

COMPARAZIONE FRA DTM ACQUISITI CON LIDAR AEREO E DTM GENERATI IN MODO AUTOMATICO CON LA FOTOGRAMMETRIA AEREA

Vittorio CASELLA, Marica FRANZINI, Barbara PADOVA

DIET, Università di Pavia, via Ferrata 1, Pavia
e-mail: {vittorio.casella,marica.franzini, barbara.padova}@unipv.it

1 Introduzione

Negli ultimi anni il lidar aereo si è affermato come lo strumento d'elezione per la generazione di DTM mediamente estesi e di grande qualità. Tale metodologia di rilevamento presenta tre caratteristiche molto significative: la densità dei punti acquisiti, la precisione con cui essi sono misurati, la capacità di misurare il terreno in modo generalmente abbastanza denso anche nelle parti di territorio coperte da vegetazione.

Recentemente le ditte produttrici di programmi fotogrammetrici e i ricercatori, forse anche incalzati in questo senso dalla tecnologia lidar, hanno iniziato ad esplorare la possibilità di ottenere DTM molto densi con la correlazione automatica. Nei DTM generati con correlazione automatica è particolarmente importante studiare la densità effettiva rispetto a quella nominale in quanto è ben noto che, indipendentemente dal passo di campionamento stabilito a priori dall'operatore, gli algoritmi di matching falliscono la misura di una certa percentuale di punti, che può essere elevata nelle parti di territorio a bassa tessitura. Ciò può allontanare la densità dei punti effettivamente misurati da quella nominale.

Ma vi è un secondo possibile motivo di difformità fra la densità effettiva e quella nominale: se il passo impostato per la misura automatica non è significativamente maggiore del GSD, vi è il rischio che le misure di punti adiacenti siano fortemente correlate, in quanto basate in buona parte su pixel comuni. In tal caso i punti misurati con metodo fotogrammetrico potrebbero anche avere densità elevata, ma non rendere in misura proporzionale la forma dei piccoli particolari del terreno.

Ne deriva l'interesse per una comparazione rigorosa e sistematica fra i DTM ottenuti dalla fotogrammetria e dal lidar con riferimento a tre principali parametri: la precisione; la capacità di descrivere in modo dettagliato la forma del terreno; la capacità di misurare il terreno anche in presenza di ostruzioni parziali quali alberi e case.

2 I dati usati

Il PTS, *Pavia Test Site*, è stato creato nei tardi anni '90 e si è progressivamente arricchito di molti elementi: reti GPS e di livellazione di alta qualità; numerose *Check Areas* per la verifica di dati lidar, che possono essere piani quotati su superfici piane orizzontali come campi di tennis e parcheggi, piani quotati su superfici inclinate come rampe di parcheggi o cortili, sezioni del terreno; diverse tipologie di punti di controllo fotogrammetrici, naturali ed artificiali.

Fra i molti dataset acquisiti sul PTS vi sono numerosi dati lidar prodotti dagli scanner Toposys I, Optech 1210, Optech 3033. In particolare i dati oggetto della nota sono stati acquisiti con lo scanner Optech 3033 nel febbraio 2004; si tratta di tre dataset i cui parametri principali sono riassunti nella Tabella 1.

Dataset	Data	Altezza volo [m]	Frequenza punti [Khz]	Frequenza scansioni [hz]	Semiangolo apertura [deg]	Larghezza scansione [m]	Densità media [pt / m ²]
Volo_A	14.02.2004	1000	33	42	8	281	2.06
Volo_B	15.02.2004	1000	33	42	8	281	2.06
Volo_C	15.02.2004	1000	33	28	19	689	0.77

Tabella 1 – Parametri principali dei tre dataset lidar presi in considerazione nella nota.

I voli A e B sono stati eseguiti con la stessa configurazione, corrispondente a una densità media di circa 2 punti per metro quadrato, ma in giorni diversi e ciò consente di esaminare la ripetibilità delle misure lidar. Il Volo C è caratterizzato invece da una configurazione diversa, con una minore densità dei punti e un maggior abbracciamento.

Per quanto riguarda le misure fotogrammetriche, è stato scelto un volo avente scala media 1:5000 e caratterizzato da un'altezza di volo di circa 700m, acquisito con una camera Leica RC30 avente lunghezza focale di 150 mm. Il blocco considerato copre tutta la città ed è stato orientato con la triangolazione aerea; sono stati collimati manualmente numerosi punti di appoggio artificiali, mentre i punti di legame sono stati misurati automaticamente. Molteplici punti di controllo artificiali sono stati impiegati per effettuare una validazione rigorosa ed indipendente della bontà delle misure fotogrammetriche che si possono realizzare sul blocco considerato.

3 Verifiche svolte

I dati lidar sono stati preliminarmente filtrati per individuare i soli punti appartenenti al terreno; tale operazione è stata condotta con il programma TerraScan della ditta finlandese Terrasolid. Il DTM così ottenuto è stato validato visivamente da un operatore, che ha corretto i molti piccoli errori commessi dall'algoritmo.

I DTM fotogrammetrici sono stati generati esclusivamente in corrispondenza delle *Check Areas* e i dati ottenuti sono stati editati e filtrati manualmente.

Come anticipato sono state misurate 9 *Check Areas*; esse sono state rilevate con metodologia topografica della massima qualità: è stato usato il GPS per misurare due o più punti di inquadramento (che sono anche stati materializzati, per consentire successive che o integrazioni) e in seguito sono state misurate sezioni del terreno con un teodolite elettronico della massima qualità, generalmente con la tecnica dei punti lanciati.

La verifica è consistita anzitutto nella comparazione visiva fra i DTM di natura fotogrammetrica e laser, per apprezzare il diverso grado di dettaglio che li caratterizza. Una seconda verifica riguarda la capacità di raggiungere il terreno anche in presenza di ostacoli, come alberi o palazzi; alcune zone caratterizzate da tali condizioni (vie strette del centro della città, zone alberate, boschi) sono state perimetrare con poligoni e al loro interno è stata determinata la densità di punti lidar o fotogrammetrici, in rapporto a quella ottenibile in campo aperto. Infine è stata condotta una rigorosa validazione metrica, comparando i vari DTM con i circa 1000 punti misurati a terra con metodi topografici.