

Correzione di immagini IKONOS con numero limitato di GCPs

Questo articolo illustra i passaggi per correggere un insieme di immagini IKONOS. Quando Space Imaging (ora GeoEye) lanciò nel 1999 il satellite IKONOS - primo satellite commerciale ad 1 metro di risoluzione - segnò la storia del telerilevamento. Fino ad oggi IKONOS ha acquisito più di 275 milioni di chilometri quadrati di immagini, archiviate in data base digitali e disponibili, per chi le richiede, in tempi brevissimi.

By Philip Cheng, Francisca Gómez, Michaela Weber and Christine Flingelli

Muovendosi alla velocità di circa 7 chilometri al secondo a terra, IKONOS acquisisce dati in bianco e nero e multispettrali ad un ritmo di più di 2000 chilometri quadrati al minuto. Le immagini IKONOS forniscono accesso a qualunque area della superficie terrestre, raccogliendo ogni giorno informazioni vitali sui cambiamenti che avvengono nel territorio.

Le applicazioni possibili vanno dalla sicurezza nazionale alla valutazione dei disastri, alla pianificazione urbana, al monitoraggio agricolo. Per sfruttare i dati IKONOS in applicazioni GIS, è necessario correggere le immagini a livello geometrico. Possono essere usati due metodi: il metodo rigoroso e il metodo dei coefficienti di polinomi razionali (RPC)

Negli ultimi anni il metodo RPC di correzione delle immagini ad alta risoluzione è divenuto molto popolare, poiché richiede solo un piccolo numero di punti di controllo a terra (GCP) e in qualche caso nessun punto di controllo.

Per piccole aree con pochi ma accurati GCP o grandi aree con molti e accurati GCP, è possibile raggiungere elevate precisione di correzione, entro 1 o 2 pixel.

Spesso però il numero dei GCP è molto limitato, a causa delle difficoltà e dei costi di raccolta. La domanda in questi casi è ..come correggere un elevato numero di immagini IKONOS in modo accurato.

Il presente lavoro risponde a questa domanda, processando grandi blocchi di immagini IKONOS con il software Geomatica di PCI

Metodo RPC e software

Il metodo RPC si basa su un modello empirico/statistico sviluppato ed utilizzato durante gli anni 80. L'utilizzo di tale metodo ha ricevuto nuovo impulso con il lancio di IKONOS poiché i parametri del sensore e dell'orbita sono inclusi nei metadati dell'immagine satellitare.

Nel presente lavoro – per effettuare i test - è stata utilizzata l'ultima versione del software di PCI, Geomatica OrthoEngine. Geomatica supporta infatti la lettura dei dati, la raccolta manuale e automatica dei GCP e dei Tie Point (TP), la correzione di diversi satelliti con il modello rigoroso di Toutin o con RPC, la generazione automatica del DEM, l'ortorettifica, e la mosaicatura manuale e automatica.

Il metodo RPC di Geomatica OrthoEngine è basato sul "block adjustment" sviluppato da Grodecki e Dial ed è stato certificato da Space Imaging (www.pcigeomatics.com/support_center/tech_papers/rpc_pci_cert.pdf) Questo metodo calcola il modello matematico della correzione polinomiale per ogni immagine. Per i dati IKONOS è sufficiente una correzione polinomiale di ordine zero per raggiungere i migliori risultati, per immagini di lunghezza massima di 100km. In ogni caso OrthoEngine supporta correzioni di polinomi di ordine zero, primo e secondo.

Anche se il metodo RPC richiede solo un piccolo numero di GCP e TP, non si può raggiungere un'elevata accuratezza se i GCP non sono ben distribuiti nei blocchi. Per migliorare l'accuratezza si può usare un DEM. Durante ogni correzione la quota calcolata di ogni Tie Point può essere sostituita con quella del DEM. Questo metodo aiuta a migliorare le accuratezze relative tra le immagini orto, il che minimizza le differenze durante la mosaicatura. Questa opzione è disponibile all'interno del software OrthoEngine.

