

INTEGRAZIONE TRA TECNICHE DI CLASSIFICAZIONE E SEGMENTAZIONE OBJECT-ORIENTED PER IL MONITORAGGIO DEL TERRITORIO RURALE NELL'AREA EMILIANO-ROMAGNOLA

Michaela De Giglio, Alessandro Mognol, Michela Zanni

DISTART, Università di Bologna, Viale Risorgimento, 2 – 40136 Bologna,
(michaela.degiglio, alessandro.mognol, michela.zanni)@mail.ing.unibo.it

Riassunto

Lo scopo del progetto, all'interno del quale si colloca il presente lavoro, è la realizzazione di un Sistema Informativo Geografico per il monitoraggio e la gestione delle colture, basato sull'integrazione di differenti tipi di dati, sia in termini di formato che di provenienza, tra i quali immagini satellitari a diversa risoluzione geometrica e spettrale (QuickBird e Aster). La creazione di un sistema liberamente accessibile e che consenta la fruizione da parte degli utenti di dati costantemente aggiornati, può rappresentare un utile strumento nell'ambito di studi sull'uso del suolo e, in generale, sul territorio. Tra le numerose fasi previste dal processo, le maggiori difficoltà sono riscontrabili nell'integrazione di tecniche di elaborazione delle immagini satellitari da cui derivano le informazioni, qualitative e quantitative, che caratterizzano l'area di studio. Nello specifico verranno illustrate le operazioni necessarie alla predisposizione dei dati da inserire nel GIS e, in particolare, le tecniche di segmentazione e di classificazione delle immagini telerilevate.

Abstract

Aim of the project, inside of which the present work is placed, is the creation of a Geographical Information System for the growing monitoring and management based on the integration of different type of data, in term of format and source, and particularly satellite images with different geometrical and spectral resolution (QuickBird and Aster). The creation of a open source system with availability of updated data, could be an useful tool for land use or environment studies. One of the main difficulty in the process is represented by the integration of satellite image processing techniques, from which issue qualitative and quantitative information about the studied area. This paper shows the necessary operations for preparation of data to be stored in a GIS, and, in particular, segmentation and classification techniques of remote sensing images.

Introduzione

Lo scopo finale del lavoro è la progettazione di un Sistema Informativo Geografico per la gestione e il monitoraggio delle colture basato sull'elaborazione e sull'integrazione di differenti fonti informative, ovvero immagini satellitari, mappe tematiche, mappe catastali, dati sulle coltivazioni, ecc.

Poiché la presente ricerca ha origine dalla necessità di studiare e monitorare costantemente il territorio e la sua vulnerabilità, essa è indirizzata a due tipologie principali di utenti: da un lato la comunità scientifica, che richiede la possibilità di accedere liberamente ad un sistema completo e aggiornato di dati per approfondire gli studi sull'uso del suolo e sulle sue variazioni, dall'altro le associazioni degli agricoltori che necessitano di un sistema per la gestione delle dichiarazioni dei loro associati che sia integrato con dati spaziali.

Lo strumento GIS permette di archiviare e coordinare tutti i dati geografici disponibili per una specifica area, soprattutto quando queste informazioni provengono da enti diversi, sia pubblici che privati, sono rappresentati in differenti formati e sistemi di riferimento, e non sono aggiornati o facilmente consultabili, come accade per la zona interessata da questa applicazione, la fascia costiera emiliano-romagnola.

Il processo di integrazione di tutte le informazioni richiede le seguenti fasi: riorganizzazione dei dati e loro conversione in formato digitale, georeferenziazione degli stessi in un unico sistema di riferimento cartografico, progettazione del database, digitalizzazione delle immagini QuickBird per la delimitazione dei singoli appezzamenti, classificazione dell'uso agricolo del suolo mediante immagini multispettrali ASTER, creazione della procedura automatica per l'aggiornamento delle singole colture.

