

**Zeitschrift:** Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement =  
Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire =  
Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio

**Herausgeber:** geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und  
Landmanagement

**Band:** 113 (2015)

**Heft:** 6

**Artikel:** Valutazione di un drone di misurazione

**Autor:** Henz, Simon

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-513896>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 01.10.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

investir plus de temps pour trouver un programme adéquat pour le calcul de la triangulation du nuage de points et pour trouver comment les modèles pouvaient être filtrés.

La comparaison des modèles de Postflight Terra 3D et des modèles terrestres

montre que les relevés avec le drone de mensuration, en combinaison avec l'algorithme du programme de traitement, permettent des analyses avec une précision de 3-5 cm, rendant son utilisation très judicieuse pour certaines applications.

Simon Henz  
Technicien en géomatique  
Kirchmattstrasse 9  
CH-4226 Breitenbach



Source: Rédaction PGS

## Valutazione di un drone di misurazione

Sembra una cosa interessante: fare le misurazioni in volo. Le aree che finora venivano misurate con grandi disagi ricorrendo alle riprese terrestri, sono ora rilevate con i droni di misurazione, capaci di alzarsi rapidamente in volo per le riprese. Questo consente di raggiungere le zone impervie, incrementare la sicurezza del personale e risparmiare tempo e denaro. Questo rapporto è un estratto del lavoro progettuale «Valutazione di un drone di misurazione» effettuato nell'agosto 2014 per il conseguimento del titolo di tecnico in geomatica con ACF. La descrizione del compito è stata iniziata dal mio datore di lavoro, la Jermann Ingenieure+Geometer AG.

*S. Henz*

### Procedimento

Si è dapprima provveduto a realizzare una ricerca preliminare su tutti i sistemi disponibili sul mercato. Una volta ottenuta questa visione d'insieme si è effettuata una valutazione dei vantaggi e degli svantaggi delle applicazioni geodetiche. Successivamente si sono chiariti e illustrati con precisione i campi d'applicazione di un drone di misurazione.

La parte principale della valutazione si è concentrata nella valutazione delle applicazioni pratiche del drone ad ala fissa E-Bee della Sense Fly. Per la valutazione finale di questo lavoro non sono, per contro, stati presi in considerazione i test pratici realizzati con un drone multirottore. In base alle riprese dei modelli digitali del terreno e le ortofoto in aree diverse, si è testata la funzionalità dei droni.

### Droni di misurazione disponibili sul mercato

In linea di massima esistono due tipi di sistemi di volo senza pilota (droni fino a

30 kg) che si addicono alla fotogrammetria terrestre e aerea. Si tratta dei droni multirottore e dei droni ad ala fissa. Una delle poche cose che hanno in comune questi due sistemi sono i sensori. Ambedue i sistemi sono dotati, tra l'altro, di IMU e GNSS ad alta precisione. L'IMU è tra l'altro utilizzato per la determinazione della traiettoria dell'aeronave (ivi compreso l'orientamento dell'asse delle coordinate del drone rispetto al sistema globale delle coordinate). Il segnale GNSS è prevalentemente utilizzato come valore addizionale per la determinazione approssimativa dell'orientamento esterno delle riprese nonché per sorvolare autonomamente una determinata area.

Per il resto i due sistemi si differenziano notevolmente a livello di struttura, comando, prezzo e campi d'applicazione. Anche la risoluzione raggiungibile al suolo dipende dal sistema. Esistono vari produttori di droni multirottore, come, per esempio, Aibotix, Height Tech, Multirotor, Asctec, Microdrones. Per contro, sono meno numerosi i fabbricanti di droni ad ala fissa, p. es., Sensefly o Topcon.

### Droni ad ala fissa E-Bee della Sense Fly

L'utilizzo del drone è molto semplice perché questo sistema è in grado di volare e atterrare in modo completamente autonomo. Il drone decolla dalla mano e poi vola autonomamente nel raster predefinito e atterra automaticamente. In linea di massima è possibile realizzare il volo da soli, purché non si perda di vista il drone. Questo sistema consente di raggiungere una risoluzione del suolo fino a 1.5 cm/Pixel. Da qui si estrapolano le precisioni assolute del MDT e dell'ortofoto fino a 3-5 cm. Il drone ad ala fissa è molto leggero in confronto al drone multirottore, fatto che riduce notevolmente il rischio di ingenti danni in casi di schianto al suolo. Il tempo di volo fino a 50 minuti consente il sorvolo di zone estese senza interruzioni per il cambio della batteria. Questo tipo di drone è particolarmente adatto per le riprese MDT di aree estese, come le cave di ghiaia, le frane e altri tipi di scavi. Inoltre, è particolarmente adatto per le ortofoto.

### Droni multirotori

Si consiglia di utilizzare dei droni con sei - otto multirotori. Questi ultimi sono più sicuri a causa della ridondanza dei rotori e possono essere guidati in modo più preciso e stabile nell'aria. I progressi della tecnica consentiranno sicuramente di potenziare la durata limitata delle batterie. Le batterie vuote comportano un'interruzione del lavoro sul terreno e di conseguenza ci vuole più tempo per l'acquisizione delle immagini. Si può utilizzare qualsiasi sistema di fotocamera e questo fatto incrementa la flessibilità al momento delle riprese e dell'estensione del cam-

po d'applicazione. A causa di diversi ostacoli fastidiosi, l'utilizzo in volo può rivelarsi difficile quando si scattano immagini orientate sull'oggetto. Di conseguenza, è fondamentale che uno o due specialisti in misurazioni dell'azienda imparino a pilotare il drone e collaborino con il pilota del drone multirottore.

