

Il contributo dell'object-based image analysis nell'estrazione di vigneti a copertura plastica

Antonello Aiello

Politecnico di Bari, Via Orabona 4, 70125 Bari
E-mail: aiello.antonello@gmail.com

Riassunto

In questo lavoro sono state sperimentate un insieme di procedure *object-based* indirizzate all'estrazione di vigneti a copertura plastica, attraverso la classificazione di raggruppamenti di *pixel* omogenei secondo attributi sia spettrali che geometrici e morfologici, quali fattore di scala, colore, forma, compattezza, tessitura. Le elaborazioni sono state effettuate su dati multi temporali ad alta risoluzione geometrica, aerei e provenienti dal sensore GeoEye-1, in un'area di studio in provincia di Taranto, fra i comuni di Ginosa e Palagiano, in prossimità della costa ionica. Infine è stata verificata l'accuratezza delle informazioni ricavate, mettendo in luce le problematiche relative al processo di estrapolazione del dato.

Abstract

In this work we have tested a set of object-based procedures aimed to plastic-covered vineyards extraction, using spectral, spatial and morphological attributes of groups of pixels (such as scale, shape, colour, smoothness, compactness), from both very high spatial resolution airborne and GeoEye-1 data, on a test area located between Ginosa and Palagiano (Taranto, Italy), close to the Ionian sea. Finally, it has been verified the accuracy of the information obtained, highlighting the problems related to the data-extraction process.

Introduzione

L'ampia diffusione di coperture in materiale plastico nella conduzione dei vigneti ha determinato conseguenze negative sul bilancio idrogeologico dei suoli di vaste estensioni di territorio agricolo pugliese, oltre ad un significativo peggioramento della qualità visiva del paesaggio rurale e naturale (Canora et al., 2008; Picuno et al., 2011). Questi fenomeni costituiscono fattori peggiorativi per una regione come la Puglia, fra le più esposte, in Italia, a fenomeni di alterazione dei suoli.

Al fine di affrontare e monitorare questo fenomeno, diviene essenziale una cartografia di dettaglio. L'estrazione di vigneti coperti con teli plastici da immagini ad alta risoluzione spaziale rappresenta un'ottima soluzione, che richiede lo sviluppo di nuove procedure di analisi e di interpretazione dei dati.

Esistono due principali approcci alla classificazione di immagini telerilevate: la classificazione *pixel-oriented* e la classificazione *object-oriented* (Blaschke et al., 2004). Nel più diffuso approccio alla classificazione, il cosiddetto *pixel-based approach*, l'unità base di classificazione è costituita dal singolo *pixel*. Dato che oggetti differenti sulla superficie terrestre riflettono o emettono radiazione elettromagnetica in maniera differente a causa delle diverse proprietà chimico-fisiche, questi oggetti possono essere riconosciuti sull'immagine telerilevata attraverso la classificazione del comportamento spettrale di ogni singolo *pixel* (Crocetto & Tarantino, 2009).

Questo approccio diventa inefficiente quando *pixel* appartenenti ad oggetti differenti hanno risposte spettrali simili (Tarantino, 2004). Questo inconveniente può essere superato attraverso l'approccio *object-oriented*. In questo caso l'immagine viene segmentata in gruppi di *pixel* omogenei per

caratteristiche spettrali e di forma, colore, compattezza, tessitura, etc. Questi gruppi omogenei di *pixel* (denominati oggetti o segmenti), e non più i singoli *pixel*, costituiscono gli elementi base per la classificazione, assegnando ad ogni oggetto un valore di appartenenza ad una classe compreso fra 0 ed 1, attraverso tecniche *fuzzy* (Benz et al., 2004; Caprioli & Tarantino, 2006; Blaschke, 2010).

Nel presente lavoro, che costituisce il primo tassello di un più ampio studio, è stato sperimentato l'approccio *object-oriented* e tutte le elaborazioni sono state effettuate utilizzando il software Trimble eCognition 8.64.1.

