

Scienza

ANNO XVIII - N. 3/2010

Trimestrale del Collegio
degli Ingegneri del Trentino

& Mestieri

SPED. A. P. - DL 353/2003 conv. L. 27/02/2004 - n. 46 art. 1 D.C.B. Trento - Tassa Pagata

Visita
alla Ducati

Colata di detriti
in val Molinara



Teconologie
satellitari

Rilevamento
ghiaccio
stradale

Strade più sicure? Ecco l'innovativo sistema di rilevamento ghiaccio

di
Francesca Patton e Antonio Francescon

“L’ho sentita sbandare. Mi sembrava che l’auto fosse stata tutta d’un tratto sollevata in cielo. Le ruote non rispondevano più ai miei comandi e ho provato a frenare. La macchina si è girata su se stessa. Scivolava veloce. Attorno non c’era nessuno. Ho pensato: “almeno mi farò male da sola”. La vita, la mia vita scorreva davanti ai miei occhi mentre il tempo sembrava divertirsi a non segnare più le ore. Batteva così lentamente che ho iniziato a pregare. Quando ho visto la curva ho chiuso gli occhi.

Sono stata fortunata. Improvvisamente la macchina si è schiantata sul versante destro della strada. Io ho ripreso fiato. Dietro di me una lastra enorme di ghiaccio aveva preso possesso della carreggiata, e anche - per un tempo apparentemente infinito - della mia vita.”

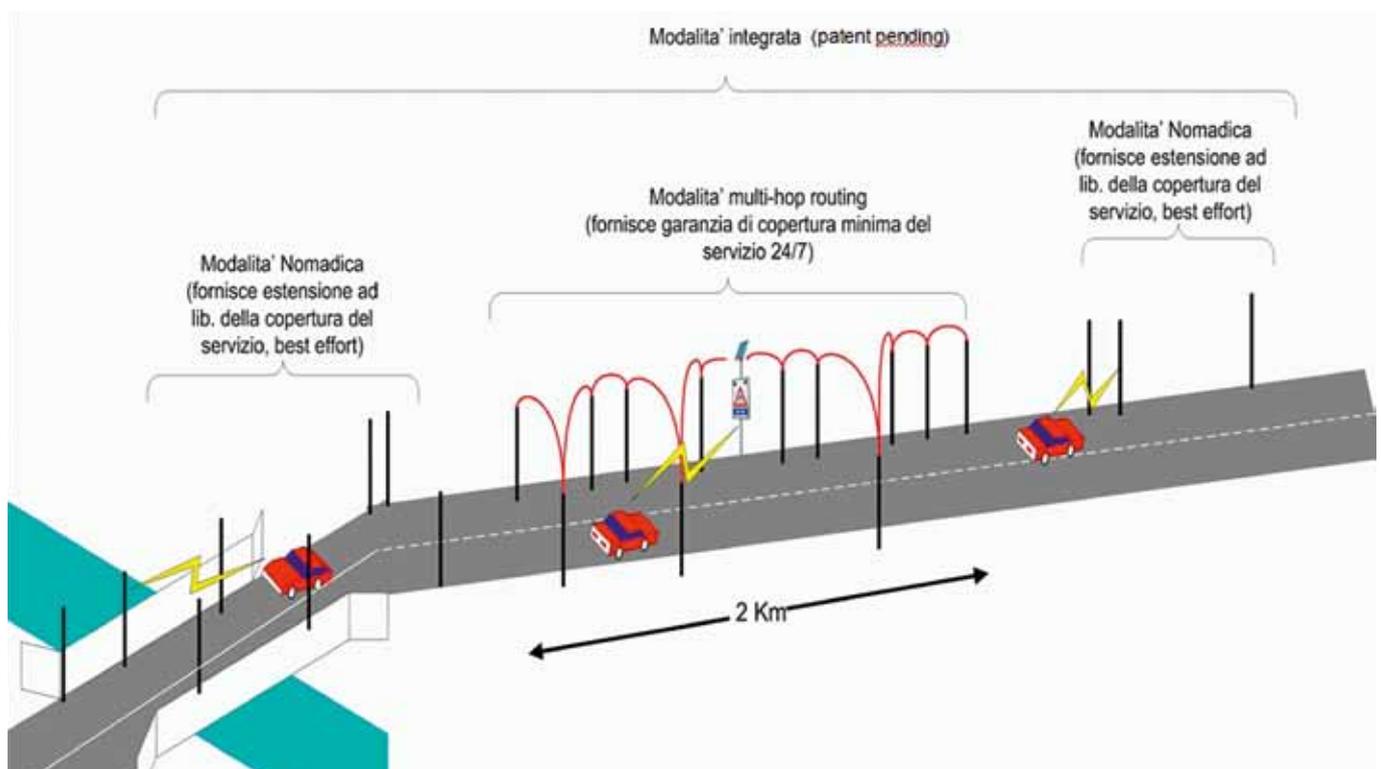
Probabilmente non ci si pensa mai abbastanza, ma il ghiaccio è uno dei maggiori fattori di pericolo sulle nostre strade. In Trentino le temperature durante i mesi invernali possono raggiungere anche i 20 gradi sotto lo zero e le strade tra-

sformarsi in luoghi inaffidabili. Si è così pensato al progetto ASSIST-MT (Applying Sensor Support-Infrastructure in Trentino - Mountain) che ha sviluppato una soluzione hi-tech per monitorare, ventiquattro ore su ventiquattro, la formazione di ghiac-

cio sulle strade con lo scopo di attivare l’intervento di manutenzione stradale solo quando necessario con benefici economici e ambientali.

