

Data base territoriali e acquisizione di immagini

Le problematiche e le tecnologie per il rilievo territoriale attraverso immagini georeferenziate

Il background di conoscenze cartografiche e fotogrammetriche è alla base della realizzazione dei sistemi così detti di mobile mapping system (MMS), basati su principi innovativi di georeferenziazione di immagini, sono comunemente impiegati per la restituzione di dati metrici, derivati da immagini georeferenziate, e acquisite da veicoli debitamente attrezzati che possono viaggiare anche a velocità di 40-50 all'ora. L'avanzamento tecnologico dei sistemi digitali, dei sistemi laser, delle piattaforme inerziali e del GPS, insieme a strumenti di georeferenziazione on-line (real-time) e off-line (post-elaborazione) e alle tecnologie dei database, sempre più orientati ai dati multimediali in ambito GIS, fa delle tecnologie e delle applicazioni MMS un importante strumento per realizzare complessi data base territoriali. Sistemi impiegati dai diversi operatori che gestiscono le infrastrutture dei trasporti, dai comuni che devono gestire la cartellonistica pubblicitaria e la segnaletica stradale, e moltissime altre applicazioni come la gestione dei catasti stradali in ambito PA, la realizzazione di modelli virtuali a scopo urbanistico, etc..

I sistemi MMS anche in Italia sono impiegati da alcuni anni, e con l'avvento delle tecnologie digitali e la diffusione delle altre tecnologie, anche tra i fornitori di soluzioni cartografiche avanzate, si è diffusa l'idea di realizzare applicazioni e soluzioni orientate a tale settore. Tra essi la Geosoft di Pordenone, forte della esperienza più che decennale nella messa a punto di software per l'acquisizione cartografica e fotogrammetrica, si è attivata nella realizzazione di un sistema proprietario, con l'obiettivo di ottenere una elevata applicabilità del sistema ed una elevata accuratezza delle informazioni acquisite.

Un MMS (mobile mapping system) è un sistema di acquisizione di video georeferenziati, cioè di video in cui viene determinato l'assetto spaziale di ogni immagine (frame). Ma le problematiche non si fermano alla sola acquisizione, ma soprattutto nella elaborazione delle informazioni (metriche e di qualità, nella progettazione e realizzazione degli aggiornamenti, così come nella gestione delle informazioni rilevate nel contesto delle diverse tipologie applicative dei Sistemi Informativi Territoriali.

Il sistema

Dopo più di due anni di ricerca e sviluppo si è giunti all'attuale sistema di rilevamenti dinamico stradale denominato GVS (Geosoft Video Survey), che è stato impiegato per la prima volta nel luglio 2001.

Il sistema è costituito da un'apparecchiatura hardware installabile su veicolo (tipo monovolume) e da una serie di moduli software che svolgono le funzioni di acquisizione dati, post processing e restituzione dei tematismi.

In maniera indicativa il sistema di acquisizione dati a livello di dotazioni hardware installate a bordo di un veicolo adatto allo scopo, si compone di 4 componenti essenziali come :

- componente di ripresa - costituita da un set variabile di vi-



Fig. 1 - Alcune immagini rilevate con GVS.

deocamere digitali Firewire da 2 a 4. Le stesse possono essere accessoriate con una ottica di qualità, e con diverse altre opzioni avanzate;

- componente di georeferenziazione - costituita da uno o più sistemi GPS nelle diverse modalità operative (DGPS, RTK, etc.);
- componente di determinazione di assetto - costituita da uno o più sensori inerziali, in grado di dare supporto al sistema GPS in caso di perdita del segnale, e di determinare l'assetto del veicolo o delle videocamere;
- componente di elaborazione - è la componente di acquisizione dei dati a bordo del veicolo dai diversi sensori, ma anche della elaborazione in tempo reale, della pianificazione e della elaborazione finale della banca dati georeferenziate.

