

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:	112 (2014)
Heft:	8
Artikel:	Messa in esercizio di un sistema di scanning mobile dell'azienda IGI GmbH : gestione del segmento di controllo geometrico
Autor:	Perrissol, A.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-389506

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: 13.01.2026

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

Messa in esercizio di un sistema di scanning mobile dell'azienda IGI GmbH

Gestione del segmento di controllo geometrico

Da diversi anni a questa parte i laser scanner 3D sono sulla cresta dell'onda. Per provare la sua competitività nel settore, ogni azienda cerca di sviluppare una sua gamma di prodotti sempre più completa, nell'intento di soddisfare il più possibile il fabbisogno sia attuale che futuro. La professione del geometra non sfugge a questa tecnologia, con apparecchi che consentono di rilevare grandi quantità di dati in poco tempo. Il mercato è conteso da diversi produttori, sia per il rilevamento con scanner statico che – come di recente – con scanner mobile (SAM). Questo lavoro di diploma del CF-Geo è incentrato sulla messa in esercizio di un sistema di laser scanning mobile della marca IGI e sulla gestione del segmento di controllo geometrico. In altre parole, questo progetto prevede la creazione di una rete di punti di base che permettono un controllo tra il rilevamento del SAM e il rilevamento del laser scanner statico, e alcuni punti specifici provenienti dalle misurazioni terrestri.

Misurazioni statiche GNSS e calcoli nel post-processing

Le misurazioni GNSS in statica rapida o quelle L-RTK sono state eseguite nel sistema di coordinate WGS84 (longitudine/latitudine/altezza elissoidale). La stazione di riferimento si trovava sul PFP2 n. 1284304.0. La misurazione del punto pivot aveva come riferimento le antenne AGNES del Politecnico di Losanna e l'antenna di Martigny 2. Con questo metodo si sono rilevati in totale 19 punti fissi. Il tempo di rilevamento è stato di 20 minuti per punto. Ci sono quindi volute sette ore per rilevare l'insieme dei punti, compreso lo spostamento tra ogni punto. Una volta misurati tutti i punti si è provveduto a denominarli GCP1, GCP2, GCP3, ecc. Il calcolo in post-processing è stato eseguito con il software GrafNet. Questo software è utilizzato per il calcolo della statica e della cinematica GNSS e tiene in considerazione il posizionamento GPS e GLONASS.

A. Perrissol

Presentazione del SAM

Il SAM è composto da due laser scanner della marca FARO, da due camere di 8 mega pixel, da una cupola GNSS e da una centrale inerziale per la correzione della traiettoria. Il tutto è collegato a un computer collocato sul veicolo che consente di attivare o disattivare le misurazioni e la gestione dei dati.

Schema di montaggio sul veicolo

La figura 1 soprastante riprende, come appena spiegato, lo schema di montaggio del SAM su un veicolo. I due laser scanner sono inclinati a 45° ognuno rispetto all'orizzonte, con un'apertura di 48°, prendendo come asse a 0° il veicolo nel senso della lunghezza. Questa configurazione consente una copertura ottimale di 360° al momento del rilevamento.

Situazione del progetto / Segmento geometrico

La zona esaminata in questo lavoro di diploma è situata sulla H144, tra Rennaz (VD) e les Evouettes (VS), cioè sulla cosiddetta «Transchablaisienne». Questo segmento lungo circa 4300 m racchiude quattro opere importanti: il viadotto sul Rodano, il ponte sul Grand Canal, la galleria coperta di Crebelley e il viadotto sull'A9. La zone di test del segmento geometrico si trova nel settore «C» (viadotto del Rodano).

La scelta del posizionamento dei punti di base è stata fatta tenendo conto di due condizioni fondamentali: la prima consiste nell'ottenere una migliore ottimizzazione dei punti, in vista delle stazioni future totali. Lo scopo sta nell'avere il miglior raggruppamento possibile per il calcolo delle stazioni libere. La seconda condizione consiste nell'avere una maschera GNSS libera per le misurazioni statiche.

Rilevamento dei punti di controllo e bersaglio di riferimento a scacchiera
Per i punti di riferimento e i bersagli si sono scelte diverse stazioni libere. La totalità di questi punti sono stati misurati con ambedue le strumentazioni per eliminare gli errori sistematici degli apparecchi.

Rilevamento con lo scanner statico

Il tratto rilevato sul viadotto si estende a circa 100 m in lunghezza, mentre la larghezza è quella dell'opera. Per il rilevamento di questo tratto si sono rese necessarie quattro stazioni. Lo strumento è stato programmato un passo di 1 punto ogni 0,6 cm fino a 10 m, i riferimenti a scacchiera si trovavano a circa 15 m da ogni stazione, il che significa generare un punto ogni cm nella creazione della nuvola di punti.

Allestimento della nuvola di punti

L'allestimento della nuvola di punti è stato fatto con il software SCENE della ditta FARO, le quattro scansioni sono state importate una volta sola.

