotocarta", messa a punto alcuni anni fa in collaborazione con il Politecnico di Torino e riproposta in versione rinnovata in questa sede.

Il software è completamente integrato nelle sue fasi di orientamento, restituzione, ortofoto, mosaicatura e consultazione in un'unica interfaccia, ma può essere facilmente suddiviso mediante condivisione della licenza, in moduli autonomi per agevolare l'operatività di diversi soggetti sulla stessa stazione.

L'architettura del sistema si basa su un database di tipo CAD strutturato per la gestione combinata di dati vettoriali e raster di grandi dimensioni e progettato per l'uso specifico in ambito cartografico. Le funzioni di editing sono abbondanti sia per quanto riguarda quelle di natura generica operanti sia sul vettoriale che sul raster, che per quelle specializzate alla restituzione ed alla vestizione cartografica; inoltre i tipi di linea, punto, multilinea, campitura, sono completamente personalizzabili per poter adeguare le proprie librerie grafiche ai diversi capitoli d'appalto.



Sul DataBase geometrico si appoggiano tutte le funzionalità, sia quelle che operano in modalità stereoscopica che monoscopica; per alcune di esse, quali la triangolazione aerea, la vettorizzazione e la generazione automatica del DTM viene offerta la possibilità di operare sia in modalità mono che stereo.

Per la gestione dei dati raster vi è una libreria astratta che funge da motore raster per l'accesso pressoché istantaneo a tutte le immagini indipendentemente dalla loro dimensione. Questo strato logico consente la gestione

Figura 1: Architettura del sistema Z-Map

diretta della loro eventuale georeferenziazione e permette di poter utilizzare pressoché tutti i formati sia d'immagini convenzionali che satellitari.

L'orientamento dei fotogrammi utilizza la compensazione a stelle proiettive (Bundle Block Adjustment) mediante una gestione molto intuitiva dei posizionamenti approssimati e delle collimazioni, manuali ed automatiche.

Il report di calcolo della triangolazione aerea è molto ricco e dettagliato consentendo un'agevole lettura al non esperto ma fornendo al contempo tutte le informazioni necessarie ai collaudatori.

La vettorizzazione sia mono che stereo, si avvale degli snap ad oggetto sia 2d che 3d ed è agevolata per la messa in quota, dall'uso di una TrackBall collegata alla porta USB. La messa in quota sul modello è aiutata da una funzione d'automatismo che porta il cursore sulla quota del DTM se si opera in monoscopia oppure sulla quota del modello se si lavora in stereoscopia.

La generazione automatica del DTM è assai rapida e produttiva con la richiesta di parametri di controllo ridotta al minimo. La velocità di calcolo è determinata, oltre che dall'ottimizzazione intrinseca del processo, anche dal rapido accesso alle immagini fornito dal motore raster sopra menzionato.

Il DTM generato è rappresentato sia come semina di punti sia sottoforma d'immagine raster esportabile direttamente con la propria georeferenziazione verso i sistemi GIS più noti.

Sono gestite efficacemente le breaklines, le curve di livello con algoritmi di sfolto vertici e aggiunta di spline e la generazione di profili su disegni esterni.

Una particolare attenzione è stata dedicata alla gestione dei dati raster, alla generazione delle ortofoto e degli ortomosaici. La libreria astratta si occupa dell'importazione di tutti i formati raster maggiormente usati in uso in ambito GIS e cartografico salvaguardandone l'eventuale georeferenziazione preesistente.

Le immagini, se non lo sono già, sono convertite in formato Tiff-Tiled piramidale eventualmente compresso. Ciascun fotogramma è sempre accompagnato dal proprio file di descrizione dell'istogramma e della georeferenziazione.

Con il rapido sviluppo delle tecnologie digitali di fotorestituzione e la maturazione dei sistemi informativi territoriali, l'immagine ortorettificata è divenuta il più utilizzato tra i prodotti cartografici.

L'interesse nel generare immagini di crescente qualità e risoluzione determina la necessità di mettere a punto tecnologie in grado automatizzare il più possibile i processi di produzione. Uno degli aspetti principali nella realizzazione di mosaici di ortofoto è costituito dall'assemblaggio delle diverse immagini e della scelta ottimale della linea di ritaglio per la giunzione automatica di più fotogrammi ortorettificati. Abbiamo messo a punto per il secondo aspetto un algoritmo basato sull'interazione tra metodi di image-matching e tecniche di programmazione dinamica. L'algoritmo proposto, PPD come acronimo di Percorsi mediante Programmazione Dinamica, nasce con l'intento di ovviare al concreto problema di ritagliare le immagini ortoproiettate, al fine di poterle accostare l'una alle altre senza che sia evidente la linea di separazione. Tale specifico argomento è oggetto di un articolo pubblicato negli atti della prossima Conferenza Asita 2004.

Per quanto riguarda invece l'aspetto della mosaicatura, il flusso dei dati di ciascun processo raster è definito mediante una *pipeline*, sostanzialmente una catena di processi, che ne determina la conformazione finale. Ciascun anello della catena è costituito da un filtro o da un altro anello. Tutti i filtri agiscono su tutti i livelli piramidali consentendo di avere una *preview* pressoché istantanea di tutte le operazioni.

I filtri disponibili sono molti e riguardano tutte le più importanti operazioni sulla composizione delle bande, sull'equalizzazione degli istogrammi, le proiezioni geografiche e fotografiche, la gestione delle immagini satellitari, dei DTM in formato raster, convoluzione, estrazione dei contorni, mosaicatura, warping prospettico e molti altri.