Il rilievo di immagini

Le videocamere installate sul tetto del veicolo, sono in grado di produrre 30 immagini al secondo ad una risoluzione di

640x480 pixels, sono controllate da *trigger* esterni, le stesse costituiscono delle vere e proprie coppie di camere semimetriche adottate per i rilievi fotogrammetrici. Sulle telecamere sono montate inoltre delle ottiche ad altissima definizione, adatte alle attività di misura fotogrammetrica per il dimensionamento e il posizionamento degli oggetti rilevati.

Una volta pianificato il rilievo e stabilito il percorso e la tipologia di scene da inquadrare, viene stabilito l'orientamento esterno di ciascuna camera rispetto al veicolo, e attraverso specifiche procedure fotogrammetriche vengono determinati i parametri operativi. Tipicamente in applicazioni 2D si impiegano 3 telecamere di cui con il piano di ripresa disposto nella direzione del senso di marcia, e l'altra nella direzione opposta.

La georeferenziazione 3D

La georeferenziazione del set di immagini dinamiche rilevate, avviene attraverso un log sincronizzato tra i frame della videocamera digitale, e il diverso tipo di sensoristica installata a bordo del veicolo.

I sensori che determinano in via diretta e indiretta i dati atti a calcolare le coordinate approssimate dei centri di presa della camera, si riassumono in quanto segue

- il sensore odometro dell'ABS del veicolo da cui viene acquisito il segnale e convertito in valori metrici relativamente allo spazio percorso;
- Il sistema GPS installato a bordo del veicolo, determina le coordinate assolute WGS84 del centro di fase dell'antenna. In funzione dei livelli di integrazione e tipologia di soluzione tecnologica, il GPS può dare un contributo più o meno significative, a seconda delle condizioni operative. Nel caso del sistema GVS il contributo del GPS è di natura non marginale, ma non determinante agli effetti della precisione finale, soprattutto in condizioni operative come negli *urban canyon*, dove il GPS per la maggior parte del tempo non riceve un numero di satelliti adeguato.
- Il sistema inerziale è impiegato con due finalità specifiche. La prima come sistema di *back up* del sistema GPS in caso di perdita del segnale, in questo caso per un tempo limitato ma funzionale, il sistema calcola le coordinate di posizione in maniera autonoma; in alcune procedure le stesse coordinate vengono impiegate per l'inizializzazione del GPS alla ripresa dei segnali satellitari.

La seconda funzione del sistema inerziale, è quella di determinare l'assetto del veicolo, e quindi dei piani focali delle videocamere. Anche questa funzione è impiegata in maniera diversa in relazione alla tipologia di applicazione.

- La componente software si divide in due livelli specifici, nella componente di acquisizione dei dati di navigazione, e in quella di acquisizione e sincronizzazione delle immagini con il set di dati di navigazione. La componente di navigazione può essere dotata di specifici filtri di analisi dei dati, in maniera tale da costruire un modello delle traiettorie del veicolo, perfettamente modellato in funzione dei diversi dati di posizione dei diversi sensori (GPS, sistema inerziale, odometro).

La componente di archiviazione dei filmati digitali, permette di creare gli archivi della missione di rilievo, con la registrazione dei frame immagini e degli altri parametri, così come il time code di ripresa, che permetterà la sincronizzazione delle immagini con il flusso dati del sistema di determinazione della

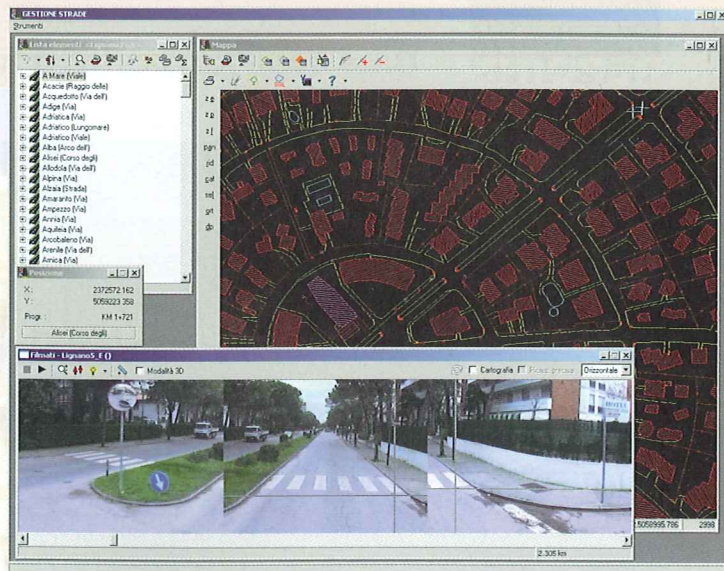


Fig. 2 - Post elaborazione dei dati rilevati.

