Meridiana Interrogazioni Temporali: Un'applicazione per l'analisi dei messaggi dalle stazioni permanenti

Gino Dardanelli, Alessandro Ferrara

Dipartimento di Rappresentazione, Università di Palermo, Viale delle Scienze, 90128 Palermo; tel. 0917028731 - e-mail: gino.dardanelli@unipa.it

Riassunto

In questo lavoro, si riporta una sperimentazione ancora in corso di approfondimento, inerente la realizzazione di un'applicazione software, *Meridiana Interrogazioni Temporali*, che possa analizzare con continuità i messaggi inviati attraverso posta elettronica all'Amministratore della Rete di Stazioni Permanenti GNSS.

L'archivio sfrutta i messaggi trasmessi da uno dei server della infrastruttura geodetica (che raccoglie i dati per il postprocessamento), nel periodo temporale che va dal 2007 al 2009, con riferimento alle segnalazioni relative alla Rete di Stazioni Permanenti realizzata in Sicilia e gestita dall'Università di Palermo, nell'ambito di programmi di rilevante interesse nazionale. In questo modo i messaggi sono archiviati in un database strutturato e si possono impostare delle *query* per l'interrogazione sia temporale, che per singola stazione. È possibile conoscere in tempo reale quali stazioni sono affette da segnalazione di errore anche attraverso una analisi grafica e, di conseguenza, svolgere analisi approfondite con programmi specifici in ambito scientifico, del tipo TEQC, NDA o QC2SKY. Vengono quindi riportate le analisi statistiche di tutte le stazioni costituenti la rete GNSS.

Abstract

In Sicily, from 2005 to 2007, a research group at the Dipartimento di Rappresentazione, DIRAP (University of Palermo) has realized a *Global Navigation Satellite System* (*GNSS*) network for real time positioning (*Network Real Time Kinematic –NRTK*), activity founded by "Minister of Instruction, University and Scientific Research" (*MIUR*) as "National Interest Research Program" *PRIN2005* entitled "Networks of permanent GPS stations for the survey in real time control and use of emergency". In this work, is showed a implementation of a software application, *Meridiana Interrogazioni Temporali* that can continuously analyze the messages sent through e-mail by the network of permanent GNSS stations. The archive uses the messages sent by the server in postprocessing, in a time period ranging from 2007 to 2009. In this way the messages are stored in a database and can set the query for every stations. You can know in real time which stations are affected by the error signal through a graphical analysis.

Introduzione

Il controllo dei dati di qualità di una rete di stazioni permanenti GNSS è un argomento di grande attualità, dato il proliferarsi di infrastrutture per applicazioni geodetiche e di protezione civile (monitoraggio di frane, di aree vulcaniche, di faglie attive di interesse tettonico) o ingegneristiche (fornitura di correzioni differenziali per rilievi NRTK e dati per il postprocessamento).

In particolare, le reti gestite tramite software *Meridiana Sat Enterprise* (distribuito in Italia dalla Geotop s.r.l. di Ancona) hanno la possibilità di affidare a tale applicativo la gestione, l'acquisizione e l'elaborazione di dati presenti sulle stazioni permanenti GNSS in postprocessamento. Il programma effettua un controllo in remoto su ricevitori GNSS con collegamenti *Ethernet* per

mezzo del protocollo TCP/IP e permette di svolgere sia il monitoraggio periodico che il *download* dei file in automatico (jps, rinex, meteo). Particolarmente utile è la gestione delle segnalazioni di errore (PDOP, alimentazione, rumore, collegamento attivo) che avviene attraverso l'invio di messaggi all'amministratore del sistema tramite posta elettronica. Normalmente, questi dati vengono inviati ad ogni cambiamento della configurazione delle singole stazioni permanenti con cadenza oraria e non sono oggetto di nessuna elaborazione statistica successiva (figura 1).