Dati

European Space Imaging ha fornito un totale di 12 scene IKONOS Geo-Ortho Kit di Madrid, Spagna. Ogni scena è corredata di immagini pancromatiche e multispettrali a 11 bit. Le date di acquisizione sono tra agosto 2004 e settembre 2005 con una copertura totale di circa 50 km di ampiezza e 88km di lunghezza. Dati vettoriali e DEM per la correzione sono stati forniti dal Madrid Regional Government.

Pan-sharpening

La disponibilità di una banda pancromatica a 1 metro insieme al multispettrale a 4 metri fornisce la possibilità di creare un'immagine pan-sharpened fondendo le due bande.

Sulla base di studi approfonditi e analisi di algoritmi esistenti di pan-sharpening, un nuovo algoritmo è stato sviluppato dal Dr. Yun Zhang all'Università di New Brunswick in Canada. Questa nuova tecnica ha risolto i due maggiori problemi del pan-sharpening – la distorsione del colore e la dipendenza dall'operatore. Per una migliore approssimazione della relazione dei valori di livello di grigio tra le bande originali e quelle pan-sharpened è stato usato un metodo basato sui minimi quadrati, in modo da ottenere una miglior rappresentazione del colore. L'algoritmo è disponibile all'interno del software Geomatica.

Solitamente le immagini pancromatiche e multispettrali devono essere processate separatamente per assicurare che i dati siano allineati prima del pan-sharpening.

Un vantaggio del prodotto IKONOS Geo-Ortho Kit consiste nel fatto che le immagini pancromatiche e multispettrali sono ricampionate esattamente l'una sull'altra. L'utente deve quindi effettuare la raccolta dei GCP e l'ortorettifica solo una volta per l'immagine pan-sharpened.

Per testare il metodo, si è prima effettuato il pan-sharpening sui dati Geo-OrthoKit. La **Figura 1a** mostra un esempio di area urbana della banda multispettrale a 4 metri, la **Figura 1b** mostra la corrispondente immagine pancromatica a 1 metro, e la **Figura 1c** mostra l'immagine pan-sharpened.



Figura 1a – Immagine multispettrale a 4 metri



Figura 1b – Immagine pancromatica a 1 metro

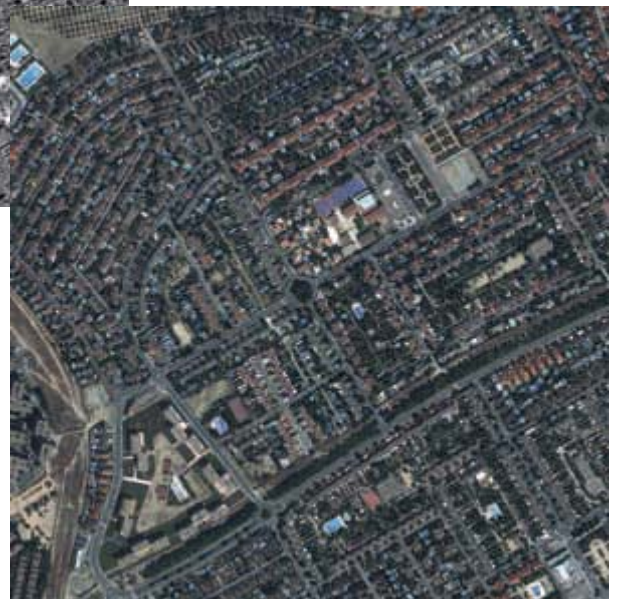


Figura 1c – Immagine pan-sharpened a 1 metro

Le immagini pan-sharpened non hanno riportato alcun problema, e hanno dimostrato che è possibile effettuare il pan-sharpening dei prodotti Geo-Orhto Kit prima della correzione

Risultati

Sono stati raccolti in totale 79 GCP e 40 TP usando il vettoriale 1:10000 fornito. La quota dei punti è stata estratta dal DEM. L'accuratezza è sicuramente influenzata dal numero e dalla distribuzione dei GCP. In generale è meglio raccogliere almeno uno o due GCP per immagine - si è potuto verificare infatti che raccogliere più GCP non ha migliorato il risultato in modo significativo. In alternativa si può raccogliere almeno un GCP per ogni angolo dell'immagine. In entrambi i casi si produce un errore non superiore ai 4 metri.