Area di studio e dati disponibili

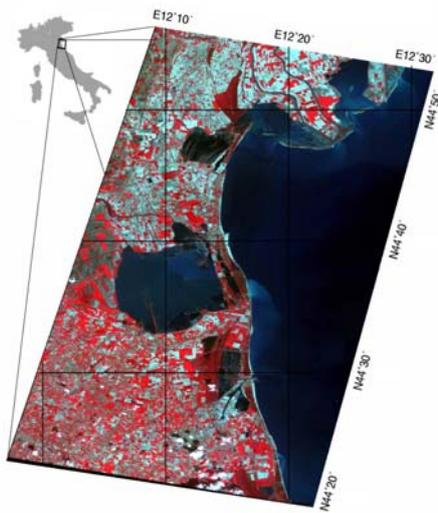


Figura 1- Area di studio

L'area oggetto di studio, parzialmente tutelata per il suo patrimonio ecologico e ambientale, è la zona costiera compresa tra il Delta del Po e il confine meridionale della provincia di Ravenna (Fig.1). Il territorio osservato, sottoposto ad un intenso sfruttamento agricolo, risulta oggi suddiviso in un numero elevato di terreni, di dimensioni variabili e con colture differenti, sia arboree che erbacee, caratterizzati da un'alta variabilità stagionale. In particolare, cereali (mais, grano e simili), legumi e ortaggi hanno brevi cicli di maturazione e sono sottoposti a rotazione durante l'anno. I grandi appezzamenti sono invece coltivati ad alberi da frutto con cicli produttivi annuali.

Attualmente, molti dei dati relativi alle coltivazioni sono gestiti da diversi enti pubblici e privati, archiviati in formati non sempre compatibili tra loro e soprattutto molto spesso non sono accessibili al pubblico. Per l'area di interesse sono disponibili le ortoimmagini QuickBird e la Carta Tecnica

Regionale a scala 1:5000 riferite al sistema di coordinate Gauss-Boaga, la Carta dell'Uso del Suolo e la Carta della Vegetazione a scala 1:25000 rappresentate *in falso UTM* (indicato con UTM*, nel quale viene omessa la prima cifra della coordinata Nord), le mappe catastali fornite in UTM*, le immagini multispettrali a media risoluzione ASTER proiettate nel sistema UTM-WGS84 e acquisite nel periodo compreso tra il 2002-2006, le dichiarazioni PAC depositate dalle aziende agricole presso l'Unione Agricoltori di Ravenna, compilate con riferimento alle particelle catastali.

Metodologia

Vengono di seguito descritte le fasi ritenute più importanti per lo sviluppo del lavoro.

Riorganizzazione dei dati e progettazione del Database

Il primo passo nella creazione del GIS prevede la progettazione del Database che conterrà tutte le informazioni relative alle colture e alle fonti utilizzate per estrarre i dati (Fig.2). In particolare saranno gestite sia le informazioni derivanti dalle dichiarazioni PAC, relative alle percentuali di particella catastale coltivata con una particolare coltura ogni anno, sia le indicazioni derivanti dalla classificazione delle immagini Aster. Si è ritenuto opportuno integrare nel Database anche le fonti informative (immagini satellitari e le tecniche di estrazione dei dati).

