

PROCESSAMENTO GEOMETRICO DI IMMAGINI QUICKBIRD BASIC

Fabio Volpe (*), Livio Rossi (*)

(*) Eurimage S.p.A., Via E. D'Onofrio 212, 00155 ROMA, tel 06 406941, fax 06 40694232
e-mail volpe@eurimage.com, rossi@eurimage.com

Riassunto

DigitalGlobe, che gestisce il satellite ad alta risoluzione QuickBird, mette a disposizione degli utenti una gamma di prodotti diversificata in funzione dell'uso previsto del dato. La scelta del prodotto di partenza condiziona in modo sensibile i risultati ottenibili in termini di precisione geometrica. Ove l'esigenza sia quella di ottenere la migliore precisione geometrica del prodotto in sede di ortorettificazione, occorre partire dal prodotto Basic. Nella presente comunicazione vengono descritti i due principali approcci applicabili per l'ortorettificazione dei dati QuickBird Basic, basati rispettivamente sull'impiego di Rational Polynomial Coefficients o sull'impiego di un modello rigoroso. Questi approcci sono entrambi resi possibili dalla disponibilità dei dati ancillari messi a disposizione dell'utente nel packaging del prodotto Basic. Lo studio, effettuato su diverse aree test, e con diverse caratteristiche morfologiche, è volto a identificare i risultati ottenibili in termini di accuratezza con ciascuno dei due approcci, servendosi di un prodotto software per il processamento di tipo strettamente commerciale, calandosi quindi nella realtà dell'utente generico. I risultati evidenziano che l'approccio basato sull'impiego del modello rigoroso consente risultati leggermente migliori.

Abstract

DigitalGlobe, operating QuickBird satellite, has tailored different products that are available for the same frame, to be chosen according to the use that must be done of satellite data. The choice of the starting product has an impact on the final results when performing the geometric processing of the imagery. Best results can be targeted when starting from the Basic product. In the paper are described the two approaches (RPCs and rigorous) that can be adopted when using this product. The results show that the rigorous model supplies slightly better results.

I prodotti QuickBird

Il satellite QuickBird, offre la migliore risoluzione spaziale (61 centimetri) disponibile sul mercato commerciale di dati satellitari. Inoltre, il satellite è in grado di acquisire su una fascia di territorio (almeno 16.5 km) notevolmente superiore rispetto a quella degli altri satelliti ad alta risoluzione. La stessa immagine QuickBird è disponibile agli utenti in più prodotti, caratterizzati da un diverso livello di processing; il prodotto più appropriato va scelto in funzione delle esigenze operative dell'utente, che possono essere molto diverse. Il prodotto Basic è quello caratterizzato da un minore processamento rispetto agli altri, ed è rivolto principalmente agli utenti che hanno esperienza di fotogrammetria e che intendono raggiungere la migliore precisione nella fase di ortorettificazione del dato satellitare. Il prodotto Basic è disponibile solo a partire da frames intere, quindi su aree minime di 272 km². All'immagine sono applicate correzioni radiometriche e di sensore; ad esempio, la risposta dei sensori viene riportata ad una matrice lineare di sensori, e vengono corrette distorsione ottica, distorsione di *scanning* e le variazioni nella velocità di acquisizione. In ogni caso,

comunque, l'immagine non viene corretta geometricamente ed inquadrata in un sistema di riferimento geografico.

