

Confronto tra metodologie pixel-based vs. object-oriented per la classificazione di dati telerilevati ad alta risoluzione

Cristina Tarantino (*), Guido Pasquariello (*), Palma Blonda (*)

(*) ISSIA-CNR, Via Amendola 122/D-O, +390805929433, +390805929460, {cristina, blonda,guido}@ba.issia.cnr.it

Riassunto

La classificazione di dati telerilevati ad alta risoluzione spaziale per l'estrazione di mappe di uso del suolo rappresenta una problematica di non semplice soluzione: l'alta risoluzione spaziale è limitata da una bassa risoluzione spettrale che rende necessaria l'integrazione, specie in assenza di scene fenologicamente differenti, dell'informazione spettrale, associata ai pixel dell'immagine, con altri tipi di informazione (spaziale, contestuale, relazionale). In tale lavoro l'approccio tradizionale, puramente spettrale, detto "pixel-based", prodotto sia con tecnica di classificazione supervisionata standard *Maximum Likelihood* che con una metodologia sperimentale "rule based", è confrontato con un approccio di tipo "object-oriented" che utilizza anche l'informazione associata agli oggetti che caratterizzano la scena. Nel lavoro sono stati considerati due distinti dataset di immagini Quickbird relativi ad aree geografiche notevolmente differenti fra di loro.

L'implementazione della metodologia "pixel-based" ha previsto l'integrazione dell'informazione spettrale con quella tessiturale di varianza e/o entropia. Un'ulteriore sperimentazione è stata eseguita adoperando un sistema di regole spettrali in grado di estrarre *feature* alle quali applicare relative soglie e consentire l'estrazione dei principali tematismi della scena. Infine è stata testata la metodologia "object-oriented", applicata utilizzando il modulo "feature analyst" del software Envi 4.6, eseguendo dapprima una segmentazione della scena e, una volta individuati gli oggetti spettralmente omogenei, sono state considerate diverse *feature* relative alla forma dell'oggetto, al suo contesto, alla sua posizione, alla sua tessitura, ed individuate su di esse opportune soglie per associare gli oggetti alle diverse classi. Le scene considerate sono caratterizzate essenzialmente da aree urbane, campi agricoli, aree boschive.

Dal confronto tra le mappe di uso del suolo prodotte emerge una minore rumorosità conseguita con la metodologia "object-oriented" che, come prevedibile, utilizza l'informazione associata ad un gruppo di pixel e non ad ogni singolo elemento della scena.

Abstract

Classification of remote sensed data at high spatial resolution for the extraction of land use maps has not a simple solution: high spatial resolution is limited by a low spectral resolution which needs of the integration, mainly in the absence of phenologically different scenes, with other kinds of information (spatial, contextual, relational) not only associated to the pixels of the image. In this work the traditional approach, purely spectral, called "pixel-based", produced both with a standard supervised classification technique as *Maximum Likelihood*, and with a sperimental "rule based" methodology has been compared with an approach called "object-oriented" which uses information associated to the objects in the scene. Two different dataset of Quickbird images related to geographic areas very different one from the other have been considered. The implementation of the "pixel-based" methodology has been realised by the integration of spectral and textural (variance and/or entropy) information. Another experimentation has been realised with a spectral rules system able to extract features and then the main thematisms of the scene using adjusted thresholds. Then an "object-oriented" methodology has been tested using the "feature analyst" module of Envi 4.6 soft-

ware, firstly extracting a segmentation of the scene and then, after the individualization of spectrally omogenous objects, different features relative to the shape, the context, the position, the texture of the objects with adapted tresholds on them to associate the different classes to the objects. The scene are characterized mainly by urban areas, arable lands, woodlands. Comparing the different land use maps produced a low noiseless associated to the “object-oriented” methodology emerges due to the fact, according to the prevision, that it uses the information associated to a group of pixels and not to a single element of the scene as a single pixel.

