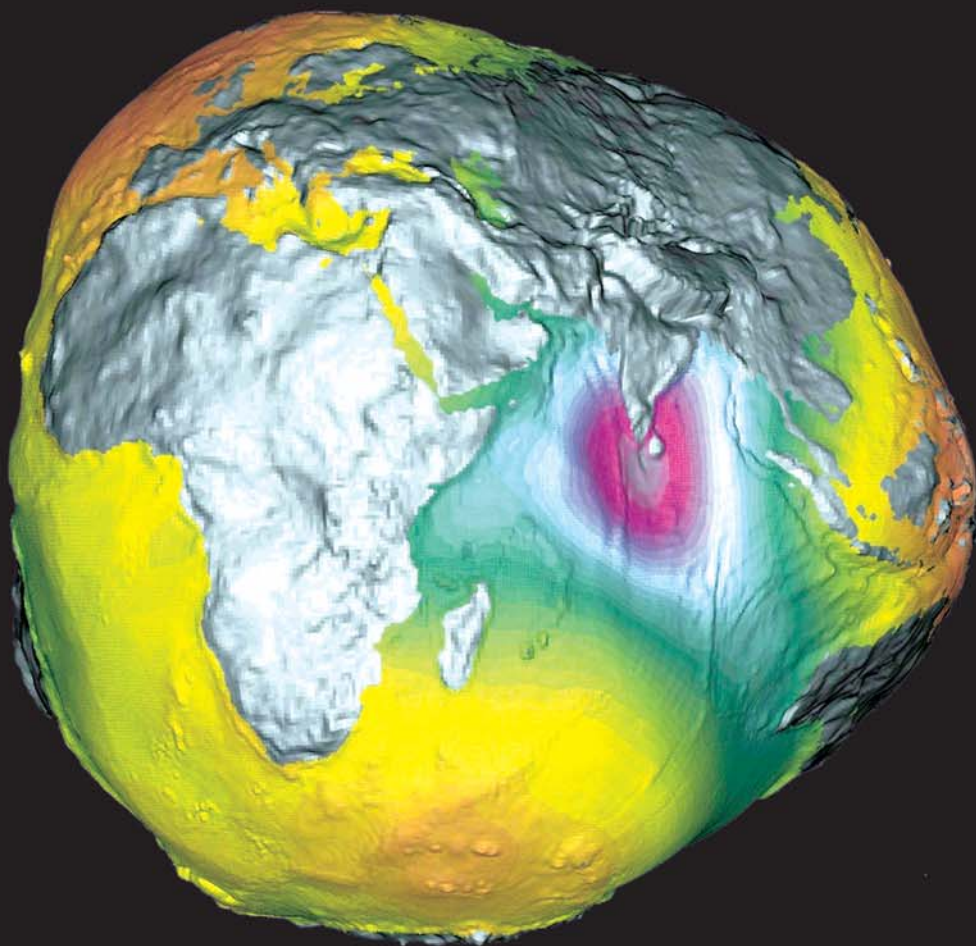


N° 4  
2008

Rivista bimestrale - anno 12 - Numero 408 - Spec. in abb. postale 70% - Filiale di Roma

