Applicazione Web-GIS per il calcolo di itinerari automobilistici con l'aggiornamento in tempo reale dei flussi di traffico su rete urbana ed extraurbana in Svizzera

D. Salvini [(*)], R. De Filippi [(*)], C. Dolci [(*)], M. Koller [(*)]
[(*)] Politecnico Federale di Zurigo, Istituto di Geodesia e Fotogrammetria, HIL Hönggerberg, 8093 Zurigo, Svizzera

Riassunto

Telecomunicazione e navigazione stanno crescendo insieme. L'offerta informativa riguardante il traffico e lo stato delle strade è ampia e sempre più diffusa.

La diversificazione dei mezzi di comunicazione atti alla diramazione delle informazioni stradali e l'utilizzo sempre maggiore dei mezzi tecnologici anche da parte del cittadino garantiscono una buona fruizione dell'informazione geografica.

In questo lavoro è proposto un approccio di *routing* dinamico studiato per la realtà svizzera. Questa applicazione si propone di calcolare il percorso ottimale, dato un punto di partenza e uno di arrivo, tenendo conto delle informazioni sul traffico in tempo reale, fornendo così all'utente un percorso che evita le zone congestionate dal traffico.

Abstract

Telecommunication and navigation are growing together. The offer of digital information on traffic and roads conditions is rapidly increasing and becomes easy to have access to it.

The diversification of the media which distribute roads information and the use of technological devices by the single citizen grant a good fruition of geographic information.

In this work we propose a dynamic routing approach for the Suisse reality. The developed application calculates the optimal path, given a departure and an arrival point, taking into account the traffic information in real time, supplying therefore the user with the best way to follow avoiding the area with heavy traffic.

Premessa

Il progetto è stato realizzato nell'ambito di un'attività di ricerca presso l'Istituto di Geodesia e Fotogrammetria del Politecnico di Zurigo. Il suo obiettivo è lo sviluppo di un'applicazione *online* per pianificare itinerari di viaggio personalizzati ed aggiornati dal punto di vista del flusso del traffico.

L'applicazione è stata concepita con l'esigenza di fornire un servizio anche quegli utenti non dotati di tecnologia specializzata sul proprio veicolo, essa è difatti in grado di gestire il servizio attraverso un semplice collegamento internet. Si può quindi pensare in un futuro prossimo alla distribuzione dell'informazione per mezzo di telefoni cellulari e *smart phones*.

Le reti stradali

L'impiego dei sistemi informativi geografici (GIS) è pratica sempre più diffusa nella pianificazione dei trasporti in genere. In tale contesto, le procedure di analisi di una rete stradale, quali la determinazione di percorsi ottimali, sono il punto centrale di questo lavoro.

Una rete stradale è un sistema di elementi topologicamente connessi tra loro. Un approccio classico consiste nel rappresentare il grafo stradale tramite la struttura arco-nodo, dove gli archi indicano le tratte stradali e i nodi corrispondono ai relativi incroci (congiunzioni). Nella struttura arco-nodo ogni arco è costituito da una coppia di coordinate d'inizio (nodo iniziale), una coppia di coordinate finali (nodo finale) e da una serie di coppie di coordinate intermedie dette vertici. Ogni arco della rete è caratterizzato almeno da una direzione e dalla sua lunghezza. Normalmente vi sono associate ulteriori informazioni tematiche che possono permettere un'analisi del traffico più dettagliata. Qualora esistano attributi quantificabili numericamente, questi possono essere considerati come peso di attraversamento dei singoli elementi della rete. Il percorso migliore potrà quindi essere calcolato ad esempio in funzione del tempo di percorrenza o semplicemente in base alla lunghezza geometrica dei singoli archi. La ricerca degli itinerari (*routing*) può inoltre essere eseguita con modalità multimodale, cioè considerando differenti tipologie di reti (strade, autostrade, ferrovie, linee di autobus, ecc.) nel calcolo.

Diversi software sono in grado di gestire questo tipo di informazione. Per questo lavoro si è scelta la piattaforma ArcGIS 9.1 (ESRI) con l'estensione *Network Analyst*.