traiettoria 3D del veicolo, e indirettamente dei centri di presa e dell'assetto delle camere digitali.

La post-elaborazione

Al termine della missione di rilievo oltre alla fase di downloading e validazione dei dati, la loro memorizzazione su supporti sicuri, si dovrà procedere alla vera e propria fase di post-processamento e restituzione dei dati. Il perché di fase post-elaborazione dei dati, è insito nella complessità e natura del rilievo, che per certi versi assomiglia a quanto comunemente si realizza con le riprese aereofotogrammetriche, dove nelle fasi del volo di ripresa, si registrano i dati dei diversi sensori (anche qui GPS e sistemi inerziali) sincronizzati con l'istante della ripresa, così da ridurre i dati e determinare le coordinate del centro di presa della camera fotogrammetrica, nonché i sui orientamenti noti come le componenti Φ , Ω e K .

La fase di post-elaborazione determina quindi i parametri finali, depurati da errori accidentali ed eventualmente compensati. Pronti quindi ad essere impiegati nella vera e propria fase di restituzione dei dati, che può consistere diverse attività in funzione della tipologia di applicazione. Quindi l'estrazione dei particolari metrici dalle immagini, e infine la codifica degli oggetti e la creazione del set di dati che andranno ad aggiornare o costituire la banca dati geospaziale del committente.

L'innovazione portata dal sistema GVS, riguarda innanzitutto l'uso innovativo della fotogrammetria in questo tipo di applicazioni. La tecnica messa a punto, sfrutta infatti il riconoscimento di particolari cartografici, e relazionando gli stessi con i particolari cartografici riconosciuti nelle immagini digitali, ottiene un prodotto digitale a livello di videoripresa, dove ogni frame è sostanzialmente georeferenziato e determinato spazialmente in maniera indipendente e precisa attraverso l'uso della fotogrammetria. Alla fine del processo le diverse immagini risultano *topograficamente* e *topologicamente* definite e corrette.

Questa metodologia costituisce quindi una integrazione tra le più recenti tecniche di fotogrammetria diretta e la più tradizionale fotogrammetria indiretta, anche se entrambe compaiono raramente nei sistemi di rilevamento stradale.

I vantaggi

A differenza della maggior parte dei sistemi di rilievo in campo MMS, la soluzione GVS permette di integrare le vi-



Fig. 3 - Il sito web di Geosoft

deimmagini digitali con la cartografia di base, e quindi consente di impiegare con successo il sistema anche dove il segnale GPS è in parte poco disponibile o del tutto assente, come è usuale nei centri urbani delle grandi città, che rappresentano di solito una condizione sfavorevole all'impiego delle tecnologie di posizionamento satellitare.

Gli oggetti sono posizionati non più per progressiva chilometrica, ma bensì in coordinate assolute e perfettamente dimensionate metricamente (altezze, superfici, etc.). La progressiva, riferita in genere all'asse stradale, può essere determinata a posteriori rispetto ai ceppi stradali.

L'elevata produttività del sistema di ripresa e la *facility* messe a punto per la fase di post processing dei filmati consentono di ottenere dei tempi di risposta molto rapidi.

In pratica, dopo una opportuna fase di addestramento, una squadra operativa è in grado di rilevare circa 500 Km mensili di video georiferiti.

Tra i vantaggi operativi del sistema la sua estrema portatilità. Infatti il sistema è realizzato con una serie di centramenti forzati, così che gli apparti installati sul tetto del veicolo si possono facilmente mettere in opera sul luogo dell'intervento, e permettere così al mezzo una velocità di crociera nelle fasi dei trasferimenti, del tutto normali.

