

ESTRAZIONE DI DSM DA IMMAGINI DEL SATELLITE EROS B ACQUISITE IN STEREOCOPIA: STUDIO PRELIMINARE NELL'AREA DI BENEVENTO

Stefano DE CORSO, Daniele MAGRÌ

IPT - Informatica per il Territorio, Via Sallustiana, 23 - 00187 Roma - Italia
www.iptsat.com. Email: s.decorso@iptsat.com

Riassunto

Nel presente lavoro vengono illustrati i risultati di una prova preliminare di estrazione automatica del Digital Surface Model (DSM) fatta su una coppia stereoscopica di immagini satellitari Eros B. La prova è stata effettuata su immagini Eros B relative ad un'area periferica della città di Benevento. L'estrazione del DSM è stata fatta mediante il software commerciale PCI Geomatica 10.1.2 dotato del modello orbitale del satellite Eros B. I dati utilizzati per le operazioni di acquisizione dei punti e per la validazione del DSM sono stati ottenuti da cartografia CTR in scala 1:5000. È stato prodotto un DSM con passo griglia 1,4 metri che mostra valori di precisione sulle altezze valutabili intorno ai 2 metri.

Parole chiave: estrazione di DSM e DEM, stereocoppia, Eros B

Keywords: *Dsm extraction, Dem extraction, stereopair, Eros B, Orbital Model.*

Abstract

In this paper the results of a preliminary test of Digital Surface Model (DSM) automatic extraction DSM made on a pair of stereo images satellite Eros B was discussed. The test was carried out on images Eros B for a peripheral area of Benevento. The extraction of DSM was made using a commercial software PCI Geomatics 10.1.2 equipped with a model orbital of the Eros B satellite. The data used for the operations of the acquisition and validation of DSM were obtained by mapping CTR 1:5.000 scale. A DSM with step grid 1.4 metres showing values of accuracy on heights estimated at around 2 metres has been produced.

Keywords: *DSM and DEM extraction, stereopair, Eros B*

Introduzione

Nel recente passato è aumentato il numero di satelliti in grado di acquisire immagini ad altissima risoluzione. La possibilità di acquisire immagini ad alta risoluzione in stereoscopia permette di produrre un Digital Surface Model (DSM) di dettaglio da utilizzare per scopi cartografici. Esistono diversi lavori di bibliografia che dimostrano che è possibile utilizzare immagini satellitari ad alta risoluzione (Spot 5, Ikonos, Aster,...) per la realizzazione di DSM (Ager 2003), (Crespi et alii 2006), (Baiocchi et alii 2004-2005), (Lo Brutto M., Pennacchio D. 2006).

La prova preliminare ha lo scopo di testare le potenzialità del satellite Eros B per eventuali produzioni di DSM da stereocoppia. Le caratteristiche del sensore del satellite Eros B e le caratteristiche di risoluzione spaziale delle immagini del suddetto satellite permettono di ipotizzare un possibile utilizzo di queste immagini per la produzione di DSM di dettaglio per scopi cartografici.

Immagini satellitari Eros B

Le immagini acquisite dal satellite Eros B sono immagini pancromatiche ad alta risoluzione spaziale (Fig.2), il GSD (*Ground Sampling Distance*) è di 0,7 m e la larghezza di ripresa è di 7 km al nadir. Il sensore rileva immagini con risoluzione radiometrica a 10 bit all'interno di un intervallo spettrale di 0,5 - 0,9 micron. Il tipo di sensore utilizzato è un PIC-2 (*Panchromatic Imaging Camera-2*), strumento di acquisizione immagini con tecnologia CCD in combinazione con uno schema TDI (*Time Delay Integration*) nel suo piano focale.

Il CCD *pushbroom* rileva 10.000 pixel per linea e un totale di 96 linee per il supporto di osservazione TDI (2 file di CCD in linea).

Area di studio

Il test è stato eseguito su un'area situata nei comuni di Benevento, San Nicola Manfredi e San Giorgio del Sannio. Si tratta di una zona prevalentemente pianeggiante di circa 50 km², con un dislivello di circa 20 metri. La zona è caratterizzata da una prevalenza di terreno agricolo (circa il 90%) con un 10 % di territorio occupato da aree urbanizzate, mentre le aree a vegetazione naturale risultano assai ridotte o del tutto assenti.

