TRASMISSIONE DI CORREZIONI DIFFERENZIALI VIA NTRIP

Augusto MAZZONI, Giovanni REINA

DITS – Area di Geodesia e Geomatica, Università degli Studi di Roma "La Sapienza",
via Eudossiana 18 – 00184 Roma, tel. 06 44585066/68, fax 06 44585515,
e-mail: augusto.mazzoni@uniroma1.it, giovanni.reina@uniroma1.it

Riassunto
Ntrip (Networked Trasport of RTCM via Internet Protocol, sviluppato dal Bundesamt für kartographie und Geodäsie BKG, Frankfurt, Germany) è un protocollo per la trasmissione di dati GNSS attraverso la rete Internet.
In questo lavoro si analizza il caso particolare della trasmissione di correzioni differenziali in formato RTCM. Vengono descritte le tre componenti software su cui si basa l'architettura della trasmissione dati via Ntrip: Server, Caster e Client.
Infine, illustrando il caso reale di distribuzione via Ntrip di prodotti per il posizionamento di precisione in tempo reale da parte della rete sperimentale di stazioni permanenti GNSS RESNAP-GPS, operativa nella Regione Lazio, ne viene analizzata la funzionalità e messi in risalto i vantaggi di utilizzo sia per il gestore che per gli utenti di reti GNSS.

Abstract
Ntrip (Networked Trasport of RTCM via Internet Protocol, developed by Bundesamt für kartographie und Geodäsie BKG, Frankfurt, Germany) is a protocol for the transmission of Global Navigation Satellite System (GNSS) data over the Internet.
The peculiar case of differential correction data in RTCM format transmission is pointed out in this work and the three software components of Ntrip (NtripServers, NtripCaster, NtripClients) are also described.
Finally, the case of via Ntrip distribution of real time precise positioning data by RESNAP-GPS, working in the Lazio Region, (Regional experimental permanent GNSS stations network for Navigation and Positioning) is explained, and benefits for Ntrip users and Networks managers are pointed out.

Introduzione

Il posizionamento GNSS (Global Navigation Satellite Systems) di precisione in tempo reale, comunemente denominato RTK (Real Time Kinematic), si basa sulla possibilità dei ricevitori GNSS di acquisire dati non solo direttamente dai satelliti delle diverse costellazioni (il GPS Statunitense, il GLONASS Russo e il GALILEO Europeo), ma contemporaneamente anche da altre sorgenti terrestri (Reti di Stazioni Permanenti GNSS).
Il flusso dati che si stabilisce tra un ricevitore ed una Rete di Stazioni Permanenti è bidirezionale:

- Il ricevitore invia alla Rete informazioni riguardanti la propria posizione (stimata inizialmente solo con misure di codice sui segnali ricevuti dai satelliti); queste informazioni vengono trasmesse in formato NMEA-0183.
- La Rete invia al ricevitore informazioni generate dall'acquisizione dei segnali provenienti dai satelliti rispetto a uno o più punti di cui si conoscono con grande precisione (alcuni mm) le posizioni (le Stazioni Permanenti); queste informazioni possono essere trasmesse sia in

formati proprietari delle ditte costruttrici di strumentazione GNSS sia in un formato standard (indipendente dal tipo di strumentazione), detto RTCM (Radio Technical Commision Marittimee).

Il RTCM (nelle sue diverse versioni) è il formato comunemente utilizzato da tutti i gestori delle Reti di Stazioni Permanenti GNSS presenti sul territorio nazionale per l'erogazione di prodotti di posizionamento GNSS di precisione in tempo reale.
Per il corretto funzionamento del posizionamento in RTK è necessario che il flusso dati che si stabilisce tra ricevitore e Rete sia il più possibile continuo e di bassa latenza. Da qui risulta evidente l'importanza della scelta dell'apparato di trasmissione per il dialogo fra ricevitore e Rete.
E' recente, ma in rapida affermazione, la possibilità di far avvenire questo dialogo attraverso la rete Internet. L'accesso alla rete Internet non costituisce un problema sia per i server che normalmente gestiscono le Reti di Stazioni Permanenti (generalmente sempre connessi a linee dati ADSL o di maggior velocità) sia per i ricevitori GNSS che, sfruttando la rete GSM/GPRS, possono "accedere" ad Internet attraverso modem integrati, funzionanti con comuni schede SIM o con telefoni cellulari.
Il protocollo Ntrip consente di gestire con facilità lo scambio dei dati necessari al posizionamento GNSS di precisione in tempo reale, tra Reti di Stazioni Permanenti e ricevitori attraverso la rete Internet.