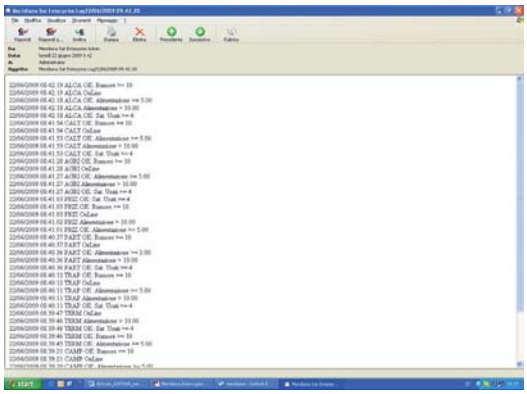

Figura 1 - Messaggi inviati dal server all'Amministratore della rete

Il progetto *Meridiana Interrogazioni Temporali* nato all'inizio di quest'anno, si propone di garantire una modalità di funzionamento completamente automatica, relativamente alla messaggistica inviata dal server che raccoglie i dati in postprocessamento della rete di stazioni permanenti GNSS realizzata e gestita dai ricercatori dell'Università di Palermo (Dardanelli et al., 2008). Inoltre il software permette un ambiente di analisi dei messaggi storici che può rappresentare un punto di partenza per indirizzare la ricerca per l'analisi di qualità o per eventuali cause di errore delle singole stazioni permanenti. In ambito tecnico e scientifico, infatti, tali analisi sono particolarmente impegnative, considerato che sono condotte con software specifici, che analizzano i dati con continuità riportando in diagrammi le serie storiche temporali, i diagrammi di SNR *(Signal Noise Ratio)*, di *multipath*, oltre alle variazioni dell'attività ionosferica.

Architettura del SW

Per perseguire gli scopi della ricerca, operando in ambiente *Windows*, la scelta è ricaduta su applicativi di maggiore diffusione quali *Microsoft Access* e *Microsoft Outlook*, integrando le funzionalità di entrambi con *Microsoft Visual Basic for Applications* (VBA), un linguaggio di programmazione di alto livello sviluppato per consentire la creazione di applicazioni *Windows*.

Per quanto riguarda il popolamento della base di dati, come gia affermato, i messaggi vengono inviati all'amministratore del sistema, tramite posta elettronica, ad ogni cambiamento della configurazione delle singole stazioni permanenti con cadenza oraria e tramite una funzione vengono importati automaticamente nel database. Complessivamente sono state importate e analizzate 4267 e-mail, nel periodo temporale che va dall'impianto delle stazioni permanenti *GNSS* (18/09/2007) alla data del 20/05/2009, creando una base di dati di 15628 record ed inserendo le *e-mail* in pochi secondi; successivamente sono state effettuate le interrogazioni multicriteriali sul database. In maniera alternativa il programma può importare direttamente i file log creati da *Meridiana Sat Enterprise*.

Gestione del Software e analisi dei risultati

L'analisi dei messaggi inviati dal server, sullo stato e sul tipo di errore segnalato dalle Stazioni Permanenti, è effettuata attraverso delle *query* che illustrano il risultato sia in forma grafica che in forma di *report*. Le interrogazioni possibili sono relative a:

- periodi temporali;
- stazioni;
- stato delle stazioni;
- errori delle stazione.

La prima valutazione delle interrogazioni è data dalla visualizzazione dalle schermate *Generale* e *Stato* che mostrano tutti i tipi di messaggio ricevuti, distinti per data, ora, stazione, stato, errore e permette di effettuare delle *query* su tutti i campi (figura 2).