Introduzione

L'affermarsi dei sensori ad alta risoluzione spaziale porta con sé l'esigenza di considerare nuove strategie di classificazione da applicare alle immagini telerilevate per l'estrazione di mappe di uso del suolo: la bassa risoluzione spettrale non consente infatti di utilizzare le informazioni associate alle bande nell'infrarosso. In tal modo un classificatore che utilizzi le metodologie standard di tipo “*pixel-based*” basate sull'uso del dato spettrale associato a ciascun pixel della scena non possiede elementi sufficienti per discriminare tra le diverse classi di copertura del suolo. Il problema è spesso affrontato aumentando, laddove possibile, il numero di immagini relative a stagioni diverse della stessa scena, adoperando un sistema di regole caratterizzato dall'estrazione di feature particolari con opportune soglie o integrando l'informazione spettrale con informazione di tipo tessiturale. In tutti questi casi si conseguono dei miglioramenti nella discriminazione delle classi rispetto al caso di una classificazione standard supervisionata di tipo puramente spettrale che utilizzi una sola immagine. Recentemente in letteratura si sta considerando di cambiare la metodologia di classificazione individuando nella scena gli oggetti spettralmente omogenei ed estrarre, poi, per essi delle regole per l'attribuzione di tali oggetti alle classi che siano definite su feature calcolate per ogni oggetto come valore medio della specifica proprietà su tutti i pixel appartenenti all'oggetto considerato. In tal modo è possibile considerare anche feature di tipo spaziale, contestuale, relazionale integrando l'informazione spettrale. Come è prevedibile la mappa risultante presenta una minore rumorosità dovuta ai pixel misclassificati poiché le feature considerate in input al classificatore sono relative alle proprietà di un gruppo di oggetti e non di ogni singolo pixel.

Dataset

È stata considerata una sola scena Quickbird datata 7 agosto 2008 e relativa ad un'area a nord di Collazione in Umbria (Italia) di circa 3 km x 400 m. Il dato spettrale nelle 4 bande del visibile e vicino infrarosso alla risoluzione spaziale iniziale di 4 metri, mediante una procedura di pansharpening, è stato portato alla risoluzione spaziale di 60 cm propria del pancromatico. In tal modo si è sfruttato il miglior livello di dettaglio spaziale con la migliore informazione spettrale disponibile.



Fig.1 – Immagine Quickbird. Composizione in falsi colori RGB-432

La mappa di uso del suolo che si è voluto produrre riproduce 7 classi individuate mediante fotointerpretazione sulla stessa scena satellitare: non classificato, antropico, acqua, altro, latifoglie, seminativi vegetati e non, campi arati o alberati. La classe “altro” è relativa alle zone di ombra particolarmente evidenti ad alte risoluzioni spaziali.

Sperimentazione

Innanzitutto è stata eseguita una classificazione standard supervisionata della scena utilizzando il classificatore statistico Maximum Likelihood e acquisendo un numero sufficientemente rappresentativo di campioni di training. In input al classificatore sono state fornite inizialmente le sole 4 bande spettrali con il conseguimento di una mappa con evidenti misclassificazioni nella individuazione della classe relativa ai campi alberati oltre all'urbano spesso confuso con i seminativi non vegetati. Anche l'Overall Accuracy (OA) è risultata di appena il 57%. Successivamente sono state aggiunte in input al classificatore le misure di tessitura relative alla varianza della vicino infrarosso più idonea a discriminare l'informazione relativa ai campi alberati in quanto maggiormente sensibile alla risposta della vegetazione (Tarantino, 2007). Il risultato finale in tal caso ha conseguito un lieve miglioramento riportando un'OA del 71% ma con ancora evidenti problemi di misclassificazione del tipo già descritto nel caso di feature solo multispettrali.

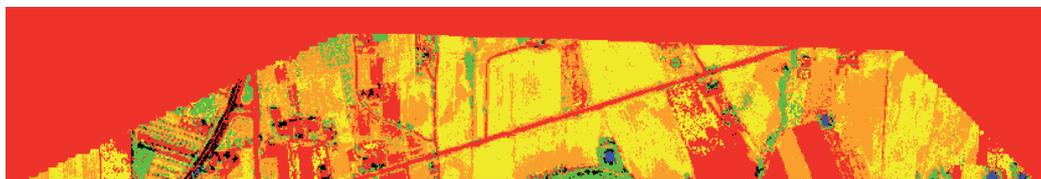


Fig.2 – Classificato pixel-based con Maximum Likelihood e l'uso di feature spettrali e di tessitura

Un'ulteriore applicazione della metodologia pixel-based è stata tentata adoperando un sistema sperimentale di regole di natura strettamente spettrale (Baraldi et al., 2006): l'immagine ottenuta appare discriminare alquanto dettagliatamente la scena individuando in essa delle categorie spettrali da etichettare a posteriori in base ai 7 tematismi di interesse. Essendo la metodologia ancora in fase sperimentale si fornisce un esito solo qualitativo relativo alla visualizzazione della scena.