Attualmente, infatti, i maggiori limiti del servizio stradale sono:

- l’incapacità di garantire un intervento preventivo mirato a eliminare situazioni di effettivo rischio;
- l’inefficienza economica e le negative ricadute sull’ambiente di un servizio di spargimento sale “preventivo” e non finalizzato all’intera area a rischio e per l’intero periodo critico;
- la necessità di usufruire di una componente umana che controlli la situazione in cui versa la carreggiata. Il che significa non solo un aumento dei costi di gestione del personale ma anche un’analisi e



una valutazione della situazione a rischio realizzata sulla base di elementi soggettivi.

Come funziona ASSIST-MT?

ASSIST-MT prevede un monitoraggio a brevi intervalli di tempo attraverso l'utilizzo di un supporto tecnologico in grado di raccogliere dati tecnici sulle condizioni atmosferiche e da essi valutare la probabilità che si formi del ghiaccio sulla carreggiata. All'occorrenza, inoltre, il sistema invierà un messaggio di allarme alla centrale operativa che potrà allertare il personale della sicurezza e prevenire l'insorgere di situazioni pericolose. ASSIST-MT prevede due modalità di monitoraggio:

- la prima, detta *multi-hop*, contempla una centralina di controllo e dei nodi sensore posizionati a una distanza l'uno dall'altro di circa 30-40 metri e in grado di raccogliere i dati necessari alla valutazione di rischio formazione ghiaccio. L'ultimo nodo sensore comunica i dati al nodo più vicino fino ad arrivare alla centralina che processerà le informazioni raccolte dai sensori per una prima analisi del rischio ghiaccio (ed eventuale notifica di pericolo agli addetti alla sicurezza stradale) per poi trasmetterle alla centrale operativa. Qui i dati raccolti sono archiviati, disponibili per un'eventuale analisi più raffinata,
- la seconda, detta *nomadica*, si basa sull'installazione di una serie di nodi sensore che non comunicano direttamente tra di loro, e sull'utilizzo di un dispositivo di raccolta dati installato su un'autovettura (utente mobile). L'utente mobile passando raccoglie le informazioni presenti nei nodi sensore e le trasmette alla centralina di controllo assieme a eventuali ulteriori indicazioni. A questo punto, i dati vengono trasmessi alla centrale operativa, che in caso di riscontro di un potenziale rischio formazione ghiaccio provvede ad allarmare i servizi di sicurezza stradale.

Esempio: poniamo il caso che si sia formato del ghiaccio in prossimità di



un settore monitorato dal nodo sensore "tre". Nell'approccio "multi-hop", in seguito a una richiesta di aggiornamento dati della centralina di controllo, il terzo nodo comunicherà al secondo i parametri rilevati in loco. Il secondo integrerà il messaggio con le proprie rilevazioni e lo inoltrerà al primo, che a sua volta, dopo aver aggiunto le proprie, lo trasmetterà alla centralina di controllo. A questo punto la centralina esegue una prima valutazione del rischio ghiaccio e, riscontrata la minaccia al settore tre, invia la notifica di allarme alla sicurezza stradale. A prescindere dalla presenza o meno di una situazione di rischio, la centralina trasmetterà l'informazione raccolta alla centrale operativa per ulteriori analisi e archiviazione.

Nel caso nomadico invece, il nodo sensore "tre" periodicamente raccoglie i dati di interesse e valuta il rischio formazione ghiaccio. Nel nostro caso il nodo riscontra la minaccia ed entra in stato d'allarme. Quando l'utente mobile (un'autovettura) passa in prossimità del nodo sensore "tre", questi gli trasmette i dati raccolti e la notifica di corrente allarme. Successivamente, nel momento in cui l'utente mobile

giungerà nei pressi della centralina di controllo potrà inviare il messaggio alla centrale operativa che a sua volta procederà attivando i servizi di sicurezza stradale.

La modalità nomadica presenta come limite la dipendenza del sistema da un soggetto umano: le informazioni giungeranno alla centrale operativa solo quando l'utente mobile avrà percorso quel tratto di strada e raggiunto la centralina di controllo dove riverserà tutti i dati raccolti.

Invece la modalità multi-hop è autonoma e sicuramente più affidabile per la raccolta dati, ma è vulnerabile al venir meno della comunicazione tra i nodi costituenti la "catena di trasmissione dati" che va dalla centralina di controllo al nodo più lontano. Questo può accadere quando uno o più dei nodi sensore smette di trasmettere le informazioni raccolte interrompendo la catena di trasmissione dati.

