

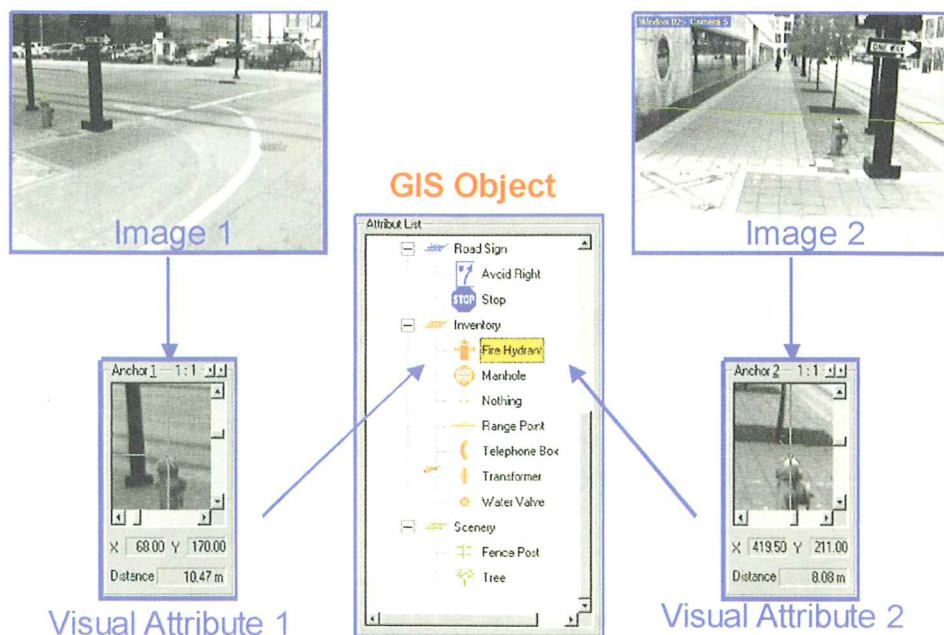
I Sistemi Mobile GIS per la mappatura stradale nel contesto dell'ITS

- Il mercato dei Sistemi di Trasporto Intelligente (ITS) costituisce uno scenario di forte interesse per lo sviluppo delle soluzioni IT e ICT. In tale contesto lo sviluppo dei sistemi MMS (Mobile Mapping Systems) ricade sempre più nelle problematiche legate allo sviluppo dei sistemi ITS, in termini di infrastruttura di dati relativa agli aspetti geografici e di localizzazione della rete dei trasporti e della mobilità.
- I sistemi MMS si sono evoluti oltre le funzioni di monitoraggio e mappatura, e lo sviluppo dei sistemi ITS inciderà in maniera decisiva sul mercato di tali applicazioni. Nella nota che segue presentiamo la relazione esistente tra le tecnologie del Mobile GIS e lo sviluppo dei sistemi ITS e del mercato delle informazioni geografiche nel settore dei trasporti.

Le infrastrutture dei trasporti si sono evolute in maniera esponenziale nelle ultime due decadi; il risultato diretto di questa evoluzione, è stato da una parte un aumento della sicurezza nella circolazione in generale, mentre dall'altra il superamento del concetto che il problema non è risolvibile solamente attraverso l'allargamento fisico delle strutture ma, a questo punto, sembra naturale il doversi spingere oltre. Affacciandosi a concetti che sembrano aprire nuove possibilità come l'ITS, che viene incontro alle esigenze della InfoMobilità e della condivisione di risorse, quindi della efficienza delle infrastrutture senza dover ricorrere all'aumento della capacità stradale, che spesso ricade in un limite strutturale non superabile.

Sistemi di Trasporto Intelligente (ITS)

La genesi dell'ITS cominciò oltre venti anni fa; il progresso a livello globale di tali sistemi si ebbe con la continua spinta data da iniziative quali i programmi DRIVE e PROMETHEUS in Europa, il programma CACS in Giappone e lo stesso programma ITS negli Stati Uniti. La ricerca e lo sviluppo dell'ITS oggi, sono incentrate in genere su quattro punti funzionali: i Sistemi per la Gestione Avanzata del Traffico, i Sistemi Avanzati per le Informazioni di Viaggio, i Sistemi di Controllo Avanzato dei Veicoli e le Operazioni dei Veicoli Commerciali (www.itsa.org).



La relazione tra le informazioni GIS e le immagini.