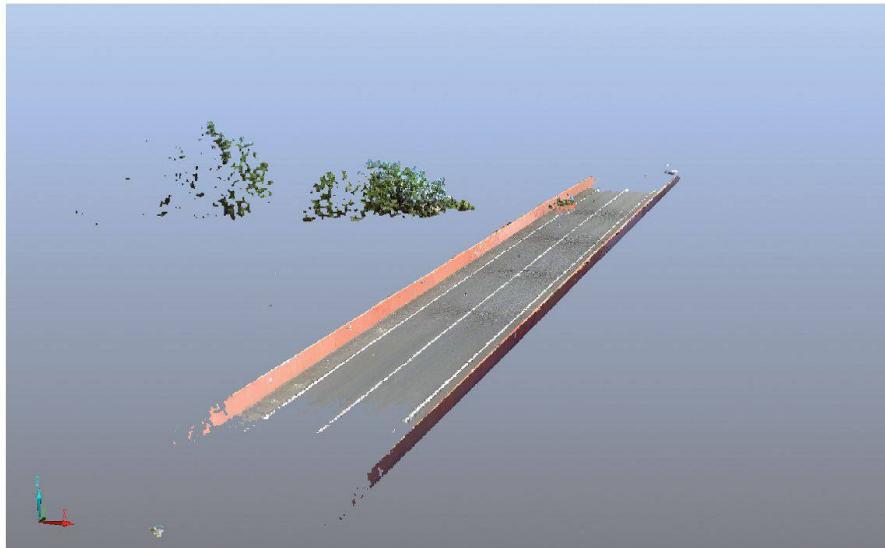


Fig. 6: Viadotto sotto SCENE.

Abb. 6: Viadukt unter SCENE.

Fig. 6: Viaduc sous SCENE.

La ricerca automatica dei bersagli ha la priorità rispetto all'adattamento degli scanner. Alcuni bersagli non sono stati trovati automaticamente e quindi si è dovuto prendere la mira manualmente con una funzione del software. Una volta conclusa questa tappa si è provveduto a effettuare una sintonizzazione dei bersagli tra gli scanner. I quattro scanner hanno ognuno due bersagli in comune per consentire i collegamenti.

Bilanciamento delle due nuvole

La nuvola dei punti del SAM è stata inserita nel software Bentley Microstation (software della CAO) in cui il modulo TerraScan consente di modellare e ritoccare con grande efficienza le nuvole contenenti diversi milioni di punti. La nuvola è già georeferenziata grazie al GNSS che è accoppiato al SAM. Il posizionamento è stato testato dopo le fermate fatte dal veicolo che hanno permesso di rilevare il prisma installato sotto la cupola del GNSS.

Una volta introdotta la nuvola con l'aiuto di TerraScan, si provvede a effettuare un'analisi prima di ogni bilanciamento. Si realizzano diversi tagli nell'intento di analizzare la qualità dello scanning. Una prima constatazione importante: la geometria tra i due rilevamenti è eccellente, si è constatata unicamente una leggera dif-

ferenza a livello planimetrico e altimetrico.

Al momento attuale il rilevamento non è ancora ultimato. A livello di strada c'è ancora del rumore nella misurazione dei punti. Per evitare di fare un confronto tra i due scanner (statico e mobile) con un rumore troppo grande, si utilizza un algoritmo con gli stessi valori per non svantaggiare uno scanner rispetto all'altro. Quest'ultimo consentirà di selezionare per il nostro confronto solo i punti definiti «Ground» e questa è la migliore so-

luzione per garantire una superficie rilevamento che riflette al meglio la realtà della strada.

Confronto tramite raster

La zona rettangolare è definita delimitando una parte della zona rilevata. In questa zona si trovano la nuvola di punti dello scanner statico e la nuvola di punti del SAM.

Ogni nuvola è esportata in modo indipendente con TerraScan e registrata sotto forma di raster georeferenziato. La parte di un pixel ha in realtà un valore di 10 cm.

Il fatto di avere lo stesso rettangolo di selezione per le due nuvole consentirà un confronto specifico di una stessa zona con il software SAGA (software di geoanalisi automatica).

Questo software permette di mettere a confronto i due raster in base alla differenza altimetrica. Di conseguenza, colorerà la zona precedentemente definita secondo uno spettro che consente di individuare la differenza in Z sulle due immagini e di aggiungerci una scala cromatica con dei valori in mm.

Confronto tramite profili

I tre settori di punti sono stati esportati da TerraScan per generare dei profili con il software Covadis. Questi tre profili sono ripartiti sull'estremità ovest ed est della

