

Impiego del GPS Differenziale

La tecnica della correzione differenziale è impiegata sostanzialmente in applicazioni di rilievo e posizionamento, con metodo di post-elaborazione nella maggior parte delle applicazioni topografiche e geodetiche, e come metodo di *elaborazione in tempo reale* per applicazioni di tipo dinamiche. In queste ultime includiamo senz'altro la navigazione, i rilievi geotopografici di tipo dinamico quale l'aggiornamento diretto sul territorio di banche dati GIS, oppure le nuove applicazioni GPS nell'ingegneria civile (picchettamento, controllo remoto macchine movimento terra, etc.).

In sostanza la quasi totalità delle applicazioni in campo geomatico, impiega il metodo Differenziale GPS sia in modalità post-elaborazione che in modalità *tempo reale*. In questa nota presenteremo un punto di vista generale su quest'ultima, sorvolando sui metodi di calcolo differenziale in post-elaborazione, che costituiscono la base stessa per capire a fondo la tecnica GPS in campo topografico, argomento su cui torneremo con la dovuta attenzione nel programma tutorial GPS che presenteremo dal prossimo numero di GEOmedia

Il GPS Differenziale

Nel precedente numero abbiamo visto l'importanza degli standard d'interfaccia negli apparati GPS, ed in particolare la necessità di comunicare i dati di correzione differenziale, per migliorare così la precisione della posizione ottenuta. In questa nota vedremo come opera la correzione differenziale, e come, lavorando sulla fase dei segnali ricevuti, si sia riusciti ad ottenere precisioni misurabili in centimetri, che i progettisti del sistema GPS non avevano neanche lontanamente ipotizzato possibile.

La correzione differenziale

Riassumiamo brevemente cosa significa apportare ad un ricevitore GPS una "correzione differenziale". Un ricevitore determina la propria posizione (o meglio, quella dell'antenna), effettuando una serie di misure di pseudo-distanze con almeno tre satelliti. Il dato di posizione così ottenuto è affetto da una serie di errori, in gran parte dovuti all'attraversamento dell'atmo-

sfera dei segnali radio, ma anche appositamente immessi nel sistema dagli USA quale SA (Disponibilità Selettiva), per cui la precisione ottenibile con questo sistema è di circa 100 metri sul piano orizzontale. I militari hanno accesso ad una seconda frequenza di lavoro, oltre a quella utilizzata anche dagli utenti civili, per cui gli errori introdotti dalla propagazione vengono rimossi. Ad ogni modo, operando con un singolo ricevitore non si scende al di sotto di circa 10 metri.

La strategia adottata per migliorare la precisione è stata quindi quella di predisporre un secondo ricevitore GPS, denominato "stazione fissa" e posto in un luogo di coordinate note a priori, che trasmette ai ricevitori "mobili" la differenza (da cui il termine "differenziale") tra la posizione calcolata e quella effettiva. Così facendo, i ricevitori mobili correggono la propria posizione con i segnali provenienti dalla stazione fissa.

DGPS Locale

Tecnicamente parlando, il ricevitore fisso invia correzioni di tempo più che correzioni di posizione, essendo il sistema GPS basato sulla misura del tempo impiegato dai segnali radio per giungere dal satellite al ricevitore. In pratica la stazione fissa trasmette messaggi del tipo: *il segnale dal satellite n.1 è in ritardo di 10 nanosecondi, quello del satellite n. 2 è in anticipo di 2 nanosecondi e così via*. Se il ricevitore mobile opera nelle vicinanze della stazione fissa, si può ritenere che i segnali ricevuti dai due apparati, quello fisso e quello mobile attraversino grosso modo la stessa porzione di atmosfera, subendo all'incirca gli stessi effetti di propagazione, per cui i dati di correzione calcolati dalla stazione fissa sono validi anche per quella mobile. Tale condizione è valida per distanze fino ad un centinaio di Km dalla stazione fissa di riferimento.

Il collegamento tra la stazione fissa e quelle mobili viene in genere effettuato per mezzo di apparati radio digitali (radio modem). Dovendo la stazione fissa trasmettere i dati di correzione di tutti i satelliti in visibilità, l'aggiornamento dei dati viene in genere eseguito con cadenze variabili, tipicamente dell'ordine dei secondi. Affinchè i ricevitori mobili possano apportare le correzioni differenziali anche durante l'intervallo tra un aggiornamento ed il successivo, la stazione fissa trasmette anche il tasso di variazione delle correzioni stesse, in modo da poter eseguire in sede di ricezione una interpolazione lineare sui dati ricevuti.

