

## Caratterizzazione granulometrica e mineralogica di materiale di scavo tramite immagini RGB e iperspettrali

Francesca Matrone<sup>1</sup>[0000-0002-9160-1674], Francesco Messina<sup>2</sup>, Francesca Parizia<sup>1</sup>[0000-0002-5847-6656], Andrea M. Lingua<sup>1</sup>[0000-0002-5930-2711], Paolo F. Maschio<sup>1</sup>[0000-0001-7706-9354]

<sup>1</sup> Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture (DIATI) - Politecnico di Torino, C.so Duca degli Abruzzi 24, 10129, Torino (Italia) (francesca.matrone, francesca.parizia, andrea.lingua, paolo.maschio@polito.it)

<sup>2</sup> Interdepartmental Centre for Service Robotics (Pic4Ser) - C.so Francesco Ferrucci, 112, 10141 Torino (Italia) (francesco\_messina@polito.it)

### 1 Introduzione

Lo scavo di gallerie per la realizzazione di infrastrutture comporta la produzione di milioni di tonnellate di materiale di scavo: per ridurre l'impatto ambientale, è possibile reimpiegare il marino come aggregato per calcestruzzi strutturali, verificandone l'adeguatezza della composizione attraverso l'identificazione di minerali non idonei. In questo contesto, l'uso di sensori e algoritmi innovativi (camere iperspettrali e tecniche di *Machine Learning*) può portare all'individuazione di metodi avanzati di rapida caratterizzazione i) granulometrica e ii) mineralogica. In particolare, il caso studio qui presentato riguarda lo scavo di una galleria ferroviaria per l'alta velocità: in questo contributo verranno trattate le acquisizioni ed elaborazioni dei dati, analizzando i risultati e valutando le capacità di rilevamento dei sensori in questo ambito.

### 2 Metodologia

Le analisi e le acquisizioni dei dati sono state effettuate su materiale proveniente dagli scavi iniziali, di granulometria varia e prelevato durante la prima fase esecutiva.

Per simulare un nastro trasportatore è stata realizzata in laboratorio una struttura specifica, dotata di piastra motorizzata e vari sensori, tra cui la camera iperspettrale Specim FX17 (range spettrale nella regione NIR da 900 a 1700 nm) e la camera Sony ILCE-7RM3, rispettivamente impiegate per il riconoscimento dei minerali e per la caratterizzazione granulometrica.

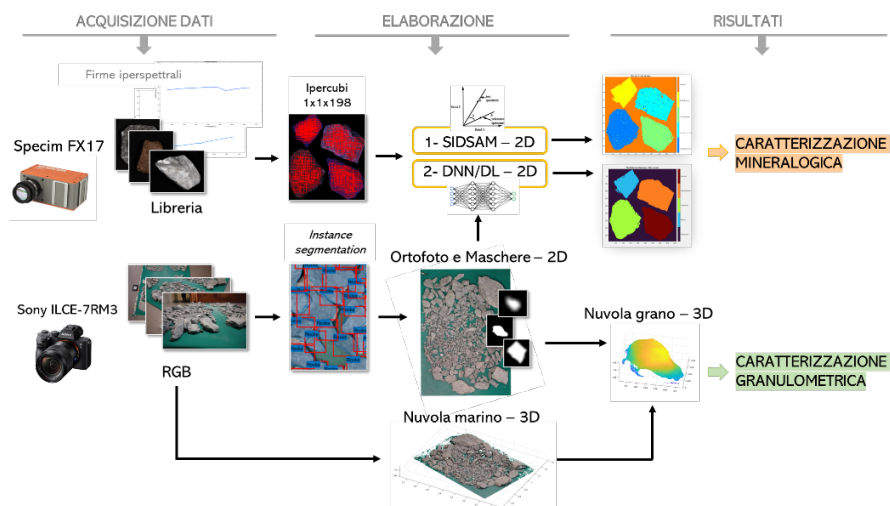
L'elaborazione dei dati, prevalentemente svolta in ambiente MATLAB, è suddivisa in tre fasi (Fig.1): individuazione dei singoli grani tramite tecnica di *Instance Segmentation* [1], utilizzando una specifica rete neurale convoluzionale (Mask R-CNN) addestrata su un dataset di circa 300 immagini, tramite tecniche di *transfer learning*, che ha consentito di segmentare correttamente il 71% delle rocce presenti nelle immagini (rete neurale di base ResNet-50, pre-addestrata sul dataset COCO); misura del loro volume e di quello complessivo da nuvole di punti prodotte con tecniche

fotogrammetriche e/o LiDAR; adattamento di reti neurali artificiali [2] per il riconoscimento mineralogico a partire da ipercubi.  
Per quest'ultima analisi le dimensioni degli ipercubi di partenza (640x480x198 - pixel/pixel/bande) sono ridotte a 33x33x198 e successivamente mediati a 1x1x198. La predizione viene infine riproiettata sulle dimensioni originali.

### 3 Risultati

I principali risultati includono:

- il riconoscimento di grani rocciosi per la caratterizzazione granulometrica, validato tramite confronto con dato di laboratorio (setacciatura tradizionale);
- la definizione di una nuova libreria di firme iperspettrali per materiale di scavo;
- una buona accuratezza nella classificazione dei campioni di rocce tramite tecniche di matching spettrale SID-SAM [3] e di *Deep Learning* (98.4%).



**Fig. 1.** Schema della metodologia seguita dalle fasi di acquisizione dati all'elaborazione e risultati finali.

### Riferimenti bibliografici

1. Schenk, F., Tscharf, A., Mayer, G., Fraundorfer, F.: Automatic muck pile characterization from UAV images. In: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 4, W5, pp. 163-170 (2019).
2. Okada, N., Maekawa, Y., Owada, N., Haga, K., Shibayama, A., Kawamura, Y.: Automated Identification of Mineral Types and Grain Size Using Hyperspectral Imaging and Deep Learning for Mineral Processing. In: Minerals, 10.9, pp. 809 (2020).
3. Du, Y., Chang, C. I., Ren, H., Chang, C. C., Jensen, J. O., D'Amico, F. M.: New Hyperspectral Discrimination Measure for Spectral Characterization. In: Optical Engineering, 43.8, pp. 1777-1786 (2004).