Metodologia di estrazione del DSM

La metodologia di estrazione del DSM prevede l'utilizzo del modulo *Orthoengine* del Software PCI Geomatica 10.1.2. La procedura è stata eseguita in diverse fasi:

- registrazione delle immagini e generazione del modello dell'orbita;
- orientamento dell'immagine mediante utilizzo di *Ground Control Point* (GCP);
- attribuzione dei punti omologhi o *Tie Point* (TP);
- generazione delle immagini epipolari ed estrazione del DSM;
- correzione e validazione.

Registrazione delle immagini e generazione del modello dell'orbita

Le immagini vengono registrate in formato proprietario di PCI Geomatica all'interno di un file di progetto del modulo *Orthoengine*. Le immagini hanno le seguenti caratteristiche:

- E2043152 - *Ground Sampling Distance* (GSD) = 0,72 m; acquisizione 3:02:2007 13:07:13; *mean point angle* = 21°; *width* = 10.147; *height* = 8.018;
- E2043154 - *Ground Sampling Distance* (GSD) = 0,71 m; d acquisizione 3:02:2007 13:08:02; *mean point angle* = 20,6°; *width* = 10.147; *height* = 7.825.

Durante la registrazione, per ciascuna viene generato il modello orbitale mediante lettura dei parametri di acquisizione e applicazione dell'algoritmo di Toutin che ricostruisce la geometria della presa.

Orientamento dell'immagine mediante utilizzo di Ground Control Point

L'orientamento dell'immagine è ottenuto dalla correzione del modello orbitale mediante l'utilizzo di *Ground Control Point* (GCP). I GCP utilizzati sono stati acquisiti da cartografia tecnica regionale in scala 1:5000 georeferenziata nel sistema di riferimento WGS84 UTM fuso 33.

I *Ground Control Point* sono stati distribuiti in maniera uniforme su tutta la superficie di ogni singola immagine. I parametri di accuratezza posizionale raggiunti (asse xy) nei GCP sono risultati: asse X RMS 2,53 metri; asse Y RMS 1,46 metri.

Attribuzione dei punti omologhi o Tie Point (TP)

Successivamente sono stati attribuiti 191 punti omologhi per la collimazione delle immagini. La procedura di collimazione è stata effettuata utilizzando una procedura che prevede l'attribuzione manuale dei primi *tie point* e successivamente è stato utilizzato il modulo di riconoscimento automatico dei punti omologhi contenuto in "*Orthoengine*". Questo modulo è in grado di correlare i punti omologhi in maniera automatica utilizzando la corrispondenza radiometrica delle due immagini all'interno di un raggio di influenza. Sono stati attribuiti 11 TP con procedura

manuale e successivamente sono stati estratti 10 TP con procedura di riconoscimento automatico. I TP ottenuti sono stati sottoposti a verifica posizionale e all'occorrenza si è provveduto a correzione manuale. L'errore planimetrico ottenuto su tutti i TP utilizzati è risultato essere inferiore al metro:
191 Tie points: X RMS 0,52 metri Y RMS 0,17 metri

Generazione delle immagini epipolari ed estrazione del DSM

L'estrazione del DSM è stata eseguita mediante generazione di immagini epipolari. Le immagini epipolari sono coppie stereo riproiettate in modo che le immagini di destra e di sinistra abbiano un orientamento comune. L'utilizzo di immagini epipolari permette di valutare la differenza di parallasse per ogni coppia di punti omologhi e di poter applicare l'algoritmo di estrazione della quota. Dopo aver generato le immagini epipolari, sono state effettuate diverse prove di estrazione di DSM sulla stessa coppia. Sono stati prodotti 4 diversi DSM con passo griglia a 0,7 - 1,4 - 2,8 - 5,6 metri. Le percentuali di correlazione ottenute superano il 98% su tutte le prove eseguite, fatta eccezione per la prova effettuata