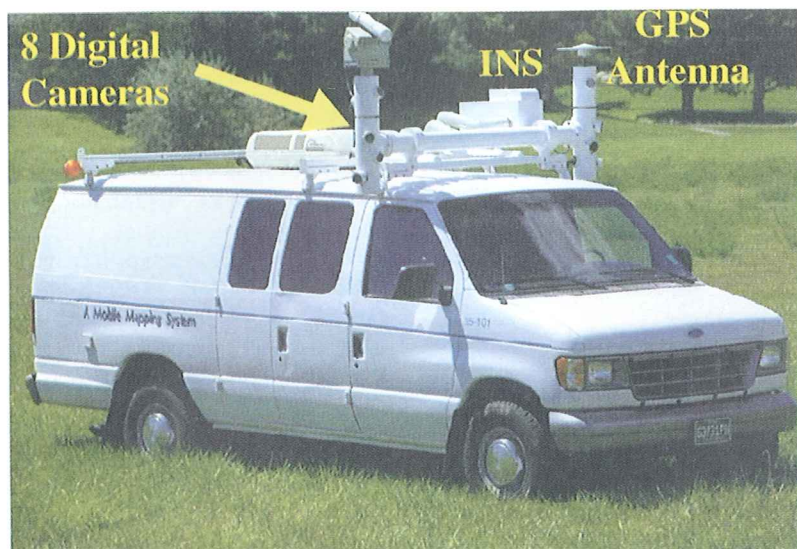
L'ITS è oggi uno dei mercati emergenti che vanta un profilo di crescita non indifferente, come si evince da una recente analisi del mercato internazionale realizzata da Allied Business Information che stima nel 2005 un parco utenti di sistemi di informazioni a bordo dei veicoli di 5 milioni di unità, con un valore di spesa di circa 1.400 miliardi di \$ USA per la componente hardware e di 1.200 miliardi per la componente servizi. Il mercato dell'ITS è valutato complessivamente al 2011 in circa 209 miliardi di \$, rappresentati dagli investimenti sotto forma di prodotti per il consumatore e di servizi.

Il mercato dell'ITS e i sistemi MMS

Le applicazioni ITS permettono l'integrazione con l'elaborazione dell'informazione, il posizionamento, le tecnologie di controllo e di telecomunicazioni necessarie a gestire e ridurre la congestione da traffico, ad aumentare la sicurezza e a diminuire le conseguenze sull'ambiente del traffico stradale, fonte di inquinamento e di spreco di energia. E' chiaro come la creazione di una infrastruttura spaziale di dati di alta qualità e aggiornabili sia una delle chiavi fondamentali nello sviluppo dell'ITS. In questa direzione sembrano andare le priorità dell'industria delle soluzioni ITS, mentre sul fronte dei sistemi MMS si è notato un superamento del concetto base di mappatura del territorio, ed attraverso le aspettative dell'ITS si svilupperà un forte interesse su soluzioni MMS di tipo avanzate, in grado di unire le tecnologie del mapping, con quelle della sensoristica ambientale, e delle soluzioni wireless per il *delivering* delle informazioni in tempo reale.

I Sistemi di Foto-Acquisizione

Negli anni settanta i sistemi di Foto-Acquisizione erano usati da molti dipartimenti del trasporto per monitorare le condizioni delle strade e verificare la tenuta dell'asfalto. La rete di trasporto era usualmente controllata ogni due o tre anni. Spesso le macchine da presa erano utilizzate per riprendere immagini attraverso il parabrezza del veicolo e dispositivi inerziali come giroscopi, accelerometri o contatori di giri erano impiegati per determinare la posizione istantanea dell'immagine al momento della sua cattura. Queste immagini, poi, venivano imma-



Uno dei sistemi MMS in commercio.

gazzinate e catalogate come rappresentanti lo stato effettivo di una strada o autostrada. L'accesso alle immagini per motivi di pianificazione, legali o altro, era molto dispendioso in termini di tempo a causa della modalità stessa di immagazzinamento e del fatto che ci si cimentava con film delicati il cui costo per la riproduzione era tra l'altro molto alto.

Sistemi di Acquisizione Video

Con l'avvento delle tecnologie GPS e di acquisizione digitale di immagini, gli obsoleti metodi di foto acquisizione sono stati completamente sostituiti. Le immagini acquisite possono ora essere georeferenziate rispettando un sistema globale

di coordinate impostato sulla navigazione GPS; l'inventario grafico e la documentazione delle caratteristiche delle sedi stradali rimangono i principali obiettivi di questi sistemi, mentre i vantaggi dei sistemi di acquisizione digitale consistono in:

- Il tempo di elaborazione dei dati, che viene significativamente ridotto dal momento che non avviene più l'elaborazione della pellicola.
- I dati video georeferenziate digitalmente che permettono una veloce restituzione ed una effettiva gestione.
- La duttilità dell'interpretazione dei dati video stradali rafforzata attraverso l'utilizzo di software dedicati.