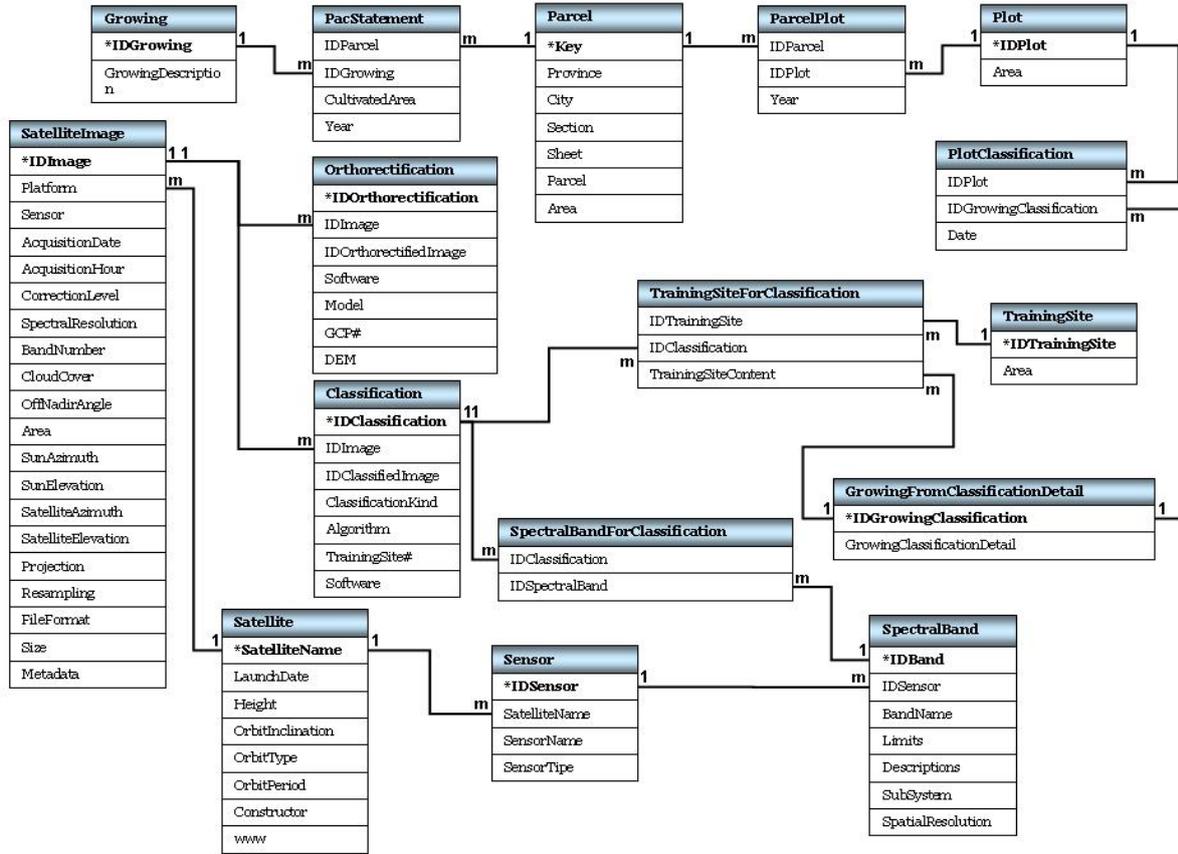


Figura 2 – Struttura del Database

Classificazione delle immagini satellitari Aster

Sulla base di precedenti esperienze si è scelto di utilizzare la classificazione supervisionata di immagini satellitari come metodo di riconoscimento dell'uso del suolo: a partire da informazioni disponibili circa la realtà a terra, il classificatore associa ciascun pixel del dato alla classe che mostra qualità radiometriche simili. La prima fase prevede infatti la definizione di *training sites* (Fig.3), ovvero aree campione, per ciascuna classe di copertura, indispensabili per l'istruzione degli algoritmi di classificazione. Data la variabilità di paesaggio dell'area studiata, sono state individuate 30 categorie, delle quali 14 sono relative a colture (Fig. 4) e le rimanenti alle varie tipologie di corpi idrici, aree naturali, urbane e industriali presenti.

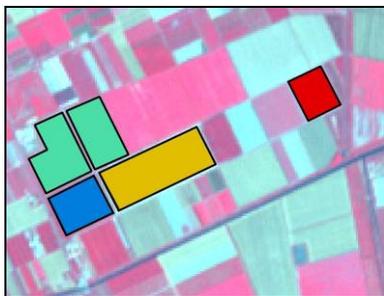


Figura 3 – Vettoriale dei training sites sovrapposto al color composite (Verde, Rosso, Infrarosso vicino) generato con ASTER

ID	Tipo di coltura	ID	Tipo di coltura
1	Mais	8	Erba medica II
2	Sorgo	9	Pomodoro
3	Cavolo	10	Ravanello
4	Grano duro	11	Pisello
5	Grano tenero	12	Vite
6	Soia	13	Pesco
7	Erba medica I	14	Pero

Figura 4 – Classi delle colture

La Carta dell'Uso del Suolo e la Carta della Vegetazione permettono di tracciare i campioni delle colture arboree, mentre per le coltivazioni erbacee, come cereali, legumi e ortaggi si ricorre alle dichiarazioni PAC compilate dalle aziende agricole iscritte all'Unione Agricoltori di Ravenna: unici documenti reperibili in mancanza di un registro pubblico e ufficiale.