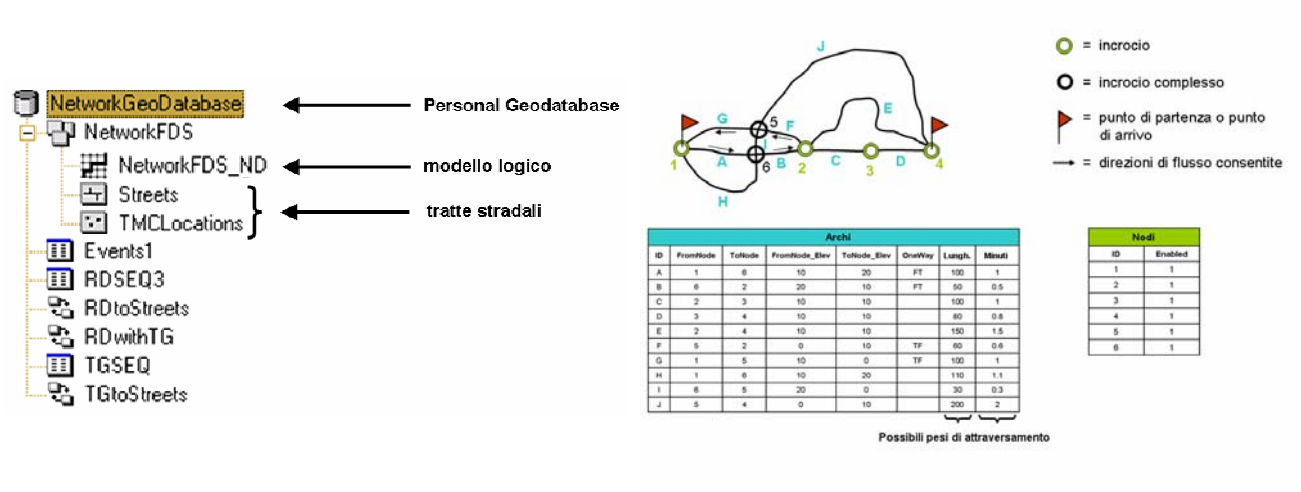


Figura 1- Esempio di rete in ArcGIS (tabelle)

Nel modello fisico di ArcGIS la rete stradale è composta da una tabella di archi e da una tabella di nodi. Il modello logico della rete è salvato in una terza tabella, dove sono contenute le informazioni delle connessioni tra archi e nodi e degli eventuali pesi di attraversamento (Figura 1).

Grazie all'estensione *Network Analyst* è possibile modellizzare la rete stradale in modo piuttosto sofisticato, consentendo ad esempio, a due archi di intersecarsi senza giunzioni (incrocio a due livelli), definendo le direzioni degli archi e quindi stabilire i sensi di marcia oppure considerando regole riguardanti il flusso del traffico (indicazioni sullo svoltare, ecc.).

I dati utilizzati

I dati di riferimento relativi alla rete stradale si basano sulla banca dati geografica di TeleAtlas (MultiNet Version 4.3.1), sulla quale viene garantita un'accuratezza fino a 12 metri nelle aree extraurbane e fino a cinque metri nei centri urbani. La banca dati viene regolarmente aggiornata da controlli sul campo effettuati più volte l'anno.

La fonte di dati sul traffico è quella di *Viasuisse*, centro informativo che garantisce a livello nazionale le informazioni viarie in tempo reale. La diffusione del messaggio avviene attraverso gli standard europei *Radio Data System / Traffic Message Channel* (RDS/TMC) e resa disponibile per l'applicazione sviluppata in formato XML.

TMC é una metodologia standardizzata per la raccolta, la gestione e la messa in onda di informazioni sul traffico attraverso un segnale radio *Very High Frequency / Frequency Modulation* (VHF/FM). Il messaggio codificato contiene diverse indicazioni, tra le quali la descrizione dell'evento occorso, l'area d'influenza, la sua estensione, la durata ed eventuali percorsi alternativi. Il codice si compone come segue:

ABCCDEEEEE

dove

A	= orientamento del tratto (+/-)
B	= codice nazionale (4 per la Svizzera)
CC	= numero della banca dati (p.es. 09)
D	= direzione TMC del tratto (+/-; P/N)
EEEEE	= il codice del punto TMC

Tecnicamente TMC prevede una banca dati che descrive la rete stradale tramite i punti nevralgici (raccordi, diramazioni, gallerie, ecc.) ed i collegamenti tra loro. Maggiore è il numero di punti inseriti nella banca dati TMC, maggiore è il dettaglio con cui possono essere fornite le informazioni sulla mobilità. I disagi al traffico sono riferiti, infatti, al punto TMC più prossimo (Figura 2a). Per la gestione di eventi ad ampia estensione si può fare riferimento ad elementi complessi detti TMC *Path*, come mostrato in figura 2b.

