

UNO STRUMENTO DI FRUIZIONE ON-LINE DI DATI GEOMETRICI 3D E RADIOMETRICI DI UN RILIEVO TERRITORIALE: IL VISUALIZZATORE WEB DELL'ORTOFOTO SOLIDA DI PRECISIONE

E. AGOSTO (*), A. LINGUA (**), I. PICCO (***)

(*) SIR (Soluzioni Innovative per il Rilevamento)

c/o I3P, C.so Castelfidardo 30/A 10138 Torino, e-mail: eros.agosto@sir.to.it

(**) Politecnico di Torino, Dipartimento di Ingegneria del Territorio, dell'Ambiente e delle Geotecnologie

Corso duca degli Abruzzi 24, 10129 Torino, e-mail: andrea.lingua@polito.it

(***) Esperto GIS, e-mail: ivano.picco@gmail.com

Riassunto

Le moderne tecniche di rilievo consentono un rapido e completo rilievo territoriale: un'acquisizione LIDAR e fotogrammetrica da piattaforma aerea, consentono di ottenere una descrizione geometrica e radiometrica accurata della zona di interesse. Non sempre agevole risulta la consultazione di questa mole di dati.

L'integrazione dei modelli 3D, acquisiti con tecnologia laser scanner o derivanti da cartografia numerica 3D, con immagini digitali di ultima generazione, ad elevata risoluzione, è uno degli argomenti che maggiormente ha suscitato e continua a suscitare interesse in campo geomatico.

Questo connubio apre infatti nuove prospettive, presentate in numerosi congressi, con applicazioni pratiche già sperimentate e molto apprezzate dagli operatori del settore. Tra questi, la modellazione 3D a colori reali (realtà virtuale), l'ortofoto di precisione e l'immagine solida.

Un prodotto innovativo, nato dall'integrazione di un modello digitale denso di superficie (DDSM) con immagini digitali ad alta definizione, recentemente sviluppato al Politecnico di Torino, è l'Ortofoto Solida di Precisione.

Trattasi di un prodotto completo che offre un semplice accesso a tutta l'informazione che un rilievo territoriale è in grado di offrire e si propone come interessante strumento di archiviazione, fruizione ed analisi di dati di rilievo territoriale.

Obiettivo del presente contributo diventa render possibile la fruizione di tale prodotto anche on-line, al fine di poter ipotizzarne l'utilizzo in intranet di enti con competenze territoriali o direttamente sulla rete internet.

Utilizzando strumenti *Free and Open Source* come Mapserver dell'università del Minnesota, Tilecache e Open Layers, si realizza un'applicazione personalizzata atta a visualizzare questo particolare prodotto innovativo del rilievo.

Il risultato è un visualizzatore web per l'*ortofoto solida di precisione*. Le sperimentazioni hanno riguardato i dati acquisiti durante un rilievo per Arpa Piemonte da parte di SIR s.r.l., spin-off del Politecnico di Torino.

Abstract

The integration of DDSM geometric data (e.g. point clouds acquired using a laser scanner) with image radiometric data offers a set of new surveying products: e.g. the Solid Image and the True Orthophoto. A new innovative concept, born from the integration of a DDSM with high quality digital images, recently developed at the Politecnico di Torino, is the Solid True Orthophoto.

The Solid True OrthoPhoto (STOP) can be used in many surveying applications to determine, in real time, the position of any point in a 3D reference system, using a normal PC or to carry out correct three-dimensional measurements (lines, areas, volumes, angles, ...), by just selecting some points on the image. In addition, with the Solid Image, even unskilled users can easily plot profiles, sections and plans using simple drawing functions, and can generate stereo models and realistic 3D models. The web viewer of this survey product is shown by mean of a land application.

Introduzione

Le moderne tecniche di rilievo consentono un rapido e completo rilievo territoriale: un'acquisizione LIDAR e fotogrammetrica da piattaforma aerea, consentono di ottenere una descrizione geometrica e radiometrica accurata della zona di interesse. Non sempre agevole risulta la consultazione di questa mole di dati.

Le tecniche informatiche hanno rivoluzionato negli ultimi decenni il modo di intendere il concetto di rappresentazione e del territorio, dell'edificato e delle infrastrutture, nonché gli strumenti di gestione connessi.

Il dato di base per tutti questi strumenti rimane una corretta conoscenza geometrica (descrizione metrica delle forme) e radiometrica (colore, connesso con il contenuto materico).

