

Generazione di ortofoto ad alta risoluzione su scansione laser

Proposta di una nuova tecnologia con caratteristiche di produttività e standard qualitativi di tipo cartografico



di Francesca Ceccaroni

Gestione della superficie

Nessun limite alla dimensione del modello (nuvola di punti) importabile. Razionale suddivisione del modello in prospetti e piante. Gestione delle superfici con tempo di attesa minimo (frazioni di secondo), per la visualizzazione e l'elaborazione.

Editing della superficie:

- Perimetrazione (scontorno)
- Foratura
- Riempimento lacune
- Riparazione automatica di mancanze sparse
- Correzione automatica dei sottosquadro (lacune dovute alle ombre d'acquisizione)
- Correzione dell'effetto bordo
- Riempimento con superfici a gradiente
- Secchiello
- Timbro
- Operazioni booleane

Rappresentazione della superficie:

- Falsi colori in funzione della quota
- Shading cartografico
- Colore proprio dei punti

Preprocessing radiometrico

Modulo PhoTone per la compensazione radiometrica ed equalizzazione cromatica dei fotogrammi.

Zmap-Laser

- Elaborazione di modelli ottenuti mediante scansione laser.
- Generazione di ortofoto con qualità e produttività di tipo cartografico.
- Compilazione di modelli streaming per 3dPix. 3dPix è il nostro navigatore in grado di gestire modelli raster3d di milioni di punti con tempo di visualizzazione prossimo a zero.
- Piante, prospetti, sezioni, profili, curve di livello e ortofoto generati da scansioni laser, possono finalmente raggiungere i livelli qualitativi degli elaborati tradizionali.
- Nessun limite alla dimensione dei modelli, al numero di fotogrammi da mosaicare, alla dimensione delle ortofoto generate e tutto questo con tempi di elaborazione sorprendenti.
- Un buon lavoro durante l'acquisizione strumentale ed una buona camera digitale da usare con metodo, sono gli unici presupposti necessari per ottenere una serie di tavole corredate di parametrature, cartigli, tematizzazioni ed altro, adatte a valorizzare al meglio il frutto del tuo lavoro.
- Un solido CAD cartografico è l'ambiente di lavoro sul quale costruire i tuoi elaborati.
- Nel CAD di ZMap trovi tutte le potenzialità offerte dall'editing vettoriale e raster avanzato, con tipi di linea, layer, spessori campiture, immagini, mosaici, impaginazione, stampa e molto altro ancora.

Lo scopo del presente contributo è la descrizione di una procedura per la realizzazione di ortofoto ad alta risoluzione. Si suppone di utilizzare come dati in ingresso superfici acquisite mediante laser scanner e fotogrammi ad alta risoluzione.

La procedura proposta, concretizzata in un software denominato ZMap-Laser è volta all'ottenimento di elaborati quali: piante, prospetti, sezioni, curve di livello, ortomosaici idonei alla progettazione architettonica ed ingegneristica.

Inoltre ZMap-Laser genera un modello raster 3d ad alta risoluzione dalla immediata e interattiva fruibilità.

Il nostro obiettivo è quello di trattare le nuvole di punti in modo da: ottenere un elaborato idoneo e conforme alle tradizionali rappresentazioni architettoniche e di ottenere un modello raster 3D ad alta risoluzione, fruibile in modo semplice ed interattivo pur se costituito da qualche decina di milione di punti.

Gestione dei fotogrammi

Orientamento:

- Trasformazione Lineare Diretta (DLT) per camere non metriche
- Spatial resection (Piramide inversa) per camere metriche
- Import di orientamenti preesistenti

Nessuna limitazione alla dimensione dei fotogrammi.

Nessuna limitazione al numero dei fotogrammi.

Correzione radiometrica sul singolo fotogramma.

Proiezione dei fotogrammi

Mediante tecnica di warping pixel a pixel convenzionale.

Mediante tecnica di true orthophoto.

Mosaico

Individuazione delle linee di taglio ottimali mediante algoritmo LPV (Luogo dei Punti Vicini) cfr. Articolo Atti ASITA 2004.

Calcolo automatico dei percorsi delle linee di taglio mediante algoritmo di programmazione dinamica PPD. cfr. Articolo Atti ASITA 2004.

Editing interattivo delle linee di taglio. Equalizzazione cromatica delle immagini componenti.

Nessun limite alla dimensione del file di mosaico risultante.

Editing

Editing vettoriale e spolvero dell'ortomosaico realizzato.

Proiezione del vettoriale sulla superficie 3d.

Parametratura automatica.

Suddivisione automatica in tavolette per stampa a settori.

Stampa diretta.

Navigazione

Composizione con modulo master del modello navigabile.

Compilazione del file di stream per il modulo 3dPix.

