POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Il rilevamento di pareti rocciose da mezzo mobile mediante tecniche LiDAR

Original
Il rilevamento di pareti rocciose da mezzo mobile mediante tecniche LiDAR / Ardissone, P.; Campus, S.; DE AGOSTINO, Mattia; Lingua, Andrea Maria; Piras, Marco. - STAMPA. - (2010), pp. 77-82. (Intervento presentato al convegno 14° conferenza nazionale ASITA tenutosi a Brescia nel novembre).

Availability:
This version is available at: 11583/2380629 since:

Publisher:
ASITA

Published
DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

12 October 2024

Il rilevamento di pareti rocciose da mezzo mobile mediante tecniche LiDAR

Paolo Ardissone*, Stefano Campus**, Mattia De Agostino***, Andrea Lingua***, Marco Piras ***

(*) S.I.R., Via Monte Grappa 6 10145 Torino (TO), 011.0685446 - 011.0685446, paolo.ardissone@sir.to.it
(**) ARPA Piemonte - Dipartimento Tematico "Geologia & Dissesto". via Pio VII, 9, 10135 Torino, 011 19680565, 011 19680031, stefano.campus@regione.piemonte.it
(***) Politecnico di Torino – DITAG, c.so Duca degli Abruzzi 24, 10129 Torino, 0110907700, 0110907699 (mattia.deagostino, andrea.lingua, marco.piras)@polito.it

Riassunto
La valutazione e la prevenzione dei rischi inerenti i fenomeni naturali è uno degli obiettivi principali perseguito negli ultimi anni dalla comunità scientifica e da coloro che si occupano di gestione dell'ambiente e del territorio. Come già ampiamente descritto negli anni passati, un modo molto efficace per acquisire e memorizzare i dati utili a queste analisi deriva da tecniche LiDAR-fotogrammetriche opportunamente integrate in prodotti digitali di facile consultazione (immagine solida e ortofoto solida di precisione): queste tecniche hanno dimostrato notevole efficacia nell'applicazione a casi isolati di conclamata importanza o comunque a zone di limitata estensione di volta in volta rilevati in modo indipendente. Nel contributo proposto, gli autori tentano di colmare questa lacuna, presentando un mezzo mobile sperimentale che permetta l'uso estensivo di tecniche LiDAR-fotogrammetriche per il rilievo di pareti rocciose.
In questo contributo vengono sottolineati le procedure di rilievo e i risultati ottenuti per una campagna di misura lungo una importante via di comunicazione internazionale (passo del Sempione) in prossimità di Valdivedro. Lo studio è finanziato da Arpa Piemonte e inserito nel progetto INTERREG, *ADAPTALP - Adaptation to Climate Change in the Alpine Space.*

Abstract

The estimation and prevention of natural phenomena risks is one of the main aims of scientific community and people who manage the environment and the land. A very efficacy method devoted to capture and collect the environmental data in order to use them for these analyses is the combination between LiDAR and photogrammetric techniques, that are opportunely integrated into digital products (i.e. solid images and solid precision orthophotos). These techniques, in isolated cases of evident importance or in limited areas, have demonstrated remarkable effectiveness. In this research, the authors try tu use a mobile vehicle, in order to have an extensive use of LiDAR-photogrammetric techniques for the relief of cliffs. In this paper procedures and significant results obtained during measurement campaign on a major route for international communication (Simplon Pass) near Valdivedr are highlighted. The study is financed by ARPA Piemonte and it is included in the project INTERREG ADAPTALP - Adaptation to Climate Change in the Alpine Space.

Introduzione

In questi ultimi il nostro Paese è stato sempre più sottoposto a catastrofi naturali, di cui una parte dovute allo sfruttamento intensivo del territorio, alla scarsa opera di prevenzione e all'incuria degli enti preposti. Nel contempo, da diversi anni la prevenzione dei fenomeni naturali è diventato uno degli obiettivi principali perseguito dalla comunità scientifica e da coloro che si occupano di gestione dell'ambiente e del territorio. Come già ampiamente descritto negli anni passati, la

