

## CLASSIFICAZIONE *OBJECT-ORIENTED* DA DATI VHR DI DIVERSI SENSORI IN AMBITO AGRO-FORESTALE

M. Antonietta Del Moro (\*/\*\*), Sabina Burrascano(\*\*), Federico Lancia (\*\*), Carlo Blasi (\*\*)

(\*) Almagora, Via S. Gianni 121 00156 Roma, tel. +39063993.7649, [m.delmoro@almavivaitalia.it](mailto:m.delmoro@almavivaitalia.it)

(\*\*) Sapienza Università di Roma, P.le Aldo Moro 5 00185 Roma, tel. +39064991.2845-2420,

[sabinaburrascano@gmail.com](mailto:sabinaburrascano@gmail.com), [Carlo.Biasi@uniroma1.it](mailto:Carlo.Biasi@uniroma1.it)

(\*\*\*) [federicolancia@yahoo.it](mailto:federicolancia@yahoo.it)

### Riassunto

Il telerilevamento ha grande applicazione per lo studio e il monitoraggio della vegetazione sia in campo agricolo che forestale. L'aumento della risoluzione spaziale dei sensori satellitari e la qualità spettrale e radiometrica sempre più elevata dei dati acquisiti in digitale da sensori installati su aereo possono ora consentire in questo senso delle applicazioni efficaci anche a scala di dettaglio. Le tradizionali tecniche di classificazione di tipo *pixel-oriented* non rispondono in modo efficace alle caratteristiche descritte delle immagini ad elevata risoluzione attualmente disponibili mentre le innovative capacità analitiche delle procedure semi-automatiche di classificazione *object-oriented* di *eCognition (Definiens Professional)*, come dimostrato dai due esempi proposti, consentono di sfruttarle pienamente.

### Abstract

*By using new high-resolution aerial and satellite imagery, it is possible to detect agricultural and forestland use structure more easily than with conventional lower resolution data. Object-based imagery processing techniques of eCognition (Definiens Professional) incorporate both spectral and spatial characteristics of objectives, segmenting the image into units of similar spectral and spatial patterns and classifying those segments according to a pre-defined rule base.*

*In this research, two object-oriented classification schemes were developed for agricultural and forestland sectors. Results indicate that object-oriented approaches have great potential for improved agricultural and forest management information and monitoring system in decision-making processes for precision purposes. The accuracy of the results using this approach seems to be promising compared to pixel-based classification.*

### Problematica/Obiettivo

Sono presentate due applicazioni di classificazione *object-oriented*, per i comparti agricolo e forestale, di dati telerilevati VHR multispettrali.

Nel primo caso, si intendeva verificare se questa tecnologia, applicata a immagini VHR dotate delle bande colore (rosso, verde, blu) e infrarosso vicino, potesse consentire in modo efficace l'aggiornamento automatico delle informazioni di uso del suolo agricolo, in particolare: omogeneo e preciso alla scala di dettaglio solitamente richiesta (1:10.000), garantendo il massimo livello di accuratezza, ed economicamente conveniente in termini di tempo e di costi, svincolando la conoscenza del suolo dalla tradizionale fotointerpretazione visuale del territorio.

Nel secondo caso ci si proponeva di capire se la classificazione *object-oriented* di immagini VHR di tipo RGB potesse essere utilizzata per differenziare su base strutturale due boschi soggetti a differenti regimi di disturbo: l'uno gestito come fustaia, l'altro, non governato e quindi esclusivamente soggetto ad un disturbo di tipo naturale (l'ultimo taglio risale a più di un secolo fa).

## Dati e Metodi

### Settore agricolo

La sperimentazione è stata condotta su una zona campione di 4 kmq sita nel comune di Corciano (PG). L'immagine utilizzata è stata rilevata dal sensore Leica ADS40 caratterizzato da una risoluzione a terra di 50 cm e dalla presenza della banda IR vicino oltre che dalle 3 bande nel visibile (Casella et al., 2004). L'immagine è stata sottoposta a processi di segmentazione e classificazione (Definiens, 2005) allo scopo di separare automaticamente le classi di uso del suolo. Il processo di segmentazione interpreta il contenuto spettrale dell'immagine al fine di generare degli oggetti poligonali che delimitano zone omogenee. In base al parametro di scala settato il software genera poligoni di dimensioni diverse: un parametro di scala alto genera poligoni grandi tendendo ad unire zone spettralmente simili anche se non molto prossime mentre un parametro di scala basso mantiene le dimensioni dei poligoni piccole rispettando le differenze spettrali. Una volta ottenuti i poligoni delle caratteristiche richieste, sulla base della classe di uso del suolo da discriminare, si è proceduto con la classificazione sulla base delle caratteristiche spettrali, geometriche e di differenza rispetto ai poligoni adiacenti. Il criterio generale di classificazione è volto ad analizzare nel dettaglio l'uso agricolo eliminando progressivamente gli utilizzi non appartenenti a questa classe.

