

Interferometria e Radargrammetria su dati SAR ad alta risoluzione

Massimo Zotti (*), Giulio Ceriola (**)

Planetek Italia s.r.l., Via Massaua 12, I-70123 Bari, Italy, tel. +390809644200, fax +3908096442299

(*) E-mail zotti@planetek.it, <http://www.massimozotti.it>, (**) E-mail ceriola@planetek.it, <http://www.planetek.it>

Riassunto

La crescente disponibilità di immagini satellitari acquisite da sensori SAR (radar ad apertura sintetica) ad alta risoluzione, operanti in banda X, offre importanti opportunità durante le fasi di crisi. La capacità di operare in ogni condizione meteorologica e di illuminazione, e con particolare riferimento alla costellazione COSMO-SkyMed, la possibilità di sfruttare intervalli temporali di rivisita di poche ore ed ottenere prodotti elaborati in tempi rapidi, costituiscono un prezioso input per le operazioni di *fast mapping* e l'aggiornamento cartografico speditivo.

Per avvicinare i professionisti della geomatica all'utilizzo di quest'importante fonte informativa, ed essere attrezzati per il salto di qualità nel monitoraggio e la gestione, in particolare degli eventi calamitosi, sono disponibili strumenti software potenti e semplici da usare come la Radar Mapping Suite di ERDAS Imagine, ed appositi percorsi formativi come quello predisposto da Planetek Italia, azienda che opera da oltre un decennio nel settore.

La RADAR Mapping Suite è una famiglia di strumenti complementari a ERDAS IMAGINE che permette di elaborare tutti i dati acquisiti da sensori radar, ed effettuare tanto interferometria in banda X quanto applicazioni di "radargrammetria", ovvero di estrazione di DEM da coppie stereo di immagini SAR.

Abstract

A growing availability of high resolution satellite images from SAR sensors (Synthetic Aperture Radar), operating in x band, offers relevant opportunities, notably during crisis or disaster events. The advantage of operating in every meteorological and lighting condition and, with reference to the COSMO-SkyMed constellation, the very short revisit time that let operators rapidly produce reports from processed data, is a precious support for the operations of fast mapping and fast updating of cartography. Professionals who are in charge of these kind of operations need a specific education in order to take advantage from these technologies. Planetek Italia is offering to geomatic specialist a training course that conjugates its Earth Observation background and experience with the power and simplicity of use of the ERDAS Imagine Radar Mapping Suite. The RADAR Mapping Suite is a family of complimentary instruments in ERDAS IMAGINE made to process and manage all the data collected from radar sensors, and to carry out both interferometry in x band and "radargrammetry", namely the extraction of DEMs from SAR stereo images.

Lo scenario: disponibilità di dati radar

Negli ultimi anni si è assistito a crescenti investimenti realizzati a livello internazionale dai principali Paesi e Compagnie nazionali o private nello sviluppo di sensori RADAR e nella ricerca applicata. Questi investimenti hanno avuto come risultato il lancio di satelliti RADAR ad altissima risoluzione, ed un conseguente utilizzo sempre più massiccio di dati RADAR per applicazioni di *map-*

ping. L'alta risoluzione temporale dei sensori RADAR risulta infatti utile in molte applicazioni legate alla Difesa ed alla Protezione Civile.

Come conseguenza di tale evoluzione del mercato, i principali *vendor* di strumenti software per l'immagine processing hanno investito sempre più nello sviluppo di tecnologie SAR, implementando nuovi modelli, algoritmi, interfacce e moduli per la lettura e l'elaborazione avanzata di tali dati.

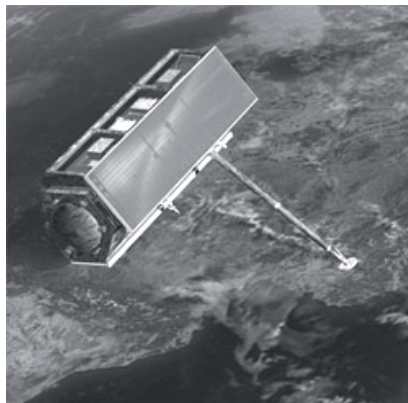


Figura 1 - Il satellite TerraSAR-X

Lo scenario attuale si presenta molto sfidante. Infatti, affianco ai tradizionali satelliti radar delle missioni ERS-1, ERS-2, EnviSat, RADARSAT-1, RADARSAT-2 e ALOS PALSAR, si vedono affermare sempre più i nuovi sensori con altissime risoluzioni che forniscono dati in banda X, come quelli a bordo della costellazione Cosmo SkyMed, fiore all'occhiello dell'industria aerospaziale italiana, o della missione TerraSAR-X.

