

Il laser scanning terrestre per il rilievo e l'analisi di Beni Architettonici e Archeologici

Fulvio Rinaudo

Politecnico di Torino, DITAG, Corso Duca degli Abruzzi 24, 10129 Torino
Tel. 0110907659, Fax 0110907699, e-mail: fulvio.rinaudo@polito.it

Riassunto esteso

Il rilievo metrico del Patrimonio Culturale (passaggio obbligato per i rilievi di conoscenza e di monitoraggio del degrado) rappresenta senza dubbio uno degli ambiti applicativi nei quali la tecnologia del laser scanning ha suscitato molto interesse.

La relativa facilità di acquisizione dei dati primari (le nuvole di punti) ha sicuramente influito sulla rapida diffusione di questa tecnologia; parallelamente la notevole complessità morfologica degli oggetti considerati ha reso indispensabile lo sviluppo di applicativi di trattamento dei dati del tutto originali e diversi rispetto a quelli necessari nelle applicazioni territoriali.

Gli oggetti architettonici presentano infatti una elevata quantità di discontinuità geometriche che la tecnica laser scanning non può ovviamente rilevare correttamente obbligando così il rilevatore ad applicare tecniche molto diverse, a seconda del tipo di oggetto da rilevare, per poter estrarre dalle nuvole di punti le linee di discontinuità necessarie per la ricostruzione delle geometrie fondamentali utili per arrivare al risultato finale.

Affrontare il rilievo di un edificio contemporaneo anziché quello di uno in stile Liberty o Barocco comporta evidentemente accorgimenti diversi che difficilmente possono essere standardizzati: solo una grande pratica e l'uso intelligente di opportuni software consentono di giungere ai risultati desiderati.

Notevole influenza sulle tecniche di trattamento hanno anche le finalità del rilievo e la scala nominale che si intende adottare; questo purtroppo è un aspetto che la grande accuratezza oggi fornita dagli strumenti di acquisizione tende a far dimenticare agli utenti meno esperti nel campo della misura che grazie a questa tecnica si sono avvicinati al mondo del rilievo metrico. Ad esempio se un insieme di punti può essere considerato piano alla scala nominale 1:100 questo può non più essere vero alla scala 1:50.

Un altro problema che si presenta sta nel fatto che solitamente le nuvole di punti acquisite con la tecnica laser scanner vengono caratterizzate dalla precisione di misura della distanza che lo strumento utilizzato garantisce: un utente poco esperto non la collega alla precisione con cui gli strumenti misurano gli angoli che definiscono l'assetto spaziale della direzione di misura della distanza e non tiene conto che ogni volta che i punti vengono in qualche modo interpolati, l'algoritmo utilizzato non può che far peggiorare la precisione iniziale. Alla fine si attribuiscono, erroneamente, al modello geometrico finale del rilievo le stesse precisioni della misura.

Inoltre va considerato che allo stato attuale dello sviluppo delle tecniche di trattamento delle nuvole di punti di solito nelle applicazioni ad oggetti di tipo architettonico (e archeologico) la tecnica laser scanner non è autosufficiente ma deve per forza essere integrata dalla fotogrammetria digitale e a volte anche da alcune misure manuali per la definizione dei dettagli nei rilievi a grandissima scala.

Nel rilievo dell'architettura, infine, il trattamento delle nuvole di punti non può prescindere dalla comprensione della conformazione spaziale dell'oggetto del rilievo che, prima di essere misurato, deve essere compreso e interpretato pena il completo fallimento della modellazione geometrica che

consente di passare dall'anonima nuvola di punti a una serie di superfici interconnesse che delimitano gli spazi, vero oggetto del rilievo metrico.

Nonostante queste criticità oggettive, la tecnica laser scanner ha trovato molti campi di applicazione nel rilievo del Patrimonio Culturale che erano con difficoltà o per nulla soddisfatti dalle altre tecniche di rilievo metrico: si pensi al fatto che le prime ortofoto di oggetti architettonici furono rese economicamente possibili proprio grazie al fatto che con la tecnica laser scanner, per la prima volta, i rilevatori hanno avuto a disposizione un modello geometrico tridimensionale di definizione sufficiente attraverso il quale elaborare le tecniche di ortoproiezione di precisione (uso di diverse immagini per la selezione automatica del tono radiometrico utile).

Parallelamente la tecnica laser scanner ha sostituito alcune tecniche di rilievo metrico grazie al notevole risparmio di tempo richiesto dall'acquisizione dei dati.

La tecnica laser scanner può essere considerata ottimale e praticamente autonoma nella definizione dei modelli tridimensionali relativi per tutte le applicazioni di rilievo metrico di oggetti privi di linee di discontinuità o di forma particolarmente complessa quali possono essere:

- le superfici voltate (cupole ellissoidiche o sferiche, volte a botte o a crociera, ecc.) o gli apparati decorativi così diffusi nelle architetture (capitelli, fregi, ornati, ecc.);
- i complessi scultorei di varie dimensioni solitamente caratterizzati da superfici lisce e prive di spigoli e linee di discontinuità evidenti.

Nel caso di edifici e di oggetti contenenti linee di discontinuità è noto che il solo uso del dato laser scanner porta a una sorta di "arrotondamento degli spigoli" che con molta fatica e scarso successo possono essere recuperati da un trattamento delle nuvole di punti. Obbligatorio è in questi casi l'integrazione con altre tecniche di rilievo quali la fotogrammetria digitale, il rilievo celerimetrico e, in alcuni casi, il rilievo manuale.

Nel rilievo del Patrimonio Culturale sia per fini di conoscenza che per fini di analisi e interpretazione dei degradi materici e strutturali grande importanza riveste la possibilità di associare alle informazioni geometriche altri tipi di informazione radiometrica quali quelle derivanti dalle bande del visibile e dell'infrarosso termico. In questi casi l'integrazione con le tecniche fotogrammetriche che consentono di associare ad ogni porzione di superficie corrispondente le corrette informazioni radiometriche è inevitabile al punto che ormai ogni strumento laser scanner prevede in modo diretto o indiretto l'acquisizione delle immagini digitali necessarie alla integrazione della geometria con la descrizione radiometrica delle superfici rilevate.

Bibliografia

Alshawabkeh Y., Haala N. (2004) - *Integration of digital photogrammetry and laser scanning for heritage documentation*. Proceedings of: XXI ISPRS Congress, Istanbul, Turkey.

Becker S., Haala N. (2007) - *Combined feature extraction for façade reconstruction*. In: ISPRS Workshop on Laser Scanning 2007 and SilviLaser 2007, Espoo, September 12- 14, Finland.

Ardissone P., Bornaz L., Rinaudo F. (2007) - *3D Height Accuracy Survey and modeling for Cultural Heritage documentation and restoration*. In: VAST 2007 - Future technologies to empower heritage professionals, Brighton 26-30 November 2007

Cheng L., Gong J., Chen X., Han P. (2008) - Building boundaries extraction from high resolution imagery and LiDAR data. In: International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science, Beijing, Vol. XXXVII, Part B3b.

Lingua A., Nex F., Rinaudo F. (2010) - *Integration of Airborne Laser Scanner and multiimage techniques for map production*. Proceedings of SPIE Remote Sensing, Vol. 7831: 1-14. ISSN: 0277-786X.