La classificazione supervisionata si esegue applicando la procedura Maximum Likelihood (software Idrisi 32), basata sulla teoria di Bayes, con cui in precedenti lavori sono stati ottenuti i risultati più attendibili: dopo aver estratto le firme spettrali dai *training sites*, l'algoritmo ne sfrutta i valori di media, varianza/covarianza per stimare la probabilità che il pixel appartenga ad una determinata classe. Tuttavia la distinzione delle varie colture è ancora affetta da errori legati a fattori come lo stato fenologico, lo stato di salute, ecc. che non sempre consentono la discriminazione di tutte le coperture.

Segmentazione delle immagini QuickBird

Tra gli obiettivi di questo lavoro vi sono la delimitazione degli appezzamenti esistenti e l'assegnazione ad essi del contenuto informativo derivante dalla classificazione delle immagini Aster. A tal fine, dato che la maggiore risoluzione del sensore Aster, generata dal sottosistema VNIR e pari a 15 m, non è sufficiente per identificare correttamente i confini dei singoli terreni, si è ritenuto opportuno utilizzare le ortoimmagini pancromatiche QuickBird per generare lo shape dei perimetri. Lo scopo è quello di ridurre il lavoro di fotointerpretazione e di editing manuale attraverso una procedura semi-automatica di estrazione dei limiti degli appezzamenti, ricorrendo ad una preliminare segmentazione delle immagini realizzata con il software *object-oriented eCognition*.

Il processo di segmentazione implica la costituzione di poligoni ("oggetti simili") sulla base dei valori assunti da parametri spettrali e di forma. Per prima cosa occorre stabilire il parametro *scale*, che determina la dimensione media degli oggetti che saranno creati. In altre parole, se il valore di *scale* è 20, significa che gli oggetti prodotti conterranno almeno 20 *pixel*, con differenti valori, che saranno raggruppati a formare un oggetto, in termini vettoriali una *feature*, sulla base dei valori imposti ai parametri di colore (*color*) e forma (*shape, compactness e smoothnes*); per le relazioni matematiche fra i parametri e il loro significato si veda *eCognition User Guide, 2004*. In questo modo, in una porzione di immagine caratterizzata da elevata omogeneità, come nel caso di un campo, si genereranno oggetti relativamente grandi, mentre dove è presente una elevata eterogeneità, come in una foresta o in centro abitato, si produrranno oggetti relativamente piccoli.

Il lavoro ha voluto testare diversi valori dei parametri di scala, forma e colore al fine di individuare la combinazione ottimale degli stessi per l'estrazione dalle immagini QuickBird dei perimetri degli terreni agricoli: non essendo disponibile una mappa di riferimento contenente gli appezzamenti, si è fatta una valutazione a video dei risultati, individuando quello che meglio si adatta agli obiettivi preposti. In figura 5 sono riportati alcuni esempi di immagini segmentate secondo diversi valori dei parametri.

Il risultato della segmentazione diventa una mappa di supporto in cui è presente una demarcazione dei confini che, seppure "grossolana" in alcuni casi, permette di velocizzare il successivo lavoro del fotointerprete, il quale deve comunque intervenire per operazioni di aggregazione di poligoni e di eliminazione di quelli non significativi ai fini dell'indagine svolta.

Infine, in ambiente GIS è possibile migliorare i perimetri dei poligoni estratti mediante una generalizzazione delle linee con gli algoritmi di *Bend Simplify* e *Point Remove*.