L'architettura del sistema Ntrip
Ntrip è implementato in tre moduli: NtripClient, NtripServer e Ntrip Caster.
Il sistema (Figura 1) è suddiviso nei seguenti componenti:

- NtripSource. E' il componente che produce i messaggi RTCM. Questi possono essere generati da una singola Stazione Permanente GNSS oppure essere rielaborati, tramite appositi software, come risultato di dati provenienti da più Stazioni Permanenti afferenti ad una Rete.
- NtripServer. E' il componente (software) dedicato al trasferimento (con il protocollo http) dal NtripSource al NtripCaster.
- NtripCaster. E' il componente (software), cuore del sistema, incaricato di trasmettere i messaggi RTCM (nel protocollo http) provenienti dagli NtripSource ai singoli utenti che ne fanno richiesta.
- NtripClient. E' il componente (software) attraverso il quale gli utenti esterni del sistema dialogano con il NtripCaster per scegliere e ricevere un flusso RTCM.

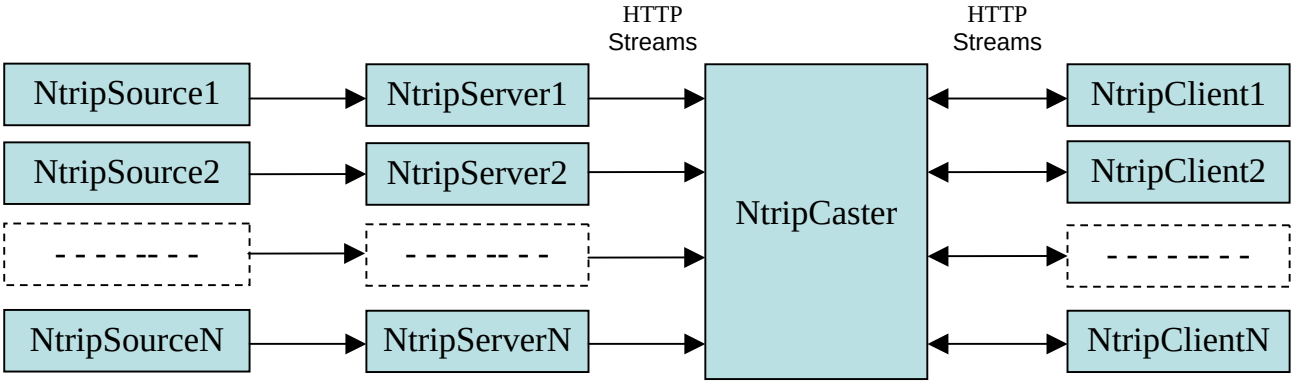

Figura 1 – Architettura del sistema Ntrip

Gli NtripClient accedono, mediante connessione TCP, all'indirizzo IP del NtripCaster attraverso la porta specificata per l'erogazione dei flussi RTCM (usualmente la 2101); quindi consultano la tavola delle risorse (*source-table*) generata nel NtripCaster dai NtripServer. Nella *source-table* sono descritti tutti i flussi dati RTCM che possono essere erogati da parte del sistema (uno per ogni NtripServer afferente al NtripCaster).
Ogni flusso dati RTCM viene definito da un identificativo (*mountpoint*). Ad ogni *mountpoint* sono associate una serie di informazioni (consultabili dagli NtripClient attraverso la *source-table*).
Alcune di queste informazioni, particolarmente dedicate agli utenti del sistema, sono descritte in Tabella 2.

Parametro	Descrizione	Formato
Mountpoint	Identificativo del singolo flusso dati	Caratteri, 100 max
Formato	Formato dei dati RTCM	Caratteri, lunghezza indefinita
Dettagli Formato	Tipo di messagi RTCM	Caratteri, lunghezza indefinita
Carrier	Informazione sul contenuto di segnali di fase 0 = NO (DGPS) 1 = SI, L1 (RTK) 2 = SI, L1+L2 (RTK)	Intero
Nav-system	Sistema di navigazione	Caratteri, lunghezza indefinita
Network	Nome della Rete di Stazioni Permanenti	Caratteri, lunghezza indefinita
Stato	Codice di Stato ISO 3166	3 caratteri
Latitudine	Latitudine della SP	Numero decimale (due cifre)
Longitudine	Longitudine della SP	Numero decimale (due cifre)
Nmea	Necessità per il Client di inviare il messaggio NMEA (con la propria posizione approssimata) al Caster 0 = il Client non deve inviare NMEA 1 = il Cliente deve inviare NMEA	Intero
Soluzione	Flusso generato da una singola SP o con il contributo di più stazioni (soluzione di Rete) 0 = Singola SP 1 = soluzione di Rete	Intero
Generatore	Tipo di Hardware/Software che genera il flusso	Caratteri, lunghezza indefinita