In questo modo si realizza un'efficace rappresentazione del territorio comprensiva di tutte le caratteristiche utili al progettista o pianificatore che non può prescindere, per completezza, dalla terza dimensione.

Per quanto tali modelli 3D risultino affascinanti e d'impatto visivo, il loro utilizzo si ferma sostanzialmente all'aspetto documentale mettendo a disposizione dell'utente la possibilità di osservare l'oggetto sullo schermo di un computer, senza poterne interrogare il contenuto metrico (lettura coordinate, misura di angoli, distanze, volumi ecc.), né realizzare semplici restituzioni o inserire commenti e promemoria nello spazio tridimensionale del modello. Tali possibilità sono solamente fornite da applicativi complessi e costosi per la progettazione civile ed architettonica che risultano poco adatti per affrontare tematiche di rilevamento.

Non dimentichiamo inoltre che i formati standard (come il VRML) richiedono una mole di dati memorizzati per realizzare questi modelli spesso molto elevata che necessita di PC ad elevate prestazioni per una fluida visualizzazione, limitandone ancora di più la piattaforma di utilizzo.

Il Politecnico di Torino, sensibile nel fornire una propria risposta alla necessità di agevole fruizione dei risultati di rilievi LIDAR e fotogrammetrici, negli ultimi anni sviluppa alcuni interessanti innovativi prodotti di rilievo.

L'Ortofoto di Precisione è un particolare tipo di ortofoto nella quale vengono corrette anche le deformazioni prospettiche residue dovute a discontinuità presenti sull'oggetto. È definita di precisione perché in grado di ottenere una rappresentazione fotografica e metrica dell'oggetto a grandissima scala.

Ortofoto solida di precisione fonde il contenuto metrico bidimensionale e cromatico dell'*ortofoto di precisione* con il contenuto tridimensionale di un DDSM dell'oggetto rappresentato. In questo modo l'*Ortofoto Solida di Precisione* sintetizza i pregi dell'*Immagine Solida* e dell'*Ortofoto di Precisione*: garantisce l'informazione sulle zone nascoste, il dettaglio e la risoluzione costante.

L'ortofoto di precisione e l'immagine solida

Il Politecnico di Torino (Dequal et al, 2002), nel tentativo di fornire un prodotto che coniugasse il rigore metrico e la rappresentazione fotografica alla semplicità di utilizzo, hanno proposto l'*ortofoto di precisione*. Essa è un'ortofoto in cui sono corrette tutte le deformazioni prospettiche residue dovute a discontinuità dell'oggetto mediante un modello digitale denso (DDEM = *Dense Digital Elevation Model*) spesso acquisito con scansioni laser e un approccio multi-immagine (in modo da ricercare l'informazione cromatica delle zone defilate in un'immagine all'interno delle altre immagini dell'intero blocco fotogrammetrico). Questo prodotto è semplicemente visualizzabile mediante PC a basso costo, è immediatamente comprensibile dagli esperti di settore che possono

utilizzarla secondo i loro fini. Il limite dell'*ortofoto di precisione* risiede nel contenuto metrico che è in grado di racchiudere: rigoroso, uniforme su tutta l'immagine (risoluzione costante e precisione definita), ma solamente bidimensionale.

La memorizzazione dell'informazione tridimensionale per mezzo di una rappresentazione in forma di immagine digitale è stata proposta (Bornaz et al., 2003) alcuni anni fa, con il nome di *immagine solida*: in essa, ad un'immagine digitale classica (prospettica, non ortorettificata, RGB) viene aggiunta l'informazione metrica tridimensionale ottenuta mediante laser scanner terrestre. La visualizzazione dell'immagine solida appare all'utente come una semplice immagine fotografica dell'oggetto rilevato, e pertanto non sono necessarie strumentazioni speciali né addestramenti specifici per essere in grado di interpretarla correttamente. L'informazione tridimensionale connessa appare solamente quando si muove il cursore all'interno dell'immagine digitale rendendo disponibili, mediante semplici funzioni la misurazione di angoli, distanze aree e volumi e quant'altro.

L'idea dell'*ortofoto solida di precisione* nasce dall'immagine solida, tentando di colmare l'unico limite apparente: la visualizzazione prospettica che nasconde la terza dimensione, in certi casi, può trarre in inganno l'operatore in quanto non contiene informazioni sulle zone nascoste e il livello di dettaglio varia in funzione della distanza della porzione di oggetto considerata e il centro di presa dell'immagine fotografica.