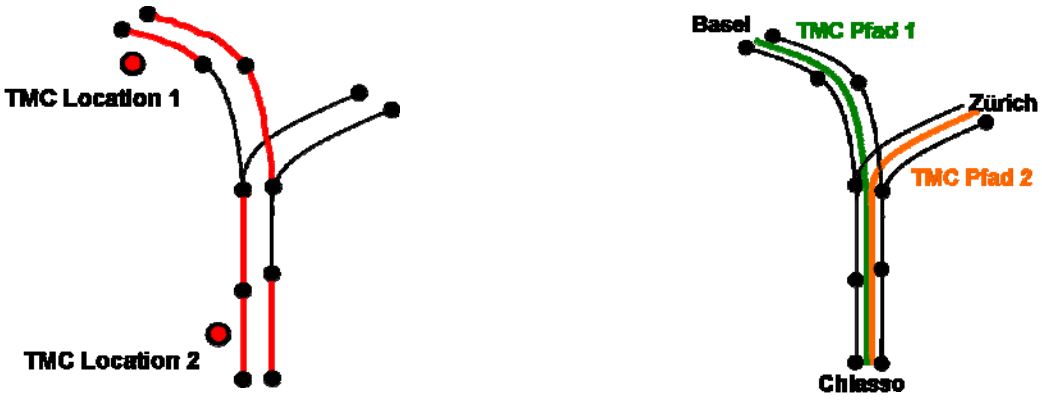


Figura 2 - Informazione TMC

Nella banca dati TeleAtlas è integralmente strutturate l'informazione, che la rende compatibile con il sistema TMC, ciò significa che la stessa lista di TMC *Locations* usata nella redazione dei messaggi *Viasuisse* è implementata anche nella rete stradale.

Metodologia

Per raggiungere l'obiettivo preposto la procedura di sviluppo è stata suddivisa in due fasi, in primis si è sviluppata un'applicazione basata sulla piattaforma ArcGIS, in grado di aggiornare ad intervalli regolari la rete stradale con i dati sulla viabilità forniti da *Viasuisse*. Nella seconda fase è stata implementata un'interfaccia per la consultazione del servizio via internet (Figura 3).

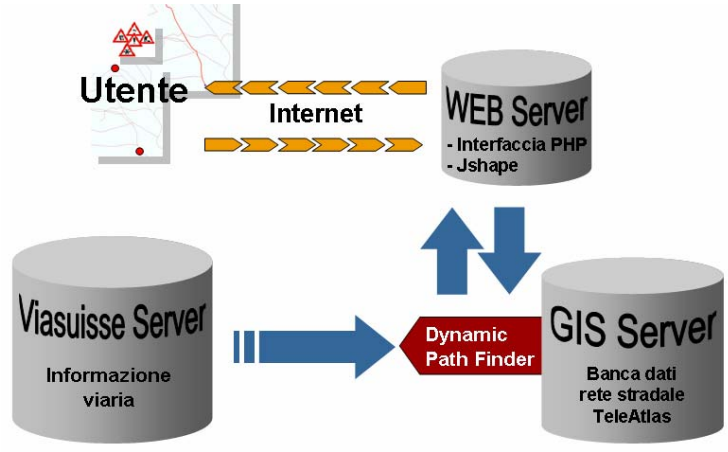


Figura 3 – Schema delle componenti e loro interazioni

L'aggiornamento della rete stradale avviene con l'applicazione *Dynamic Path Finder* sviluppata in *Visual Basic for Applications* (VBA) utilizzando le librerie *ArcObjects*. Gli *ArcObjects* permettono di personalizzare l'interfaccia di ArcGIS integrando le funzionalità già esistenti. In questo modo è stato possibile integrare l'informazione ottenuta in formato XML da *Viasuisse* nella banca dati Tele Atlas. Ad ogni aggiornamento sulla viabilità, le località interessate dall'evento e le direzioni dei tratti stradali ostacolati sono tradotte nel codice TMC corrispondente. Diventa così possibile identificare tutti gli archi coinvolti dal disagio, in quanto ogni arco della rete ha il proprio codice TMC (Figura 4). Interpretando la descrizione dell'evento (sempre contenuta nel messaggio di *ViaSuisse*) è poi possibile adattare i tempi di percorrenza dei singoli tratti.