DGPS a Larga Scala

Il sistema differenziale di base ora descritto, conosciuto anche come DGPS, è stato ampliato nel WADGPS (Wide Area DGPS), in modo da poter coprire aree più vaste. L'idea di base è quella di ricevere ed elaborare le correzioni differenziali da una serie di stazioni fisse opportunamente predisposte sul territorio, e di trasmettere un messaggio di correzione globale, suddiviso per aree geografiche, verso le stazioni mobili. All'atto della ricezione, in base alla posizione grossolana determinata dal ricevitore, verrà scelta la correzione differenziale adatta all'area geografica nella quale si trova il ricevitore stesso. Punti chiave del sistema sono la possibilità di generare dati di correzione anche per zone sprovviste di stazioni fisse di misura. Data l'estesa copertura geografica di questo sistema, si è pensato di utilizzare appositi satelliti in orbita geostazionaria per irradiare i messaggi di correzione. Studi sono ancora in corso, ma è comunque innegabile che questo sistema presto diventerà il sistema primario di supporto per tutti gli utenti GPS che hanno necessità di operare in tempo reale e con precisioni dell'ordine del metro. Il WADGPS è ovviamente il sistema principe quale radioaiuto per la navigazione aerea, marittima e terrestre.

Il Differenziale di Precisione

In parallelo allo sviluppo dei sistemi di correzione differenziale, si è creata una nuova branca della tecnologia GPS, il cui scopo è la determinazione della posizione con la massima precisione possibile, in modo da rendere questi apparati competitivi con le attuali tecniche di rilievo e posizionamento topografico anche di precisione (1-10 cm). La base di questi sistemi è quella di operare non solo sul codice ma anche sulla fase del segnale GPS.

Ma cosa significa misurare il codice e la fase del segnale?

Senza addentrarci nei meandri della struttura del segnale GPS, di per sè abbastanza complesso, possiamo dire questo: un segnale radio viene emesso dal satellite con una specifica frequenza, un po' come una normale emittente FM trasmette il suo programma musicale. Su questo segnale "viaggia" un'altro segnale, il codice, che contiene l'informazione vera e propria necessaria al ricevitore per determinare la pseudo-distanza dal satellite (l'equivalente della musica trasmessa dall'emittente FM).



**GPSWorld
si allea con
GPS Guru**

Ora, quest'ultimo segnale è una sequenza numerica che si ripete ciclicamente per cui, determinando l'istante iniziale della sequenza e confrontandola con il tempo ricavato da un orologio di precisione, sincronizzato con quello dei satelliti GPS, è possibile misurare il tempo impiegato dal segnale radio per giungere fino al ricevitore, e quindi la distanza dal satellite in questione. Ciascun bit di questa sequenza dura il tempo sufficiente a far percorrere al segnale radio circa 300 metri per cui, se il nostro ricevitore è in grado di sincronizzarsi con questo segnale entro l'1 per cento, commette comunque un errore di calcolo di 3 metri nella determinazione della distanza.

Per migliorare la precisione, si è quindi pensato di sfruttare direttamente il segnale radio, cercando di determinare il numero di lunghezze d'onde che intercorrono tra l'antenna del ricevitore ed il satellite.

Cosa sono i cicli, o onde? È semplice: avete mai visto una corda di chitarra vibrare? Avete mai lanciato un sassolino in uno stagno? Quelle che vedete sono onde, e potete misurarne anche la lunghezza. Lo stesso fenomeno accade per i segnali radio, solo che le vibrazioni sono elettriche, e non meccaniche. I segnali utilizzati dal GPS hanno una lunghezza d'onda di circa 20 centimetri.

Il problema è ora quello di contare quante onde vi sono tra l'antenna e il satellite, essendo esse tutte uguali, a differenza del segnale in codice che ha un preciso istante d'inizio. La risoluzione dell'ambiguità di fase (così viene identificato il problema di sapere il numero intero di onde tra il ricevitore e il satellite) costituisce a tutt'oggi un campo di ricerca aperto a nuovi sviluppi.

I primi ricevitori per impiego topografico di precisione operavano con tempi lunghissimi, basando la loro precisione sull'accumulo di una e norme quantità di misure che venivano poi successivamente elaborate. Tale elaborazione consisteva essenzialmente in un filtraggio, o integrazione, denominato anche "phase smoothing", dal quale l'ambiguità della fase del segnale ricevuto converge verso un'unica soluzione, pari appunto al numero d'onde intercorrenti tra il ricevitore ed il satellite.

Sfruttando anche la seconda frequenza riservata ai militari, è stato possibile ottenere misure differenziali di fase, anche in assenza della chiave crittografica necessaria per poter accedere al codice di precisione. In tal modo, combinando i segnali,

si sono ottenute due nuove lunghezze d'onda virtuali, grazie alle quali è stata velocizzata la fase iniziale di determinazione dell'ambiguità.

