

Nuvole di punti semantiche

E' arrivato il momento di accoppiare geometria e semantica

di Fabio Remondino



Le nuvole di punti, generate da fotogrammetria o laser scanning, contengono principalmente informazioni geometriche. Questo le rende poco utili per diverse applicazioni. I metodi di Intelligenza Artificiale hanno aperto un nuovo settore di ricerca e sviluppo, fornendo soluzioni automatiche per scopi di segmentazione e classificazione.

Negli ultimi anni la generazione automatica e uso di nuvole di punti 3D per applicazioni geospaziali o legate al patrimonio culturale è aumentato in modo significa-

tivo. Metodi fotogrammetrici o strumenti a scansione consentono di generare grandi quantità di informazioni geometriche dettagliate e 3D di una scena (Figura 1), con diversi attributi

Fig. 1 - Nuvole di punti dense generate da fotogrammetria (a) o laser scanner (b).

derivati dal metodo di rilievo (Tabella 1).

Questi attributi per ciascun punto possono essere oggi estesi assegnando informazioni semantiche mediante metodi automatici di segmentazione e classificazione. L'elevata complessità e diversità delle nuvole di punti hanno eletto i metodi di segmentazione e classificazione come gli argomenti di ricerca più attivi e importanti del momento. Questi metodi

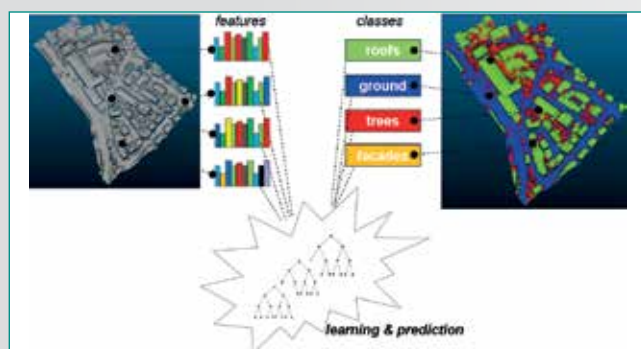


Fig. 2 - Tipico approccio di Machine Learning, con l'estrazione di features dal dato 3D, la fase di learning e prediction a tutto il dataset in esame.

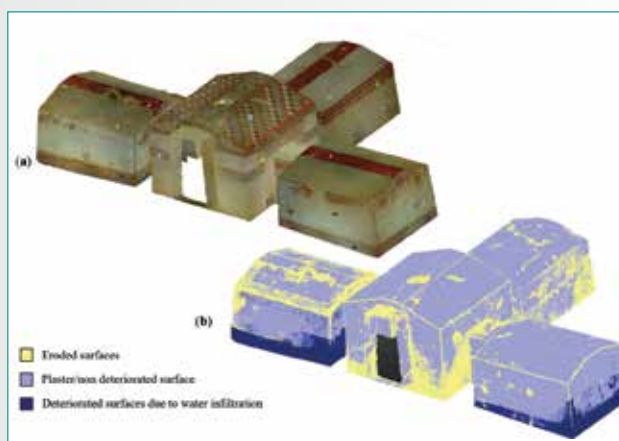


Fig. 3 - Esempio di nuvole di punti terrestri (a) classificate (b) in classi specifiche e di interesse.

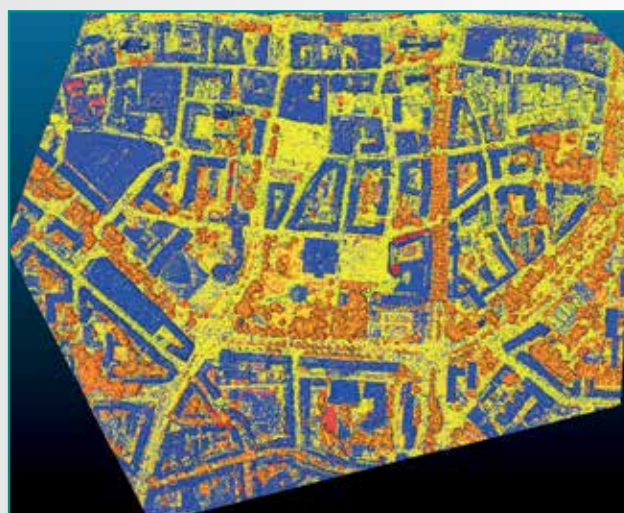


Fig. 4 - Esempio di nuvole di punti aeree (a) classificate (b) in classi specifiche e di interesse.

Fotogrammetria	Laser scanning
Accuratezza / Incertezza	Intensità / Riflettanza
Colore	Ritorni / Echi
Ridondanza	Normali
Angolo d'intersezione	Colore
Classi semantiche (post-processing)	Classi semantiche (post-processing)
Normali (post-processing)	

Tab. 1 - attributi derivati dal metodo di rilievo.

automatici, basati su algoritmi di *Machine e Deep Learning*, possono aiutare a caratterizzare, descrivere e interpretare meglio la scena rilevata. Gli algoritmi di *Machine e Deep Learning* hanno portato grandi progressi in questo senso, sebbene i dati necessari al training delle reti neurali sono la causa primaria del successo (o fallimento) di molti approcci, in particolare quando si lavora con nuvole 3D di beni culturali. Gli ultimi sviluppi nella classificazione automatica di nuvole di punti 3D, acquisite con sensori attivi o metodi fotogrammetrici. Le soluzioni sviluppate (Figura 2) si basano su varie reti neurali e dati di *training*: dopo una

fase di learning, la rete neurale esegue una *prediction* su tutto il dataset in esame al fine di fornire le stesse classi fornite nella fase di *training*. Le sperimentazioni e i risultati (Figura 3-4) dimostrano che gli approcci proposti sono affidabili, replicabili ed efficaci in vari scenari (città, monumenti, statue, ecc.), fornendo automaticamente informazioni metriche, ad esempio, di aree danneggiate da ripristinare, superfici finestrante nelle facciate degli edifici, volumi verdi nelle aree urbane, ecc.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Grilli, E., Menna, F., Remondino, F., 2017. A review of point clouds segmentation and classification algorithms. ISPRS International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. 42.
- Grilli, E., Remondino, F., 2019. Classification of 3D Digital Heritage. MDPI Remote Sensing, Vol. 11(7), 847; <https://doi.org/10.3390/rs11070847>
- Hackel, T., Wegner, J.D., Schindler, K., 2016. Fast semantic segmentation of 3D point clouds with strongly varying density. ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. III(3), pp. 177-184.
- Ozdemir, E., Remondino, F., 2018. Segmentation of 3D photogrammetric point cloud for 3D building modeling. ISPRS International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XLII-4/W10, pp. 135-142
- Ozdemir, E., Remondino, F., 2019. Classification of aerial point clouds with deep learning. ISPRS International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Proceedings Geospatial Week 2019, in press.
- Weinmann, M., Weinmann, M., 2017. Geospatial Computer Vision based on multi-modal data - How valuable is shape information for the extraction of semantic information? Remote Sensing, Vol. 10(1).

PAROLE CHIAVE

NUVOLE DI PUNTI; FOTOGRAMMETRIA; LASER SCANNER; SEMANTICA; CLASSIFICAZIONE; INTELLIGENZA ARTIFICIALE

ABSTRACT

Point clouds, generated by photogrammetry or laser scanning, mainly contain geometric information. This makes them not very useful for different applications. Artificial Intelligence methods have opened up a new area of research and development, providing automatic solutions for segmentation and classification purposes.

AUTORE

FABIO REMONDINO
 REMONDINO@FBK.EU
 FONDAZIONE BRUNO KESSLER