

L'impiego di reti regionali GNSS per la determinazione di traiettorie di veicoli ferroviari in tempo reale

Riccardo BARZAGHI, Daniele PASSONI, Vincenza TORNATORE

DIAR – Sez. Rilevamento – Politecnico di Milano
Piazza L. Da Vinci, 32 – 20133 Milano
Tel. 02 23996502 – fax 02 23996530

Riassunto esteso

Il posizionamento GNSS nell'ambito delle reti ferroviarie può riguardare vari settori che richiedono precisione e affidabilità della localizzazione diverse tra loro. Dal punto di vista della sicurezza si richiede la conoscenza della posizione del treno con una precisione tale da consentire di distinguere il binario su cui il treno sta viaggiando. Non si può pensare di utilizzare il posizionamento con il solo codice in quanto la precisione richiesta per tali applicazioni deve essere submetrica. L'accuratezza della stima della posizione del veicolo può essere migliorata utilizzando tecniche differenziali, che fanno uso di informazioni riguardanti le misure di fase e di pseudorange, inviate da una stazione di riferimento di coordinate note. Un primo esperimento del febbraio 2004 (Barzaghi e Tornatore, 2006) realizzato appoggiandosi a singole stazioni permanenti ha fornito risultati interessanti per quanto riguarda le precisioni ottenibili in tale modalità. Attualmente la diffusione di reti regionali GNSS per il posizionamento in tempo reale apre interessanti prospettive non solo per le precisioni raggiungibili, ma, almeno in ambito regionale, anche per la continuità e la diffusione dei termini correttivi.

Per verificare la possibilità di utilizzare l'attuale metodologia di posizionamento GNSS in modalità network RTK (NRTK) nell'ambito di un sistema di controllo di una rete ferroviaria, è stato realizzato un esperimento su un tratto della linea delle Ferrovie Nord Milano nel tratto Saronno Tradate in andata e in ritorno. L'esperimento è stato eseguito a bordo di un'automotrice Plasser & Theurer EM50 messa a disposizione dalle F.N.M.E. S.p.A. (Ferrovie Nord Milano Esercizio). Questa automotrice è un veicolo di misura e di controllo in grado di rilevare e rappresentare lo stato del binario, grazie a un dispositivo che possiede strumenti di misura di diversi parametri, tra cui la velocità e il chilometraggio. La traiettoria del veicolo è stata determinata utilizzando due diversi ricevitori in grado di acquisire non solo il segnale GPS, ma anche il GLONASS, e sono state ricevute le correzioni di rete in due diverse modalità, VRS e FKP.

Il confronto dei risultati ottenuti nelle diverse modalità di acquisizione dati GNSS con le coordinate dei punti dell'asse binario, disponibili da precedenti rilievi topografici, di precisione centimetrica, ha permesso di stabilire quali siano le precisioni effettivamente raggiungibili. L'utilizzo della modalità network RTK ha consentito di stabilire il binario di percorrenza del veicolo per una buona parte dei dati acquisiti; permangono solo alcuni problemi legati soprattutto alla connessione dati.

L'esperimento e i risultati ottenuti

Il rilievo è stato effettuato in modalità cinematica RTK appoggiandosi alla rete GPSLOMBARDIA, rete GNSS della regione Lombardia gestita da IREALP (Istituto di Ricerca per l'Ecologia e l'Economia Applicate alle Aree Alpine). Questa rete a partire dalla primavera 2006 distribuisce i dati per il posizionamento in tempo reale non solo per la costellazione GPS, ma anche per la costellazione GLONASS. L'esperimento è stato effettuato su un tratto ferroviario gestito dalle Ferrovie Nord Milano Esercizio S.p.A. compreso tra le stazioni di Saronno e Tradate. Sono state compiute due rilevazioni una in andata e una in ritorno nella giornata del 23 Giugno 2006. Sono stati utilizzati due ricevitori GNSS (GPS+GLONASS) doppia frequenza in modalità cinematica, prodotti rispettivamente da Leica Geosystems e Topcon.