# GEO MEDIA

La prima rivista italiana di geomatica e geografia intelligente



► **La Protezione Civile e la gestione degli incendi di interfaccia**

► **Realtà Aumentata e GIS in difesa dell'ambiente**

► **L'analisi spaziale a supporto della filiera agroenergetica**

► **La cartografia storica rivive grazie al digitale**

► **Termina l'attesa per il lancio di GOCE**

# Applicazioni di Realtà Aumentata in ambiente GIS

di GIUSEPPE CONTI, RAFFAELE DE AMICIS, STEFANO PIFFER, BRUNO SIMOES

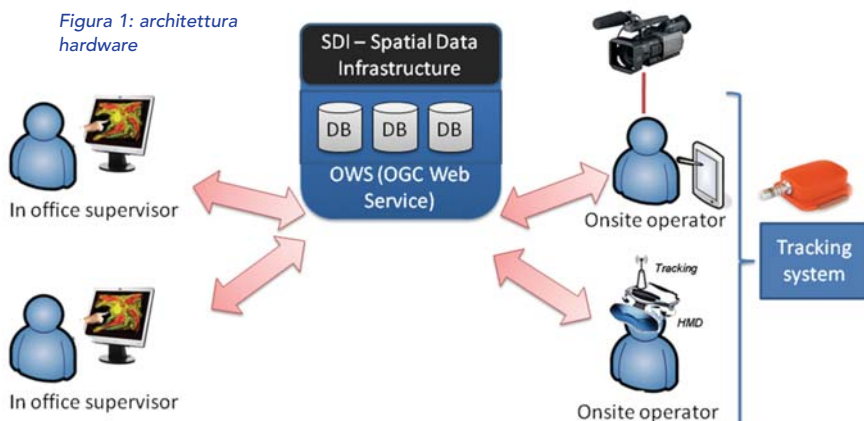
La Realtà Aumentata, dai più conosciuta come *Augmented Reality* e finora spesso sfruttata in applicazioni industriali o nel settore archeologico come ad esempio con il progetto Archeoguide, trova finalmente spazio in applicazioni per l'ambiente. I ridotti costi dell'hardware e lo sviluppo ultimo dei GIS 3D come ci viene illustrato qui per il progetto MIRAGE, hanno aperto la strada per l'adozione della simulazione reale nei GIS ambientali.

D a più di un ventennio (Koller et al., 1995) numerosi studi hanno portato allo sviluppo di applicazioni 3D GIS e, in tempi più recenti, allo sviluppo di vere e proprie applicazioni di Realtà Virtuale in grado di gestire informazioni geospaziali (Clark and Maurer, 2006). La rapida evoluzione tecnologica avvenuta nel settore della grafica tridimensionale, con la conseguente ampia disponibilità di hardware grafico a basso costo ad elevate prestazioni, ha contribuito sia al diffondersi di un vasto numero di applicazioni GIS per uso professionale in grado di offrire funzionalità 3D, sia al successo di applicazioni 3D per la fruizione di dati spaziali destinate al grande pubblico, tra cui Google Earth, Microsoft Virtual Earth o NASA WorldWind. La crescente diffusione di applicazioni 3D GIS evidenzia l'elevato valore aggiunto – anche nel campo delle applicazioni geospaziali – che può derivare dall'utilizzo di tecniche di visualizzazione avanzate in ambito professionale. Il lavoro qui presentato illustra le potenzialità, i vantaggi e i limiti derivanti dall'utilizzo di tecnologie di Realtà Aumentata all'interno di applicazioni geospaziali, ovvero quello che viene chiamato sistema MIRAGE (sistema Mobile Interattivo in Realtà Aumentata per dati Gis ambientali) (Witzel et al., 2007b).

La Realtà Aumentata, a differenza della Realtà Virtuale che permette all'utente di essere *immerso* in una scena totalmente ricostruita in tempo reale dal computer, è una tecnica di visualizzazione che consente la sovrapposizione e sincronizzazione in tempo reale delle immagini di una scena reale – tipicamente catturate da una telecamera associata al punto di vista dell'osservatore – con il contenuto della corrispondente scena tridimensionale simulata al computer. In un sistema per Realtà Aumentata la rappresentazione del mondo virtuale è dunque costantemente sovrapposta e allineata alle immagini del mondo reale, *aumentandone* così il contenuto informativo attraverso la visualizzazione di modelli 3D o

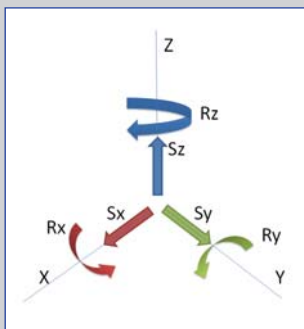
informazioni alfanumeriche.

Per garantire il corretto e costante allineamento tra le immagini del mondo reale e virtuale, i sistemi di Realtà Aumentata si avvalgono di tecnologie dette di *tracking* per la localizzazione e tracciamento dell'utente attraverso dispositivi in grado di misurare in tempo reale i *sei gradi di libertà* (vedi box) del punto di vista dell'osservatore. La rapidità e accuratezza di un sistema di *tracking* sono essenziali per garantire il preciso e costante allineamento tra scena reale e virtuale che, per assicurare la corretta percezione da parte dell'utilizzatore, non deve presentare ritardi o disallineamenti avvertibili. I diversi sistemi di tracking oggi disponibili si basano da un lato su principi elettromagnetici (Polhemus, 2008), dall'altro su sistemi ottici, attraverso l'utilizzo di telecamere sensibili alla luce infrarossa in grado di individuare la posizione di un numero di *marker* opportunamente illuminati da emettitori di luce infrarossa (ART GmbH, 2008); infine, alcuni recenti studi (Barandiaran, 2007) hanno condotto allo sviluppo di una nuova tecnologia, detta *markerless* (cioè priva di marcatori) in grado di individuare automaticamente la variazione del punto di vista dell'osservatore attraverso le immagini catturate da una telecamera resa solidale al punto di vista dell'osservatore. Tuttavia la tecnologia non ha ancora raggiunto la completa maturazione ed offre ancora uno scarso livello di precisione,