Questi sistemi di droni si addicono in particolare alla fotografia terrestre e alle riprese orientate sugli oggetti. Le immagini ad alta risoluzione possono essere molti utili per le riprese di stabili dettagliati in combinazione, per esempio, a un rilevamento al laser terrestre. Questo droni sono pure indicati per le riprese di vasti modelli di terreno in zone edificate, le ortofoto e la documentazione fotografica come pure per i protocolli delle fessure o la sorveglianza degli edifici.

### Applicazioni pratiche

Per fare un confronto delle immagini dei droni con i modelli altimetrici terrestri già realizzati si è provveduto a definire due siti diversi per le riprese. Questi ultimi dovrebbero rispecchiare nel miglior modo possibile i nostri campi d'applicazione per le operazioni con i droni. Le applicazioni pratiche sul terreno sono state realizzate con il drone E-Bee della Sense Fly. Per le riprese si è utilizzata una fotocamera standard Canon Ixus 127 HS con 16MP.

### Pianificazione e realizzazione del volo

L'obiettivo della pianificazione del volo consiste nel trovare i parametri predefiniti per la zona auspicata o il modello di terreno che deve essere generato. A riguardo svolgono un ruolo centrale gli indicatori come l'altezza di volo, la risoluzione del suolo voluta, la sovrapposizione longitudinale e trasversale. Oltre al fatto di voler scegliere i migliori parametri possibili, non bisogna dimenticare che ci muoviamo in un ambiente naturale e che bisogna tenere conto dei limiti e degli ostacoli.

È utile analizzare rapidamente i colori delle superfici e la struttura delle zone da

sorvolare. Le superfici in ghiaia o pietra e gli edifici hanno una struttura più adatta e generano risultati migliori. Per contro la sabbia, la neve, le superfici riflettenti, le immagini deformate o non a fuoco con una risoluzione inferiore a 10MP portano a risultati piuttosto mediocri.

Prima del volo, bisogna determinare la risoluzione del suolo che si vuole ottenere con le riprese. La risoluzione del suolo dipende fortemente dall'altezza di volo e dalla risoluzione della fotocamera. Per delle immagini perfettamente georeferenziate è necessario disporre dei cosiddetti ground control points (GCP). Comunque sia, vale la pena definire più punti GCP rispetto ai tre GCP precritti come minimo. A causa della copertura o degli errori di determinazione si corre il rischio di avere un gran numero di punti GCP che risultano inutilizzabili.

### Valutazione

Il software attuali garantiscono praticamente tutte le funzioni necessarie, come la compensazione in blocchi con il metodo dei fasci, la calibratura della fotocamera, la georeferenziazione e il calcolo delle nuvole di punti e delle ortofoto. Il processo di valutazione altamente automatizzato semplifica considerevolmente il calcolo del modello. Il risultato delle riprese e della valutazione delle riprese aeree delle due zone definite era una densa nuvola di punti. Queste nuvole di punti sono state triangolate con Cyclone e poi esportate come dxf. Successivamente si è calcolato il modello di terreno in MicroStation.

### Confronti

Dato che nelle riprese terrestri si è notato in generale che non si poteva riprendere ogni collinetta, ne è risultato che per queste zone ci sono degli scarti. Si può dunque affermare che il modello che scaturisce dalle fotografie aeree è più completo e più dettagliato rispetto al modello terrestre. Inoltre, l'esempio della zona di scavo dimostra l'idoneità dei vari tipi di superficie per le riprese aeree. Nelle zone con una buona struttura si ottengono molti key

point, mentre le superfici monotone comportano pochi o nessun key point.

Nelle zone edificate, le quote altimetriche di pozzetti, tetti e altre superfici fisse sono state confermate con una precisione di 3-5 cm. Poiché il modello era stato calcolato in modo approssimativo dagli spigoli fino agli oggetti alti (edifici, muri, scale, ecc.) è stato difficile derivare dei valori affidabili per le quote altimetriche dei muri e delle opere in muratura.

### Conclusioni

È estremamente importante effettuare una pianificazione scrupolosa del volo. La pianificazione anticipata del volo e la definizione dei parametri di volo ha consentito al drone di rilevare i dati mentre volava in modo autonomo, fatto che ha notevolmente semplificato il lavoro. È stato oneroso, da una parte, garantire e misurare i GCP e dall'altra di trovare un luogo di decollo e di atterraggio adatti in una zona densamente popolata. Non si è incontrata nessuna difficoltà nel generare la nuvola di punti perché il processo è avvenuto in modo rapido e altamente automatizzato. Per un'ulteriore elaborazione del modello avevamo a disposizione diversi approcci. A partire da questo momento abbiamo dovuto investire più tempo per trovare il programma giusto per il calcolo della triangolazione della nuvola di punti e per scoprire come i modelli potessero essere filtrati. Il confronto dei modelli derivati da Postflight Terra 3D con i modelli terrestri dimostra che il rilevamento con i droni di misurazione, in combinazione con l'algoritmo del programma di elaborazione, permette di effettuare delle analisi con una precisione di 3-5 cm, consentendo così un buon utilizzo di determinate applicazioni.

Simon Henz

Tecnico in geomatica con brevetto federale

Kirchmattstrasse 9  
CH-4226 Breitenbach



Fonte: Redazione PGS