In dettaglio, sono state eseguite in sequenza:

- segmentazione con *scale parameter* 5,
- classificazione delle ombre (luminosità e valori spettrali medi), dei filari (rapporto lunghezza/larghezza, valori spettrali medi e differenza rispetto agli oggetti adiacenti) e degli alberi isolati (area, compattezza, valori spettrali medi, deviazione standard IR e differenza rispetto agli oggetti adiacenti),
- segmentazione con *scale parameter* 100,
- classificazione del bosco (area e valori spettrali medi) e degli specchi d'acqua,
- classificazione dell'edificato (valori spettrali medi blu/IR),
- classificazione del seminativo vegetato (valori spettrali medi e deviazione standard IR),
- classificazione del seminativo non vegetato (valori spettrali medi e deviazione standard IR/rosso),
- classificazione delle porzioni di seminativo residue (deviazione standard IR/rosso, predominanza di poligoni a seminativo adiacenti),
- classificazione dell'edificato non individuato in precedenza (valori spettrali medi),
- classificazione dei vigneti (valori spettrali medi e rapporto di aree rispetto a *subobjects* di tipo filare),
- classificazione delle coltivazioni arboree (valori spettrali medi e rapporto di aree rispetto a *subobjects* di tipo albero isolato),
- classificazione dei pascoli e degli incolti.

E' seguita una fase di *editing* in cui sono state effettuate delle operazioni di: *merge* delle ombre con la classe maggiormente confinante, eliminazione di poligoni di dimensioni ridotte ove contenuti all'interno di poligoni della medesima classe e *smoothing* delle linee di delimitazione mantenendo la correttezza topologica con la produzione di un file di *output* in formato *shape*.

### Settore forestale

L'area di studio comprendente i due boschi è sita nel Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise, nel territorio del comune di Villavallelonga (AQ). Per questa sperimentazione sono state utilizzate immagini RGB del volo IT2000 con risoluzione a terra inferiore a 1 metro. Allo scopo di definire la porzione occupata dalla fisionomia forestale, l'immagine è stata segmentata e poi classificata per *step* successivi (Definiens, 2005).

In una prima fase sono state individuate e quindi escluse la classe di ombreggiamento dovuta al rilievo (*hill shadow*) e la classe pascolo. Le zone d'ombra dovute al rilievo sono state classificate utilizzando come parametri discriminanti i valori molto bassi di deviazione standard in tutte e tre le bande, la scarsa luminosità e il rapporto area/perimetro più piccolo rispetto alle ombre presenti tra le chiome. Per isolare le zone di pascolo sono stati sfruttati gli elevati valori di luminosità e la

differente proporzione di verde rispetto alle aree forestate. In entrambi i casi, dopo aver individuato i poligoni nettamente attribuibili alle classi *hill shadow* e pascolo, l'applicazione di un processo di crescita, ossia un processo iterativo che tenesse conto del contatto con oggetti così classificati, ha consentito di affinarne la delimitazione.

Nella fase successiva si è proceduto, nella sola area occupata da bosco, alla distinzione delle classi bosco/non bosco, essendo tale differenziazione di fondamentale importanza per una delimitazione delle chiome (Bunting, Lucas, 2006) il più accurata possibile, come prevede una delle metodologie più utilizzate per desumere la struttura forestale mediante telerilevamento (Leckie et al., 2005). E' stata eseguita una segmentazione in poligoni equivalenti ad un unico *pixel*, poi i *pixel* sono stati distinti sulla base del valore del primo asse delle componenti principali precedentemente ottenuto con il software ENVI 4.2 ed aggiunto come quarto strato all'immagine RGB. E' noto infatti che il primo asse delle componenti principali risulta altamente correlato alla luminosità dei *pixel*, ma contiene anche informazioni relative alle altre bande. La luminosità costituisce senz'altro la principale differenza tra le chiome e le parti di bosco non occupate da queste. I valori dello strato costituito dal primo asse della PCA mostravano infatti cambiamenti molto bruschi in corrispondenza della porzione marginale delle chiome. Ottenuta la distinzione dell'area totale occupata dalle chiome, si è proceduto ad individuare le chiome isolate, ossia già rispondenti alle caratteristiche di forma più o meno circolare. La maggior parte delle chiome, tuttavia, risulta unita in gruppi per la cui delineazione sono individuati i punti più luminosi presenti al loro interno, secondo un approccio già utilizzato da diversi autori (Culvenor, 2002; Bunting, Lucas, 2006). In questo caso si è utilizzato il valore del primo asse della PCA piuttosto che il semplice valore di luminosità. Questi punti sono stati poi "espansi" secondo un processo iterativo che classifica gradualmente come chiome gli oggetti che acquisiscono le caratteristiche morfologiche necessarie. Infine sono state riunite le chiome eccessivamente separate, individuate attraverso l'applicazione di una serie di regole riguardanti la posizione reciproca dei punti di massima luminosità ed il limite del poligono. L'esportazione dei risultati della classificazione ha prodotto un file di *output* in formato *shape*.