L'*ortofoto solida di precisione* sintetizza i pregi dei due prodotti appena descritti. Essa si configura come la fusione del contenuto metrico bidimensionale e cromatico dell'ortofoto di precisione con il contenuto tridimensionale di un DDEM dell'oggetto rappresentato. La necessità di possedere un DDEM non costituisce un vero problema, in quanto esso è richiesto per la produzione dell'ortofoto di precisione, e quindi già disponibile come sotto prodotto.

Visualizzatore web

Lo sviluppo di un visualizzatore web per l'*ortofoto solida di precisione* ha posto la necessità di affrontare diverse problematiche tecniche. Il primo è stato decidere su quale piattaforma di sviluppo realizzare il progetto: la piattaforma è basata su prodotti già disponibili sul mercato, per minimizzare i tempi di sviluppo. Fra varie alternative si sono preferiti prodotti *Free and Open Source Software* (FOSS), sia per la flessibilità e le possibilità di personalizzazione che sono in grado di offrire, sia per ragioni economiche: le caratteristiche funzionali dei prodotti adottati è tale da risolvere efficacemente i requisiti di progetto, le alternative *closed source* non avrebbero apportato alcun vantaggio tecnico ma solo maggiori oneri economici.

Come motore grafico per la pubblicazione on-line è stato scelto MapServer [Agosto et al., 2003] sviluppato dall'Università del Minnesota. MapServer è un ambiente multiplatforma di sviluppo e fruizione finalizzato alla rappresentazione di dati geospaziali.

Tale strumento viene adoperato per la visualizzazione della componente radiometrica dell'ortofoto solida di precisione.

Al fine di un miglioramento della prestazioni nel *rendering* delle immagini è stato adottato uno strumento di *cache* denominato TileCache. Tale prodotto, distribuito con licenza BSD dalla MetaCarta, è conforme allo standard WMS-C dell'*Open Geospatial Consortium* (OGC), e consente di pre-generare i *tile* (porzione di immagine) che l'applicazione deve visualizzare, abbattendo così i tempi di elaborazione lato server.

Per lo sviluppo dell'interfaccia utente si è fatto ricorso a OpenLayers, un *client* WMS-C completamente scritto in javascript e distribuito con licenza BSD. Tale prodotto risulta leggero, dotato di API (*Application Programming Interface*) ben documentate e pertanto di semplice utilizzo e facilmente personalizzabile.

Mediante tale strumento si sviluppa un'interfaccia che consente una agevole navigazione dell'ortofoto solida di precisione:

- *pan* interattivo, continuo che non necessita il caricamento della pagina;

- possibilità di *zoom* a livelli predefiniti (già memorizzati nella *cache*);
- presenza di un righello metrico, legenda e mappa di *overview*.

Grazie all'utilizzo delle API di OpenLayers è stato possibile replicare su *web* quanto l'ortofoto solida di precisione è in grado di offrire.

Alla possibilità di esplorare il rigoroso contenuto metrico e la completezza di informazione che l'interfaccia dell'ortofoto solida di precisione è in grado di offrire, si unisce la possibilità dello sfruttamento dell'informazione tridimensionale.

Il visualizzatore consente di accedere alle coordinate tridimensionali dei punti rappresentati a video, aggiornate in continuo al muovere del mouse sull'ortofoto di precisione che costituisce l'interfaccia dell'ortofoto solida di precisione, senza necessità di aggiornamento della pagina, grazie alla tecnologia Ajax dei prodotti utilizzati nello sviluppo.

