

## Riconoscimento di specie arboree mediante classificazione di immagini multispettrali e multitemporali ad altissima risoluzione

Giovanna Sona, Rossana Gini, Daniele Passoni, Livio Pinto

Politecnico di Milano, DICA, Piazza Leonardo da Vinci 32, 20133 Milano  
giovanna.sona@polimi.it, rossana.gini@polimi.it, daniele.passoni@polimi.it, livio.pinto@polimi.it

### Introduzione

Da tempo impiegati nell'agricoltura di precisione, i rilievi di prossimità con UAS cominciano a esser eseguiti anche per applicazioni forestali e ambientali. Il rilievo da UAV con sensori ottici, infatti, consente di acquisire immagini ad altissima risoluzione (GSD dell'ordine di cm), che possono essere opportunamente usate per la classificazione e la distinzione di specie vegetali. Questo può risultare utile per la gestione di aree verdi, per il censimento delle specie presenti o per il monitoraggio di piante invasive (Hardin et al., 2007; Gini et al., 2012): Dunford et al. (2009) illustrano rilievi ottici da UAV per la produzione di mappe tematiche delle foreste del Mediterraneo, Lucier et al. (2012) per lo studio di muschi in Antartide. Nell'ambito di un progetto di ricerca di Dottorato in Geomatica, è stato effettuato un esperimento di classificazione, a partire da immagini aeree di prossimità acquisite su un vivaio di piante. Tale area è stata pensata come "poligono test" per la presenza di molte varietà di alberi, raggruppati per specie, semplificando in tal modo l'acquisizione di "verità a terra" georeferenziata e il riconoscimento sulle immagini.

### L'area test e i rilievi

Le immagini aeree di prossimità sono state acquisite sopra una porzione rettangolare di 215 x 115 m del Vivaio Peverelli a Cirimido (Lomazzo, CO), nella quale sono presenti gruppi di giovani esemplari di numerose specie arboree ornamentali.

Un primo rilievo è stato effettuato durante il periodo di maggior copertura fogliare con esacottero MikroKopter del Politecnico di Milano (Sezione Geodesia e Geomatica del Dip. di Ing. Civile e Ambientale) e camere Nikon1 J1 e Tetracam ADC Lite, ottenendo due blocchi di immagini, a colori (RGB) e a falso colore (NIR-RG). Sono state effettuate 4 strisciate, con sovrapposizioni longitudinali e trasversali rispettivamente di 85% e 50%. La quota di volo è stata di 40 m sopra il suolo, (GSD al suolo ~1,5 cm, sulle chiome ~ 1 cm); sono state acquisite 125 immagini RGB, e 159 CIR. Per l'appoggio a terra sono stati distribuiti nell'area 15 target bianchi e neri, quadrati, di 30 cm di lato, le cui coordinate sono state misurate mediante ricevitore GNSS Trimble 5700 in modalità NRTK, con accuratezze orizzontali di circa 2-3 cm e verticali di circa 5 cm.

I due blocchi di immagini sono stati orientati simultaneamente utilizzando il software AgiSoft Photoscan Professional (APh, V.0.9.0). Il DSM dell'area è stato ricavato dal blocco RGB e, su questo, sono state generate due ortofoto mosaicate, a colori e falso colore rispettivamente. Inoltre, dai canali NIR e Red dell'ortofoto in falso colore è stato calcolato l'indice di vegetazione NDVI.