I dati di verità con cui confrontare i risultati della classificazione descritta sono stati raccolti durante l'estate del 2006 in 9 aree di saggio circolari per ciascuno dei due boschi considerati, con coordinate centrali note; in tali aree, di raggio 13 metri, il diametro è stato misurato ad un'altezza di 1,30 metri (DBH) laddove questo fosse maggiore di 10 cm. L'intersezione dello *shape* relativo alla delimitazione delle aree di saggio con quello ottenuto dal processo di classificazione ha permesso di effettuare delle correlazioni tra i dati rilevati in campo (numero di individui, dimensione media e deviazione standard del DBH medio) e quelli telerilevati (area della chiome). Dopo aver testato la normalità dei dati, è stato utilizzato allo scopo il coefficiente di correlazione non parametrico (Spearman).

## **Risultati**

### Settore agricolo

La sperimentazione ha dimostrato la sufficiente capacità di identificazione automatica della classe agricola seminativo, oltre ad altre categorie di uso del suolo non agricolo, quali il bosco e l'edificato. D'altro canto ha evidenziato la difficile applicazione pratica della metodologia ad ambiti territoriali vasti. Ulteriore difficoltà, almeno in alcuni specifici ambiti di applicazione, è rappresentata dalla necessità di interventi manuali di aggiustamento dei poligoni ottenuti. Le principali criticità sono:

1. tempi eccessivi per la segmentazione con *scale parameter* 5: il processamento dell'immagine di test ha richiesto circa 2 ore utilizzando un pc dotato di processore a 2 GHz e Ram 512 MB;
2. problemi nella identificazione dei vigneti e coltivazioni arboree: le immagini utilizzate non permettono una sufficiente discriminazione dei filari rispetto ad aree vegetate di forma simile; le coltivazioni arboree sono identificabili nel caso di impianto a sesto regolare, ma non nel caso,

comune nei vecchi impianti, in cui il terreno è utilizzato anche come pascolo o seminativo, gli alberi sono posizionati in modo irregolare e coprono una percentuale bassa dell’appezzamento;

3. la presenza di ombre, delle chiome degli alberi e la disomogeneità spettrale di piccole zone marginali poste accanto alle colture produce una non esatta delimitazione dei poligoni con conseguente probabile difformità dell’area risultante rispetto al lavoro del fotointerprete. Ciò rende necessario un lavoro manuale di revisione delle geometrie generate.



Figura 1

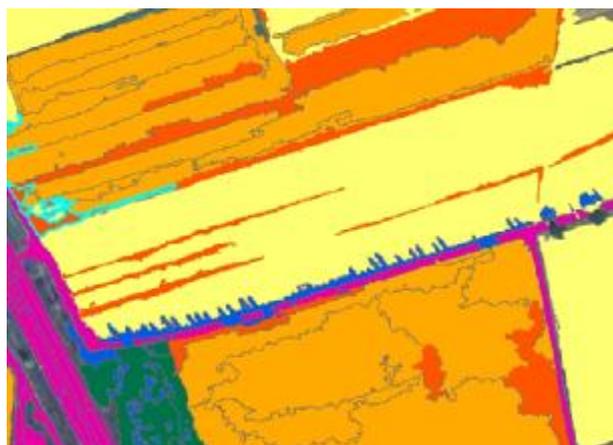


Figura 2

Le Figure 1 e 2 evidenziano la corretta identificazione dei seminativi (giallo = non vegetato, arancio = vegetato, rosso = residuo) e dell’edificato (magenta) e mostrano come le ombre (blu) impediscano la corretta delimitazione dei poligoni a cui si sovrappongono.