Com'è noto i satelliti della costellazione Cosmo SkyMed (ce ne sono già tre in orbita, ed il quarto sarà lanciato nella prima metà del 2010) sono in grado di acquisire immagini radar in banda X indipendentemente dalle condizioni meteo, sia di giorno che di notte. Questi dati sono estremamente utili in tutti i casi in cui per esempio si deve realizzare rapidamente una mappa di un'area alluvionata quando ancora la stessa area è coperta da nuvole, come normalmente accade in occasione di eventi meteorologici molto intensi.

Infatti le immagini SAR sono l'ideale per individuare aree dove c'è la presenza di acqua superficiale, perché il segnale del satellite Radar viene interamente riflesso dalla superficie dell'acqua (che tipicamente è piatta) nella direzione opposta al satellite. L'assenza di segnale è quindi rappresentata, nell'immagine SAR, da aree completamente nere. Si veda ad esempio la Figura 2 che rappresenta una delle prime immagini acquisite dalla missione Cosmo-SkyMed sul Delta del fiume Po. Lo stesso, in termini di immediata riconoscibilità, vale per le strade asfaltate, che infatti sono sempre molto ben individuabili in questo genere di immagini.



Figura 2 - Immagine Cosmo-SkyMed del Delta del Po (©ASI)

Estrarre informazioni cartografiche aggiornate partendo da immagini Radar ad altissima risoluzione richiede l'utilizzo di strumenti specialistici che ne consentano, tuttavia, anche l'utilizzo ad utenti meno esperti e che non possiedono grosse competenze teoriche legate all'elaborazione di dati radar. La disponibilità di prodotti software quali la Radar Mapping Suite della ERDAS, di cui si parla oltre in questo documento, semplifica quindi l'approccio con questa tipologia di dati anche agli operatori meno esperti, valorizzando quindi al massimo l'importante contenuto informativo insito nelle immagini SAR ad alta risoluzione.

In particolare le applicazioni di cosiddetta **Radargrammetria** richiedono l'utilizzo di dati ortoretti e proiettati, per l'estrazione di modelli digitali di elevazione (DEM) aggiornati o la mappatura speditiva del territorio in tutti i casi in cui le condizioni ambientali o meteorologiche impediscono di effettuare riprese con sensori di tipo ottico aviotrasportati o su piattaforma satellitare. La Radar Mapping Suite di ERDAS fornisce, con i moduli StereoSAR DEM e OrthoRadar, gli strumenti per l'ortorettore dei dati e l'estrazione delle quote del terreno; il modulo Interpreter è quello utile, in perfetta sequenza logica, ad estrarre l'informazione cartografica dal dato mediante l'uso di opportuni filtri e tecniche d'analisi.

Tecniche interferometriche differenziali

Un'altra importante applicazione dei dati radar ad alta risoluzione è legata all'utilizzo di tecniche interferometriche differenziali, che dimostrano tutto il loro potenziale in applicazioni legate al monitoraggio del territorio ed alla prevenzione dei rischi, in particolare di tipo sismico ed idrogeologico.

Le analisi interferometriche si basano sull'utilizzo di immagini di una stessa zona geografica acquisite con le stesse caratteristiche geometriche (orbita, angolo di vista, ecc.), ma in tempi diversi, allo scopo di misurare, mediante l'utilizzo di algoritmi specifici, deformazioni della superficie terrestre.

Anche questo tipo di analisi, fino a qualche tempo fa riservato alla ristretta cerchia di tecnici specialisti, è oggi alla portata di un'utenza più vasta grazie alla disponibilità di strumenti come l'IMAGE SAR Interferometry, un componente della già citata Radar Mapping Suite di ERDAS, che con il modulo IMAGE DInSAR consente di confrontare dati storici ed effettuare così in ma-

niera semplice ed efficace l'analisi dei cambiamenti altimetrici occorsi sul territorio, utili per studiare fenomeni quali la subsidenza o la crescita di un domo lavico.