Prodotti alternativi al Basic sono il QuickBird Standard ed il QuickBird Standard OrthoReady. Il prodotto Standard è stato processato con le stesse correzioni della radiometria e del sensore del prodotto Basic, ma è stato anche processato geometricamente ed ortorettificato impiegando le misure di posizionamento della scena rilevate da satellite, ed impiegando un DEM a bassa risoluzione, il GTOPO30, per la correzione delle variazioni altimetriche del terreno. Proprio in quanto processato geometricamente con dati ancillari (punti di controllo e modello digitale del terreno) di qualità medio-bassa (in confronto con la risoluzione geometrica del dato), il prodotto Standard è indirizzato ad utenti che hanno bisogno comunque di un livello di precisione geometrico medio-basso, ma che vogliono impiegare direttamente il dato all'interno di sistemi GIS senza bisogno di ulteriore *processing*. Comunque, nel *packaging* del prodotto Standard sono inseriti gli RPC (Rational Polynomial Coefficients) che consentono di migliorare, entro certi limiti, la georeferenziazione dell'immagine. Il prodotto Standard Ortho-Ready, invece, può essere considerato come intermedio tra i prodotti Basic e Standard. Il tipo di processamento subito dall'immagine è simile a quello previsto per il prodotto Standard, con la differenza sostanziale che il DEM impiegato per il processamento geometrico è un piano avente la quota media dell'area coperta dalla scena. Con questo prodotto, il livello di precisione ottenibile nel processamento geometrico della scena da parte dell'utente con l'impiego delle RPC è molto buono, paragonabile, ma non migliore, a quello realizzabile a partire dal prodotto Basic. Quando, comunque, l'esigenza principale è quella di avere la migliore accuratezza geometrica possibile, la scelta del prodotto Basic consente di ottenere i risultati migliori.

Il prodotto Basic

Il *packaging* del prodotto Basic include, oltre al file relativo all'immagine, una serie di files, chiamati ISD (Image Support Data) che servono per il processo di ortorettificazione:

- Il file di metadata, con estensione .IMD, che contiene una serie di informazioni generali relative all'immagine ed alla sua acquisizione, quali data, copertura nuvolosa, coordinate dei vertici, angoli di acquisizione sia lungo l'orbita che perpendicolarmente ad essa, dimensione media del pixel, etc.
- Il file dell'attitudine, con estensione .ATT, che contiene i valori (media e covarianza) dei parametri di attitudine del satellite rispetto al sistema ECF, calcolati in genere ogni 20 millisecondi, a partire da almeno quattro secondi prima dell'inizio dell'acquisizione e con termine almeno quattro secondi dopo la fine dell'acquisizione. I parametri descrivono un'ipotetica rotazione tridimensionale del satellite da un orientamento iniziale allineato con l'ECF.
- Il file delle effemeridi, con estensione .EPH, che contiene la posizione XYZ in metri e la velocità XYZ in metri/secondo del satellite rispetto al sistema ECF; è anche fornita la relativa matrice di covarianza. Anche questi valori sono calcolati in genere ogni 20 millisecondi, a partire da almeno quattro secondi prima dell'inizio dell'acquisizione e con termine almeno quattro secondi dopo la fine dell'acquisizione
- Il file della calibrazione geometrica .GEO, che contiene i parametri fotogrammetrici standard per la modellizzazione del sistema di ripresa, nonché la posizione e l'orientamento del sensore rispetto al sistema di riferimento del satellite.
- Il file degli RPC associati all'immagine

Da notare che il prodotto Basic è rilasciato con livello 1B. Il livello 1A è relativo all'acquisizione reale, basata su *pushbroom* con, per ciascuna banda spettrale, sei blocchi lineari di sensori che sono separati sul piano focale. L'impiego di dati 1A richiederebbe un software in grado di gestire questa geometria di ripresa basata non su unica linea di sensori, ma su più linee che hanno un offset sul piano focale. Il pre-processing di livello 1B, invece, riporta la geometria di acquisizione a quella di

un'unica matrice lineare composta da 27552 sensori per ciascuna banda spettrale, che è più facile da gestire.

L'ortorettificazione del prodotto Basic

L'impiego dei files ISD consente di supportare il processing geometrico dell'immagine Basic sia usando un approccio non parametrico, quale quello basato sugli RPC, sia un approccio parametrico, basato sull'impiego di un modello rigoroso di ripresa.