#### Settore forestale

Ad un primo esame visivo della delineazione delle chiome ottenuta, la classificazione di tipo *object-oriented* sembra aver estratto dalle immagini tutta l’informazione possibile, come evidenziato nelle Figure 3 e 4.

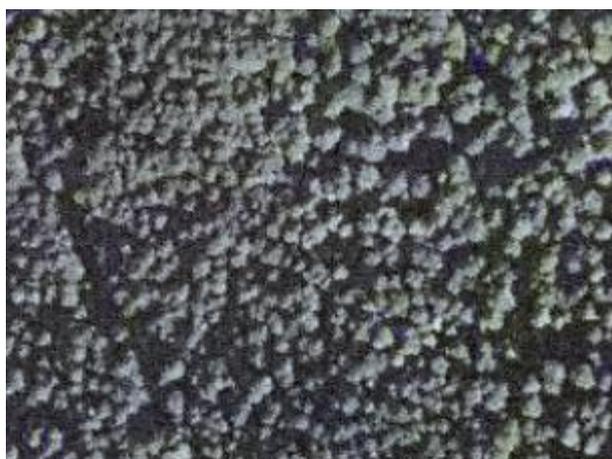


Figura 3

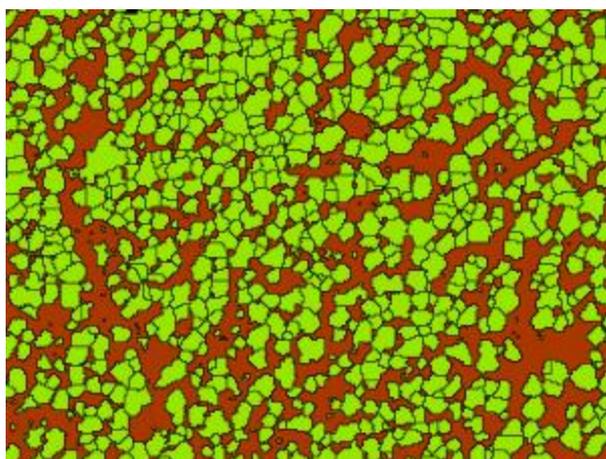


Figura 4

I dati analizzati del resto risultano correlati sempre in maniera significativa con quelli raccolti a terra (Figura 5). Analizzando i dati grezzi, tuttavia, il numero di individui rilevato dall’immagine risulta sempre molto minore del numero di individui rilevati a terra; mentre per quanto riguarda media e deviazione standard di DBH e area delle chiome, rappresentando misure diverse questi non sono direttamente comparabili (Figura 6).

		Dati rilevati in campo			Dati telerilevati		
		N individui	Dimensione media	Deviazione standard	N individui	Dimensione media	Deviazione standard
<b>Dati rilevati in campo</b>	N individui				0.836		
		Coeff. correlazione	1				
		P			0.000**		
	Dimensione media			1		0.698	
		Coeff. correlazione					0.001**
		P					
<b>Dati telerilevati</b>	Deviazione standard			1			0.677
		Coeff. correlazione					0.002*
		P					
	N individui		0.836		1		
		Coeff. correlazione					
		P	0.000**				
<b>Dati telerilevati</b>	Dimensione media		0.698			1	
		Coeff. correlazione					
		P		0.001**			
	Deviazione standard			0.677			1
		Coeff. correlazione					
		P			0.002*		

Figura 5

Plot	Dati rilevati in campo			Dati telerilevati		
	Numero individui	Dimensione media	Deviazione standard	Numero individui	Dimensione media	Deviazione standard
<b>Bosco non gestito</b>						
1	50	22,6	11,5	17	58,3	37,3
2	76	17,0	4,8	20	54,6	35,7
3	56	19,3	6,6	22	51,00	32,5
4	40	19,2	11,2	16	62,7	21,6
5	50	17,4	9,6	17	56,3	28,1
6	87	17,2	5,2	19	54,6	27,2
7	55	21,6	10,8	17	59,7	29,2
8	40	19,9	9,3	17	50,2	23,1
9	77	17,4	4,8	23	45,6	26,1
<b>Bosco gestito</b>						
1	11	62,7	14,2	4	67,00	51,5
2	10	46,1	29,5	7	93,00	50,9
3	9	47,3	21,6	9	62,5	51,8
4	17	48,4	18,7	12	62,5	47,4
5	14	43,6	17,2	10	69,3	35,1
6	18	41,8	17,1	13	67,7	46,6
7	56	19,1	14,6	10	49,4	37,7
8	18	30,9	20,5	10	85,5	46,1
9	21	24,7	25,0	8	72,1	33,7