Al fine di mitigare gli effetti negativi di tali criticità, i nodi sensore sono stati programmati per commutare dalla modalità multi-hop a nomadica qualora venga meno la connettività con la centralina di controllo. In questo modo i dati presenti nei nodi rimasti isolati possono essere raccolti da un

eventuale utente mobile di passaggio. Inoltre al verificarsi di una situazione simile, essendo i nodi georeferenziati è possibile determinare dove intervenire per la riparazione semplicemente individuando i nodi dei quali mancano le ultime rilevazioni.

Qualora poi fosse ristabilita la connettività con la centralina, il nodo commuterebbe nuovamente in modalità multi-hop reinserendosi nella rete associata alla centralina.

L'utilizzo di centraline di acquisizione dati meteorologici a elevata precisione abbinata ad un cluster di sensori a basso costo dislocati nei dintorni della centralina e la sinergia derivante dall'applicazione dei due approcci multi-hop/nomadico integrati costituiscono l'innovatività e forza della soluzione proposta.

Quali sono i componenti necessari alla realizzazione del sistema?

- **Nodo sensore**, composto a sua volta da una coppia di sensori in grado di rilevare la temperatura dell'asfalto e la temperatura e il tasso di umidità dell'aria, e di comunicare via wireless i dati alla centralina di controllo in modalità multihop o nomadica. L'alimentazione è fornita da due coppie di batterie AA da 1.5 V.
- **Utente mobile**, addetto alla sicurezza stradale che alla guida di un automezzo equipaggiato con un dispositivo di interfacciamento ai nodi/centralina – attualmente un palmare, ma in potenzialmente anche un telefono cellulare – raccoglie le informazioni dai nodi sensore per riversarle nelle centraline di controllo incontrate lungo il tragitto.
- **Centralina di controllo**, dispositivo di rilevamento dati (anemometro, sonda di temperatura ed umidità aria, sonda temperatura stradale annegata nell'asfalto) con funzioni di gateway per la gestione delle richieste di raccolta dati alla rete locale, di sensori in modalità multi-hop e dei valori rilevati. È inoltre provvisto di un modem GSM/GPRS che consente di tra-



smettere i dati raccolti al centro operativo e di inviare gli eventuali SMS di allarme agli addetti della sicurezza stradale di una videocamera digitale per dare modo al centro operativo di visualizzare la situazione e di un pannello solare con batterie di supporto.

- **Centro operativo**, è la struttura terminale della raccolta dati che si occupa delle funzioni di amministrazione e gestione della rete e di interazione con il sistema di monitoraggio.

I dispositivi utilizzati per la realizzazione del progetto non solo devono essere resistenti ad agenti atmosferici, ma anche a sollecitazioni meccaniche, come eventuali urti con animali o mezzi e atti di vandalismo.

I nodi sensore verranno installati ai margini della carreggiata e sistemati su guard-rail, paracarri e altre strutture stradali. Le centraline saranno posizionate su appositi pali in metallo

ad un'altezza di circa 3 metri al fine di ostacolare eventuali atti di vandalismo e favorire le comunicazioni wireless e l'esposizione del pannello solare.

ASSIST-MT è anche un brevetto

Nel 2007-2008 ASSIST-MT è stato sperimentato sulle strade statali trentine mediante otto postazioni multihop, installate lungo la ss42 della Val di Non, la ss421 dei laghi di Molveno e Tenno, la ss237 di Tione e la ss47 della Valsugana. Cinque postazioni nomadiche sono state installate sempre lungo la ss47 della Valsugana.

Durante la fase di test, oltre alla già citata vulnerabilità della modalità multihop, si sono riscontrati alcuni problemi di connettività legati alla presenza di ostacoli (vegetazione sui tornanti o segnaletica stradale ingombrante) lungo la carreggiata e ad atti vandalici.

Per quanto riguarda le prestazioni di durata, i nodi installati in siti multihop (caratterizzati da cicli di funzionamento attivo del sensore più lunghi) hanno avuto una durata media di circa tre mesi, mentre quelli nomadici nell'ordine dell'anno.

Nel 2009 l'architettura e il protocollo di comunicazione alla base del sistema ASSIST-MT sono stati registrati con brevetto europeo.

Allo stato attuale sono allo studio soluzioni atte a ridurre il consumo energetico e l'impatto visivo della soluzione e incrementarne stabilità e manutenibilità.

Il dispositivo ASSIST-MT è stato ideato dal Centro di Ricerca nelle telecomunicazioni CREATE-NET assieme ad Algorab s.r.l.

Ing. Antonio Francescon

nel 2005 si laurea in Ingegneria Informatica presso l'Università degli Studi di Padova, con una tesi in stage presso CREATE-NET su un sistema di gestione centralizzato per parcheggi in aree urbane. Sempre per CREATE-NET cura lo sviluppo del software per nodi sensore nell'ambito del progetto ASSIST-MT, della cui architettura brevettata è coinventore. In seguito lavora allo sviluppo di prototipi per servizi di assistenza audio/video via internet, di interfacce web per il monitoraggio di reti wireless e di applicazioni di mobile advertising per smartphones. Da due anni si occupa della progettazione e programmazione di control plane per reti ottiche GMPLS.