Il modello rigoroso è quello che cerca di modellare la geometria di acquisizione del satellite che varia per ciascuna linea dell'immagine. In questo compito risultano di fondamentale importanza i files ausiliari forniti a corredo dell'immagine, in particolare quelli delle effemeridi e dell'altitudine, in quanto consentono una stima della geometria di ripresa in determinati istanti, distanti pochi millisecondi l'uno dall'altro. Integrando queste informazioni con dei punti di controllo ed un modello digitale del terreno di buona qualità, è possibile realizzare delle ortorettificazioni molto precise.

L'impiego dell'altro approccio invece, basato sugli RPC, ha il grosso vantaggio di consentire il processamento geometrico dell'immagine senza necessità di informazioni sul reale processo di acquisizione dell'immagine, e quindi senza la necessità di impiegare un modello parametrico che descriva con precisione la geometria di acquisizione dell'immagine. L'impiego degli RPC consente infatti di approssimare il modello rigoroso e consente di ottenere precisioni comparabili in ortorettifica. Essendo totalmente svincolato dalla geometria di acquisizione, l'impiego dell'approccio basato sugli RPC richiede un software molto più generico, che può essere impiegato anche per altri dati satellitari. Di conseguenza, purché con l'immagine sia reso disponibile un file con gli RPC in un formato standardizzato, con lo stesso software impiegato per il processing di QuickBird è possibile gestire anche immagini di altri satelliti, mentre applicando un approccio di tipo rigoroso per ogni sensore è necessario utilizzare il relativo modello di ripresa.

Il test di ortocorrezione

Il test di ortocorrezione aveva come obiettivo quello di confrontare i risultati ottenibili, sulla stessa scena, applicando il metodo basato sugli RPC e quello basato sul modello rigoroso. Sono state considerate 4 scene QuickBird, relative ad aree collinari, con differenze di quota tra i 600 e gli 800 metri per ciascuna scena, ed angoli di acquisizione compresi tra 6 e 22 gradi.

Per ciascuna scena sono stati acquisiti 12 punti di controllo con precisione planimetrica di 30 cm, mentre la quota è stata derivata da un DEM con accuratezza di 3 metri, lo stesso poi usato per l'ortorettifica. Per ciascun frame, quattro punti di controllo sono stati acquisiti in prossimità dei quattro vertici, quattro nella zona centrale dell'immagine, e quattro nella rimanente area. Parte dei punti sono stati usati come punti di controllo (GCP), i rimanenti come punti di check (CP)

Il test è stato effettuato con un software commerciale, Leica Photogrammetric Suite, che supporta il modello rigoroso di QuickBird. Nell'impiego del modello rigoroso, non sono state fatte modifiche rispetto ai *settings* di *default* del software, mentre per quanto riguarda l'approccio basato sugli RPC è stato applicato un polinomio del primo ordine per rifinire la soluzione.

I risultati del test

Sono stati fatti diversi tests variando il numero di punti di controllo impiegati, e di conseguenza il numero dei check points. Una volta fissato il numero di GCPs, sono state scelte diverse combinazioni di punti (almeno 3) e, successivamente, sono stati mediati i valori (rmseX, rmseY, max. err, etc) ottenuti. I risultati sono stati poi mediati sulle quattro immagini. Nella parte sinistra di figura 1 è riportato come varia l'rmse totale sui punti di check al variare del numero di punti di controllo usati nel caso di RPC e di modello rigoroso. Come si vede, il modello rigoroso fornisce risultati migliori rispetto al processamento basato su RPC, con differenze che tendono a ridursi a partire da 9 punti di controllo. Differenze molto minori tra i due approcci si hanno considerando l'rmse sull'insieme di punti di check e punti di controllo, come riportato nella parte destra di figura

1. Si può notare, inoltre, che l'rmse sui check points si stabilizza intorno a poco più di un metro a partire da 7-8 punti di controllo, e l'impiego di punti di controllo aggiuntivi non sembra migliorare significativamente l'accuratezza, anche se va considerato che, al crescere del numero di punti usati come GCPs diminuisce il numero di punti disponibili come CPs.