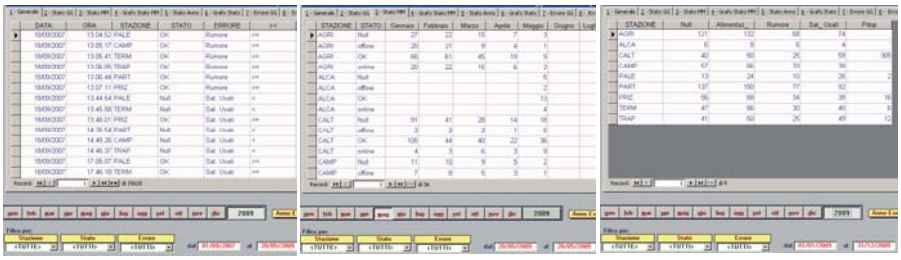

Figura 2 – Schermata delle principali informazioni in Meridiana Interrogazioni Temporali

Particolarmente interessanti sono le analisi per periodi temporali; in particolare è possibile visualizzare una stazione o tutte le stazioni che hanno inviato messaggi relativamente allo stato (online, offline, ok e null) per i periodi temporali scelti (giorni, mesi e anni).

Inoltre è particolarmente interessante anche la valutazione inerente la tipologia di errore di cui può essere affetta la stazione permanente; queste interrogazioni vengono visualizzate nelle successive schede, in cui si evince per quante volte nel periodo selezionato, una stazione o tutte le stazioni hanno inviato messaggi relativamente alle tipologie di errore classificata da *Meridiana Sat Enterprise* (null, alimentazione, rumore, satelliti usati, PDOP).

E' possibile effettuare le analisi sullo stato e sul tipo di errore, di cui può essere affetta la stazione permanente, in forma di istogramma attraverso successive schede; nella figura 3 viene riportato il caso della stazione di Caltanissetta, nel triennio 2007-2009.

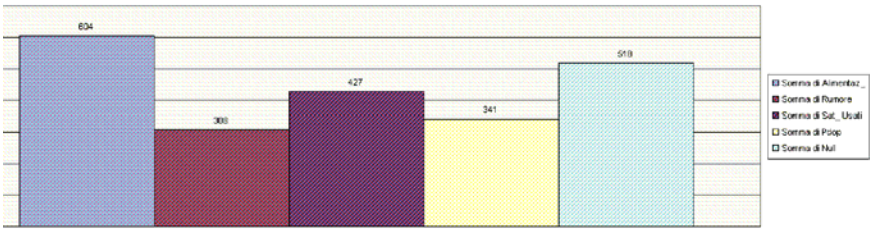

Figura 3 – Istogramma delle segnalazioni dalla Stazione permanente di Caltanissetta

Per quanto riguarda le analisi dei risultati delle interrogazioni, esse sono state condotte con riferimento a differenti intervalli temporali: tra il 2007-2009, nei singoli anni 2007, 2008, 2009; relativamente al numero complessivo di messaggi, si osserva che nel triennio quella maggiormente

interessata è quella di Caltanissetta, mentre quella di Palermo mantiene una bassa percentuale di segnalazioni inviate (figura 4, a).