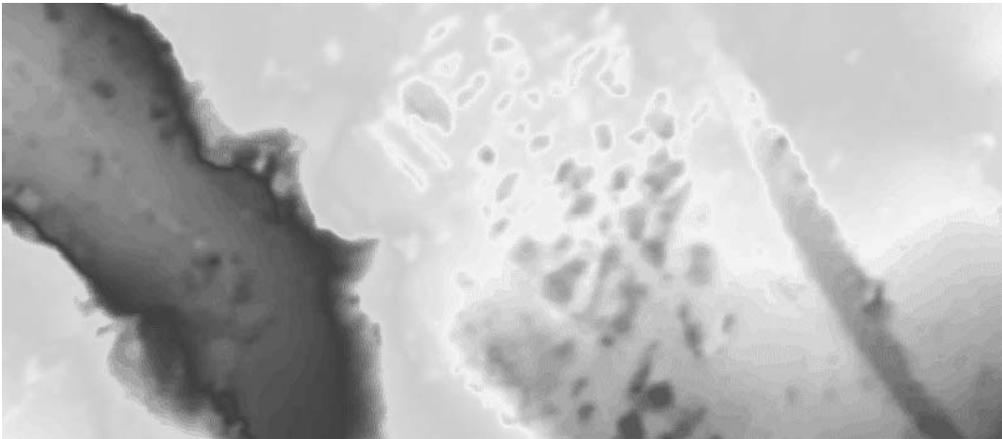


Figura 1 - Dettaglio Dsm – Passo griglia 1,4 metri rappresentato in scala di colori



Figura 2 - OrtoImmagine satellitare Eros B – risoluzione 0,7 metri

a 0,7 metri in cui la percentuale è arrivata all'89%. Si è scelto di utilizzare il DSM estratto con passo griglia di 1,4 metri (Fig. 1), scartando quello ottenuto a 0,7 metri, in quanto questo risente degli scostamenti legati all'accuratezza posizionale ottenuta in fase di orientamento delle immagini. Si è passati alla fase di correzione del DSM (Fig. 4) al fine di ottenere una superficie omogenea. Sono stati individuate circa 70 aree costituite da buche e da picchi per un'estensione inferiore al 2% del totale. I processi di correzione hanno tenuto conto dell'estensione degli errori. Per buche e picchi superiori ai 100 pixel è stata adottata una tecnica di *editing* manuale che ha previsto processi di

ricostruzione di curve di livello e relativa interpolazione. Per aree più piccole sono state utilizzate tecniche di filtraggio e interpolazione dei punti circostanti ritenuti validi.

Analisi dei dati e procedure di validazione

Sui DSM estratti è stata effettuata analisi statistica degli errori per valutare l'accuratezza sui valori delle quote dei diversi DSM estratti. I valori di quota utilizzati per il confronto sono stati estratti da cartografia CTR in scala 1:5000 georeferenziata nel sistema UTM WGS84 fuso 33. Per verificare le accuratze ottenute sono stati utilizzati 410 punti (Fig.3): 20 GCP, 190 TP e ulteriori 200 punti definiti CP (*Control Point*). La scelta di utilizzare 200 punti aggiuntivi è stata fatta per irrobustire l'accuratezza del dato statistico. I 200 CP sono stati posizionati alla massima distanza possibile rispetto ai GCP e ai TP. Il confronto tra i valori di quota acquisiti da CTR e i valori di quota ottenuti dall'estrazione di DSM da stereocoppia ha messo in evidenza valori di accuratezza posizionale che si attesta intorno a valori di deviazione standard compresi tra 1,5 e 2,5 metri (Tab. 1).

Tabella 1 - Accuratezze posizionali ottenute sull'asse delle Z del DSM passo griglia 1,4 metri suddivise per tipologia di punti.

N° punti	Dsm 1,4 mt – Err. Z		
	20 Gcp	190 Tp	200 Cp
Valore Min	-4,00	- 3,00	-5,50
Valore Max	3,00	8,00	6,23
Med	0,76	1,71	1,17
Sqm	1,64	1,75	1,65

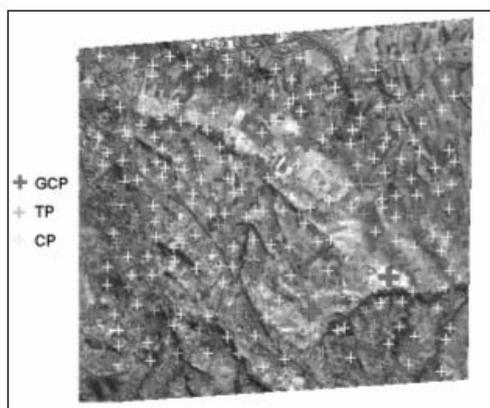


Figura 3 - Distribuzione dei punti utilizzati .