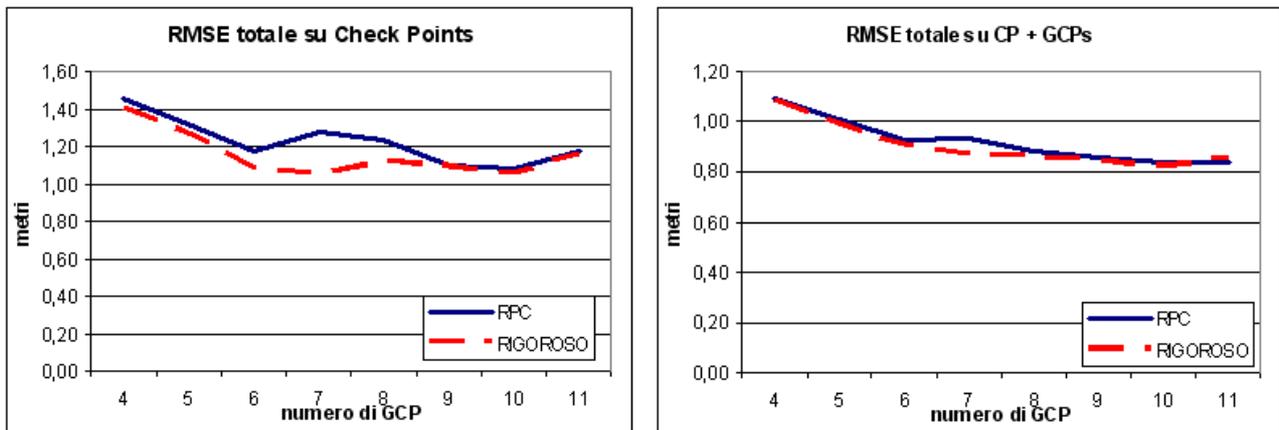


Figura 1 – A sinistra: rmse calcolato sui punti di check al variare del numero dei punti di controllo. A destra: rmse calcolato sull'insieme di punti di check e di controllo al variare del numero dei punti di controllo

E' stata poi fatta un'analisi dell'accuratezza ottenibile impiegando soltanto 5 GCPs, ma ben posizionati sull'immagine, e cioè in prossimità dei quattro spigoli e del centro. Ridurre il numero dei punti consente di ridurre il costo dei rilievi dei punti stessi; inoltre, nel caso di frames adiacenti ed in parziale sovrapposizione (generalmente frames adiacenti hanno una fascia di sovrapposizione di circa 2 km), i punti presi in prossimità degli angoli possono essere usati per il processamento di più di una frame. I risultati in termini di rmse calcolato sui rimanenti 7 CPs variano tra 0,96 ed 1,26 metri nel caso di modello rigoroso, e tra 0,99 e 1,28 metri nel caso di RPC, con rmse medio sulle 4 immagini pari in entrambe i casi a 1,10 metri.

Conclusioni

I risultati del test, condotto su aree con morfologia di vario tipo, dimostrano come con QuickBird sia possibile raggiungere accuratezze in termini di rmse mediamente di poco superiori al metro. Il test ha inoltre dimostrato come l'approccio basato sugli RPC consenta ottimi risultati, solo leggermente inferiori rispetto a quelli conseguiti con il modello rigoroso. E' comunque evidente che al crescere della superficie coperta dall'immagine, l'approccio basato sugli RPC possa mostrare dei limiti. E' prevedibile quindi che, considerando che le immagini QuickBird possono essere fornite anche su strisce di lunghezza superiore a quella della frame nominale (16.5 km), l'impiego del modello rigoroso rispetto a quello basato sui RPCs risulti preferibile al crescere del numero di righe dell'immagine rispetto alla frame nominale.

Riferimenti bibliografici

Cheng P., Smith D., Sutton S. (2005) "Mapping of QuickBird images using the RPC method", *Geoinformatics* 6/2005, 50-52
 DigitalGlobe Product Guide <http://www.digitalglobe.com> (ultimo accesso 14 Aprile. 2005)
 F.Volpe (2005) "Orthorectification of QuickBird satellite", *GeoConnexion* April 2005, 40-41