Mentre gli svantaggi di tale procedi-

mento possono essere:

- Bassa risoluzione, che impedisce di conseguenza, le misure quantitative.
- L'immagazzinamento su un sistema a nastro, che può comportare in seguito una perdita di qualità dell'immagine.
- Usualmente questi sistemi hanno la configurazione per una sola camera quindi la determinazione di misure.
- 3D non risulta disponibile, a meno che non vengano applicati speciali calcoli geometrici.

I sistemi MMS per la Mappatura Mobile

La caratteristica dei sistemi evoluti definiti come MMS è quella della soluzione di più camere di ripresa su una piattaforma mobile, che permette il rilievo di immagini stereo-metriche e quindi la determinazione di coordinate 3D, e la georeferenziazione delle sequenze di immagini digitali ottenuta attraverso l'utilizzo di sensori di navigazione e posizionamento.

Tipicamente, per irrobustire l'accuratezza nella georeferenziazione, si usa impiegare sensori multipli di posizionamento, Sistemi di Navigazione Inerziale, GPS e Dead Reckoning; Un altro dei vantaggi dei sistemi MMS è in generale l'impiego di soluzioni GIS, e la restituzione dei dati in maniera diretta verso il sistema di gestione. Con le reti di comunicazioni mobili e le tecnologie di compressione dei dati, è poi possibile aggiornare in tempo reale i database informativi centrali, dimodochè questi dati siano poi di-

Sistema	Sviluppatore	Sensore	Riferimenti WEB
ARAN	Road Corp., ON, Canada	GPS/IMU/CCD/Laser	www.roadware.com
DGI	Data Chromatics, Inc, USA	GPS/CCD	www.dcgis.com
GeoVAN	GeoSpan Corp., CO, USA	GPS/DR/CCD	www.geospan.com
GI-Eye	NAVSYS Corp., CO, USA	GPS/IMU/CCD	www.navsys.com
GPSVan	Ohio State University, Columbus, OH, USAGPS/Gyro/DR /CCD	-	
GPSVision	Lambda Tech Int'L Inc., WI, USA	GPS/INS/CCD	www.lambdatech.com
ON-SIGHT	TransMap Corp., OH, USA	GPS/INS/CCD	www.transmap.com
Roadview	Mandli Communications, Inc, WI, USA	GPS/IMU/CCD	www.mandli.com
Road Radar	Road Radar Ltd., Canada	GPS/Video/Radar	www.rrl.com
TrunkMAP	Johan E. change and Associate, Inc., LA, USA	GPS/Gyro/Laser/Video	www.jchange.com
VISAT	Univ. Of Calgary and Geofit Inc., Canada	GPS/INS/ABS/CCD	www.visat.com
VMS	Redhen Systems, Inc., CO, USA	GPS/CCD/Laser	www.redhensystems.com/vms

Tabella 1 - Un quadro riassuntivo dei diversi sistemi MMS e dei sensori impiegati, nel mercato del Nord America.

sponibili attraverso le reti Intranet ai diversi dipartimenti dei gestori e nel più breve tempo possibile.

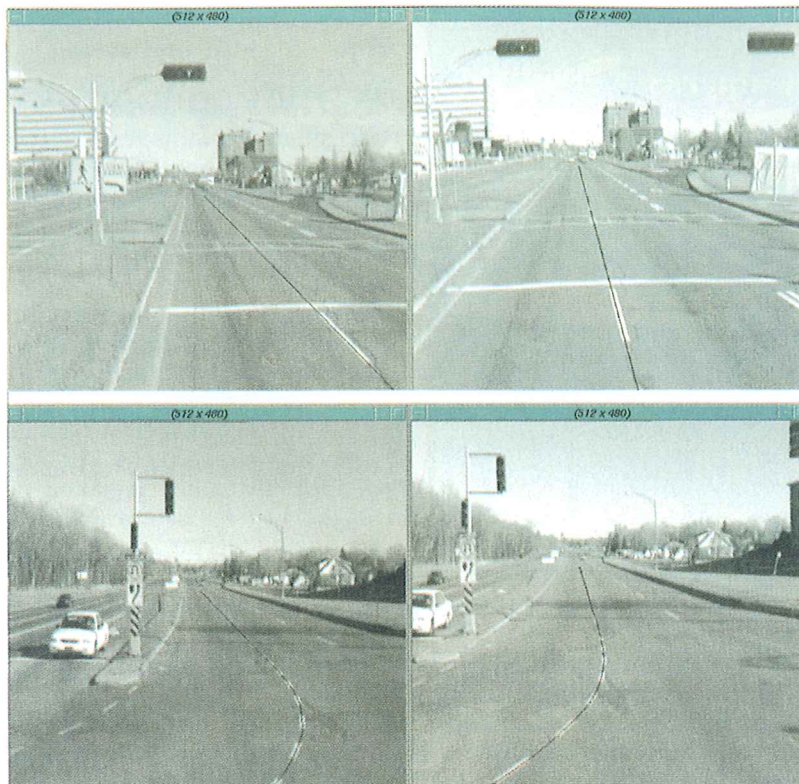
Nel seguito della nota tre possibili interazioni tra le tecnologie di MMS e le applicazioni in campo ITS.