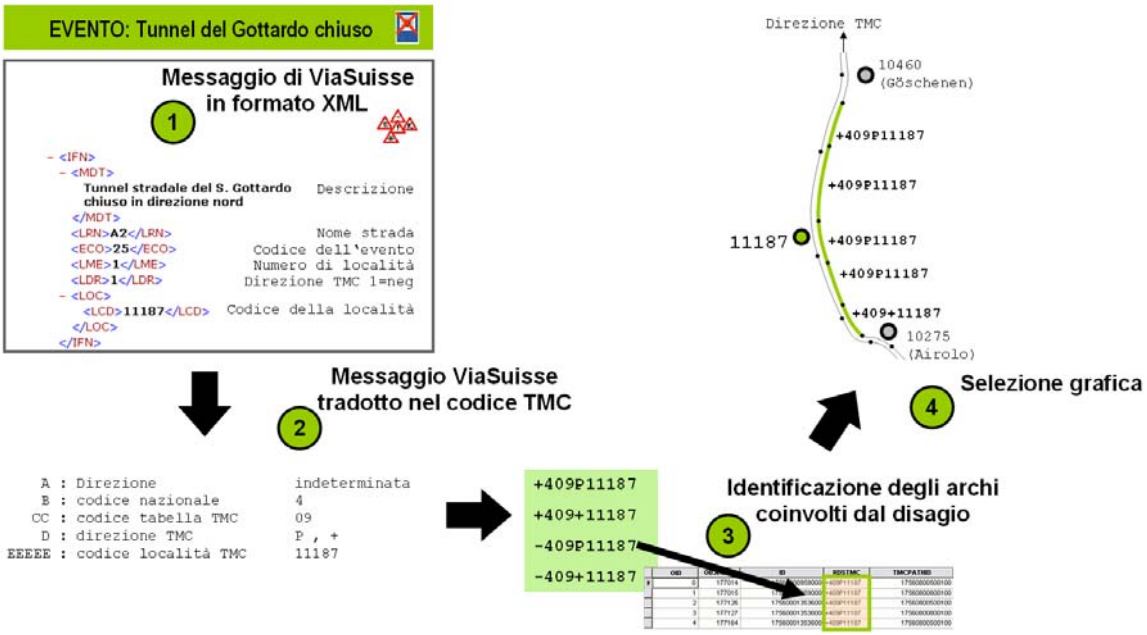
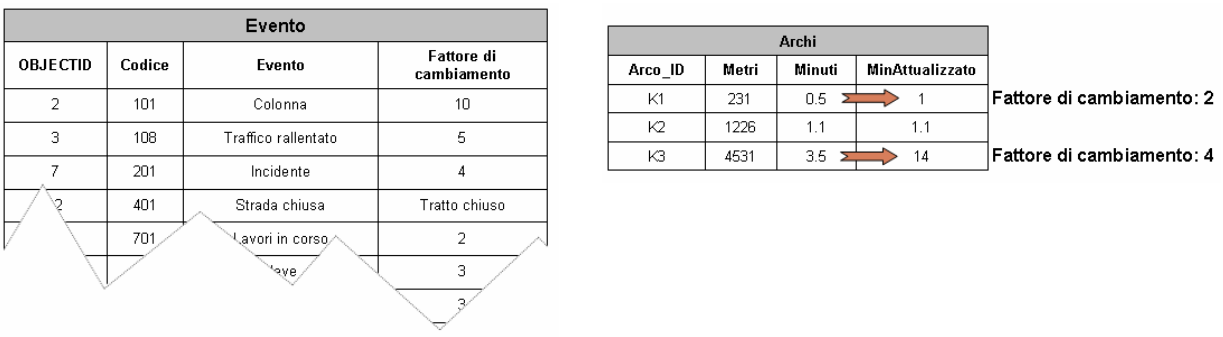


Figura 4 – Identificazione di disagio alla viabilità nella banca dati

La banca dati aggiornata con una periodicità di 30 minuti permette all'utente di calcolare dei percorsi alternativi in grado di evitare le zone congestionate dal traffico.

