

**Titolo della tesi:** Valutazione delle potenzialità di software commerciali e scientifici per la generazione di DSM da immagini acquisite da UAV: confronto di scenari differenti sul campo test di Manciano (Arezzo) (tesi sperimentale)

**Tipo di Laurea:** Laurea Triennale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

**Sessione di Laurea:** Ottobre/Novembre

**Anno accademico:** 2014/2015

**Nome Candidato:** Ilaria Musa

**Matricola:** 1530775

**Relatore:** Mattia Giovanni Crespi

**Correlatori:** Andrea Nascetti

Martina Di Rita

Questa tesi nasce in seguito all'idea di voler approfondire uno studio, eseguito presso l'Area di Geodesia e Geomatica dell'Università di Roma "La Sapienza", volto all'analisi delle potenzialità di alcuni software in grado di generare DSM (Digital Surface Model) attraverso immagini acquisite da droni.

La fotogrammetria è una tecnica di rilievo del terreno, finalizzata alla rappresentazione metricamente e qualitativamente valida del terreno. Rispetto al rilievo diretto a terra, non necessita di entrare in contatto diretto con gli oggetti per descriverne la geometria e permette l'acquisizione contemporanea di un elevato numero di informazioni. Le immagini acquisite sono dotate di un contenuto metrico, oltre che qualitativo, fonte di preziose informazioni riguardanti la forma e le dimensioni degli oggetti stessi.

La nascita di nuovi software commerciali e scientifici, che permettono un maggior grado di automazione del processo fotogrammetrico, e di nuove strumentazioni utili a migliorare la qualità e le modalità del rilievo, hanno reso possibile un miglioramento dal punto di vista tecnologico.

Inoltre si sono sviluppate piattaforme aeree non convenzionali da utilizzare per il rilievo fotogrammetrico, gli UAV (Unmanned Aerial Vehicle), più comunemente noti come droni. Gli UAV sono velivoli in grado di operare in assenza di pilota a bordo e per tale motivo sono spesso utilizzati in situazioni di emergenza. Sono piattaforme low-cost, rispetto ai mezzi utilizzati per il classico rilievo fotogrammetrico, collegate a camere digitali amatoriali o professionali e dotati di sistemi di navigazione GNSS/INS. Nel passato lo sviluppo delle piattaforme UAV è avvenuto principalmente per scopi militari, ma negli ultimi tempi la loro applicazione si è estesa a diversi campi quali il settore agricolo e forestale, archeologia e beni culturali, il monitoraggio ambientale, il monitoraggio del traffico e la ricostruzione 3D, oggetto di questo studio. L'uso dei droni comporta notevoli vantaggi tra cui un accesso immediato alle geoinformazioni tridimensionali, bassi costi e la possibilità di volare a quote decisamente inferiori rispetto al classico rilievo fotogrammetrico, la possibilità di raggiungere aree inaccessibili per qualsiasi altro tipo di mezzo.

La tesi mira ad una valutazione degli algoritmi per l'orientamento relativo delle immagini implementati in software commerciali e scientifici, attraverso un confronto dei DSM generati da tali software. Questi algoritmi, mutuati dalla Computer Vision e noti come algoritmi di Structure from Motion (SfM), permettono la generazione automatica di DSM a partire da un set di immagini.

La SfM utilizza immagini acquisite da molteplici punti di vista per ricostruire la geometria tridimensionale o la superficie di un terreno, stimando automaticamente il movimento dei punti di presa delle camere tra le differenti acquisizioni, estrae tie points (punti che rimangono invariati nelle immagini sovrapposte) e fornisce come primo risultato una nuvola di punti sparsi nello spazio. Nella fase successiva, la fotogrammetria Stereo Multi-View permette di infittire la nuvola di punti precedentemente creata in modo da generare una nuvola di punti più densa, utilizzata in seguito per la creazione della mesh e dunque del modello tridimensionale. Queste tecniche combinate sono caratterizzate da notevole rapidità, bassi costi e facilità di creazione di modelli tridimensionali. Le immagini acquisite sono state utilizzate per la generazione del DSM della zona dell'Aero Club Serristori, un aeroporto che si presta al pilotaggio dei droni, in provincia di Arezzo. La procedura di generazione di un DSM è costituita da quattro fasi: pianificazione del volo e acquisizione dei fotogrammi; orientamento dei fotogrammi; creazione nuvola densa; ricostruzione del modello tridimensionale. Il volo è stato impostato secondo strisciate orientate in direzione Est-Ovest, con durata pari a circa 28 minuti, ad una quota pari a 100 m e con una precisione a terra di 3 cm. Le immagini sono state acquisite con una camera digitale compatta con risoluzione di 16 Mpx. Le fasi di orientamento dei fotogrammi, creazione della nuvola densa e ricostruzione del modello tridimensionale vengono svolte dai software. Quelli utilizzati in questo elaborato sono Agisoft PhotoScan, SURE e IMAGINE UAV.

La prima analisi svolta consiste nella generazione dei DSM utilizzando tutte le immagini acquisite dal drone (248). I software seguono tutti la stessa procedura di generazione del DSM, ciò che li differenzia sono gli algoritmi di orientamento relativo delle immagini implementati.

Dal confronto tra i DSM ottenuti e il DSM di riferimento georiferito è possibile verificare che SURE non è in grado di usufruire delle coordinate GPS approssimate delle camere, al contrario di Agisoft PhotoScan e IMAGINE UAV. I vari test eseguiti hanno dimostrato che gli algoritmi fotogrammetrici implementati in IMAGINE UAV sono gli stessi di Agisoft PhotoScan, per cui per i risultati si prende in considerazione un unico DSM per i due software. Lo studio affrontato non si limita ad analizzare il caso in cui si dispone di un blocco di immagini a sovrapposizione ottimale, tale da ricoprire completamente e in maniera ottimale l'area di interesse, ma si spinge oltre. Per poter testare la robustezza degli algoritmi per l'orientamento relativo delle immagini, la configurazione dei blocchi di immagine è stata modificata in modo da avere due blocchi fissi collegati da un blocco a sovrapposizione labile (blocco H), così da porsi nelle condizioni limite per la generazione di un DSM.

Il blocco H è stato costruito utilizzando Agisoft, in quanto ritenuto un buon software per quanto riguarda gli algoritmi di SfM implementati. Le immagini sono state ridotte manualmente nella parte centrale, verificando di volta in volta che le immagini venissero allineate. Il punto di "rottura" si è verificato con il blocco di 69 immagini. Sono state aggiunte tre foto ritenute fondamentali per la sovrapposizione e dunque il blocco H è costituito da 72 foto. Il DSM generato da Agisoft PhotoScan, preso come riferimento, è caratterizzato da un errore altimetrico e planimetrico di circa di 5 cm. SURE invece non riesce a ricostruire interamente il DSM, orienta due blocchi separati e presenta una superficie molto rumorosa. Per questa particolare configurazione è stato utilizzato un ulteriore software, APS, che non è riuscito ad orientare tutte le immagini del blocco, ricostruendo solo la parte superiore del DSM.

Dunque si può concludere che Agisoft PhotoScan, ad oggi, è l'unico software tra quelli utilizzati che è riuscito a risolvere completamente l'orientamento relativo delle immagini di questa particolare configurazione.