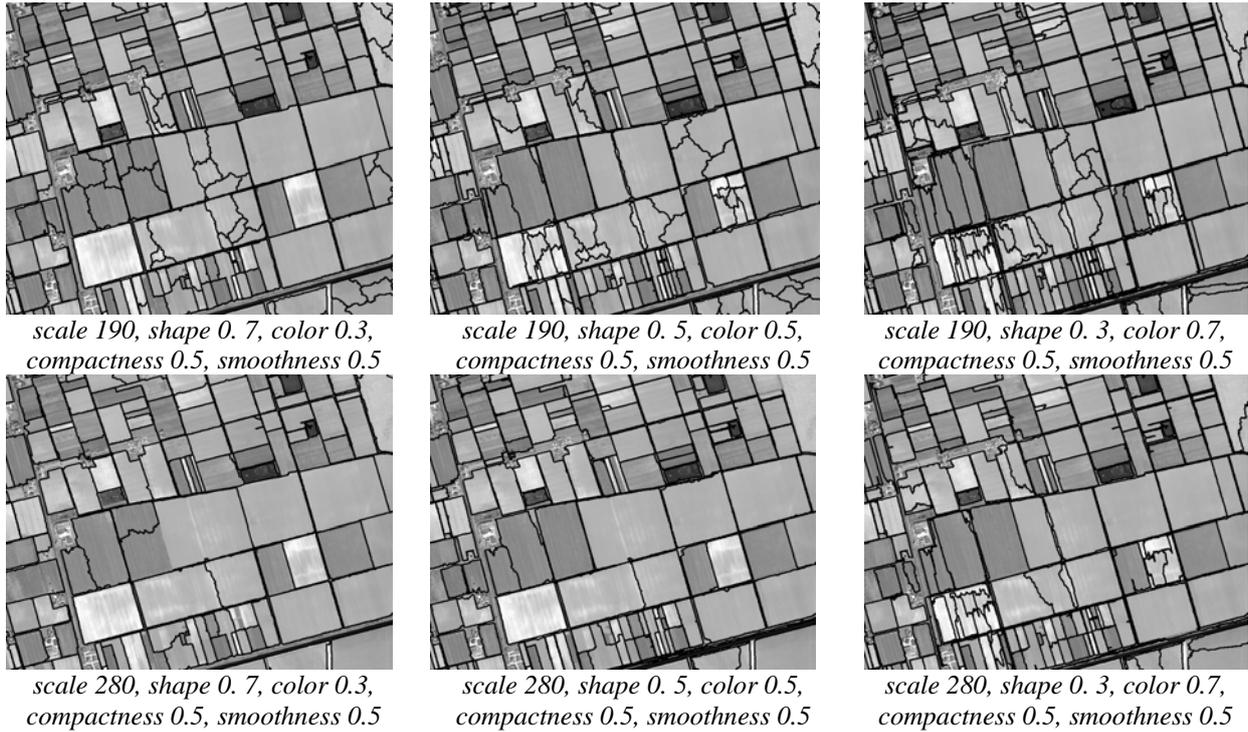


Figura 5 – Esempi di segmentazione: variazione nella forma, dimensione e numero degli oggetti creati utilizzando diversi valori dei parametri di color e shape per l'immagine QuickBird pancromatica

Aggiornamento dei poligoni delle colture

Il passo più delicato dell'intero progetto è l'aggiornamento automatico del vettoriale contenente i poligoni degli appezzamenti. Le operazioni implementate con il tool Model Builder di Arcmap 9.1 sono di seguito descritte (Fig.6).

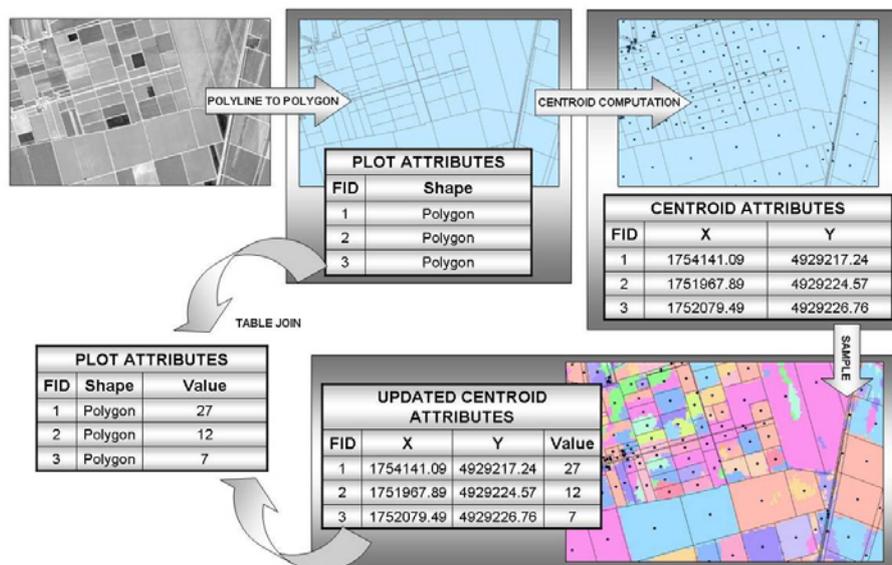


Figura 6 – Schema dell'aggiornamento automatico del vettoriale delle colture

La prima operazione è la conversione degli appezzamenti da polyline shapefile a polygon shapefile. Segue il calcolo delle coordinate del centroide di ciascun poligono e la creazione dello shape dei punti centroidi: il codice ID di ogni centroide, riportato nella tabella degli attributi, è lo stesso del corrispondente poligono. La funzione Sample permette quindi di associare ai singoli centroidi il

