

Esperienze di modellazione 3D ad altissima risoluzione in applicazioni di Ingegneria Civile

Valentina Alena Girelli^{1,2}[0000-0001-9257-9803], Maria Alessandra Tini^{1,2}[0000-0001-7745-640X],
Gabriele Bitelli^{1,2}[0000-0002-6118-6000]

¹ Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali (DICAM)

² Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale (CIRI) Edilizia e Costruzioni
Università di Bologna

(valentina.girelli, mariaalessandra.tini, gabriele.bitelli)@unibo.it

Abstract. Le moderne tecnologie geomatiche per la modellazione 3D stanno cambiando lo scenario dell'ingegneria civile. Nel campo delle infrastrutture, la disponibilità di modelli 3D offre numerosi vantaggi in ogni fase del ciclo di vita di un progetto e lo sviluppo del Building Information Modeling (BIM) comprende tutti gli aspetti coinvolti. Sistemi laser scanner e fotogrammetria Structure from Motion (SfM) terrestre e da UAV, sono oggi diventati uno standard per il rilievo 3D di edifici ed infrastrutture, anche in integrazione tra di loro o con altre tecniche di rilievo. Le nuvole di punti ed i modelli così ottenuti costituiscono anche la base per progetti di restauro, applicazioni HBIM, monitoraggio e analisi strutturale.

Accanto ai classici rilievi di questo tipo, grazie ai miglioramenti nella sensoristica ed a nuovi algoritmi ed approcci metodologici per l'elaborazione e l'interpretazione dei dati, stanno oggi emergendo nel campo dell'ingegneria civile altre applicazioni che richiedono risoluzione e precisione molto elevate, specificamente orientate alla caratterizzazione geometrica di superfici ed elementi di dimensioni più ridotte. Per questi casi particolari, i laser scanner triangolatori e gli scanner a proiezione di luce strutturata si sono dimostrati gli strumenti più affidabili e precisi per la fase di rilievo [1]. Anche la macrofotogrammetria digitale è un metodo di rilevamento che può essere utilizzato in questo tipo di applicazioni, soprattutto laddove le caratteristiche della superficie da rilevare rendono impossibile l'uso di dispositivi di scansione [2].

In questo contributo vengono descritte alcune recenti esperienze di modellazione 3D di oggetti ad altissima risoluzione, svolte dal gruppo di Geomatica del DICAM dell'Università di Bologna in contesti generalmente multidisciplinari.

In tutti i casi studio affrontati l'obiettivo principale è la generazione di un modello 3D della superficie a scala sub-millimetrica, che consenta una caratterizzazione molto accurata della geometria e delle caratteristiche superficiali (es. tessitura e rugosità), utile per diversi scopi.

In collaborazione con il gruppo di Strade, ferrovie ed aeroporti del DICAM, è stato per esempio testato l'uso di scanner ad alta precisione per esplorare la possibilità di ampliare la gamma degli indicatori utilizzati per la caratterizzazione della tessitura dell'asfalto [3]. La disponibilità di un accurato

modello 3D apre alla possibilità di sviluppare lo studio delle pavimentazioni stradali dalle metodologie 2D comunemente utilizzate eseguite sui singoli profili a quelle 3D, consentendo di estrarre informazioni “volumetriche” con un unico rilievo eseguito in situ o su campioni in laboratorio, con affidabilità, coerenza e omogeneità dei dati. Inoltre, la possibilità offerta da queste tecniche di effettuare il rilievo della morfologia superficiale facilmente e velocemente in epoche diverse, permette anche il monitoraggio di fenomeni di degrado. Un esempio, condotto in collaborazione con il gruppo di Scienza delle Costruzioni del DICAM, riguarda il monitoraggio del degrado superficiale in murature in laterizio esposte agli agenti atmosferici ed alla simulazione di fenomeni quali umidità e cristallizzazione salina [4].

Un'altra applicazione, in collaborazione con il gruppo di Tecnica delle Costruzioni del DICAM, si riferisce all'uso della scansione 3D per la caratterizzazione geometrica di superfici molto irregolari, come nel caso di elementi da costruzione in acciaio stampati in 3D con la tecnologia WAAM (Wire-and-Arc Additive Manufacturing) [5].

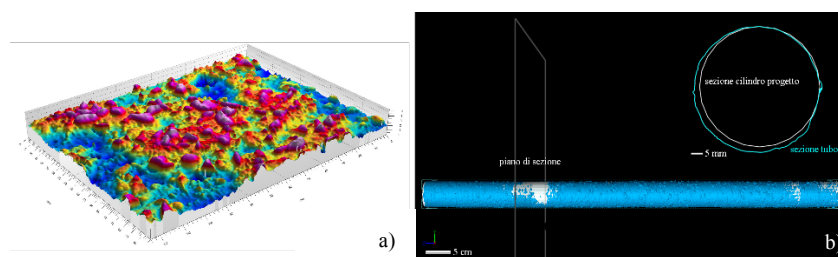


Fig. 1. a) Modello 3D della superficie di asfalto di un'area test, acquisita *in situ* tramite laser scanner; b) modello 3D, da scansione a proiezione di luce strutturata, di un tubo di acciaio stampato in 3D, con dettaglio dello scostamento tra una sezione trasversale e la corrispondente sezione del cilindro di progetto.

Riferimenti bibliografici

1. Kersten, T., Przybilla, H.-J., Lindstaedt, M.: Investigations of the geometrical accuracy of handheld 3D scanning systems. *Photogrammetrie-Fernerkundung-Geoinformation*, 2016(5-6), pp. 271-283 (2016).
2. Fraser, C.S.: Industrial and engineering measurement. In McGlone (ed.): *Manual of Photogrammetry*, 6th ed., American Society of Photogrammetry & Remote Sensing, Bethesda, Maryland, pp. 1075-1082 (2013).
3. Bitelli, G., Simone, A., Girardi, F., Lantieri, C.: Laser Scanning on Road Pavements: A New Approach for Characterizing Surface Texture. *Sensors*, 12, pp. 9110-9128 (2012).
4. Bitelli, G., Colla, C., Gabrielli, E., Girardi, F., Ubertini, F.: Salt Effects in Plastered and Unplastered Outdoors Brick Masonry: Quantitative Laser Monitoring of Surface Decay Evolution. *International Journal of Architectural Heritage*, 9:5, pp. 581-593 (2015).
5. Laghi, V., Palermo, M., Gasparini, G., Girelli, V.A., Trombetti, T.: Experimental results for structural design of Wire-and-Arc Additive Manufactured stainless steel members. *Journal of Constructional Steel Research*, 167, 105858 (2020).