### Il tracking a sei gradi di libertà

Per determinare la posizione di un corpo rigido nello spazio in maniera univoca è necessario conoscere 6 valori, 3 traslazioni e 3 rotazioni, relativamente ai tre assi x, y, z. Alcuni dispositivi di tracking, basati su accelerometri e giroscopi, detti a *3 gradi di libertà*, forniscono in tempo reale soltanto i valori relativi alle traslazioni o alle rotazioni, mentre dispositivi più sofisticati, comunemente chiamati a *6 gradi di libertà*,



riescono a fornire contemporaneamente anche i valori relativi allo spostamento. Alternativamente è possibile combinare più dispositivi, capaci separatamente di misurare rotazioni e traslazioni, per ottenere una soluzione integrata in grado di fornire i 6 valori necessari.

non consentendone ancora un utilizzo professionale e confinandone di fatto l'utilizzo ad applicazioni sperimentali. Tradizionalmente le tecnologie di Realtà Aumentata sono state sviluppate per applicazioni nel campo dell'ingegneria aeronautica e meccanica (Santos et al., 2007) per supportare gli operatori durante complesse procedure di montaggio, ispezione e manutenzione, come supporto alla progettazione (Conti et al., 2003) e per la formazione del personale (Schwald et al., 2003). La rapida evoluzione tecnologica e la riduzione dei costi rendono oggi possibile adottare tecnologie di Realtà Aumentata in applicazioni geospaziali consentendo la realizzazione di sistemi informativi territoriali espressamente progettati per consentire l'accesso *in situ* ai dati geografici. L'adozione di tecnologie di Realtà Aumentata consente, infatti, di visualizzare le informazioni geografiche sovrapposte alle immagini del contesto ambientale nel quale l'operatore si trova garantendo dunque un'elevata intuitività ed efficacia. MIRAGE è stato sviluppato per rispondere alle esigenze di quegli utenti che necessitano di accedere a dati geospaziali direttamente *in situ* per compiti di verifica e controllo ambientale, manutenzione o progettazione infrastrutturale. Il sistema consente la visualizzazione dei dati territoriali in Realtà Aumentata all'interno di un'interfaccia progettata per supportare l'utilizzo contemporaneo da parte di più utenti, secondo una logica cooperativa nota nella letteratura scientifica col termine CSCW (*Computer Supported Collaborative Work* – Lavoro Cooperativo Supportato da Computer).

Il sistema MIRAGE è stato in parte sviluppato all'interno del progetto Europeo IMPROVE - *Improving Display and Rendering Technologies for Virtual Environments* (IMPROVE, 2008) che ha contribuito alla realizzazione di tecnologie innovative, sia hardware che software, per la visualizzazione tridimensionale interattiva.

### Architettura hardware e software

Dal punto di vista della configurazione hardware MIRAGE è stato progettato per l'utilizzo in un contesto ad elevata mobilità e dunque non richiede l'utilizzo di tastiera e mouse che sono sostituiti dall'utilizzo di dispositivi TouchScreen uniti ad interfacce grafiche ad elevata usabilità. Come illustrato in Figura 1 la configurazione tipica prevede che l'utente sia dotato di un TabletPC dotato di connessione wireless ad alta velocità (UMTS, WiMax, Wi-Fi). Il TabletPC è collegato ad una telecamera, tipicamente montata su un treppiedi, per



Figura 2: la configurazione hardware adottata.

catturare le immagini della scena reale (si veda Figura 2). MIRAGE adotta inoltre un sistema di tracking ibrido composto di un sensore GPS – che consente la localizzazione dell'utente – e da un sensore *MTI Inertial Measurement Unit* (Xsens Technologies B.V., 2008), che fornisce la misurazione a 120Hz della rotazione e dell'accelerazione angolare della telecamera nei 3 assi XYZ con una risoluzione angolare pari a 0.05 gradi.