I principali elementi di disturbo al traffico possono essere classificati in due gruppi. Da una parte si evidenziano le cause che provocano un blocco totale del flusso di traffico, mentre nel secondo gruppo si hanno gli inconvenienti che ne causano un rallentamento più o meno importante. Per differenziarne l'effetto sui tempi di percorrenza sono stati assegnati ai singoli eventi dei fattori di cambiamento secondo i quali aggiornare la rete (Figura 5).



Evento

OBJECTID	Codice	Evento	Fattore di cambiamento
2	101	Colonna	10
3	108	Traffico rallentato	5
7	201	Incidente	4
2	401	Strada chiusa	Tratto chiuso
	701	Lavori in corso	2
			3
			3

Archi

Arco_ID	Metri	Minuti	MinAttualizzato	
K1	231	0.5	1	Fattore di cambiamento: 2
K2	1226	1.1	1.1	
K3	4531	3.5	14	Fattore di cambiamento: 4

Figura 5 - Elementi di disturbo al traffico e fattori di cambiamento per l'aggiornamento

L'accesso via internet al servizio è stato realizzato con un sito *web*, dove l'utente può scegliere il punto di partenza e il punto di arrivo del percorso da pianificare. Dalla parte server è stata sviluppata un'applicazione in PHP (*Hypertext Preprocessor*, linguaggio di *scripting serverside*) che decodifica i dati dell'utente (protocollo HTTP) e li prepara per il processo di calcolo del *routing*. Il risultato è restituito al cliente sotto forma sia di elemento grafico che di *report* testuale. La grafica del percorso suggerito è stata realizzata usando un'applicazione *Java freeware* (Jshape), che permette di visualizzare dati geografici vettoriali (ESRI *shapefile e raster*).

Della metodologia proposta la fase più complessa è stata lo sviluppo dell'applicazione *Dynamic Path Finder* responsabile della decodifica del messaggio XML, della localizzazione del disagio sulla rete stradale e dell'attualizzazione dei parametri di percorrenza per i tratti interessati.

Risultati

Con il presente lavoro è stato possibile raggiungere l'obiettivo prefissato di offrire ad un cliente internet un servizio di *routing* dinamico per la pianificazione di percorsi ottimizzati rispetto alla situazione del traffico. Il fruitore del servizio può, inserendo la località di partenza e quella di destinazione, procedere al calcolo del proprio itinerario. A scelta, il percorso può essere ottimizzato rispetto al tempo impiegato (più veloce) oppure rispetto alla lunghezza (più breve) dello stesso. L'applicazione restituisce sia graficamente che testualmente il risultato ottenuto dall'algoritmo di *routing* sul network attualizzato. Inoltre permette di visionare gli eventi relativi al traffico presenti sull'intera rete stradale svizzera. Per una migliore interpretazione del grafo selezionato sono disponibili alcuni strumenti per la navigazione (zoom in, zoom out, pan, ecc.).

In figura 6a è riportato un esempio di percorso stradale suggerito dall'applicazione basato su una situazione di traffico reale (31.05.2006). Nel caso illustrato, il percorso normale tra la località di partenza e quella di arrivo è di 33km. L'itinerario proposto è invece molto più lungo, 139km, dovuto alla chiusura contemporanea sia dell'autostrada che della strada principale (figura 6b) per il pericolo di caduta sassi.