geomatica può fornire diversi strumenti adatto a questo scopo, in particolare per la prevenzione dei distrastri idrogeologi, ove l'analisi storica degli effetti in Italia pone in evidenza come il numero di danni sia in costante aumento proprio a causa dell'ampliamento delle aree urbanizzate e/o utilizzate da infrastrutture viarie o da altre costruzioni artificiali. Per esempio, un modo molto efficace per acquisire e memorizzare i dati utili a queste analisi deriva da tecniche *LiDAR*-fotogrammetriche opportunamente integrate in prodotti digitali di facile consultazione (immagine solida e ortofoto solida di precisione). Queste tecniche hanno dimostrato notevole efficacia nell'applicazione a casi isolati di conclamata importanza o comunque a zone di limitata estensione di volta in volta rilevati in modo indipendente.
In particolare, la definizione di metodi di valutazione della stabilità di pareti rocciose fratturate e la relativa valutazione del rischio associato alle reti viarie di collegamento transfrontaliero divengono essenziali in zona alpina e richiedono analisi dettagliate basate su dati geometrici e fotografici densi.
Nello studio eseguito, si è utilizzato un mezzo mobile integrato realizzato presso il Politecnico di Torino – DITAG, in modo da ottenere la georeferenziazione diretta di acquisizioni LiDAR e delle prese fotogrammetriche, in seguito ad una opportuna calibrazione eseguita su poligono di calibrazione. in prossimità della rete viaria approfondendone le possibilità in applicazioni a tappeto su ampie porzioni di territorio. Le modalità di utilizzo possono sfruttare sia la tecnica stop-and-go con acquisizioni ad alta risoluzione quando il mezzo è fermo sia la modalità dinamica con acquisizioni meno dense ma tempi di rilievo molto più rapidi.
In questo contributo verranno sottolineati le procedure di rilievo e i risultati ottenuti per una campagna di misura lungo una importante via di comunicazione internazionale (passo del Sempione) in prossimità di Valdivedro. Lo studio è finanziato da Arpa Piemonte e inserito nel progetto INTERREG, *ADAPTALP - Adaptation to Climate Change in the Alpine Space.*

Descrizione del progetto
Parte di Campus

Descrizione Zona test
Per effettuare il test è stato scelto il tratto di statale E62 - del Sempione, in particolare da trasquera sino al valico della vecchia frontiera italo-svizzera, come descritto in figura 1. La zona è stata scelta in quanto era compresa nel progetto ed esisteva un precedente rilievo di una parte di questa zona sempre eseguito con tecniche LiDAR.

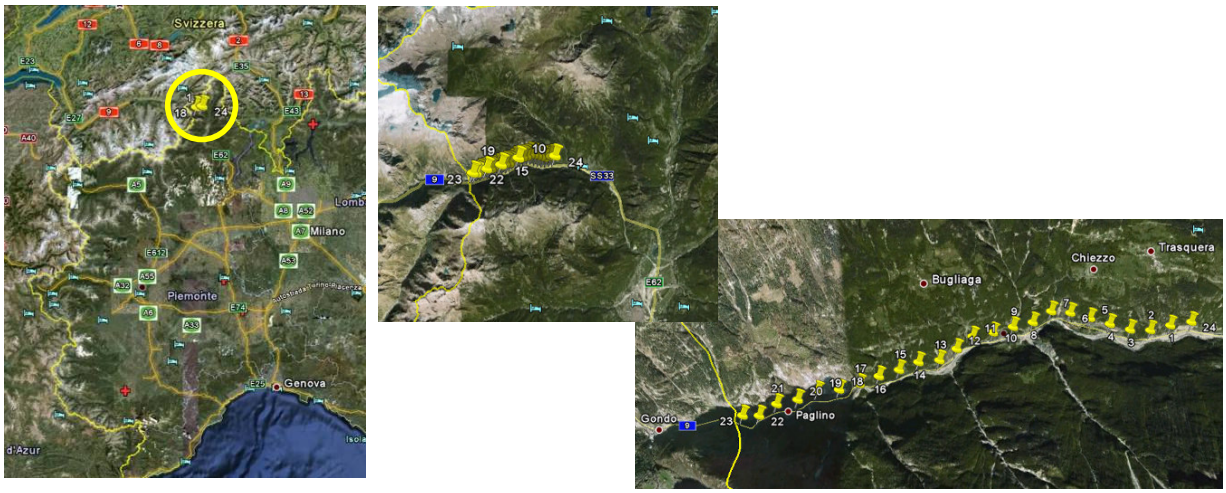

Figura 1 – Zona test e punti

Sul tracciato, che misura complessivamente 6 km, sono stati materializzati 24 punti distanti circa 250m l'uno dall'altro, dai quali effettuare le singole scansioni.

Tecniche di rilievo eseguite e sistema integrato

Il rilievo è stato eseguito utilizzando il nuovo laser scanner terrestre della Riegl modello VZ 400, che ha le seguenti caratteristiche:

Tabella 1 – Prestazioni RieglVZ400

	Modalità lunga distanza	Modalità alta velocità
Laser PRR (peak)	100 KHz	300 KHz
Rate di misure effettive	42000 misure/s	122000 misure/s
Massima distanza (90% - 20%)	600 – 280 m	350 – 160 m
Accuratezza	5 mm	5 mm
Precisione	3 mm	3 mm
Velocità angolare di scansione	1.8 arcsec	

Al laser scanner è stata abbinata una fotocamera digitale Nikon D700 con ottica Nikkor con focale da 14mm, in maniera da poter colorare in RGB la nuvola di punti ma anche per ottenere l'immagine solida [Dequal, yyy] mediante l'apposito software SIRIO.

Il rilievo è stato eseguito con un particolare veicolo strumentato al posto che il tradizionale treppiede di supporto, in quanto la numerosità di zone da rilevare e l'ostilità del tracciato (presenza di traffico pesante, curve, etc).