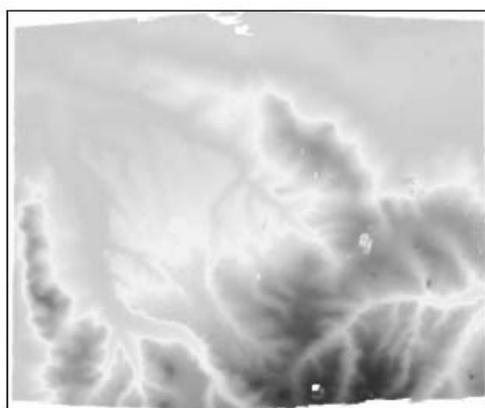


Figura 4 - DSM ottenuto dall'estrazione per le attività di verifica e validazione automatica di stereocoppia.

Tabella 2 - Accuratezze posizionali sull'asse delle Z ottenute su DSM passo griglia 5,6 -2,8 - 1,4 - 07 metri.

	Dsm 5,6 mt	Dsm 2,8 mt	Dsm 1,4 mt	Dsm 0,7 mt
N°pun	410 (GCP-TP-C)	410 (GCP-TP-C)	410 (GCP- TP-C)	410 (GCP- TP-C)
Min	-7,05	-7,68	-5,50	-11,00
Max	4,82	6,50	8,00	7,02
Med	1,50	-0,83	1,40	-1,20
Sqm	1,88	1,75	1,72	2,61

Conclusioni

In questo articolo sono state descritte le procedure di estrazione di DSM da stereocoppia di immagini acquisite dal satellite Eros B. Sono stati utilizzati circa 410 punti per verificare le accuratèzze dei DSM ottenuti. La prova effettuata dimostra che è possibile produrre modelli di superficie del terreno (DSM) da immagini Eros B. I risultati ottenuti dallo studio preliminare evidenziano la possibilità di ottenere DSM con passo griglia di 1-2 metri, con livelli di accuratezza elevati < di 2 metri (Tab. 2). Nel prossimo futuro si intende procedere alla definizione di una prova ad arte che prevede l'estrazione di DSM condotta su un numero significativo di stereocoppie acquisite da immagini Eros B e utilizzo di GCP di alta precisione. L'obiettivo è quello di ottenere una casistica che risulti significativa per una validazione scientifica.

Bibliografia

- Ager T.P. (2003) - *Evaluation of the geometric accuracy of Ikonos imagery*. SPIE 2003 AeroSense Conference, 21-25 April 2003, Orlando, Florida.
- Baiocchi V., Calcagni L., De Vendictis L., Crespi M., Iannucci G. (2004) - *Estrazione di DEM da stereocoppie Ikonos: metodologia, problemi e valutazione della qualità dei prodotti*. Atti 8^o Conferenza Nazionale A.S.I.T.A., Roma, 14-17 Dicembre 2004, 205-210.
- Baiocchi V., Crespi M., De Vendictis L., Mazzoni A., Salerno A. (2005) - *DSM estratti da stereocoppie Ikonos ed EROS A: accuratezza media e sua dipendenza dalla morfologia e dalla copertura del suolo*. Atti 9^o Conferenza Nazionale A.S.I.T.A., Catania, 15-18 Novembre 2005, 175-180.
- Crespi M., Barbato F., De Vendictis L., Poli D., Volpe F., Wang X., (2006) - *Orientation, orthorectification, DSM extraction and 3D city modeling by Cartosat-1 stereo imagery: first results of a test over Rome*. Proceedings of ISPRS International Symposium on Geospatial Databases for Sustainable Development, Goa, India.
- Lo Brutto M., Pennacchio D. (2006) - *Impiego di coppie stereoscopiche Ikonos per la produzione di modelli digitali del terreno*. Atti 10^o Conferenza Nazionale A.S.I.T.A., Bolzano, 14-17 Novembre 2006.