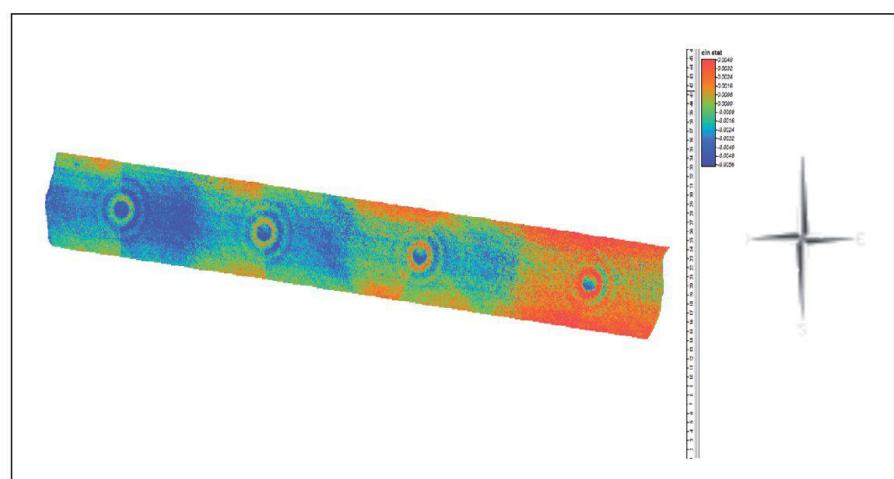


Fig. 7.

Abb. 7.

Fig. 7.

zona di confronto, mentre un profilo longitudinale è ripartito sull'asse della strada. A questo scopo sono state create delle polilinee, con la stessa georeferenziazione su ogni settore. I punti degli scanner sono stati proiettati sulle polilinee. Questo consente di generare una polinea 3D per settore e per tipo di scanning.

Una volta create queste polilinee 3D, bisogna realizzare una parametrizzazione del profilo per riuscire a generare automaticamente un delta H tra lo scanner «cinematico», cioè il SAM, e lo scanner statico.

Le polilinee 3D dello scanner «cinematico» sono definite come terreno naturale, mentre quelle dello scanner statico sono definite come progetto nel software Covadis.

I punti di riferimento sono invece stati riportati manualmente sui profili ovest ed est.

Analisi dei risultati

Raster

Il raster di confronto finale indica delle differenze tra 5 e 6 mm sul settore ovest e tra +1 e +4 mm sul settore est, fatto che ci lascia presagire una differenza dell'ordine del centimetro tra i due scanner.

A livello di scanner statici si distinguono anche degli aloni attorno alle stazioni. Questi aloni possono essere spiegati con la densità dei punti rilevati. Uno degli svantaggi degli scanner a laser è che più i punti sono vicini a una stazione e mag-

giore sarà la loro densità. Di conseguenza, dal confronto tra il SAM e lo scanner statico è possibile che appaiano questi aloni a livello di stazioni.

Si è spesso in presenza di un cambio di colorazione, come dimostrato dall'estratto raster sottostante. Presso ogni stazione si denota chiaramente un cambiamento della scala cromatica che si lascia spiegare con un errore di adattamento dello scanning. Questa variazione è percepita localmente con effetti diversi: si nota una variazione nord-sud sullo scanner n. 1 (a sinistra sull'immagine sottostante), mentre la variazione è piuttosto ovest-est sugli scanner 2, 3 e 4.

Profili

I profili, rispetto al raster, fanno apparire delle variazioni altimetriche. Sono più precisi per un determinato luogo, ma la loro produzione prende molto più tempo rispetto al confronto dell'immagine. La differenza altimetrica media sui tre profili è di 15 mm. Questo valore è calcolato prendendo la differenza altimetrica più sfavorevole in negativo e positivo di ogni profilo. La media è calcolata sommando queste differenze e dividendole per il numero dei profili.

Conclusioni dell'esperimento

Dal caso esaminato si può dedurre che la differenza globale tra il raster e i profili di 5 mm circa. Si tratta di una differenza mi-

nima, con una portata limitata perché non va dimenticato che le due nuvole di punti sono state bilanciate per la valutazione dei risultati.

Non va dimenticato che lo scanner statico è stato aumentato di +7 mm in Z. Di conseguenza, se non si fosse fatto il bilanciamento, la differenza linda tra la nuvola di punti del SAM e quella dello scanner statico sarebbe risultata maggiore, possibilmente con uno scarto altimetrico di 2 cm tra i due metodi. Questa differenza si sarebbe anche fatta sentire rispetto al punto di controllo rilevato con il tacheometro.

Lo scanner statico proviene da una georeferenziazione con stazioni diverse rispetto alla georeferenziazione della nuvola SAM che risulta dal GNSS, con l'aggiunta di misurazioni terrestri. Tutti questi fattori influiscono sulla precisione definitiva del rilevamento. Sarebbe anche necessaria un'analisi speciale che in questo lavoro, per mancanza di tempo, non ha potuto essere effettuata.

Alexandre Perrissol
Route de St-Cergue 92
CH-1260 Nyon
aperrissol@gmail.com

Fonte: Redazione PGS



Geomatik Schweiz / Géomatique Suisse online

Inhaltsverzeichnisse: [> Fachzeitschrift](http://www.geomatik.ch)
Sommaires: [> Revue](http://www.geomatik.ch)

Alle Fachartikel und Rubrikbeiträge seit 1903 als pdf: [> Fachzeitschrift \(retro.seals.ch\)](http://www.geomatik.ch)
Tous les articles et contributions sous rubrique dès 1903 en pdf: [> Revue \(retro.seals.ch\)](http://www.geomatik.ch)