

## Sviluppo di un nuovo algoritmo di filtraggio della vegetazione basato sull'uso integrato di dati LiDAR e ottici multispettrali da UAV

Alessandro Di Benedetto<sup>1</sup>, Margherita Fiani<sup>1</sup> e Jacopo Maria Lisena<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Ingegneria Civile, Università di Salerno, Via Giovanni Paolo II, 132, 84084, Fisciano (SA), (adibenedetto, m.fiani)@unisa.it

**Abstract.** Uno dei principali problemi nella creazione di un DTM (Digital Terrain Model) da nuvole di punti acquisite con tecnologia LiDAR (Light Detection and Ranging) è il filtraggio per rimuovere i punti che non appartengono alla superficie nuda del terreno. La questione del filtraggio è ampiamente trattata in letteratura, con numerosi metodi proposti [1]. Tuttavia, la complessità morfologica delle aree rocciose può ridurre l'efficacia degli algoritmi presenti nei software commerciali, basati esclusivamente su relazioni geometriche tra i punti. In particolare, in presenza di vegetazione molto densa, il raggio laser non sempre riesce a raggiungere il terreno. In questi casi, i filtri tradizionali tendono a conservare punti appartenenti alla chioma degli alberi, soprattutto in mancanza di punti a quote inferiori.

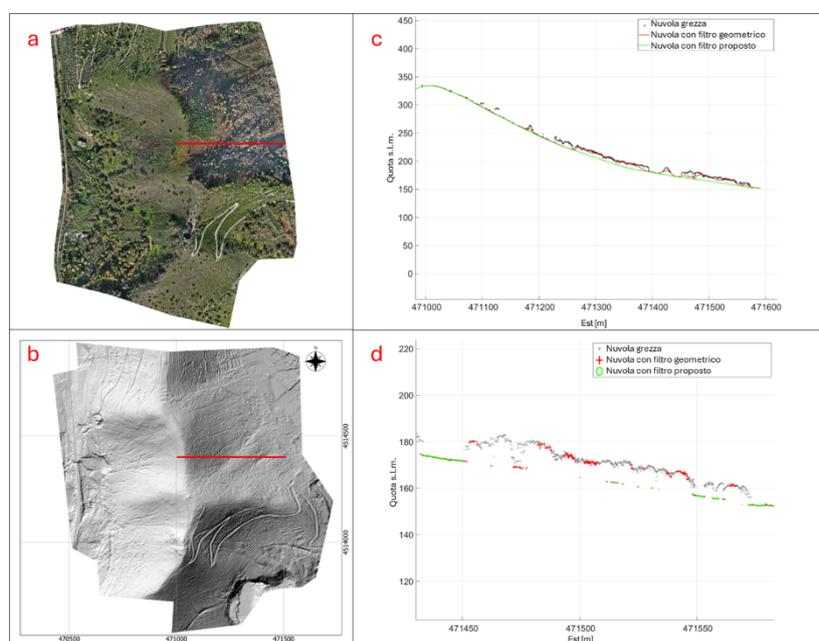
Il nostro lavoro ha come obiettivo lo sviluppo e l'implementazione di un nuovo algoritmo di filtraggio che integra dati ottici multispettrali e LiDAR, consentendo di discriminare i punti della nuvola anche in base alla tipologia di copertura del suolo, determinata mediante l'analisi delle singole firme spettrali [2]. L'algoritmo è stato implementato in MATLAB utilizzando una funzione spline pesata, in cui i pesi attribuiti a ciascun punto della nuvola vengono calcolati considerando sia la geometria circostante il punto LiDAR, sia il valore spettrale derivato dalla nuvola fotogrammetrica multispettrale.

Ad ogni punto della nuvola viene assegnato un peso in base al valore dell'indice spettrale NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Valori positivi di NDVI indicano vegetazione attiva, mentre valori negativi segnalano vegetazione poco vigorosa, suolo nudo o presenza di acqua. Si effettua una selezione preliminare in base al valore dell'indice, e un peso viene assegnato considerando la posizione del punto rispetto a quelli vicini. La combinazione delle due componenti, geometrica e spettrale, determina il peso finale attribuito a ciascun punto durante le iterazioni della funzione spline pesata. Il peso assegnato a ciascun punto della nuvola LiDAR sarà maggiore se la media dei valori spettrali dei punti della nuvola fotogrammetrica, all'interno di un intorno statisticamente significativo (definito in base allo scarto quadratico medio), risulta bassa, indicando che il punto appartiene al terreno. Al contrario, un peso inferiore sarà assegnato se il punto è associato a valori spettrali elevati, indicando che appartiene alla chioma di un albero o a un cespuglio.

L'area di studio esaminata si trova in una zona collinare tra i comuni di Castel San Giorgio e Nocera Inferiore (SA), con versanti esposti a Est e Ovest ricoperti da vegetazione di caducifoglie. Il versante Est è soggetto a incendi estivi ricorrenti,

probabilmente dolosi. Sull'area sono stati effettuati due voli UAV: uno con sensore LiDAR (DJI Matrice 300 RTK equipaggiato con DJI Zenmuse L1) e uno con sensore ottico multispettrale a quattro bande (DJI Mavic 3M), che acquisisce le bande Nir, Red, Red Edge e Green.

L'algoritmo ha dimostrato un'elevata efficacia nella rimozione dei punti relativi alla vegetazione, anche nelle aree più densamente coperte. In Figura 1 sono riportati i risultati del filtraggio: in particolare, nel pannello (c) è illustrato il confronto tra la nuvola di punti originale (in nero) e le nuvole filtrate con il solo filtro geometrico (in rosso) e con il metodo proposto (in verde).



**Fig. 1.** Area test. (a) Ortofoto con la linea di sezione evidenziata in rosso; (b) DTM da nuvola di punti filtrata con il metodo proposto, visualizzato in modalità shaded relief; (c) Dettaglio del profilo lungo la linea di sezione, con la spline in verde che interpola i punti filtrati; (d) Ingrandimento di una porzione del profilo mostrato in (c).

## Riferimenti bibliografici

1. Barbarella, M.; Cuomo, A.; Di Benedetto, A.; Fiani, M.; Guida, D. Topographic Base Maps from Remote Sensing Data for Engineering Geomorphological Modelling: An Application on Coastal Mediterranean Landscape. *Geosciences* **2019**, *9*, doi:10.3390/geosciences9120500.
2. Maas, S.J.; Rajan, N. Estimating Ground Cover of Field Crops Using Medium-Resolution Multispectral Satellite Imagery. *Agronomy Journal* **2008**, *100*, 320-327, doi:https://doi.org/10.2134/agronj2007.0140.