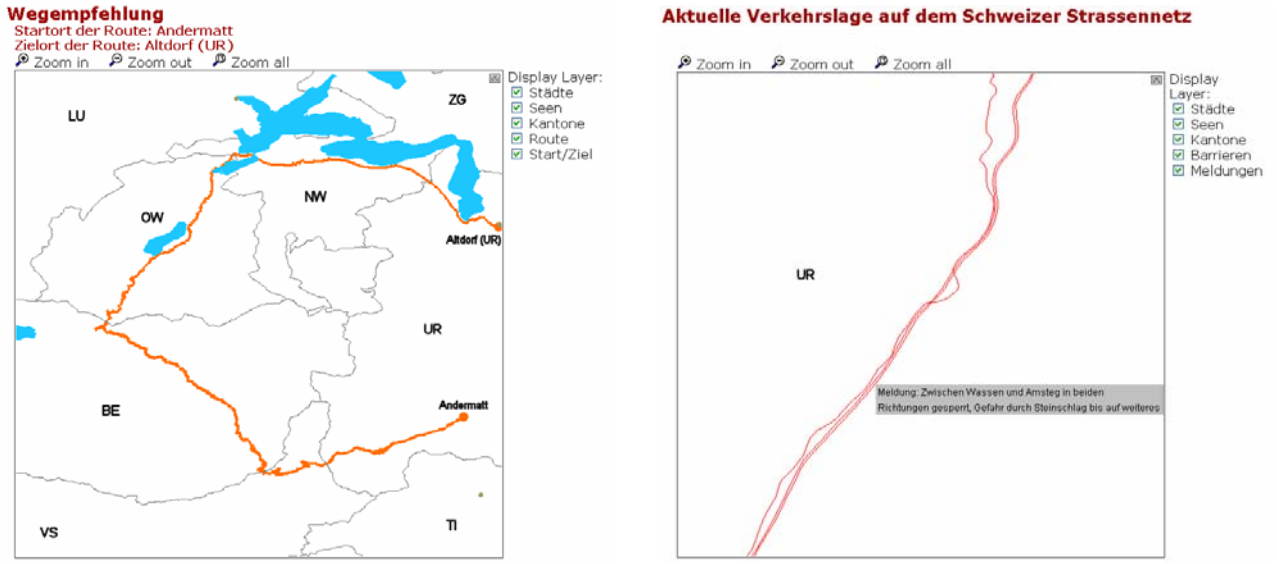


Figura 6 – Esempio di percorso stradale suggerito dall'applicazione

Allo stato attuale il prototipo dell'applicazione è ancora in fase di sviluppo. Miglioramenti sono da apportare alla performance nella procedura di attualizzazione della rete stradale e a quella di calcolo dei percorsi. La pubblicazione *online* del servizio presenta margini di miglioramento per quel che riguarda la presentazione grafica e la sua usabilità.

Conclusioni

Tra gli aspetti più interessanti di questa applicazione, sono da evidenziare l'affidabilità di una rete stradale sempre aggiornata e l'uso di internet come mezzo per la pubblicazione dei dati. Questa seconda caratteristica rende il servizio consultabile attraverso diversi strumenti, tra i quali dispositivi mobili come *smartphones*, cellulari e palmari ove sia integrata una tecnologia adeguata.

L'ordinazione di un calcolo di *routing* per una determinata scadenza, al termine della quale l'itinerario viene calcolato ed inviato all'utente sarebbe una plausibile estensione del servizio.

Prossimi sviluppi potrebbero contemplare il calcolo di percorsi basati non solo sullo stato attuale del traffico ma anche su previsioni statistiche per poter così pianificare in anticipo l'itinerario. La registrazione sistematica degli eventi permetterebbe di analizzarne la frequenza e la distribuzione riuscendo a pianificare itinerari alternativi per i periodi dell'anno ad alta densità di traffico.

Bibliografia

TMC Forum (2004), "*TMC Handbook, Location Table Exchange Format, Version 05*"

ESRI (2005), "*ArcGIS 9 Network Analyst Tutorial*", Redlands USA

GEWI GMBH (2005), "*TIC Info Specification – Release 14*", Bernburg Germany

Koller (2006), "*Dynamisches WebGIS zur optimierten Routenplanung*", Diplomarbeit, Institut für Geodäsie und Photogrammetrie, Departement Bau, Umwelt und Geomatik, ETH ZürichZürich

Miller H. J., Shaw S. (2001), "*Geographic information systems for transportation – principles and applications*", Oxford University Press

Tele Atlas NV (2001), "*Handling TMC with MultiNet Shapefile, Version 0.01*"

Tele Atlas NV (2005), "*Tele Atlas MultiNet Version 3.4.1 Data Specification*"

Tele Atlas NV (2005), "*Tele Atlas MultiNet, Oracle 4.3.1 Format Specifications*"

Tele Atlas NV (2006), "*TMC Information*"