Il veicolo è stato dotato di una piattaforma strumentata in alluminio adattabile a qualsiasi veicolo terrestre (figura 2), progettata e realizzata presso il Politecnico di Torino – DITAG. La piattaforma è composta da:

- 3 ricevitori GNSS Leica 1200
- 1 IMU Xbow 700 CA
- 1 IMU Xsens MTi
- 1 webcam Logitech Quickcam 9000 pro
- 1 laser scanner RieglVZ 400 + Nikon D700

Figura 2 – piattaforma del sistema mobile

La strumentazione installata a bordo risulta ridondante al solo fine del rilievo, ma risulta necessaria in questa fase di test, per verificare, controllare e calibrare il sistema utilizzato.
La posizione e l'assetto del veicolo sono stati determinati mediante un stima della soluzione integrando GNSS e IMU, mediante approcci classici *"loosely" o "tighly" coupled*. Questo approccio ha consentito di disporre di una soluzione anche in condizioni ove la sola soluzione GNSS non sarebbe stata disponibile (< 4 satelliti). Al fine di determinare una soluzione GNSS in post-elaborazione, si è collocata un ricevitore master (Topcon Hyper pro) in località Varzo (figura 3), del quale sono state stimate le coordinate in IGS05, utilizzando due stazioni permanenti presenti in quell'area, ed effettuando una compensazioni a base indipendenti.

Figura 2 – stazione master

Il rilievo è stato svolto, sostando su ognuno dei 24 punti pre-segnalizzati, per circa 15 minuti, tempo sufficiente per effettuare una scansione laser a 360° di orizzonte e lo scatto di tutte le fotografie. Inoltre tale tempo, consentiva anche una corretta durata per effettuare un posizionamento statico tra veicolo e master, vista la ridotta distanza della baseline. Nella figura che segue, un particolare del veicolo durante la fase di rilevamento.

Figura 2 – Veicolo in fase di rilievo

Calibrazione del sistema

Ogni sensore (GNSS, IMU, Laser scanner) lavora in un proprio sistema di riferimento ed è collocato sulla piattaforma, all'interno di un sistema di riferimento locale. Al fine di disporre del rilievo in un sistema di riferimento assoluto, è stata necessaria una calibrazione del veicolo strumentato, mediante un ausilio di un poligono di calibrazione.
Innanzitutto sono state misurate in officina i *"level arm"* tra i diversi sensori, in maniera da definire la loro posizione nel sistema del veicolo.

Secondariamente è stato definito un poligono realizzato con dei "*marker*" riflettenti attaccati ad un muro ed alcuni prismi collocati su basetta posti su treppiede e a terra (figura tt). Tutti i punti sono stati rilevati sia con il laser scanner che con la stazione totale. Successivamente la posizione del laser scanner è stata rilevata con la stazione totale così come tutte le posizioni dei sensori, e a tale scopo è stato collocato un prisma al posto di ogni sensore (figura xx),. In questo modo è stato possibile determinare le relazioni di trasformazione per il passaggio tra i singoli sistemi di riferimento locali a quello assoluto.

Figura 2 – Poligono di calibrazione e

Trattamento dei dati

La posizione e l'assetto del veicolo su ogni vertice è stato stimato, con approccio integrato GNSS/IMU, mediante un software sviluppato dagli autori, in maniera da compensare eventuali periodi lunghi di cycle slip. In realtà, in nessuno dei siti è stata rilevata una configurazione satellitare scadente, quindi è stato sufficiente effettuare il cosiddetto "accoppiamento lasco" al fine di ottenere la soluzione di navigazione.

Le soluzioni di posizione GNSS sono state stimate mediante l'utilizzo del software LGO, e da queste sono stati ricavati gli assetti, al fine di confrontarli con quelli definiti con i sensori inerziali.

Primi risultati

I risultati riportati di seguito alcune delle nuvole di punti georiferite ottenute in questo test, in particolare quello relativo al poligono e il rilievo svolto in prossimità del confine italo-svizzero.

Figura 2 –

Figura 2 –

I singoli modelli verranno poi caricati nel software SIRIO in maniera da poter realizzare le immagini solide, al fine di effettuare misure di tipo geomorfologico. Il rilievo, inoltre, sarà utilizzato per valutare lo stato di conservazione delle opere di protezione ed la stima delle eventuali opere mancanti o da sostituire.
Gli sviluppi futuri di questa ricerca sono concentrai nell'utilizzo di questo veicolo strumentato per rilievi cinematici, vale a dire con mezzo in movimento. Durante questo test, sono stati già eseguiti diversi rilievi campione in cinematico, ma l'elaborazione dei dati necessita maggiore cura, soprattutto per quanto riguarda la sincronizzazione delle singole misure.

Conclusioni

Bibliografia

Fac-simile

Bianchi A. (1991), "Titolo dell'articolo", *Rivista Tal dei Tali*, 5: 25-42
Rossi B, Verdi C. (1995), *Titolo del libro,* Edizioni Pallino, Roma, 55-69