



CODEVINTEC

Le moderne tecniche di rilievo del soprassuolo

Il sistema recentemente messo a punto da NTR, Codevintec e Menci è un innovativo **Sistema di Rilevamento Dinamico**: un vero e proprio *Laboratorio Cartografico Mobile* (LCM) o *Mobile Mapping System* (MMS).



Fornita da Codevintec, l'attrezzatura è costituita da un sistema hardware e una serie di moduli software Menci per la gestione delle fasi del lavoro: acquisizione, post processing e restituzione.



Il sistema è composto da cinque distinti gruppi di apparecchiature:

1. **Sistema Applanix di posizionamento POS LV 420:** è un sistema compatto, completamente integrato che montato su un veicolo fornisce in continuo la posizione e l'orientamento nello spazio. Il sistema utilizza i dati che gli pervengono da un sistema GPS a doppia antenna, e di un insieme di sensori accelerometrici, inclinometrici e odometrici.

L'integrazione di queste apparecchiature nel POS LV consente di ottenere l'esatto posizionamento anche in condizioni di scarsa o nulla ricezione GPS, quali quelle che si verificano all'interno di un centro abitato, dove gli edifici adiacenti al percorso del veicolo oscurano la posizione dei satelliti, rendendo impossibile il semplice posizionamento ottenuto con il GPS. LV 420, prodotto dalla canadese Applanix, è uno dei sistemi di posizionamento attualmente più evoluti per precisione ed è normalmente utilizzato, oltre che per scopi militari (l'apparecchiatura richiede una specifica autorizzazione all'esportazione rilasciata dal Ministero della Difesa USA, in quanto utilizzato per i sistemi di puntamento dei cannoni dei carri-armati), nel rilievo dinamico da quasi tutte le società che si occupano di questo tipo di rilevamento e/o di video rilievo.



2. **Sistema di 9 fotocamere digitali Reflex ad alta definizione** tipo Nikon D80, dotate di sensore tipo CCD da 10,2 megapixel. Organizzate in 3 triplette - una frontale, una lato sinistro ed una lato destro del veicolo – consentono scatti ad altissima qualità ad una risoluzione massima di 3872 x 2592 pixel; forniscono l'immagine di uno

stesso oggetto ripreso da tre diversi punti di vista. In tal modo si ha la ricostruzione fotogrammetrica di ogni punto e le coordinate x,y e z in un sistema di riferimento relativo, che ha la sua origine nel punto di "fuoco" della fotocamera centrale della tripletta.

3. **Georadar Terravision** della GSSI è una apparecchiatura costituita da 14 antenne a 400 MHz (penetrazione sino a circa 3,00 m) montate l'una accanto all'altra, ad una distanza molto ridotta (circa 14 cm), che originano 14 sezioni radar simultanee, perfettamente parallele e molto ravvicinate fra loro parallele e che consentono un'analisi di dettaglio del sottosuolo

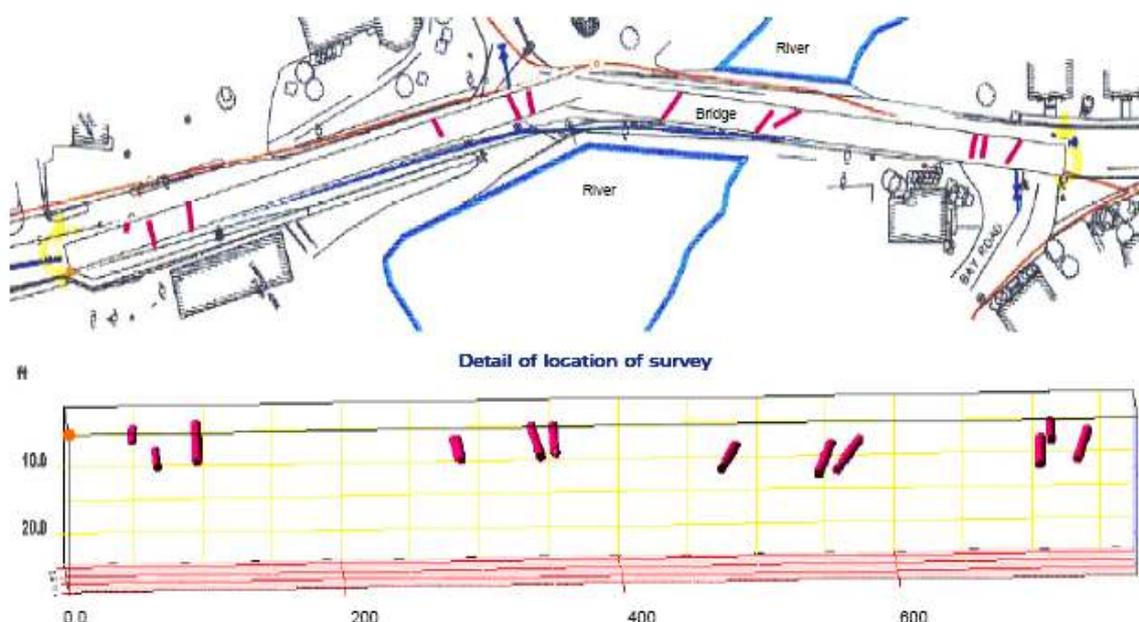
stradale. Il risultato è quindi un radargramma tridimensionale. L'individuazione dei sottoservizi è resa ancora più affidabile grazie ad appositi software di post-processing.