Tabella 2 – Informazioni disponibili nella source-table

Ogni NtripClient è riconosciuto dal NtripCaster da una propria password che viene inviata dal NtripClient all'atto della connessione TCP. Il Gestore del sistema Ntrip può (agendo sul NtripCaster) abilitare o disabilitare un Client all'utilizzo di un determinato *mountpoint*.
Il NtripClient, una volta scelto il *mountpoint* da utilizzare, se abilitato, inizia il dialogo con il NtripCaster. Il NtripCaster attingendo dal NtripServer opportuno il flusso RTCM richiesto lo invia al NtripClient.

L'uso di Ntrip nella rete RESNAP-GPS
La RESNAP-GPS (Rete Sperimentale regionale di stazioni permanenti GPS per il Posizionamento e la NAvigazione) è attiva nel territorio della Regione Lazio e parte di regioni limitrofe per sperimentare i potenziali servizi ottenibili su base regionale con una rete di stazioni permanenti GPS nell'ambito del posizionamento in tempo reale e della navigazione.
Attualmente comprende 10 ricevitori GPS collocati nelle seguenti località:

- L’Aquila
- Foligno (PG)
- Frosinone
- Gubbio (PG)
- Latina
- Perugia
- Pontecorvo (FR)
- Rieti
- Roma
- Viterbo

Il centro di controllo è collocato presso l’Area di Geodesia e Geomatica (Dipartimento di Idraulica Trasporti e Strade – Facoltà di Ingegneria) dell’Università degli Studi di Roma “La Sapienza”.
L’applicativo software per il controllo centralizzato delle stazioni GPS della rete è la suite Leica GPS Spider & SpiderNET fornita per la sperimentazione dalla Leica Geosystems S.p.A. ed istallata presso il centro di controllo della rete.
Il software SpiderNET è compatibile con il sistema Ntrip: le 10 Stazioni Permanenti GPS afferenti alla rete costituiscono gli NtripSource. Le componenti NtripServer e NtripCaster sono implementate direttamente all’interno del software. In questo modo, a partire dai flussi dati provenienti dalle singole stazioni, il software può generare un determinato NtripServer (e quindi un relativo *mountpoint*): di una determinata stazione (o della stazione più vicina alla posizione approssimata dell’utente) o di un flusso dati contenente una soluzione di rete. Ogni utente può dialogare con la Rete attraverso qualsiasi software tipo NtripClient.
Il gestore della rete può direttamente intervenire sul NtripCaster tramite il software SpiderNET che lo implementa. E’ possibile generare, e quindi mettere a disposizione degli utenti, prodotti per il posizionamento in tempo reale, potendone definire tipologia e formati.
Sempre attraverso il software SpiderNET è possibile gestire e abilitare i vari utenti a determinati *mountpoint* (attraverso la password inviata all’utente all’atto della registrazione alla sperimentazione).
Allo stato attuale sono disponibili due *mountpoint* per il posizionamento di precisione in tempo reale (Tabella 3).

RESNAP-GPS		
IP: 151.100.84.21 **PORT:** 2111		
Mountpoint	**Autocells**	**Nearsite**
Formato	RTCM 2.3	RTCM 2.3
Dettagli Formato	1,3,20,21	1,3,20,21
Carrier	2	2
Nav-system	GPS	GPS
Network	RESNAP-GPS	RESNAP-GPS
Stato	ITA	ITA
Latitudine	41.89	41.89
Longitudine	12.48	12.48
NMEA	1	1
Soluzione	1	0
Generatore	Leica GPS Spider	Leica GPS Spider

Tabella 3 – Prodotti della RESNAP-GPS disponibili via Ntrip

I due prodotti della RESNAP-GPS disponibili via Ntrip si distinguono per il tipo di soluzione di Rete utilizzata:

- Nearsite (Nearest Site, Stazione più vicina): l'utente riceve, dopo aver inviato la propria posizione approssimata, il flusso dati RTCM della stazione permanente ad esso più vicina.
- Autocells (Automatic cell – Cella automatica): l'utente riceve, sempre dopo aver inviato la propria posizione approssimata, un flusso dati RTCM generato dal software SpiderNET tenendo conto del contributo di più Stazioni Permanenti (generalmente le Stazioni Permanenti che costituiscono il poligono (cella) all'interno del quale si trova l'utente).