Dati e metodi

La Figura 1 mostra l'area di studio in provincia di Taranto, fra i comuni di Ginosa e Palagiano, in prossimità della costa ionica. Trattasi di una zona caratterizzata da forte vocazione agricola, con ampia diffusione di vigneti coltivati con la tradizionale tecnica a *tendone*, un sistema di coltivazione della vite che ne prevede la copertura integrale con teli in plastica. Altre colture ortofrutticole (ad esempio kiwi, olive, etc.) sono ampiamente diffuse (Picuno et al., 2011). All'interno della più ampia area di studio, è stata considerata un'area test più piccola di circa 3 km², di dimensioni 2400 x 1200 m circa.

Le elaborazioni sono state effettuate su dati multi temporali ad alta risoluzione geometrica: una ortofoto ed un'immagine provenienti dal sensore GeoEye-1. L'ortofoto è stata acquisita nel 2006, utilizzando la camera fotogrammetrica digitale Z/I Imaging DMC della Intergraph, a colori e con fotogrammi con risoluzione a terra di circa 20 cm. E' stata inquadrata nel sistema di riferimento UTM WGS84 - ETRS89 fuso 33N e ricampionata per una risoluzione di 50 cm dal Sistema Informativo Territoriale della Regione Puglia (Regione Puglia, 2011). Per l'estrazione dei tendoni da immagine satellitare è stato utilizzato un dato acquisito il 7 aprile 2010 dalla piattaforma GeoEye-1, con risoluzione di 2 m (GeoEye, 2010).

Dati sul campo (*ground truth*) sono stati raccolti durante il sopralluogo realizzato in data 3 aprile 2011, utilizzati sia per l'individuazione di *training samples* sia per la valutazione dell'accuratezza delle procedure di estrazione dei tendoni.

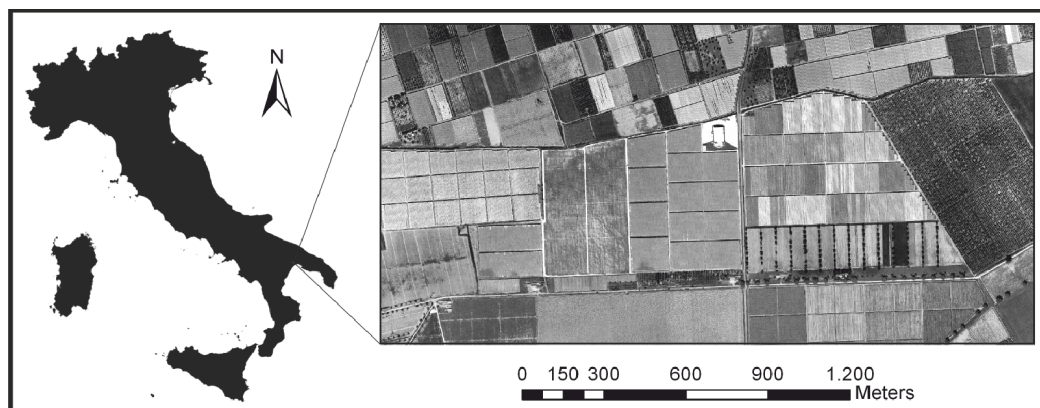


Figura 1 – Area di studio.

Sono 3 le fasi che contraddistinguono l'analisi *object-based*: 1) la segmentazione dell'immagine; 2) la classificazione dell'immagine; 3) la verifica dell'accuratezza della classificazione.

La tecnica denominata *multi-resolution segmentation* è stata impiegata per la suddivisione dell'immagine in oggetti. Si tratta di un algoritmo di tipo *bottom-up* che, partendo da un singolo *pixel*, raggruppa quelli adiacenti in maniera iterativa, secondo il duplice criterio di minimizzazione dell'eterogeneità e massimizzazione dell'omogeneità dei *pixel*. L'algoritmo parte da un singolo *pixel*, quindi crea raggruppamenti sempre più grandi, fino ad un limite superiore di omogeneità.