La scelta della configurazione hardware è stata effettuata a valle di un'attenta analisi dei requisiti, che ha portato alla scelta del TabletPC collegato ad una telecamera invece di configurazioni hardware basate sui visori per la Realtà Aumentata detti HMD (*Head Mounted Display*). Tale configurazione non necessita, infatti, alcun hardware specifico e non richiede sostanziali variazioni al tipico processo di interazione uomo-macchina.

Tuttavia è opportuno rilevare come MIRAGE possa fare uso di sistemi di visualizzazione più complessi come il visore HMD sviluppato durante il progetto Europeo Improve (IMPROVE, 2008) in cui due lenti semi-riflettenti consentono di proiettare, tramite uno specifico sistema ottico, le immagini virtuali generate da due *micro-display OLED* (*Organic Light Emitting Diode*) su una superficie trasparente senza occludere all'utente la visione dell'ambiente circostante. In questo modo il contenuto virtuale è direttamente sovrapposto alla scena virtuale osservata dall'utente senza che sia richiesto l'utilizzo di una telecamera per l'acquisizione delle immagini della scena circostante. Il visore infine è collegato al sistema di tracking per consentire il tracciamento del punto di vista dell'osservatore.

Dal punto di vista software l'applicativo client MIRAGE è collegato ad un server che consente sia la condivisione dei dati di lavoro tra diversi operatori, che la creazione di annotazioni ed indicazioni geo-riferite che possono essere condivise da tutti gli utenti collegati all'interno della stessa sessione di lavoro. Lo scambio dei dati tra client e server è realizzato tramite l'esposizione di servizi OGC WFS e WMS che garantiscono la fruizione dei dati memorizzati in un GeoDB PostGIS.

I dati geografici trasmessi dai servizi WFS e WMS possono sia essere visualizzati come un applicativo 3D GIS tradizionale (Figura 4 - sinistra) ovvero in Realtà Aumentata (Figura 4 - destra). In questo caso l'utente orienta la telecamera verso la zona di interesse in modo che le immagini della scena reale facciano da sfondo al modello tridimensionale del terreno su cui vengono mappati i layer esposti dai servizi WFS e WMS. Eventuali modelli tridimensionali possono essere caricati all'interno della scena e visualizzati in Realtà Aumentata ad esempio per la valutazione dell'impatto ambientale (Figura 4).

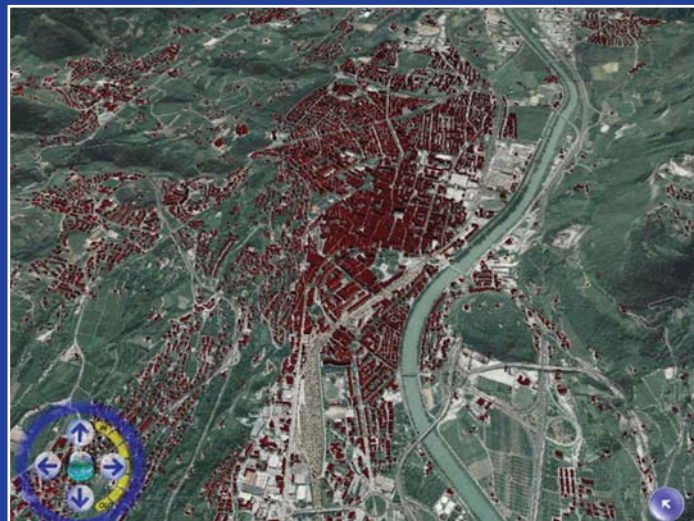


Figura 3: gli strati informativi possono sia essere visualizzati come applicazione 3D tradizionale (destra) ovvero in Realtà Aumentata (sinistra) direttamente sovrapposte alle immagini della scena reale

### Interfaccia utente

L'interfaccia di MIRAGE è stata appositamente progettata per consentire un facile utilizzo all'operatore *in situ* e consente di interagire secondo una logica *multimodale* basata sull'utilizzo contemporaneo di più *modalità* di interazione a seconda del specifico contesto in cui l'utente si trova ad operare. In particolare l'operatore può sia interagire tramite un'interfaccia grafica basata su specifici menu radiali, sia tramite comandi vocali o segni grafici che il sistema è in grado di decodificare ed interpretare secondo le preferenze impostate dall'utente. Per una completa descrizione dell'interfaccia di MIRAGE, che è fuori dalla portata di questo articolo, si rimanda ai lavori elencati in bibliografia (Witzel et al., 2007) (Conti et al., 2008c).