L'apparecchiatura, trainata a velocità di 10 km/ora, individua i sottoservizi sino alla profondità di circa 3 metri (reti gas, acquedotti, fognature, linee elettriche e di trasmissione).



L'integrazione fra Terravision - che segnala il sottoservizio - e POS LV - che fornisce la posizione del veicolo - consente di definire la ubicazione del sottoservizio nello spazio e rende possibile la sua materializzazione su una planimetria della zona. L'integrazione fra Terravision e Z-Scan D fornisce l'informazione visiva del soprasuolo e l'esatta individuazione della tipologia del sottoservizio.

Il software di elaborazione dati dell'apparecchiatura in questione, inoltre, restituisce i dati georeferenziati nei più comuni formati utilizzati (dxf, dwg, shp) consentendone la sovrapposizione sulla cartografia dell'abitato e l'inserimento nei profili longitudinali delle opere.



4. **L'apparecchiatura Z-Scan D**, basata sul sistema Z-Scan dell'italiana Menci, consente non solo l'acquisizione video delle immagini fornite dalle fotocamere e videocamere digitali, ma anche la scansione di tali immagini, al fine di definire la posizione ogni oggetto che compaia



nelle stesse immagini. L'apparecchiatura montata su un veicolo consente il rilievo dinamico - efficiente e veloce - di tutta la zona inquadrata dal sistema video.

L'integrazione fra Z-Scan D e POS LV consente, poi, di stabilire la posizione e l'orientamento delle immagini video e, in post processing, di definire la ubicazione nello spazio di un qualsiasi punto che compaia nelle immagini, rendendo possibile la sua materializzazione su una planimetria della zona o dell'abitato investigato;

5. **Software SofSIT** elaborato dalla N.T.R per la conversione dei dati vettoriali delle immagini fotografiche in file *.shp (*geodatabase*), che possono così essere usati in elaborazioni G.I.S. tramite i noti software attualmente in commercio.

L'obiettivo finale di questo sistema integrato è di fornire al committente l'immagine del soprassuolo e del sottosuolo stradale, completa di tutti i dati utili per la costruzione di un SIT, con una elevata velocità di acquisizione.

L'interesse verso i GIS (o SIT) si è particolarmente sviluppato in questo ultimo decennio e sta producendo un mercato eterogeneo: se prima ci si accontentava dei soli dati grafici bidimensionali

- ad es. il catasto, la cui informatizzazione grafica è basata su planimetrie bidimensionali a cui sono associati i soli dati censuari - oggi si richiede sempre più dati tridimensionali e, in particolare, immagini dei luoghi di interesse.



Il Catasto Stradale (gestito dalle amministrazioni proprietarie delle strade: Province, Comuni, ANAS, Autostrade) si evolve sempre più verso una conoscenza del bene in gestione, documentata da immagini

da cui poter ricavare ulteriori informazioni utili non solo a fini conoscitivi, manutentivi e documentali - posizione e tipo della segnaletica stradale, stato di manutenzione della pavimentazione stradale, natura e posizione dei sottoservizi, ecc - ma, talvolta, anche ai fini erariali - posizione e dimensione degli accessi carrabili, posizione e dimensione delle insegne pubblicitarie, ecc.