La ricezione del messaggio di rete è avvenuta tramite Internet utilizzando il protocollo NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol), la connessione è stata effettuata mediante telefono mobile. Lo strumento Leica ha utilizzato il messaggio di rete RTCM 3.0, GPS+GLONASS (messaggi 1004, 1005, 1007, 1012) con opzione di Geo++ VRS 4 Km. Il ricevitore Topcon ha invece utilizzato l'opzione FKP (Flächen-Korrektur-Parameter) e il messaggio di rete RTCM versione 2.3 (messaggi 20, 21, 59). La posizione del treno è stata calcolata da entrambi i ricevitori ogni secondo, e ogni 5 secondi ciascun ricevitore inviava alla rete GPSLOMBARDIA il messaggio NMEA con la propria posizione aggiornata. La ricezione del segnale GNSS è stata sempre piuttosto buona tranne nel tragitto di ritorno quando, probabilmente per un ostacolo, il ricevitore Leica ha perso alcuni satelliti in vista e conseguentemente l'inizializzazione. Successivamente pur avendo tentato più volte di inviare con continuità ogni 5 secondi una nuova NMEA, la rete ha provocato la disconnessione automatica del rover in quanto a causa dell'instabilità della connessione GPRS, la ricezione del messaggio NMEA non avveniva dopo 5 secondi. In tale tratto quindi la rete non ha inviato il messaggio RTCM al ricevitore Leica che ha dovuto calcolare la propria posizione mediante posizionamento assoluto di solo codice (soluzione *Stand-Alone*). Quando il messaggio di rete è stato ricevuto e le ambiguità di fase sono state fissate a intero il tipo di soluzione ottenuto è di tipo *Fixed*. Nel caso in cui il rover pur avendo ricevuto il messaggio di rete non è riuscito a fissare le ambiguità, il ricevitore Leica fornisce una soluzione *DGPS* mentre il ricevitore Topcon una soluzione *Float*. Entrambi i ricevitori nonostante i problemi di connessione verificatisi hanno determinato la posizione del veicolo con soluzione di fase corretta con dato di rete per oltre il 60% dei dati sia nel tratto di andata che di ritorno.

Per quanto riguarda i confronti con l'asse del binario e con i risultati dell'esperimento del 2004 (solo GPS e RTK singola stazione) riportiamo qui brevemente solo alcuni dei risultati ottenuti. Le soluzioni NRTK sono state confrontate con l'asse del binario in termini di distanza dall'asse, differenze nelle coordinate Est, Nord, h. Per quanto riguarda le distanze si ottengono medie intorno ai 20 cm nel caso in cui si considerino insieme soluzioni *fixed* e soluzioni *float*, e tali medie si abbassano a valori intorno ai 5 cm se si considerano solo le soluzioni *fixed*. I valori migliorano leggermente se si applicano algoritmi di selezione quali il T5 (che elimina i 5 dati che seguono e precedono una serie con almeno 10 osservazioni *Stand-Alone*); non si osservano miglioramenti nelle statistiche qualora si applichi anche l'algoritmo da noi denominato T10 che elimina i 10 dati che seguono e precedono una serie con almeno 10 osservazioni *Stand-Alone*.

Oltre alla soluzione NRTK per entrambi i ricevitori è stata anche calcolata la soluzione PPK (differenze doppie) in postelaborazione rispetto a una singola stazione di riferimento che per quanto riguarda le differenze rispetto all'asse del binario hanno sostanzialmente confermato i risultati ottenuti in modalità NRTK. Infine anche le due soluzioni *fixed* NRTK e PPK sono state confrontate tra di loro e mostrano differenze medie intorno ai 6 cm per entrambi i ricevitori.

Bibliografia

Barzaghi R., Tornatore V. (2006) *Le potenzialità del posizionamento di veicoli ferroviari con metodologie GPS-RTK*, Bollettino SIFET N. 3/2006, pp. 91-123

Belluomini P., Biagi L., Grimaldi L., Laffi R., Novembre C., Sansò F., Scuratti M.(2006). *GPSLOMBARDIA: rete GNSS per un servizio di posizionamento*, Atti della 10° Conferenza Nazionale ASITA, Bolzano, pp. 305-310.

Biagi L., Crespi M., Manzano A., Sansò F., *I servizi di posizionamento basati su reti di stazioni permanenti GNSS*, Bollettino SIFET n°1, pagg 29-59, 2006.

Ringraziamenti

Questo lavoro è stato svolto all'interno del PRIN05 dal titolo "Reti di stazioni permanenti GPS per il rilievo in tempo reale in impieghi di controllo e emergenza" con coordinatore nazionale prof. Maurizio Barbarella. Gli autori ringraziano inoltre le F.N.M.E. S.p.A. (*Ferrovie Nord Milano Esercizio*), la *Geotop-Topcon*, la *Leica Geosystems*, che hanno collaborato alla realizzazione dell'esperimento, mettendo a disposizione operatori, attrezzature, e strumenti e IREALP che ha messo a disposizione il servizio di rete della regione Lombardia.