Informazione Stradale Geometrica 3D

L'approccio della navigazione combinata è stato ampiamente utilizzato dai sistemi di navigazione su veicoli commerciali. Dispositivi di osservazione DGPS e/o di Dead-Reckoning vengono incorporati su un singolo sistema per assicurare una navigazione continua, mentre le informazioni di navigazione vengono visualizzate direttamente su una mappa. Questo processo avviene facendo corrispondere la posizione del veicolo con il segmento più vicino di strada. Nonostante ciò, comunque, questo procedimento può fallire soprattutto in corrispondenza di situazioni complesse come raccordi stradali, ecc.. Per aumentarne l'efficacia dei sistemi di navigazione è necessaria una informazione stradale geometrica di tipo 3D, che consideri la quota della strada, il gradiente e la curvatura. Queste informazioni possono essere successivamente impiegate per accrescere la precisione nella corrispondenza con mappe, e possono addirittura essere impiegate dai dispositivi di sicurezza del veicolo allorchè il guidatore si trovi ad attraversare zone dove l'allineamento della strada cambia rapidamente.

Le Infrastrutture di trasporto

Il supporto dei sistemi MMS nella gestione delle infrastrutture stradali, può essere realizzato attraverso la creazione di mappe di precisione inferiori al metro



Le immagini stereoscopiche da cui restituire le informazioni 3D.

delle caratteristiche stradali. Il set di informazioni tipiche rilevate attraverso l'impiego di sistemi MMS nella gestione di una infrastruttura stradale può includere:

- Immagini digitali delle infrastrutture e del manto stradale.
- Coordinate delle linee centrali delle strade derivate da stereo-immagini.
- Posizione degli oggetti relativi alle strade, ad esempio segnali stradali, Guard rails, ponti, palazzi, alberi, incroci...ecc.
- Caratteristiche relative alla guida su strada come segnali chilometrici, segmenti stradali, segnaletica, nomi delle strade, fondo stradale, ecc. ...

Elaborazione Visuale delle Immagini Stradali

Le informazioni sulle condizioni del traffico e dell'ambiente, giocano un ruolo cruciale nello sviluppo delle infrastrutture dell'ITS. Tra i sistemi MMS per la mappatura stradale, quelli basati sull'analisi di immagini, offrono un più completo e ricco set di informazioni. Tra le sofisticate soluzioni che contribuiscono a favorire le tecnologie di analisi di immagine nel campo dei sistemi MMS, in tabella 2 si riportano i più preminenti, anche se allo stato dell'arte attuale molte di queste tecniche necessitano di essere consolidate. Nonostante ciò, l'esperienza dovuta allo sviluppo dei sistemi MMS contribuirà all'avanzamento in questo settore di ricerca. In figura 3, un esempio di estrazione della linea di carreggiata centrale di una strada da sequenze di mappatura mobile; durante i test, questo approccio è sembrato essere molto proficuo nella maggior parte degli scenari stradali.

Estratto da: Highway Mobile Mapping - Information Infrastructure for Transportation Network, di Vincent Tao e Naser El-Sheimy, Università di Calgary (CA). GIM International 10/2000.

Metodo	Impiego
Autocorrelazione di immagini	<ul style="list-style-type: none"> • riconoscimento bordi e centro strada • riconoscimento ostacoli sulla carreggiata stradale
Misurazione	<ul style="list-style-type: none"> • distanza veicoli precedenti e seguenti • distanza incroci stradali
Riconoscimento di immagine	<ul style="list-style-type: none"> • condizioni del manto stradale (rugosità, aderenza, ghiaccio, ecc.) • segnaletica stradale orizzontale • condizioni di visibilità (nebbia, smog, pioggia, ecc.)
Riconoscimento intelligente	<ul style="list-style-type: none"> • stato del guidatore (attenzione, stanchezza, ecc.) • ambiente circostante (pedoni, altri veicoli, guard rails, ecc)

Tabella 2 - Le metodologie e le tecniche avanzate di analisi di immagini nel campo dei sistemi MMS.

A cura della redazione