3dPix è un navigatore real-time di modelli raster 3d realizzati on ZMap.

3dPix è gratuito e puoi distribuirlo ai tuoi clienti assieme ai file di navigazione.

3dPix visualizza file enormi (anche decine di milioni di punti) in modo istantaneo, con la massima ricchezza di dettaglio e senza necessitare di hardware particolare.

Il risultato è sorprendente per l'efficacia, rapidità ed impatto visivo.

Caso applicativo

La rappresentazione in falsi colori evidenzia piuttosto bene le lacune presenti sulla superficie. Per correggere correttamente la mancanza è opportuno ricondursi alla causa che l'ha generata. Vediamo solo 3 esempi.

Nel primo caso la parte mancante è dovuta al sottosquadro degli oggetti orizzontali.

Questa viene riempita estrapolando l'andamento verticale della superficie più arretrata fino all'intersezione con la parte esistente della superficie più avanzata.

Nel secondo caso la parte mancante è dovuta trasparenza della vetrata, per cui lo strumento non ha potuto rilevare il tempo di volo del raggio e quindi la posizione del punto.

Questa viene riempita mediante il calcolo di una superficie piana il cui andamento è interpolato sui valori di contorno di ciascuna area mancante.

Nel terzo caso la parte mancante, di piccole dimensioni è dovuta sia alle ombre che i particolari dell'oggetto proiettano sull'oggetto stesso (foglie del

capitello), che ad eventuali piccoli errori di assemblaggio della superficie.

In questo caso si usa un filtro di tipo Thin-Plate-Spline, vale a dire un interpolatore che simula l'andamento delle deformazioni di una piastra sottile vincolata a passare dai punti adiacenti alla mancanza di cui sono noti i valori.

Sono stati messi a punto molti strumenti specifici per la finitura della superficie così da consentire l'ottenimento del prodotto finale in pochi minuti.

Per ottenere un risultato professionale, le immagini devono essere acquisite con camere fotografiche di idonee caratteristiche ottiche e qualitative. LA QUALITA' DELL'ELABORATO FINALE DIPENDE SOSTANZIALMENTE DALLA QUALITA' FOTOGRAFICA DELLE IMMAGINI.

È senz'altro preferibile utilizzare camere dotate di certificato di calibrazione, per le quali cioè sono state effettuate prove di laboratorio al fine di conoscerne con precisione le caratteristiche metriche, cioè:

- Punto principale (x0,y0)
- Lunghezza focale (c)
- Distorsioni (k1,k2)

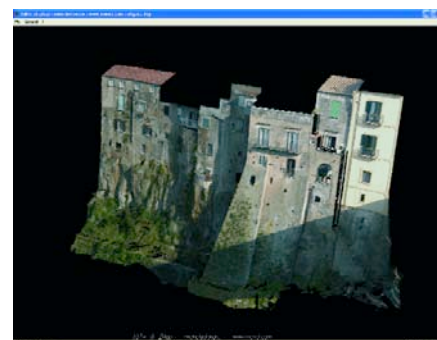
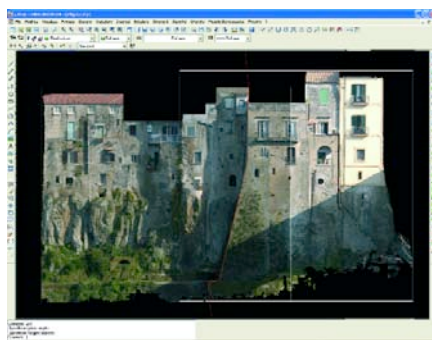
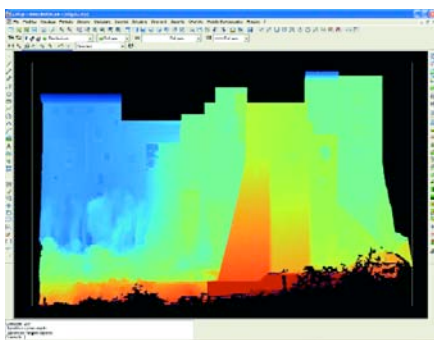
In alternativa (in mancanza cioè di certificato), il software consente di i punti del modello fotografato come poligono di calibrazione.

Questo processo che definiamo di Auto-Calibrazione, utilizza un metodo di Bundle-Adjustment per ottenere i parametri della camera su ciascun fotogramma.

È pertanto possibile utilizzare, con le opportune dovute cautele, anche obiettivi a focale variabile (zoom).

Una particolare attenzione deve essere destinata alla ripresa fotografica.

Questa deve prevedere la realizzazione di un adeguato piano preventivo in



modo da distribuire i fotogrammi strategicamente sul soggetto, con:

- adeguata ricopertura reciproca
- minimo scorcio
- massima omogeneità cromatica
- idonea illuminazione

L'associazione dei punti è molto rapida in quanto viene aiutata dal software che si approssima automaticamente sulla zona d'interesse; è così necessaria solo una rifinitura della collimazione.