Figura 6

## Conclusioni

### Settore agricolo

Questa tecnologia consente effettivamente di mettere a punto un processo semi-automatico di identificazione di alcune classi di uso del suolo agricolo soddisfacente e di limitare l'intervento del fotointerprete al controllo e alla eventuale correzione delle geometrie risultanti. Ciò si traduce in una maggiore efficienza rispetto allo scenario attuale in cui il fotointerprete ha anche l'onere di tracciare manualmente i limiti delle colture.

E' prevista a breve una verifica dell'accuratezza della classificazione ottenuta su un territorio più esteso, e statisticamente più significativo (livello provinciale), attraverso un confronto con i risultati della fotointerpretazione tradizionale.

Le criticità segnalate relativamente ai tempi di calcolo, alla identificazione di alcune classi di uso del suolo e alla non esatta delimitazione dei poligoni si ritiene possano essere superate con stazioni di lavoro più performanti e con l'uso integrato di immagini rilevate anche da altri sensori, come dimostrato da analoghe esperienze (Vincini, Frazzi, 2005).

#### Settore forestale

Lo *shape* ottenuto dal processo classificatorio *object-oriented* contiene un buon livello di informazione e dimostra che la differenziazione strutturale tra i due boschi, effettuata attraverso i dati raccolti a terra, è possibile anche utilizzando dati telerilevati. Dai dati di campo risulta infatti che nell'area non gestita, rispetto all'altra, sono presenti:

- un numero molto minore di individui;
- grandi differenze nell'età e quindi nella dimensione degli individui;
- presenza di individui di dimensioni notevoli (infatti nonostante la maggiore deviazione standard dei dati raccolti nel bosco non gestito, questo mantiene valori dimensionali medi maggiori).

Queste caratteristiche emergono anche dai dati telerilevati, che risultano molto correlati con quelli raccolti a terra. Analizzando il numero di individui per *plot*, si nota il numero di chiome telerilevato sempre molto minore del numero di alberi rilevati a terra. Questo può essere dovuto a due fattori:

- dall'immagine non si riescono a distinguere gli individui di dimensioni ridotte, specialmente se alberi di dimensioni maggiori determinano condizioni di ombreggiamento;
- laddove il popolamento forestale risulti molto denso alcuni gruppi di alberi possono non essere stati divisi, risultando come un unico grande individuo (in effetti le maggiori differenze si riscontrano proprio nel bosco gestito dove le chiome sono molto più ravvicinate).

Questa incongruenza può essere in parte ridimensionata sviluppando processi più accurati di delineazione delle chiome, ma soprattutto attraverso l'uso dell'infrarosso vicino che aiuterebbe ad analizzare anche quelle aree poco illuminate dove l'informazione nel visibile è piuttosto scarsa.

#### **Riferimenti bibliografici**

Bunting P., Lucas R. (2006), "*The delineation of tree crowns in Australian mixed species forests using hyperspectral Compact Airborne Spectrographic Imager (CASI) data*", *Remote Sensing of Environment*, 101: 230-248

Casella V., Cavazzini A., Gentili G. (2004), La camera aerofotogrammetrica digitale Leica ADS40: i nuovi orizzonti nelle applicazioni delle riprese aeree digitali per la rappresentazione del territorio. Atti 8<sup>a</sup> Conferenza Asita Geomatica Standardizzazione, interoperabilità e nuove tecnologie, 1: 681-686

Culvenor D.S. (2002), "*TIDA: An algorithm for the delineation of tree crowns in high spatial resolution remotely sensed imagery*", *Computers & Geosciences*, 28: 33-44.

Definiens (2005), *eCognition Version 5 Object Oriented Image Analysis User Guide*. Definiens AG, Munich (Germany)

Leckie D.G., Gougeon F.A., Tinis S., Nelson T., Burnett C.N., Paradine D. (2005), "*Automated tree recognition in old growth conifer stands with high resolution digital imagery*", *Remote sensing of environment*, 94: 311-326

Vincini M., Frazzi E. (2005), Caratterizzazione della suscettibilità all'erosione dei vigneti in un'area del Chianti mediante analisi *object-oriented* di immagini VHR. *Rivista Italiana di Telerilevamento*, 32: 57-66