### Procedura di calibrazione

L'utilizzo di MIRAGE prevede una procedura di calibrazione iniziale capace di garantire il perfetto allineamento tra il contenuto della scena reale e della scena virtuale e che possa compensare eventuali interferenze al sistema di tracking indotte da condizioni ambientali in grado di causare variazioni al campo elettromagnetico. La procedura di calibrazione effettuata all'avvio del sistema, richiede un tempo variabile che va da pochi secondi a qualche minuto e consente di calibrare il sistema di tracking in maniera semplice ed intuitiva. Non appena l'utente avvia MIRAGE orienta la telecamera in modo da inquadrare una scena significativa e attraverso appositi comandi l'utente allinea visivamente la scena virtuale con quella reale.

Qualora fosse necessario la procedura può essere avviata su richiesta durante le operazioni di lavoro, per esempio nel caso in cui l'utente si fosse spostato in una zona in cui fossero presenti elementi che interferiscono con la misurazione del campo elettromagnetico da parte del sistema di tracking.

### Scenari applicativi

Il sistema MIRAGE è stato progettato per la gestione e pianificazione di dati di rilevanza territoriale, attraverso la creazione ed aggiornamento di dati geografici all'interno di un contesto tridimensionale interattivo. In particolare, gli scenari di riferimento sono molteplici ed includono tra gli altri:

- La progettazione di massima di infrastrutture: MIRAGE consente infatti di creare all'interno di un contesto georiferito, elementi geometrici 3D che rappresentano, a scala territoriale, elementi infrastrutturali quali strade, edifici, elettrodotti, impianti a fune, ecc.

- Interventi in situ di manutenzione e verifica per la visualizzazione *in situ* di dati geografici relativi a strade, segnaletica, infrastrutture ecc.
- Valutazione dell'impatto ambientale attraverso la visualizzazione di modelli 3D all'interno della scena reale come illustrato in Figura 4, dove si può osservare l'esempio di un modello di un edificio inserito all'interno della scena reale. È opportuno sottolineare come la vegetazione retrostante, rappresentata attraverso alberi tridimensionali, sia stata ricostruita automaticamente sulla base dei dati provenienti da un servizio WFS che espone i dati riguardanti le aree boschive.

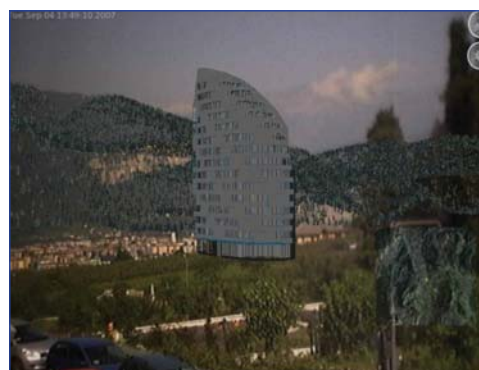


Figura 4: esempio di valutazione di impatto ambientale.

### Conclusioni e sviluppi futuri

MIRAGE dimostra come le tecnologie di visualizzazione per la Realtà Aumentata abbiano raggiunto un livello di maturità sufficiente per consentire un utilizzo anche nel dominio delle applicazioni geospaziali, in particolare per operazioni legate al controllo e pianificazione del territorio. Ulteriori sviluppi di MIRAGE prevedono il supporto di CityGML, il profilo GML espressamente progettato per la gestione di dati tridimensionali su scala urbana e di servizi legati alla sensoristica per la visualizzazione in Realtà Aumentata di dati ambientali.

Infine la prima versione del sistema – realizzata durante il progetto IMPROVE (IMPROVE, 2008) – è oggi soggetta ad una re-ingegnerizzazione che porterà alla creazione di una nuova versione interamente realizzata in Java e capace di interfacciarsi con una IDT implementata secondo un'architettura modulare interamente orientata ai servizi (Conti et al, 2008a e 2008b). **G**