L'IMAGE SAR Interferometry include in buona sostanza tutti i moduli della ERDAS finalizzati all'utilizzo dell'interferometria come tecnica di estrapolazione dell'informazione contenuta nei dati SAR, tra cui va segnalato senza dubbio il modulo per la Coherence Chage Detection.

Questo nuovo modulo fornisce una serie di strumenti utili a supportare l'operazione di analisi dei cambiamenti su immagini radar, acquisite a distanza di tempo una dall'altra, mediante interferometria. Tali funzionalità sono utili per gli utenti più "avanzati", ma non solo. Gli utenti avanzati hanno la necessità di effettuare le operazioni di "preprocessing" standard, in maniera più veloce ed efficiente possibile, con la garanzia della qualità equivalente a quella di un lavoro "da operatore", controllato manualmente. In seguito potranno applicare al risultato del pre-processing (sfruttando in particolare la possibilità di avere l'output in tutti i formati e le proiezioni supportate da ERDAS) eventuali metodi od algoritmi proprietari, da affiancare ai risultati ottenuti precedentemente in maniera speditiva.

Allo stesso tempo, gli strumenti del modulo Coherence Change Detection (CCD) sono estremamente utili anche per gli utenti che hanno bisogno di un tool completo, che li porti dal preprocessing sino ad ottenere un risultato significativo e di qualità, con pochi passaggi ed utilizzando un unico prodotto software.

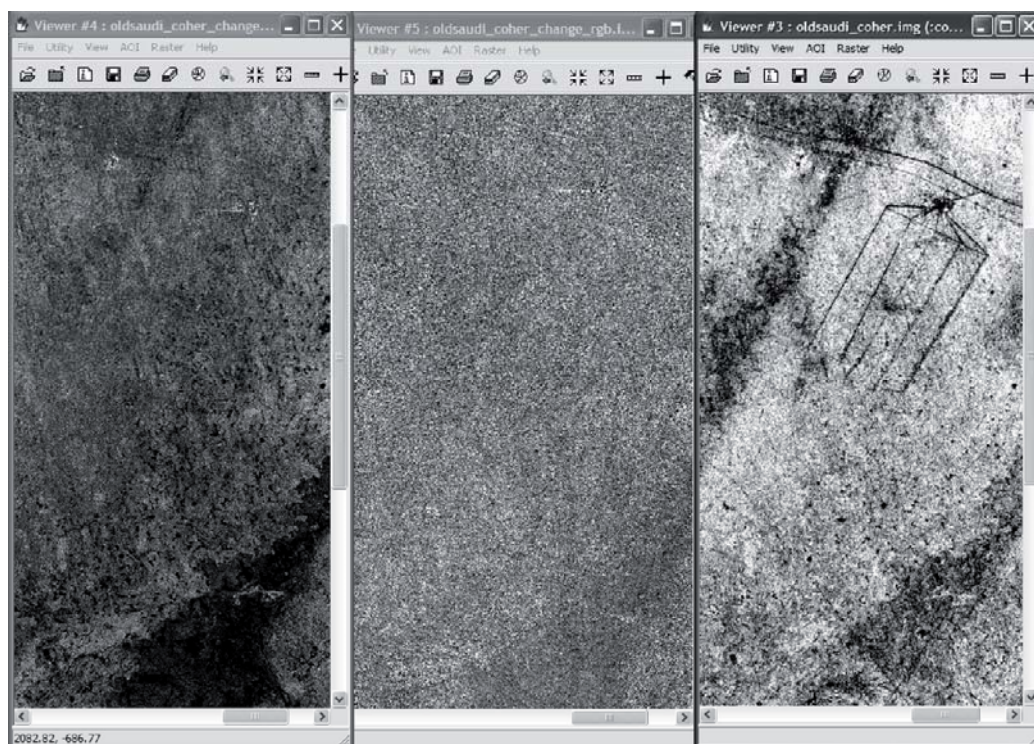


Figura 3 - Studio di coerenza sull'area di un impianto di estrazione in Arabia Saudita

La possibilità di eseguire le operazioni in *batch* è forse l'aspetto più importante, in quanto risponde all'esigenza, sempre più emergente, di rendere quanto più automatica possibile l'analisi di cambiamenti su grandi aree e con frequenza temporale minima, e quindi meno *resource-consuming* possibile. Basti pensare alle capacità di acquisizione di una costellazione come Cosmo Sky-Med, che quando sarà completamente operativa immetterà sul mercato una quantità senza precedenti di dati multitemporali acquisiti sulla stessa area, di giorno o di notte, in qualsiasi condizione meteorologica. Strumenti come il CCD semplificano proprio il lavoro di confronto tra il dato appena acquisito e quelli già disponibili sulla stessa area, consentendo di identificare immediatamente le variazioni intervenute sul territorio.