Le Società di gestione di sottoservizi (gas, acqua, fogna, reti elettriche e telefoniche) in seguito alla entrata in vigore del D.P.C.M. 3 maggio 1999 (G.U. n.58/99 - Norme per "razionale

sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici”) devono “mantenere aggiornati i dati cartografici relativi ai propri impianti”. Stanno quindi sviluppando una forte esigenza di conoscenza sia della posizione nel sottosuolo del sottoservizio, che delle condizioni del soprassuolo: in questo modo possono velocemente individuare eventuali difficoltà che si potrebbero presentare nel corso degli interventi di manutenzione.

Il sistema presenta interesse anche per: riscossione dei tributi per occupazione di suolo pubblico o per insegne pubblicitarie, fornitura di informazioni territoriali 3D per navigatori, attività di ingegneria che necessitano di rilievi il più possibile documentati dello stato dei luoghi sia del soprassuolo che del sottosuolo...

Alcuni dei campi di applicazione:

- Rilievo dei danni della pavimentazione stradale per la quantificazione e la pianificazione degli interventi di ripristino;
- Rilievo delle pertinenze stradali;
- Rilievo del profilo stradale;
- Rilievo delle alberature;

- Rilievo degli impianti pubblicitari;
- Rilievo della presenza e dell'efficienza dei dispositivi di illuminazione pubblica;
- Rilievo della posizione e del tipo di contenitori per la raccolta dei rifiuti solidi urbani;
- Rilievo dei passi carrabili;

- Rilievo della segnaletica stradale verticale e orizzontale;
- Rilievo dei numeri civici e delle attività commerciali;
- Rilievo della consistenza degli edifici con documentazione dello stato di manutenzione delle facciate;
- Rilievo degli elementi di arredo urbano;

- Rilievo dei particolari definiti dal Catasto Stradale; (ex DL n.285 del 30/04/92);
- Integrazione alla mappatura delle reti tecnologiche presenti sul territorio (idriche, fognarie, elettriche, telefoniche, gas, ecc...);
- Rilievo delle barriere architettoniche;
- Rilievo dello stato dei beni artistici e monumentali;
- Rilievo delle informazioni di Geomarketing;
- Documentazione dello stato di fatto (ex ante) e dello stato dopo intervento (ex post).



Acquisizione esterna

La ripresa esterna è una delle fasi più delicate del lavoro, richiede una pianificazione accurata. Innanzitutto è opportuno predisporre su un'adeguata cartografia l'elenco delle strade da rilevare, individuando l'inizio e la fine di ogni tratto. La cartografia viene caricata sulla workstation che si trova a bordo del veicolo, in modo che l'operatore possa seguire sulla mappa la propria posizione, possa pianificare la navigazione, sappia con precisione dove iniziare e dove terminare le riprese fotografiche.

Il software installato nella workstation a bordo del mezzo mobile, oltre ad acquisire i dati provenienti dai vari sensori (fotocamere digitali, GPS/INS ed odometro) svolge una serie di altre funzioni:

- sincronizza tra loro i dati provenienti dalle varie periferiche
- gestisce la frequenza di scatto dei fotogrammi, regolandola in base alla velocità in modo da garantire una distanza costante (normalmente uno scatto ogni cinque metri di percorso) tra un'immagine e la successiva.
- elaborare le informazioni provenienti dal sistema GPS/INS per stabilire la posizione del veicolo e mostrarla su una mappa digitale all'interno del veicolo stesso.
- comprime e memorizza le immagini fotografiche in formato JPEG.

I vantaggi principali di questo sistema:

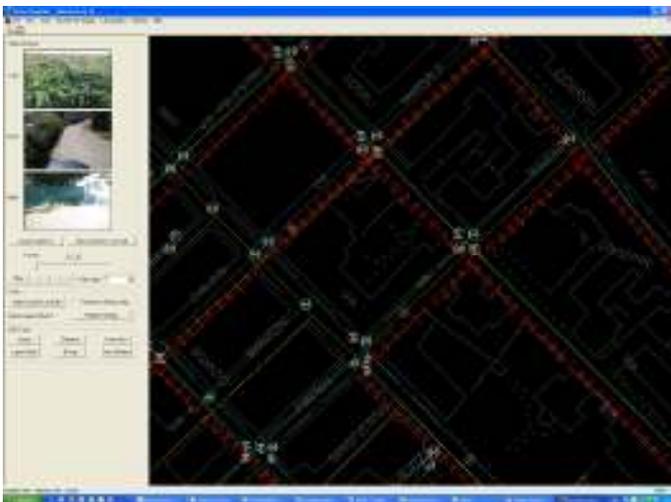
- Estrema rapidità di rilievo
- Economicità ed alta produttività del monitoraggio
- Adattabilità del sistema, rilievi personalizzabili
- Compatibilità con i più diffusi sistemi standard
- Flessibilità della base dati, per consentirne l'utilizzo da parte di tutti gli Uffici dell'Amministrazione: Ufficio Tecnico, Ufficio Tributi, Ufficio rilascio licenze commerciali, Ufficio affissioni pubblicitarie.
- La ripetibilità del rilievo permette analisi, aggiornamenti e comparazioni di ogni tipo.
- Versatilità del sistema, studiato per produrre informazioni da supporti cartografici aggiornati già informatizzati o ancora da informatizzare e interfacciabili con qualsiasi prodotto GIS sul mercato