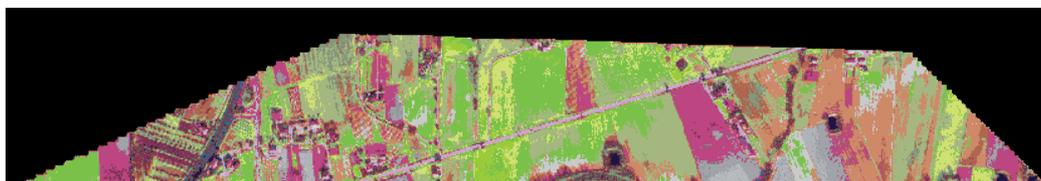


Fig.3 – Classificato pixel-based con metodologia sperimentale "rule based"

Infine è stata eseguita una classificazione con metodologia "object-oriented" mediante l'utilizzo del modulo "Feature Extraction" del software Envi 4.5 (Envi help, 4.6): esso consente l'estrazione di feature spettrali, spaziali, tessiturali su oggetti individuati previa segmentazione della scena. Sulle feature mediante individuazione di opportuni valori di soglia è possibile utilizzare delle regole per l'attribuzione dei diversi oggetti tematismi nella scena. Il modulo non consente l'utilizzo di feature di contesto per cogliere le relazioni tra gli oggetti tuttavia permette di individuare una soglia sui valori di *brightness* dell'immagine segmentata in modo da raggruppare oggetti con *brightness* simile così da discriminarli da tutti gli altri ed operare con regole ad hoc solo per essi. Pertanto, dopo aver segmentato la scena, sono state individuate soglie sui valori di input per gruppi di oggetti spettralmente simili e per ognuno di tali gruppi sono state specializzate le feature con le relative soglie su di esse scrivendo in tal modo le regole per l'attribuzione degli oggetti alle classi. Accanto a feature spettrali come l'NDVI, valore medio per le diverse bande sono state considerate l'area, operatori di direzionalità, misure di tessitura come la varianza e l'entropia etc. In tal modo è stato possibile distinguere i seminativi non vegetati dagli edifici utilizzando l'informazione di estensione maggiore dei primi e con operatori di direzionalità individuare i campi alberati o arati.

L'OA ottenuta è stata del 92.5% e accanto ad un tale incoraggiante risultato si colloca un buon esito generalizzato della mappa prodotta come si evince da una immediata fotointerpretazione della scena che ha perso la caratteristica rumorosità propria della tecnica pixel-based poiché si considerano non più proprietà puntuali associate ad ogni singolo pixel. Il modulo software adoperato è comunque limitato nella disponibilità di operatori utilizzabili oltre a richiedere spesso processing da svolgere all'esterno di esso nell'ambito di un GIS data la scarsa versatilità nel non consentire la gestione dei soli oggetti non ancora etichettati.

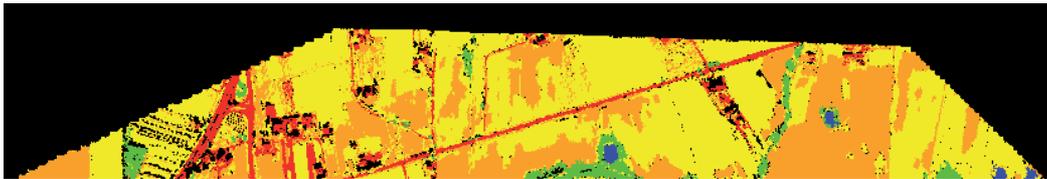


Fig.4 – Classificato object-based con il modulo “Feature Analyst” di Envi 4.6

Di seguito, in Fig. 5a è illustrato un dettaglio della scena in cui si distinguono, in falsi colori RGB-432, chiaramente delle strade (a diversa riflettanza), edifici, campi alberati, ombre, seminativi vegetati e non. La Fig. 5b illustra la corrispondente mappa conseguita con la classificazione pixel-based con Maximum Likelihood e feature sia spettrali che tessiturali.