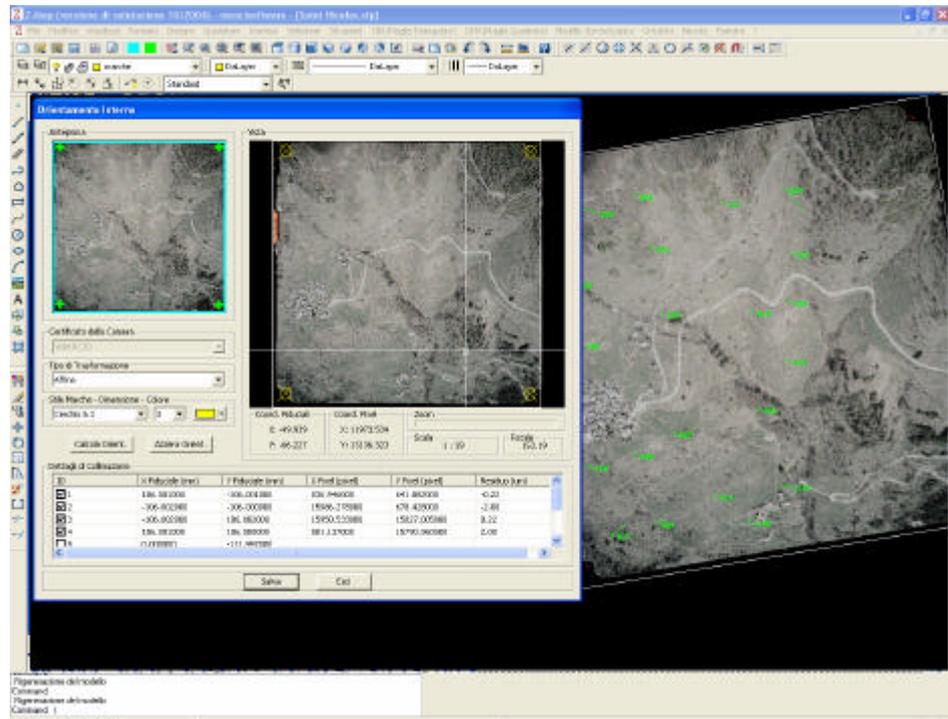


Figura 2: Orientamento interno



Figura 3 - Pipeline per la generazione di un ortomosaico

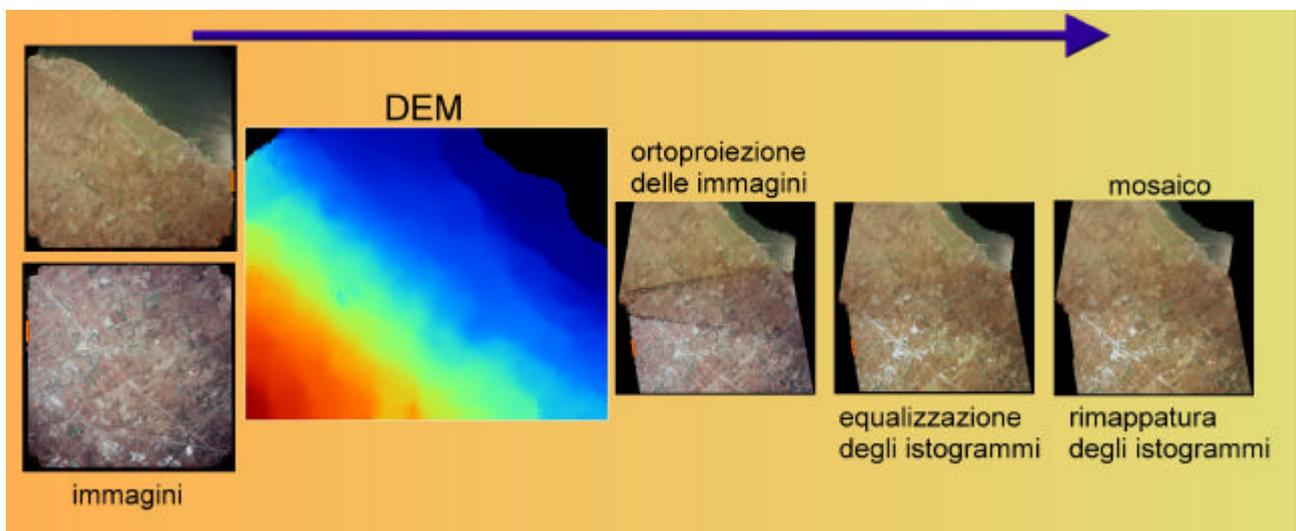


Figura 4 – Esempio di generazione di un ortomosaico con 2 immagini

Ad esempio, per la generazione di un ortomosaico la pipeline è costituita da più catene parallele, una relativa a ciascun'immagine, per le quali sono attivati, nell'ordine, i seguenti filtri: ortoproiezione, rimappatura dell'istogramma e ritaglio; in seguito le catene si uniscono per generare la catena di destinazione, la quale, a sua volta, è costituita dai filtri di mosaico (semplice, composto o sfumato), equalizzazione di tutti gli istogrammi tra loro ed infine la rimappatura dell'istogramma dell'immagine di destinazione.

La stazione Z-Map offre la possibilità di gestire diversi tipi di sensore, alcuni sia in forma rigorosa che iterativa, altri solo in forma iterativa. La struttura del software consta di una classe generica di *modello sensore*, dalla quale derivano quattro classi, in particolare il *modello fotogrammetrico* (incluso il sensore Leica ADS 40), il *modello Spot5*, il *modello LandSat* e il *modello RPC (Rational Polynomial Coefficients)*; da questa ultima derivano altre due classi vale a dire il *modello Ikonos* ed il *modello QuickBird*.

Autore:

ing. Luca Menci

luca.menci@menci.com

Menci Software

Via Martiri di Civitella, 11

52100 AREZZO

tel. 0575/300552 – info@menci.com