Post processing

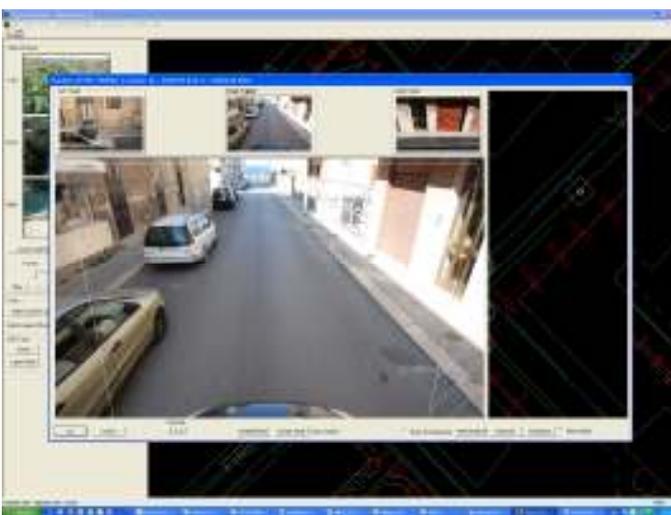
Le fasi di post-processing permettono di determinare con accuratezza la posizione e l'assetto del veicolo lungo il percorso, consentendo di eliminare automaticamente gran parte degli errori di posizionamento dovuti al GPS e degli errori di deriva del sistema inerziale e dell'odometro.

Gli errori, le sollecitazioni e le vibrazioni che inevitabilmente sono presenti nel sistema di acquisizione, sono misurati e gestiti dal sistema, mediante l'impiego di sofisticati algoritmi basati sul filtro di Kalman.

Alla fine delle elaborazioni, si ottiene una sequenza di immagini fotografiche georeferenziate, cioè una sequenza di immagini per ciascuna delle quali è possibile determinare la posizione nello spazio.



Restituzione grafica dei particolari rilevabili dai fotogrammi



Sequenza di immagini fotografiche georeferenziate

Restituzione grafica

Il fine ultimo di tutte le procedure è la restituzione grafica dei particolari rilevabili dai fotogrammi ed il loro collegamento ad un database, per essere integrati in un Sistema Informativo Territoriale.

Per rilevare i particolari oggetto del rilievo è sufficiente collimarli sull'immagine fotografica ed attribuire loro il livello logico di appartenenza. Gli oggetti inseriti vengono immediatamente visualizzati sulla base cartografica con le modalità di rappresentazione fissate.

Il posizionamento degli oggetti nel singolo fotogramma (ossia le loro coordinate x , y e z) avviene per via fotogrammetrica, utilizzando tre immagini contemporanee dello stesso oggetto ripreso punti di vista diversi di posizione nota.

L'interfaccia permette di prendere misure 2D e 3D direttamente sulla fotografia o sulla cartografia (ad es. la larghezza della carreggiata o dei passi carrai, l'altezza di un segnale, ecc.) e di modificare o cancellare oggetti.

Un'ulteriore implementazione del sistema, prevede la sostituzione delle fotocamere con due **Laser Scanner ad elevata velocità** in grado di rilevare ognuna 100.000 punti al secondo.

Aumenta la velocità di acquisizione (fino a 70 km/h), la precisione di rilevamento relativo (1 cm contro i 3-4 cm), la superficie rilevabile che per la fotografia è quella contenuta nell'immagine per il laser è invece a 360%



Nuove Tecnologie di Rilevamento s.r.l

Via Palmiro Togliatti, 45 - 70015 NOCI BA - Tel +39 080 4971173
www.ntr-srl.it



CODEVINTEC

tecnologie per le Scienze della Terra

Via Labus, 13 - 20147 MILANO - Tel +39 02 48302175
www.codevintec.it