Questo criterio di omogeneità è definito come una combinazione di omogeneità spettrale e di forma, ed è influenzato dal parametro di scala. Valori più elevati del parametro di scala determinano segmenti di dimensioni maggiori e viceversa. Data l'elevata regolarità dei lotti agricoli che caratterizzano l'area di studio, sono stati individuati per comparazione visiva i parametri di segmentazione ottimali al fine di ottenere oggetti quanto più rappresentativi della realtà a terra. Sia per l'ortofoto che per il dato satellitare, i parametri impiegati sono stati i seguenti:

$$\psi = 100; w_{colour} = 0.5; w_{shape} = 0.5; w_{smoothness} = 0.5; w_{compactness} = 0.5$$

dove ψ è il parametro di scala e w_{colour} , w_{shape} , $w_{smoothness}$, $w_{compactness}$ sono i pesi rispettivamente per i fattori di colore, forma, regolarità e compattezza nel processo di raggruppamento dei *pixel*. Con questi parametri sono stati ben identificati i confini dei tendoni.

Per quanto riguarda l'analisi sull'ortofoto del 2006, l'estrazione dei vigneti a copertura plastica è avvenuta mediante l'uso del *Visible Atmospherically Resistant Index* (VARI), con *membership function* mostrata in Figura 2 (Gitelson et al., 2002). I valori di soglia della *membership function* sono stati ricavati sperimentalmente da una preventiva analisi dei valori dei *pixel* dell'immagine.

$$VARI = (Green - Red) / (Green + Red - Blue) \quad [1]$$

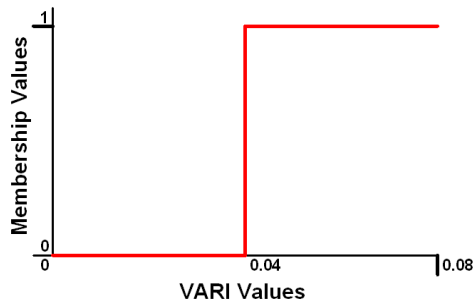


Figura 2 – VARI membership function.

Una seconda procedura è stata adottata per realizzare l'estrazione dei tendoni dal dato aereo, attraverso l'utilizzo dello strumento *Feature Space Optimization* (FSO) implementato nel software eCognition. Il FSO permette di identificare la migliore combinazione di *features*, fra quelle implementate nel software e che caratterizzano i vari aspetti morfologici, geometrici, spettrali, tessiturali, etc. dei gruppi di *pixel*, sulla base di *training samples* preventivamente selezionati sull'immagine segmentata e per ciascuna classe definita (Trimble, 2011). Nel caso in esame sono state definite le classi *vineyards*, *bare soils*, *vegetation and trees*. Queste *features*, attraverso il *nearest neighbour algorithm*, ed in congiunzione con il VARI, hanno permesso la classificazione dell'immagine.

La stessa procedura, ma senza l'utilizzo del VARI, è stata applicata anche al dato satellitare GeoEye-1. In Figura 3, Figura 4 e Figura 5 sono mostrati i risultati delle 3 procedure sperimentate.



Figura 3 – Estrazione dei tendoni su ortofoto con l'utilizzo del solo VARI.



Figura 4 – Estrazione dei tendoni su ortofoto con l'utilizzo del FSO in combinazione con il VARI.



Figura 5 – Estrazione dei tendoni su dato GeoEye-1 con l'utilizzo del FSO.