L'offerta educativa specialistica

Planetek Italia s.r.l., sulla base della sua più che decennale esperienza in attività di monitoraggio del territorio legate all'utilizzo di dati acquisiti da piattaforme radar, ed in qualità di distributore della ERDAS per il territorio italiano, ha predisposto appositamente un **modulo formativo** che vuole soddisfare le esigenze di utenti interessati a sfruttare le caratteristiche di questi dati, pur senza detenere un background adeguato. Questo modulo formativo mira infatti a fornire ai partecipanti le nozioni per utilizzare la Radar Mapping Suite di ERDAS e renderli in grado di estrarre il massimo contenuto informativo da dati SAR ad alta risoluzione.

Gli argomenti trattati spaziano dall'estrazione di modelli delle superfici utilizzando tecniche interferometriche, all'estrazione degli stessi da coppie stereo di immagini SAR, approfondendo quindi le differenze tra le tecniche interferometriche da quelle di cosiddetta "radargrammetria".

Durante le sessioni d'aula, che affiancano opportuni momenti teorici ad approfondite esercitazioni pratiche, vengono fornite le nozioni per ortorettificare immagini SAR ad alta risoluzione mediante uso delle effemeridi o di modelli di sensori, e le principali tecniche per interpretare immagini Radar, effettuare correzioni radiometriche, usare dati SAR in combinazione con dati ottici mediante tecniche di *sensor merge* e *data fusion*. In particolare il corso illustra come ridurre lo Speckle, evidenziare il contrasto dei bordi delle *features*, migliorare l'immagine in termini visivi, analizzare la tessitura, regolarne brillantezza e luminosità, effettuare correzioni nella direzione trasversale alla direzione di volo (*slant range*) ed effettuare correzioni radiometriche legate all'effetto del suolo.

Con riferimento alle applicazioni di Radargrammetria viene utilizzato il modulo Image Stereo-SAR DEM per estrarre modelli digitali del terreno. Successivamente, grazie alle funzionalità del modulo Image OrthoRadar, si procede alla georeferenziazione ed ortorettifica di immagini SAR, usando o meno *Ground Control Points*, e comparando infine i risultati ottenuti con le diverse metodologie di ortorettifica.

Gli strumenti del modulo Image SAR Interferometry vengono poi sfruttati per il filtraggio e la calibrazione di immagini radar, ed in particolare per l'estrapolazione di informazioni altimetriche da coppie stereo o coppie interferometriche di dati SAR, a prescindere dalla copertura nuvolosa e dalle condizioni di illuminazione delle immagini, per la creazione di immagini a colori per enfatizzare il cambiamento in termini di magnitudine, per la derivazione di immagini binarie con i cambiamenti più drastici, e per la creazione di *shapefiles* per applicazioni GIS.

L'obiettivo di questo modulo formativo è quindi fornire competenze tecniche e pratiche che siano di valido ausilio in tutte le situazioni di emergenza, in cui si ha bisogno di avere informazioni dettagliate e precise sul territorio colpito dalla calamità, quasi in tempo reale: i dati radar oggi permettono di avere a disposizione delle istantanee della situazione a breve tempo dall'emergenza verificatasi, poiché possono acquisire immagini anche di notte e con presenza di copertura nuvolosa. Contestualmente gli operatori hanno bisogno anche degli strumenti software per elaborare queste imma-

gini ed estrarne l'informazione necessaria alla gestione dell'emergenza stessa, e questo corso di formazione spiega esattamente come utilizzare tali strumenti.

Le informazioni dettagliate sul corso di formazione “Estrarre informazioni da immagini SAR” sono disponibili sul sito web di Planetek Italia s.r.l. all’indirizzo <http://www.planetek.it/corsi.asp>

Segnaliamo anche il Corso On-Line gratuito di Telerilevamento <http://www.planetek.it/corsotlr>