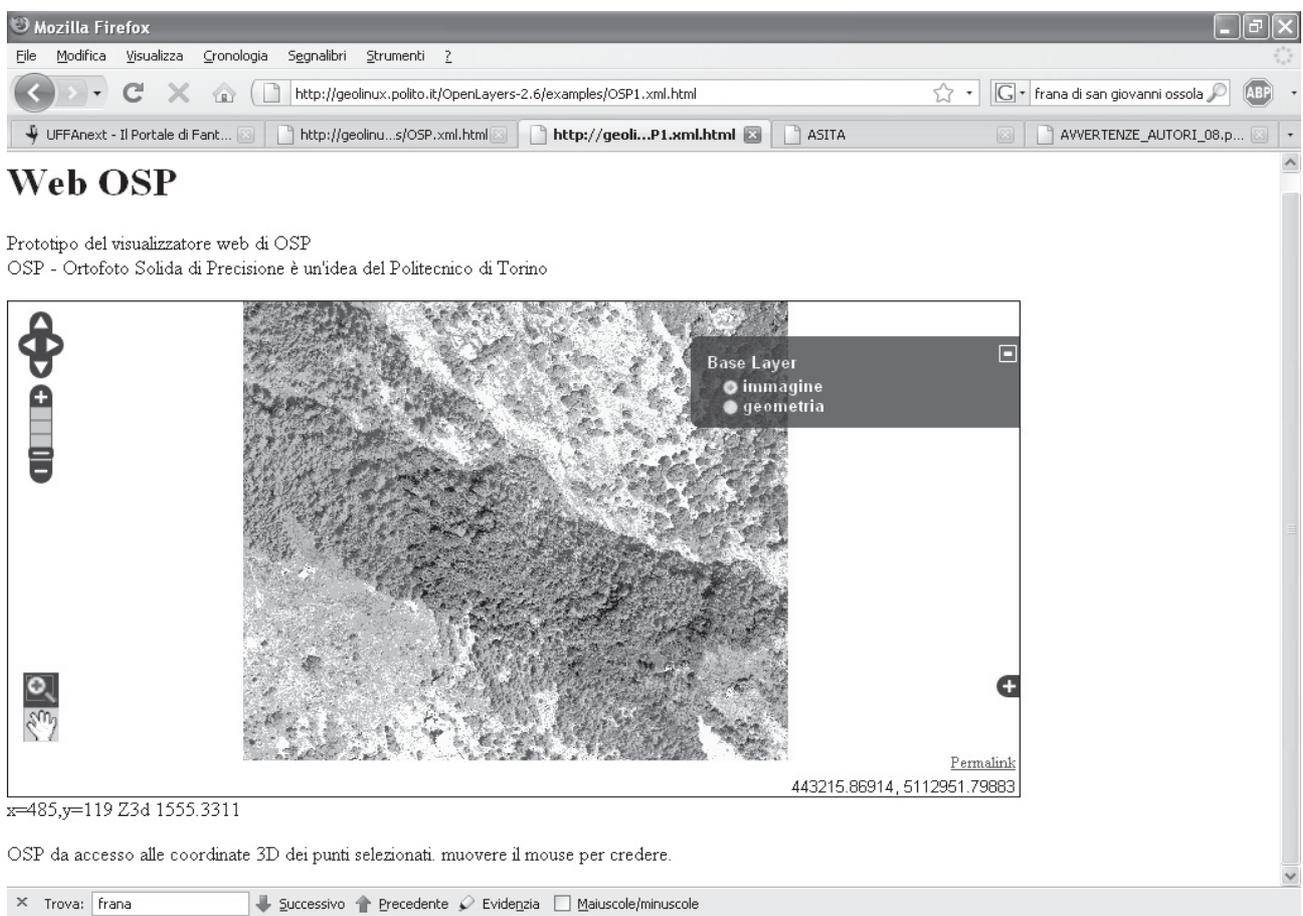
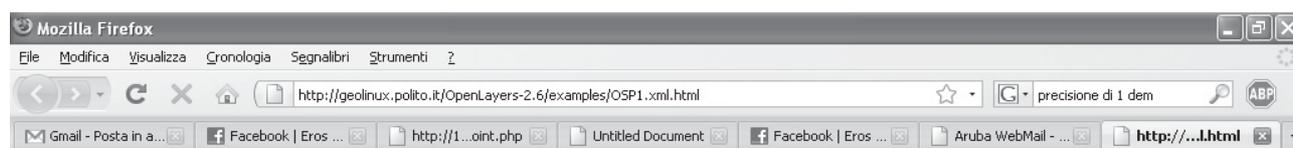


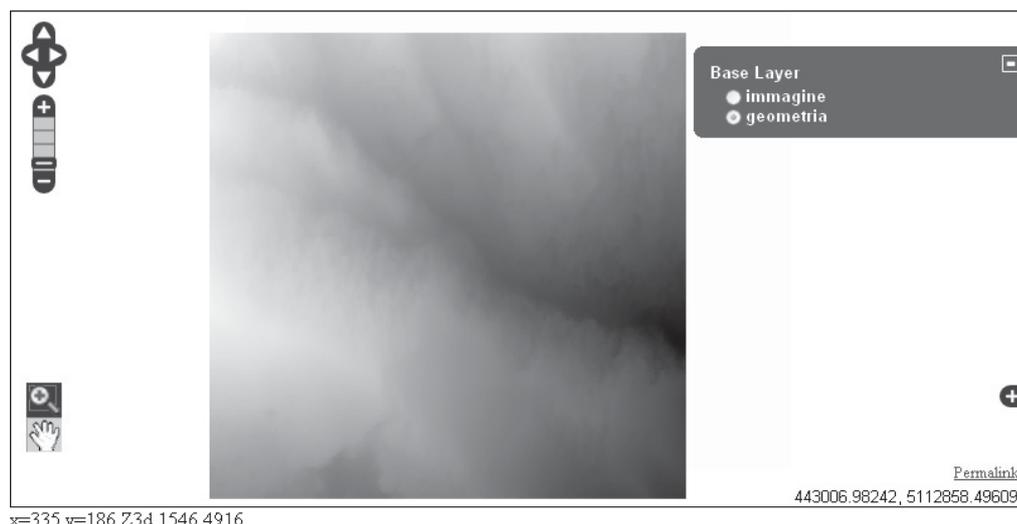
Figura 1 – Interfaccia del visualizzatore