In entrambi casi il gestore del servizio ha deciso di utilizzare la versione 2.3 del RTCM sfruttando la coppia di messaggi 20,21. Questo tipo di flusso dati RTCM è al momento attuale il più diffuso ed è correttamente fruibile dalla grande maggioranza di ricevitori GNSS presenti sul mercato italiano.

Conclusioni

L'utilizzo del sistema Ntrip per l'erogazione di prodotti per il posizionamento in tempo reale presenta notevoli vantaggi rispetto alle altre vie di trasmissione dati (quali ad esempio il GSM).

Dal lato utente c'è una maggiore semplicità di connessione: tutti i prodotti per il posizionamento sono disponibili attraverso un unico canale (Indirizzo IP e relativa porta del NtripCaster). Il software NtripClient è facilmente implementabile direttamente sul firmware dei ricevitori GNSS (sono già da tempo presenti sul mercato ricevitori con questa caratteristica), allo stesso modo è possibile utilizzare software NtripClient sui sistemi operativi di computer palmari dotati di connessione GSM (in questo caso è possibile utilizzare una versione gratutita del NtripClient, appositamente realizzata dal BKG), oppure utilizzare software NtripClient sviluppati per essere compatibili con sistemi operativi di telefoni cellulari (il costo dei software in questo caso è di poche decine di Euro).

Altro vantaggio per l'utente è quello di poter consultare direttamente in fase di rilievo la lista dei prodotti disponibili (*source-table*) e le relative caratteristiche per poter scegliere il prodotto più idoneo ai propri scopi. L'esame diretto delle caratteristiche dei flussi disponibili (versione del RTCM, messaggi utilizzati, necessità di invio NMEA, etc.) può permettere all'utente la risoluzione di problemi di compatibilità tra prodotti erogati e caratteristiche tecniche del proprio ricevitore GNSS direttamente in fase di rilievo senza bisogno di contattare il gestore del servizio.

Inoltre, caratteristica che distingue Ntrip dalla connessione GSM, il sistema è strutturato per essere *multi-client*, ovvero attraverso lo stesso canale (Indirizzo IP e relativa porta del NtripCaster) è possibile stabilire un elevato (diverse centinaia, a seconda del tipo di hardware e software utilizzati) numero di connessioni con i NtripClient, potendo essi accedere, contemporaneamente e indipendentemente, ad ogni *mountpoint* desiderato. Questa caratteristica, oltre a presentare vantaggi dal lato utente ("linea sempre libera"), permette al gestore del servizio di poter, con un unico sistema di trasmissione, fornire prodotti ad un elevato numero di utenti contemporaneamente.

L'utilizzo del sistema Ntrip permette al gestore, attraverso il riconoscimento della password ricevuta, di abilitare o inibire l'uso di determinati flussi dati. Inoltre, sempre attraverso questa tracciabilità del NtripClient, si può facilmente costruire un database delle connessioni e dei risultati ottenuti, potendo così contribuire al miglioramento del servizio erogato.

Da un punto di vista tecnico l'uso di Ntrip non comporta reali svantaggi se non quelli comuni ai noti problemi di connessione tramite rete GSM-GPRS (copertura del campo e onerosità della connessione).

In conclusione è possibile affermare che l'uso di Ntrip per l'erogazione di prodotti per il posizionamento di precisione in tempo reale è senz'altro la strada da intraprendere per lo sviluppo delle Reti di Stazioni Permanenti e del loro utilizzo.

Ringraziamenti
Il presente lavoro è finanziato e si inquadra nelle attività di ricerca svolte nell'ambito del progetto di ricerca MIUR-COFIN 2004 *I servizi di posizionamento satellitari per l'e-Government* (coordinatore Fernando Sansò) – Progetto unità locale: *Le reti permanenti GPS regionali per le applicazioni cartografiche e catastali, la prevenzione del rischio idrogeologico e la fornitura di Location Based Services: aspetti metodologici ed indicazioni pratiche per la loro realizzazione, gestione ed impiego* (coordinatore Carla Nardinocchi).

Bibliografia
Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2004), "Networked Trasport of RTCM via Internet Protocol (Ntrip) Version 1.0"
http://igs.ifag.de/index_ntrip.htm
http://w3.uniroma1.it/resnap-gps/index.asp
http://www.rtcm.org/
http://www.nmea.org/