valore del raster sottostante, che è rappresentato dall'immagine Aster classificata: i valori riportati nella tabella che ne risulta (Updated Centroid Attributes) corrispondono alle diverse colture. Facendo un join tra la tabella e lo shape dei poligoni dei terreni i valori del raster possono essere assegnati a ciascun poligono. In tal modo l'attributo delle colture può essere associato all'appezzamento.

La procedura descritta si può ritenere adeguata per l'aggiornamento delle colture entro i limiti dell'incertezza di classificazione.

Considerazioni finali

Nel presente lavoro è stato messo a punto un processo di elaborazione e predisposizione dei dati necessari alla creazione di un GIS per la gestione delle colture. In particolare si è voluto definire una procedura di integrazione tra tecniche di classificazione e di segmentazione *object-oriented* per un aggiornamento veloce e continuo e quanto più possibile automatizzato delle informazioni relative alle coltivazioni. Sono in corso di approfondimento alcuni aspetti relativi alle problematiche incontrate durante la fase di classificazione.

In merito all'estrazione automatica degli appezzamenti, al fine di verificare l'attendibilità dei risultati, sarebbe necessaria una verifica dell'accuratezza degli stessi mediante confronto con una mappa di riferimento contenente l'esatta delimitazione degli appezzamenti individuabili nell'immagine. In ogni caso, la procedura di segmentazione descritta permette di estrarre in tempi rapidi (nel caso dell'intera scena dell'immagine QuickBird si parla di circa 10-15min) e con una buona approssimazione i perimetri dei terreni, semplificando in tal modo le successive operazioni di editing manuale da parte dell'utente.

Ringraziamenti

Si ringrazia la Regione Emilia-Romagna – Servizio Sistemi Informativi Geografici (Dr. R. Gavaruzzi) per aver messo a disposizione del DISTART le immagini Quickbird e l'Unione Agricoltori di Ravenna (Dr. D Verdicchi) per aver consentito l'accesso alle dichiarazioni PAC.

Bibliografia

- Barbarella M., De Giglio M., Mancini F., (2005) "I dati ASTER: indagini di carattere ambientale nell'area emiliano-romagnola", 9a Conferenza ASITA, Catania 15-18 Novembre, Vol I, p.p. 217-223.
- Barbarella M., De Giglio M., Zanni M. (2007) - Integration of satellite images for the creation of a GIS for the growing data management. 32nd ISRSE 2007: Sustainable Development Through Global Earth Observations, San José Costa Rica, 25-29 giugno 2007.
- Burrough P.A., (1986) "Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment (Monographs on Soil & Resources Survey)", Oxford University Press.
- Burrough P.A., A. Rachael, (1998) "Principles of Geographical Information Systems" Second Edition, Oxford University Press.
- Definiens Imaging, (2004), eCognition User Guide. München, Germany.
- ESRI, "ArcGIS 9, Building a Geodatabase" Handbook.
- Herold, M., Mueller, A., Guenter, S. and Scepan, J., (2002), "Object-oriented mapping and analysis of urban use/cover using Ikonos data", In: Proc 22 EARSEL Symposium Geoinformation for European- wide integration, Prague.
- Hook A. M., Ramachandran S. B. (2002), "ASTER User Handbook", Version 2. EROS Data Center, Sioux Falls (SD).
- Mognol, A., (2007). "Analisi di immagini aerofotogrammetriche e telerilevate per la caratterizzazione qualitativa e quantitativa di ecosistemi forestali e della loro evoluzione", Tesi di dottorato in Scienze Geodetiche e Topografiche, DISTART-Università degli studi di Bologna.
- Richards J. A, (1993) "Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction", Second Edition, Springer – Verlag, Berlin.