Web OSP

Prototipo del visualizzatore web di OSP

OSP - Ortofoto Solida di Precisione è un'idea del Politecnico di Torino



OSP da accesso alle coordinate 3D dei punti selezionati. muovere il mouse per credere.

Figura 2 – Visualizzazione del contenuto puramente geometrico

Sviluppi futuri

Il visualizzatore, realizzato a scopo prototipale, verrà arricchito di una serie di strumenti che consentiranno di sfruttare la completezza di informazione che questo strumento racchiude. Verrà innanzitutto reso possibile:

- effettuare misure tridimensionali di distanza, angoli, aree e volumi;
- estrarre sezioni degli oggetti rilevati, oltre che la loro esportazione in DXF;
- effettuare operazioni di vettorializzazione, con la possibilità di esportazione in DXF.

Dati di sperimentazione

La sperimentazione è stata condotta su dati acquisiti da piattaforma aerea sulla zona della frana di San Giovanni in alta valle Ossola, nell'ambito di un rilievo effettuato da S.I.R., Soluzioni Innovative per il Rilevamento, società spin-off del Politecnico di Torino per conto di Arpa Piemonte.

Conclusioni

La sperimentazione ha mostrato come sia stato possibile utilizzare prodotti per la fruizione di dati GIS nello sviluppo di soluzioni innovative per la fruizione di dati tridimensionali.

In particolare è stato reso possibile l'utilizzo su internet dell'*ortofoto solida di precisione*, prodotto in grado di racchiudere in se l'intero contenuto di un moderno rilievo LIDAR e fotogrammetrico e che offre una estrema facilità di accesso all'informazione che contiene.

Il risultato è il prototipo di un visualizzatore web per l'*ortofoto solida di precisione*, in grado di migliorare l'accessibilità ai risultati di un moderno rilievo, grazie ad un prodotto in grado di sfruttare in maniera ottimale i dati del rilievo stesso.

Bibliografia

- Agosto E., Lingua A., Del Bianco P., 2007. L'ortofoto solida di precisione a grandissima scala in ambito urbano. In: *Atti Conferenza nazionale ASITA*, Torino
- Bornaz L., Dequal S., Lingua A., 2006. L'ortofoto solida di precisione: un prodotto innovativo per la rappresentazione e la gestione dei dati tridimensionali. In: *Atti Conferenza nazionale SIFET*, Taranto
- Dequal S., Lingua A., 2003. True orthophoto of the whole town of Turin. In: *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Antalya (Turchia), Vol. XXXIV, Part 5/C15, pp.: 263-268
- Dequal S., Lingua A., 2001. True orthophoto for architectural surveys. In: *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, Postdam (Germania), Vol. 34, Part 5/C7, pp. 269-276.
- Bornaz, L., Dequal, S., 2003. The solid image: A new concept and its applications. In: *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. 34, Part 6/W12.
- Balletti C., Guerra F., Lingua A., Rinaudo F., 2003. True digital orthophoto of the San Marco Basilica in Venice. In: *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Ancona (Italia), Vol. 34, Part 5/W12, pp. 43-48.
- Agosto E., Cosenza A., Rinaudo F., 2003. L'Open Source per la pubblicazione in rete di SIT: il software MapServer. In: *Atti Conferenza nazionale ASITA*, Verona

Webografia

Progetto MapServer, <http://mapserver.gis.umn.edu/>

Progetto OpenLayers, <http://openlayers.org/>

Progetto TileCache, <http://tilecache.org/>

Ringraziamenti

Si ringrazia ARPA Piemonte nella persona dell'Ing. Campus per la proficua collaborazione.