Dal punto di vista della soluzione di post-elaborazione e di impiego delle videoriprese, il sistema si integra nella maggior parte delle piattaforme GIS disponibili sul mercato, essendo la soluzione sviluppata sia per gli utenti finali come soluzione completa e funzionante, sia per gli integratori che attraverso il Kit SDK hanno a disposizione tutte le potenzialità per integrare nelle diverse applicazioni GIS, le funzioni di post-elaborazione e di estrazione dei particolari cartografici, architettonici e territoriali, per incrementare o aggiornare la Banca Dati GIS.

L'evoluzione del sistema

Il primo sistema viene messo in produzione nel 2001 come prototipo produttivo in grado di effettuare le riprese e restituire dti in modalità 2D. Successive evoluzioni a livello di integrazione di procedure fotogrammetriche, hanno permesso di realizzare un sistema full 3D con riprese stereoscopiche, in grado di documentare a 360° il percorso di rilievo realizzato con il veicolo in marcia.

Le ultime evoluzioni hanno invece aggiunto ulteriori funzionalità come:

- Attraverso l'impiego del sistema di sviluppo basato su ActiveX (denominato GVS SDK), tre aziende in Italia (oltre a Geosoft stessa) hanno integrato la tecnologia "video + rilievo metrico" di GVS nei propri applicativi GIS per le piattaforme standard ESRI e AutoDESK. L'obiettivo di Geosoft è di vedere integrata la propria tecnologia in un numero sempre crescente di soluzioni software applicative, soprattutto nel settore del Catasto Strade, rendendo le tecnologie di rilevamento il più possibile indipendenti dalle piattaforme di gestione dei dati, come avviene normalmente nella topografia e nella cartografia.
- Il sistema di ripresa è stato dotato di telecamere sincronizzate (che scattano quindi in simultanea). Questo consente di ottenere dai video misure tridimensionali la cui accuratezza è indipendente dai sensori GPS/INS. Gli algoritmi di calcolo sono quelli della suite fotogrammetrica GDS (Geosoft Digital System) e rientrano tra le funzioni della componente ActiveX a disposizione degli sviluppatori.
- Sta per essere rilasciata la prima versione di GVS Video Server, un software per lo streaming in rete dei dati GVS (video e informazioni di georeferenziazione) ottimizzato per la trasmissione dei singoli frame e/o porzioni di video. Questo prodotto, in abbinamento con il componente di sviluppo GVS SDK consentirà di costruire soluzioni performanti per la pubblicazione sul WEB dei dati prodotti da GVS.
- Attraverso GVS SDK è possibile inoltre ottenere immagini "panoramiche" a partire dai singoli frame, abbinando per esempio le prese sul lato sinistro e sul lato destro della strada con la presa frontale.

Le applicazioni

Le applicazioni a cui possono dare supporto i sistemi MMS sono tra le più varie, dai data base di immagini georiferite, alla creazione di data base territoriali tra i più vari, tra una breve disamina al seguito.

- il catasto della segnaletica
- l'ubicazione e la classificazioni di tematismi per la costituzione del catasto stradale
- l'ubicazione di cassonetti e di postazioni di raccolta
- l'inserimento di pali di illuminazione pubblica, di tombini, pozzetti, ecc.
- il censimento delle insegne pubblicitarie
- la documentazione dello stato di fatto prima di opere di intervento (es. metanizzazione, allargamento di strade che comportano la modifica delle proprietà, ecc.)

Con le funzioni tipiche di GVS, i professionisti e/o le aziende che svolgono attività di acquisizione dati sul territorio, possono svolgere in ufficio gran parte del lavoro.

La tipologia di applicazioni ben si sposa poi con le attività Pubblica Amministrazione Locale (in genere Comuni e Province), che hanno l'esigenza di documentare il territorio e costruire una base dati subito utilizzabile attraverso le videoriprese georeferenziate, e acquisire successivamente i tematismi e i particolari cartografici e degli oggetti di interesse.

A cura della redazione