Ortorettifica

Il processo di correzione geometrica (ortorettifica) è stato applicato ad ogni immagine, utilizzando il DEM e producendo immagini pan-sharpened ortorettificate a 4 bande di circa 5 gigabytes

Mosaicatura automatica

Dopo aver generato le immagini ortorettificate, è necessario mosaicarle. Solitamente questo è un processo lungo da eseguire manualmente, poiché l'utente deve trovare la miglior posizione per le cutline ed applicare un bilanciamento del colore per minimizzare le differenze tra le immagini. Nel software OrthoEngine è stata sviluppata una tecnica di mosaicatura e bilanciamento del colore automatici.

Il software esegue la ricerca automatica delle cutline senza bisogno dell'intervento diretto dell'operatore. La mosaicatura automatica di 12 immagini in un file finale di circa 40 gigabytes, ha richiesto circa 9 ore di processamento su un Pentium IV a 3.0 GHz.

La **Figura 2** mostra il mosaico finale.

In conclusione...

È possibile effettuare il pan-sharpening su dati IKONOS Geo-Ortho Kit prima del processamento, in modo da ortorettificare solo l'immagine pan-sharpened. Il metodo RPC può essere usato per correggere dati IKONOS; per un miglior risultato è preferibile raccogliere almeno un GCP per immagine. I Tie Point con la quota associata dovrebbero essere usati per migliorare l'accuratezza della correzione. La mosaicatura automatica, con bilanciamento di colore, permette di risparmiare notevolmente tempi e costi di processamento

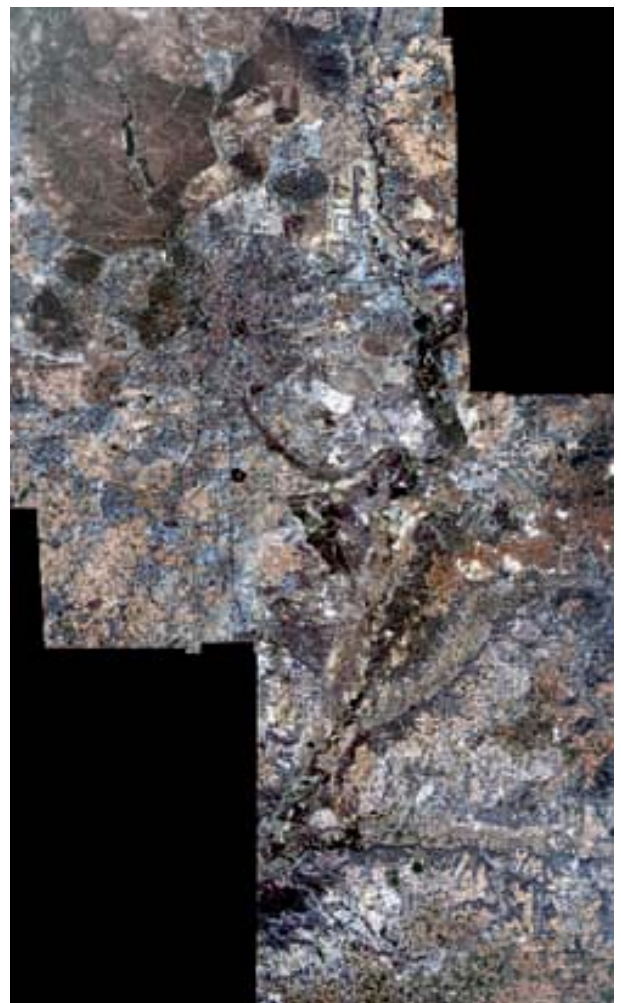


Figura 2 – Mosaico di 12 immagini pan-sharpened