Misurare gli aerei di swisstopo, un mandato piuttosto inconsueto

Autor(en): **Ray, Jérôme / Kistler, Matthias / Schittli, Robin**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **110 (2012)**

Heft 11

PDF erstellt am: **02.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-309320

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Misurare gli aerei di swisstopo, un mandato piuttosto inconsueto

All'inizio dell'anno, il servizio di volo dell'Ufficio federale di topografia swisstopo ha presentato una domanda piuttosto inconsueta ai suoi colleghi della geodesia: effettuare delle misure sui due aerei utilizzati per il rilevamento delle immagini digitali. Concretamente si trattava di determinare, per ogni apparecchio, il vettore tridimensionale tra l'antenna GNSS sul tetto e il supporto del sensore digitale collocato all'interno dell'aereo per poter calcolare con precisione la posizione di ogni immagine durante la aerotriangolazione. In tempi alquanto ristretti è stato necessario sviluppare un concetto ed effettuare delle misure. Una stazione totale classica, completata da una materializzazione originale, ha consentito di ottenere la precisione voluta, senza che l'operazione divenisse troppo costosa e le esigenze di materiale specifico troppo grandi, vista la specificità del mandato. Un problema di orizzontalità del supporto del sensore digitale ha, per contro, obbligato swisstopo ad attingere ai suoi «archivi digitali» per realizzare i calcoli in 3D – e non nel consueto 2D+1.

J. Ray, M. Kistler, R. Schittli

L'Ufficio federale di topografia swisstopo è l'organismo incaricato della produzione di foto aeree destinate, tra l'altro, alla tenuta a giorno delle carte nazionali della Svizzera. A questo scopo, dispone di due aerei dell'esercito, equipaggiati di sensori digitali dell'ultima generazione che consentono il rilevamento di bande di immagini di alta qualità.

Questi sensori digitali sfruttano la tecnologia GNSS[1]. Questa tecnologia consente di determinare la loro posizione e quella delle immagini che scattano. L'antenna GNSS non può essere direttamente collocata sul sensore digitale per mancanza di visibilità dei satelliti. La si piazza quindi sul tetto dell'aereo, ma questo comporta uno scostamento tra il centro del sensore numerico e la posizione misurata via satellite.

Di conseguenza bisogna determinare le costanti del vettore tra il centro di fase dell'antenna GNSS dell'aereo e il centro del sistema di compensazione dei movimenti angolari dell'aereo (PAV30 o supporto del sensore numerico). Questi valori sono indispensabili perché le immagini rilevate dall'aereo hanno come origine il centro del sensore digitale, mentre la posizione dell'aereo è determinata dall'antenna GNSS. Il fatto di conoscere il vettore tra questi due elementi permette di calcolare la posizione di ogni immagine durante la restituzione fotogrammetrica.

Quest'articolo illustra la problematica della determinazione delle costanti del nuovo vettore di scostamento riconducibile all'installazione delle nuove antenne GNSS. Questa determinazione è anche stata utilizzata per verificare la conformità dei valori attuali, in seguito ai lavori di riparazione dei due aerei. I nuovi componenti di questi vettori devono essere noti nel sistema di coordinate locali dell'aereo con una precisione superiore a 2 cm.

Misure

Un piccolo team di due persone si è occupato di effettuare le misurazioni presso l'aerodromo militare da Dübendorf/ZH. I due aerei erano stazionati in due diversi hangar e sono quindi stati misurati separatamente. La durata dell'intervento era limitata a un giorno per aereo. Infatti, non li si poteva lasciare più a lungo a terra poiché andavano utilizzati per la formazione dei piloti militari e il trasporto di personalità.

La soluzione di misurazione preconizzata consiste nel collocare dei riflettori sopra il centro dell'antenna GNSS e del centro del PAV30 nonché di materializzare gli assi del sistema di coordinate con dei piccoli blocchi di legno (fig. 2 e 3). Questi blocchi sono misurati con il distanziometro a laser. Una materializzazione con del materiale specifico come avviene, per esempio nella misurazione industriale, sarebbe stata più elegante ma assai più cara.

Un prisma di precisione è collocato sopra il centro del PAV30. Le distanze tra il centro (Z; fig. 3) e i punti sugli assi (punti da 1 a 4; fig. 3) sono misurati con un regolo. Le misure delle distanze tra questi punti permettono di determinare le coordinate dei punti considerati fissi per il calcolo della compensazione.