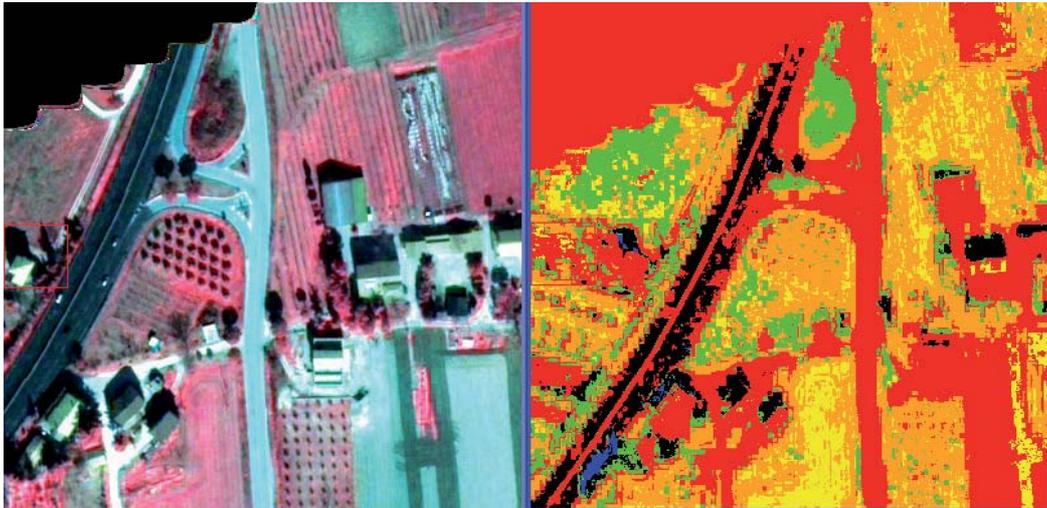


Fig.5a –Dettaglio immagine Quickbird

Fig.5b –Dettaglio classificato con metodo Maximum Likelihood

La Fig. 5c mostra la mappa prodotta con il metodo pixel-based basato sull'uso di regole spettrali affiancata da Fig. 5d in cui si mostra il risultato della classificazione object-based.

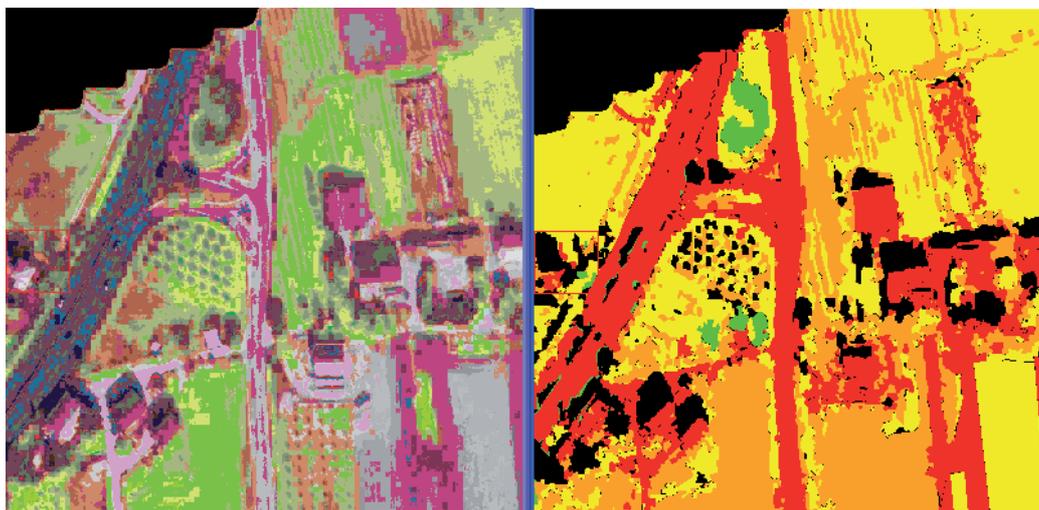


Fig.5c –Dettaglio classificato con metodo Rule Based

Fig.5d –Dettaglio classificato con metodo Object-Based

Conclusioni

Il risultato incoraggiante conseguito permette di considerare la metodologia object-based all'avanguardia accanto alla pixel-based e sicuramente più idonea a cogliere strutture caratterizzate da attributi non puramente spettrali: ne è un esempio la classe dei campi alberati o arati. Le limitazioni del modulo feature extraction, come illustrato, hanno sicuramente inficiato il risultato che poteva essere conseguito oltre che con una migliore accuratezza (almeno per talune classi) anche con un minore dispendio di lavoro accessorio manuale. Allo stato della release attuale il modulo non consente di conseguire la classificazione di una scena satellitare in maniera autonoma senza il ricorso all'uso indispensabile di un gis.

Bibliografia

Envi help 4.6

A. Baraldi , V. Puzzolo, P. Blonda, L. Bruzzone, C. Tarantino (2006), “Automatic spectral rule based preliminary mapping of calibrated Landsat TM and ETM+ Images, *IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing*, Vol. 44, No. 9: 2563-2586

C. Tarantino (2007), “Produzione di mappe di uso del suolo da dati a media (Landsat) ed alta (Quickbird) risoluzione”, *RI – ISSIA / CNR – Nr. 4/ 2007*