Il futuro, RTK e OTF

Grazie all'aumentata capacità di calcolo dei microprocessori, ed alla possibilità di ricevere contemporaneamente tutti i satelliti osservabili in un dato istante, è stato quindi possibile realizzare lo RTK, o Real-Time Kinematic.

Questo sistema si basa sulla capacità di seguire le variazioni di fase sul segnale ricevuto anche in movimento, conservando quindi inalterata la precisione ottenuta durante la fase di inizializzazione, durante la quale viene risolta l'ambiguità di fase.

Per velocizzare la fase d'inizializzazione, è stata messa a punto la tecnica OTF (On The Fly), che consente di risolvere l'ambiguità di fase al volo, eliminando così i lunghi tempi richiesti dalla fase d'inizializzazione. I sistemi basati sulla tecnica OTF, dopo aver determinato la posizione grazie al codice, ed in base alle misure sulle due frequenze da tutti i satelliti osservabili in un dato istante, determina un volume entro il quale si cercano le possibili soluzioni del problema dell'ambiguità di fase. In base ad ulteriori dati, il ricevitore sceglie infine una soluzione che ritiene la più valida, eliminando così il periodo di integrazione e filtraggio sul segnale ricevuto per risolvere l'ambiguità iniziale.

Attualmente si sta cercando di velocizzare ulteriormente queste operazioni, per poter giungere a sistemi di precisione (ordine dei millimetri) con tempi di risposta praticamente istantanei. Alcuni costruttori, per velocizzare la risoluzione dell'ambiguità di fase iniziale, fanno ricorso anche al sistema di navigazione russo GLONASS, integrando quindi in un'unica soluzione le misure di codice e fase ottenute sia dal GPS che dal GLONASS. I risultati ottenuti sono promettenti, e già oggi è possibile ottenere soluzioni a basso costo in grado di garantire precisioni dell'ordine dei centimetri.

Tonino Giagnacovo

Bibliografia

- Canadian GPS Associates & David Wells - Guide to GPS Positioning • Canadian GPS Associates
- Elliott D. Kaplan - Understanding GPS, principles and applications, Artech House Publishers, 1996
- Geomatics Info Magazine, Vol.11 N.11, Novembre 1997

È una notizia per chi si occupa di GPS e prodotti correlati e che usa la rete INTERNET in maniera regolare. Gli oltre 700 prodotti recensiti sul sito GPS Guru fanno parte delle soluzioni in ambito navigazione satellitare ITS (Sistemi Intelligenti di Trasporto), un settore specifico con prospettive di crescita stimate in circa 400 milioni di dollari entro il 2015.

Sul sito internet di GPSWorld troveremo quindi, oltre alle solite informazioni, la possibilità di interrogare attraverso link ipertestuali il server IDI basato sulle informazioni tecniche in ambito GPS provenienti dalla buyers guide che ogni anno GPSWorld realizza. Le informazioni sono suddivise in 116 categorie di prodotti GPS e correlati, con notizie sulle società, sulle caratteristiche tecniche, sui prezzi, etc.. Le informazioni riguardano circa 400 ricevitori prodotti da circa 60 aziende e sistemi di integrazione (software, hardware, servizi) prodotti da circa 300 società nel settore GPS.

(Fonte: redazionale)

Due nuovi chip GPS da Philips e Ashtech per il mercato della navigazione GPS

Annunciato già dalla pubblicità di Ashtech su GPSWorld enfatizzando il costo di \$98 e le dimensioni della scheda dopo due anni di lavoro tra Philips Semiconductors e Ashtech, vede la luce un nuovo chip GPS per il mercato del consumo di massa, la nuova soluzione targata G8 da Ashtech.

Il set ha il cuore del XA Philips a 16 bit e comprende sia il controller SC 1575 - che elabora le informazioni GPS e definisce posizione, velocità e tempo - che l'SA 1570, un mixer front-end e un sintetizzatore a frequenza intermedia che permette al chip di comunicare.

Philips afferma che questo set è destinato inizialmente sia al mercato delle automobili che a quello della navigazione marina. *Ma è proprio il sistema integrato per la navigazione degli autoveicoli che sembra essere la prima vera grossa opportunità per la tecnologia GPS di entrare nel mercato dei consumatori.*

"Il mercato dei grandi volumi per il GPS è già qui" dice Bob Marshall, marketing manager internazionale per i prodotti GPS di Philips: "Le compagnie giapponesi spediscono un milione di sistemi GPS all'anno per la navigazione dei veicoli!"

(Fonte: Codevintec)