L'antenna GNSS è materializzata grazie a un prisma di precisione collocato sopra il suo centro. Visto che il centro di fase sta esattamente al centro dell'antenna, anche il prisma è collocato al centro dell'antenna (fig. 4).

I punti sono misurati da due posizioni con una stazione totale robotizzata (fig. 5). Le stazioni sono definite in modo da poter osservare contemporaneamente da ognuna di esse tutti i punti sul PAV30, il prisma sopra l'antenne GNSS e le altre stazioni in modo da ottenere delle misure reciproche tra le stazioni.

Non è necessaria la materializzazione al suolo delle stazioni e durante la misurazione deve solo essere garantita la loro stabilità. Si ricorre al centraggio forzato.

Calcolo e risultati

Il rilevamento e l'allestimento delle serie di misure sono stati realizzati con un software sviluppato internamente e funzionante sul PC sul terreno. In media si sono ottenuti i risultati seguenti:

errore medio compensato degli angoli orizzontali:	3.0 cc
errore medio compensato degli angoli verticali:	5.0 cc
errore medio compensato delle distanze:	0.1 mm

Il calcolo della posizione dei punti è stata innanzitutto effettuata nel modo classico con il software di compensazione LTOP di swisstopo. Le coordinate predefinite sono state determinate in base alle misure tra il centro del PAV30 e quelle dei punti situate sugli assi del sistema locale di coordinate, mentre le coordinate dei punti variabili sono stabilite attraverso interazioni.

I primi calcoli hanno dimostrato che il PAV30 non era perfettamente orizzontale al momento delle misurazioni. Si è quindi resa necessaria una tappa supplementare per determinare le costanti cercate. L'errore di orizzontalità fa sì che i valori ottenuti x, y e z non siano perfettamente nel sistema delle coordinate del PAV30. C'è bisogno di una trasformazione di Helmert 3D per arrivare a risultati nel sistema di coordinate auspicato, con un fattore di scala fisso ($\lambda = 1$) per non provocare una modifica della distanza reale tra il centro del PAV30 e l'antenna GNSS.

I controlli hanno dimostrato che i risultati erano molto vicini ai vecchi valori e che sul primo aereo non erano state constatate grosse differenze. Per contro, sul secondo aereo, che era stato sottoposto a riparazioni, si sono notate delle differenze in x, y e z di 8, 1 e 6 centimetri. Questo fatto ha confermato l'utilità di effettuare questo tipo di misurazioni.

Soluzione ideale

La soluzione prescelta per la determinazione delle nuove costanti dei due aerei soddisfa le esigenze poste. Tuttavia, si potrebbe elaborare un'altra soluzione più elegante e con una precisione maggiore. La soluzione attuale presenta due difetti:

- La materializzazione approssimativa dei punti sugli assi del sistema delle coordinate locali realizzata con dei blocchi in legni.
- L'errore d'orizzontalità del PAV30. Questo difetto è stato corretto con una trasformazione di Helmert 3D.

Una soluzione senza questi difetti presenta il vantaggio di ridurre il numero delle tappe di calcolo e di aumentare la precisione. Si tratta di utilizzare delle mire riflettenti su un supporto magnetico per a materializzazione dei punti sugli assi del sistema delle coordinate locali. Questo tipo di materializzazione consente di aumentare la precisione delle misurazioni delle distanze e offre una rapidità ottimale di allestimento.

Il secondo punto migliorabile consiste nell'orizzontalità del PAV30. Se quest'ultimo si trova su un piano perfettamente orizzontale, allora si possono ottenere delle nuove costanti con il calcolo LTOP, senza dover per forza passare da una trasformazione 3D. Visto che il PAV30 è un tutt'uno con l'aereo, bisogna ancora trovare una soluzione per arrivare a una perfetta orizzontalità.

Annotazione:

[1] Global Navigation Satellite Systems che consentono di posizionarsi rispetto alle costellazioni GPS e GLONASS.

Jérôme Ray e Matthias Kistler
Ufficio federale di topografia swisstopo
Seftigenstrasse 264
CH-3084 Wabern
infogeo@swisstopo.ch

Robin Schittli
Route de la Frasse 38
CH-1658 Rossinière
robin.schittli@gmail.com

Fonte: Redazione PGS