Risultati e conclusioni

La Tabella 1 mostra l'accuratezza delle tre procedure, misurata mediante lo strumento TTA Mask (*Test and Training Area Mask*) che compara il risultato della classificazione con *ground truth test areas*. L'utilizzo del VARI nell'analisi del dato aereo ha permesso l'estrazione speditiva di un notevole numero di vigneti a copertura plastica, peraltro senza la selezione di *training sample* e senza la necessità di informazione multi spettrale, dato che l'indice VARI è definito unicamente tramite i canali RGB dell'immagine aerea. Un altro vantaggio significativo è rappresentato dalla possibilità di utilizzare set di dati in gran parte disponibili. L'utilizzo del FSO, all'interno del software eCognition, ha permesso l'individuazione della migliore combinazione di *features* per

l'estrazione dei tendoni, applicando il *nearest neighbour algorithm*, senza l'introduzione di ulteriori *thresholds*.

	Orthophoto with only the VARI membership function without training sample selection	Orthophoto classified with the VARI membership function and the nearest neighbour algorithm	GeoEye-1 classified with nearest neighbour algorithm
Producer's Accuracy Vineyard Class	0.89	0.90	0.91
User's Accuracy Vineyard Class	0.64	0.99	0.90
Overall Accuracy	0.78	0.96	0.91
KIA	0.56	0.91	0.82

Tabella 1 – Accuracy assessment: prospetto riassuntivo.

Grazie all'approccio *object-based* e ad una buona segmentazione iniziale, i tendoni sono direttamente disponibili in forma poligonale, quindi aree potenzialmente vulnerabili a causa di una ampia diffusione di coperture plastiche a scopi agricoli potrebbero immediatamente essere analizzate mediante l'ausilio di strumenti GIS.

Per soddisfare varie esigenze agricole, sono diversi i materiali utilizzati per la copertura dei vigneti. Al fine di valutare gli effetti delle coperture artificiali sull'infiltrazione delle precipitazioni meteoriche, ulteriori studi saranno necessari per la differenziazione dei vari materiali tramite immagine telerilevate.

Ringraziamenti

L'autore è grato alla Prof.ssa Eufemia Tarantino per la preziosa collaborazione.

Riferimenti bibliografici

- Benz U. C., Hofmann P., Willhauck G., Lingenfelder I., Heynen M. (2004), "Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information", *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 58: 239-258.
- Blaschke T., Burnett C., Pekkarinen A. (2004), "Image Segmentation Methods for Object-Based Analysis and Classification", in de Jong S. M., van der Meer F. D. (Eds.), *Remote Sensing Image Analysis. Including the Spatial Domain*, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, the Netherlands, 211-236.
- Blaschke T. (2010), "Object-based image analysis for remote sensing", *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65: 2-16.
- Canora F., Fidelibus, M. D., Sciortino A., Spilotro G. (2008), "Variation of infiltration rate through karstic surfaces due to land use changes: A case study in Murgia (SE-Italy)", *Engineering Geology*, 99: 210-227.
- Caprioli M., Tarantino E. (2006), "Identification of land cover alterations in the Alta Murgia National Park (Italy) with VHR satellite imagery", *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 1, (without pagination).
- Crocetto N., Tarantino E. (2009), "A class-oriented strategy for features extraction from multitemporal satellite imagery", *Remote Sensing*, 1 (4): 1171-1189.
- GeoEye (2010), *GeoEye-1 Fact Sheet*, <http://www.geoeye.com>, accessed on March 21st, 2011.
- Gitelson A. A., Kaufman Y. J., Stark R., Rundquist D. (2002), "Novel algorithms for remote estimation of vegetation fraction", *Remote Sensing of Environment*, 80: 76-87.

Picuno P., Tortora A., Capobianco R. L. (2011), "Analysis of plasticulture landscapes in Southern Italy through remote sensing and solid modelling techniques", *Landscape and Urban Planning*, 100: 45-56.

Regione Puglia, *Sistema Informativo Territoriale*, <http://www.sit.puglia.it/>, accessed on March 21st, 2011.

Tarantino E. (2004), "Land cover classification of Quickbird multispectral data with an object-oriented approach", *Management Information Systems*, 125-34.

Trimble (2011), *eCognition Developer 8.64.1. Reference Book*, Trimble Documentation, Munich, Germany.