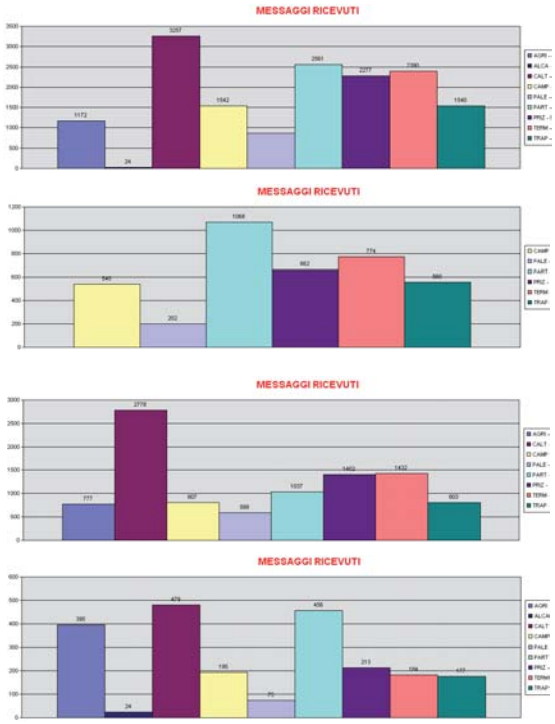

Figura 4 – Istogramma delle segnalazioni

Sempre con riferimento al numero dei messaggi, lo studio annuale mostra che, esclusa la stazione di Alcamo (non è rappresentativa dal momento che è entrata in funzione solo nel maggio 2009) quella che ne invia maggiormente dal server è Partinico nel 2007, mentre la stazione permanente di Caltanissetta, sia nel 2008 che nel 2009 è quella che ne è interessata in maggior misura; la stazione di Palermo, invece, è quella che complessivamente si mantiene con minori segnalazioni, sia nel triennio che nei singoli anni presi a riferimento (figura 4, b, c, d)
Prendendo ad esame il valore della segnalazione inviata dal server relativamente al PDOP, si può osservare che ragionando rispetto al triennio 2007-2009, la stazione di Caltanissetta ne è maggiormente colpita, mentre le stazioni inizialmente scelte per la *Rete Dinamica Nazionale* (Palermo, Termini Imerese e Campobello di Mazara), risultano con valori percentuali molto bassi, rispetto alla configurazione geometrica; la situazione, però, cambia nel corso dei singoli anni, se si osserva che nel 2007, le stazioni di Termini, Palermo e Prizzi, hanno valori molto elevati, mentre Campobello e Partinico sono le migliori; negli altri periodi (2008-2009) la stazione di Caltanissetta resta la più influenzata da questa segnalazione, mentre tutte le altre stazioni si comportano con basse percentuali.
Il risultato della stazione di Caltanissetta era comunque attendibile, dato che per ragioni legate alla materializzazione della stazione, si era dovuta scegliere una installazione presso un edificio pubblico posto all'interno del centro urbano (Ufficio del Genio Civile, Assessorato Regionale Lavori Pubblici) caratterizzato da una visibilità satellitare non del tutto ottimale, soprattutto per bassi angoli di elevazione (figura 5).

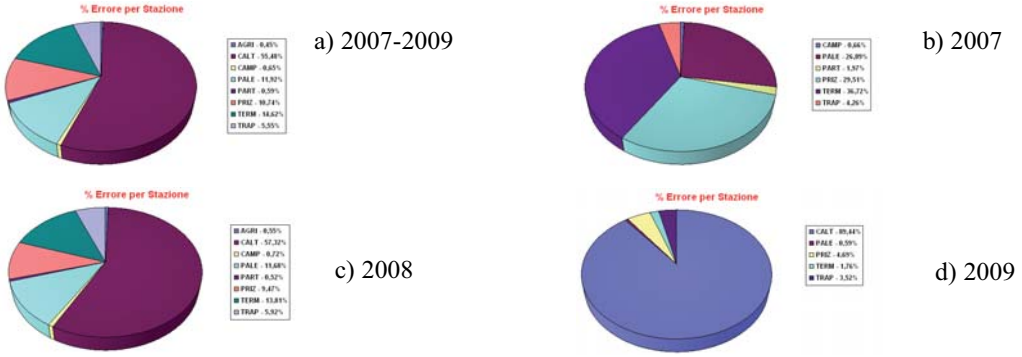

Figura 5 – Diagramma del PDOP

L'analisi relativa alla valutazione del rumore, invece, mostra che nel triennio 2007-2009 la stazione maggiormente influenzata è quella di Partinico, così come nel 2007; inoltre nel 2008 hanno alti valori di segnalazioni Prizzi e Caltanissetta, mentre nel 2009 i valori maggiori sono raggiunti dalle stazioni di Agrigento e sempre da Partinico. Negli stessi periodi, invece si registra il migliore risultato registrato dalla stazione permanente di Palermo, sia nel triennio che nei singoli anni. Si fa presente che il risultato relativo alla stazione di Alcamo non deve considerato nelle analisi perchè presente solo da un periodo limitato (figura 6).