Vengono inoltre proposte in sequenza tutte le immagini che contengono il punto in esame.

In breve, i punti necessari (16 su tutto il prospetto), sono stati collimati.

Viene lanciato il calcolo di compensazione che ci propone la tabella dei residui per ciascun fotogramma. Il calcolo di compensazione viene risolto mediante metodo di Spatial-Resection utilizzando le equazioni di collinearità.

I fotogrammi vengono successivamente proiettati sulla superficie. La loro parziale sovrapposizione consente la copertura completa dell'oggetto.

È pertanto necessario individuare una strategia in grado di minimizzare questo fenomeno, assegnando a ciascuna immagine un'area di pertinenza che sia la più prossima possibile al suo centro geometrico (punto principale). La suddivisione viene effettuata mediante il cosiddetto "Diagramma di Voronoi".

Il calcolo delle linee di taglio fornisce la base sulla quale effettuare la finitura delle linee stesse, privilegiando i passaggi attraverso i contorni naturali dell'architettura.

La proiezione di ciascun fotogramma viene controllata per quanto riguarda la risoluzione, l'equalizzazione cromatica, la selezione di aree d'interesse e la gestione delle aree di occlusione.

Ciascun fotogramma genera proprie aree di occlusione che sono determinate dalla

posizione del punto di presa rispetto all'oggetto.

Il vantaggio di poter utilizzare diverse prese fotografiche da altrettanti punti di vista permette l'integrazione delle aree occluse mediante la collaborazione tra le immagini.

Si noti come i due fotogrammi siano collaborativi. Il fotogramma scattato da sinistra ha occlusioni a destra dell'oggetto. Quello scattato da destra, il viceversa.

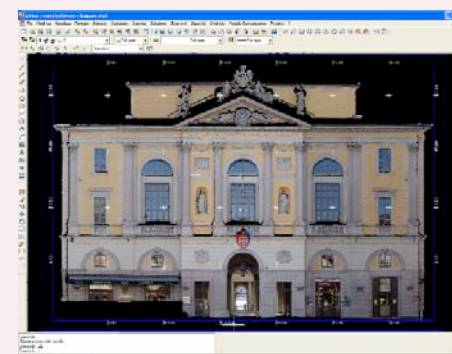
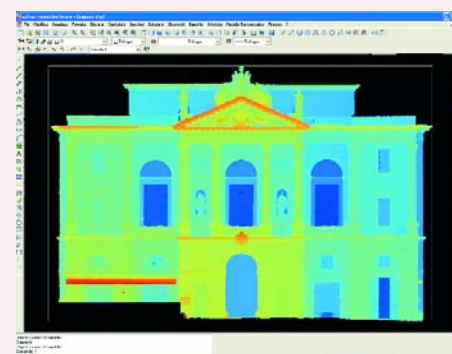
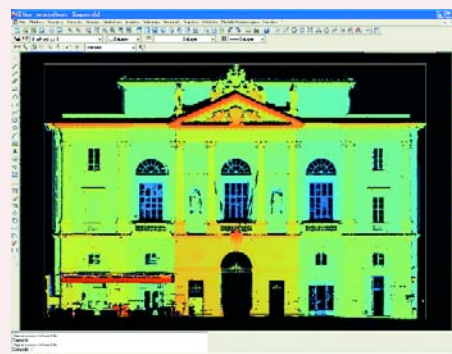
Il mosaico delle zone non occluse avviene con il criterio delle aree di pertinenza.

Il riempimento delle aree occluse avviene prelevando i pixel dall'immagine, non occlusa, con il punto principale più prossimo all'area in esame.

La procedura, completamente automatica, ma controllabile attraverso parametri di controllo, conduce alla produzione di un ortomosaico caratterizzato da:

- Nessun limite alla dimensione del file mosaico
- Ad ogni pixel è associata una tripletta di coordinate X,Y,Z
- Generazione automatica delle parametrature
- Stampa in scala su plotter di ogni formato
- Facile vettorizzazione con tipi di linea, spessori, colori, layer, campiture, ecc
- Overlay vettoriale su raster
- Proiezione sulla superficie 3d del vettoriale tracciato
- Tracciamento automatico di profili e curve di livello

L'intento della produzione di elaborati di tipo cartografico partendo da scansioni laser è stato raggiunto, così come quello di poter gestire agevolmente i modelli raster 3d ad alta risoluzione conseguentemente generati.



Autore

DR. FRANCESCA CECCARONI

francesca.ceccaroni@menci.com
 Menci Software
 Via Martiri di Civitella, 11
 52100 Arezzo
 tel. 0575/300552
info@menci.com