Il rilievo è stato ripetuto in autunno per rilevare nuove informazioni spettrali in una diversa fase fenologica, molto variabile da una specie all'altra. Tuttavia, a causa di problemi tecnici, non è stato possibile acquisire il canale infrarosso. Il nuovo blocco di immagini RGB è stato orientato mediante AgiSoft, e, utilizzando il medesimo DSM estivo precedentemente calcolato, è stata creata la relativa ortofoto mosaicata. Il riconoscimento in campo delle differenti specie arboree è stato riportato direttamente sull'ortofoto estiva; sono state selezionate tutte le specie arboree maggiormente rappresentate, distinguendo 11 classi: Acero, Acero rosso, Carpino, Catalpa, Corniolo, Faggio,

Faggio purpureo, Frassino, Ginkgo biloba, Quercia castaneifolia. Mediante queste informazioni sono stati definiti due set separati di campioni, utilizzati come dati di addestramento e di validazione in una classificazione supervisionata. Prima di procedere alla classificazione, è stata inoltre applicata una maschera (basata su indice di vegetazione NDVI e quota) per escludere il suolo, in parte coperto da erba, e buona parte delle ombre, molto diverse nelle due stagioni di rilievo.

**La classificazione**

Una prima classificazione supervisionata è stata effettuata con algoritmo supervisionato Maximum Likelihood su layer stack costituito dalle sei bande radiometriche originali (RGB estate e RGB autunno) e dall'indice NDVI. Sebbene la copertura fogliare autunnale fosse ridotta, tale classificazione è caratterizzata da un incremento dell'accuratezza totale (Overall Accuracy - OA) del 13% rispetto a quella della classificazione effettuata sulle sole bande estive (RGB\_E e NDVI).

Successivamente sono stati creati nuovi canali sintetici, e il medesimo algoritmo di classificazione è stato impiegato su differenti combinazioni di canali originali e derivati. In particolare, sono stati utilizzati lo spazio di colore HSI, l'indice NDVI e l'indice "rapporto tra bande bi-temporale" (BTBR), sviluppato da Dorigo et al. (2012):

$$BTBR = \frac{(R_A/R_E) - (G_A/G_E)}{(R_A/R_E) + (G_A/G_E)} \quad [1]$$

dove R<sub>E</sub> è il canale Rosso estivo, R<sub>A</sub> il canale Rosso autunnale e G è il canale Verde. In Tabella 1 sono riportate le combinazioni testate, con le relative accuratze totali ottenute.

ID	LAYER STACK	# BANDE	OA [%]
1	RGB_E + NDVI	4	58,56
2	RGB_E + RGB_A + NDVI	7	71,86
3	RGB_S + NDVI + BTBR	5	64,01
4	HSI + NDVI + BTBR	5	63,47

Tabella 1 - Layer stack classificati con algoritmo Max. Likelihood e relative accuratze totali.

**Conclusioni e sviluppi**

L'utilizzo dei canali radiometrici del rilievo multitemporale ha consentito una discreta distinzione della maggior parte delle specie, mentre l'uso dell'indice "rapporto tra bande bi-temporale" non ha portato miglioramenti. Ulteriori sviluppi prevedono approfondimenti sulle modalità di selezione dei campioni di addestramento e validazione, sull'utilizzo di variabili di texture, e sulla modifica delle classi di vegetazione a seguito dello studio di separabilità delle firme spettrali empiriche.

**Bibliografia**

Dorigo W, Lucieer A., Podobnikar T., Čarni A., 2012. Mapping invasive Fallopia japonica by combined spectral, spatial, and temporal analysis of digital orthophotos. *Int.Jour.of Applied Earth Observ.and Geoinformation*, Vol.19, pp. 185-195.

Dunford R., Michel K., Gagnage M., Piegay H., Trémelo M.L, 2009. Potential and constraints of UAV technology for the characterization of Mediterranean riparian forest. *Int.Jour.Rem.Sens.* Vol. 30(19), pp.4915-4935.

Gini, R., Passoni, D., Pinto, L., Sona, G., 2012. Aerial images from an UAV system: 3D modeling and tree species classification in a park area. *ISPRS Archives* Vol. 39/B1, pp. 361-366.

Lucieer A., Robinson S., Turner D., Harwin S., Kelcey J., 2012. Using a micro-UAV for ultra-high resolution multi-sensor observations of Antarctic moss beds. *ISPRS Archives*, Vol. 39/B1, pp.429-433.