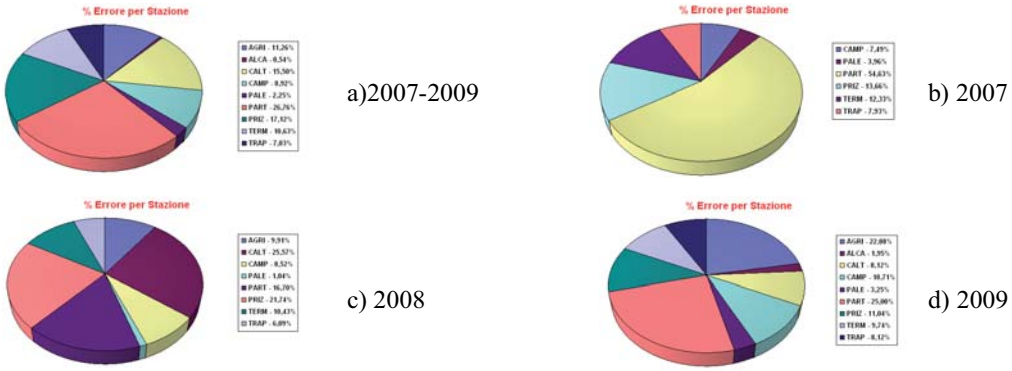

Figura 6 – Diagramma del rumore

Una importante valutazione dei risultati dei messaggi può essere fornita da *Meridiana Interrogazioni Temporali* relativamente alla segnalazione Offline, che è legata alla connessione Internet ADSL dalle stazioni permanenti dal centro di calcolo e che quindi fornisce un valore relativo alla affidabilità della stessa stazione: nel periodo 2007-2009 quella interessata negativamente da questo fenomeno è quella di Partinico, cosi come nel 2007, mentre nel 2008 ottengono valori elevati Prizzi e Caltanissetta e, invece, nel 2009, le stazioni di Agrigento e Partinico. La maggiore continuità nella trasmissione dei dati è assicurata dalla stazione permanente di Palermo, sia nel triennio che nei singoli anni (figura 7).

a) 2007-2009

b) 2007

c) 2008

d) 2009

Figura 7 – Istogramma della connessione offline

Sono possibili altre analisi come quelle relative all'Alimentazione e al numero di satelliti usati, ricordando che con il software le valutazioni possono essere scelte arbitrariamente dall'utente, per i periodi presi a riferimento. Questi studi, possono quindi ben rappresentare lo stato della rete, e descrivere la situazione relativa ad un determinato intervallo temporale.

Conclusioni

Meridiana Interrogazioni Temporali permette l'utilizzo efficiente della messaggistica inviata dal server in postprocessamento della rete di stazioni permanenti GNSS gestita dall'Università di Palermo. La facilità d'uso e l'affidabilità lo rendono un applicativo software particolarmente adatto soprattutto ad operazioni preliminari di analisi di qualità delle stazioni permanenti, gestite dal software commerciale *Meridiana Sat Enterprise*. L'ambiente di interrogazione, di analisi grafica e statistica della messaggistica, offre la possibilità di gestire il monitoraggio delle stazioni in tutte le sue fasi (stato, tempi, tipologie) ed in particolare anche in quella di interpretazione degli errori in atto.

Bibliografia

Dardanelli G., Franco V., Lo Brutto M., (2008). "La rete GNSS per il posizionamento in tempo reale dell'Università di Palermo: progetto, realizzazione e primi risultati", in: *Bollettino SIFET (Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia)* n. 3-2008, pp. 107-124.

Meridiana Sat Enterprise, *Manuale d'uso,* Geotop, 2003

Hofmann-Wellenhof B., Lichtenegger H., Collins J. (2001), *GPS, Theory and Practice*; fifth, revised edition; ed. Springer.