

CONFRONTO FRA MISURE DI ASSETTO CON GPS E CON GIROSCOPI

Noemi Emanuela CAZZANIGA^(*), Gianfranco FORLANI^(**), Livio PINTO^(*)

^(*) DIIAR - Politecnico di Milano - P.za Leonardo da Vinci, 32 - 20133 Milano

^(**) DICATA - Università degli Studi di Parma - Parco Area delle Scienze 176/A - 43100 Parma

Riassunto esteso

Nella navigazione inerziale assistita da GPS, quest'ultimo ha il compito di controllare le derivate temporali dell'inerziale con dati indipendenti di posizione e velocità. Infatti i dati di fase GPS, se l'ambiguità intera è correttamente fissata, hanno precisione piuttosto stabile nel tempo, mentre le grandezze stimate dalle misure inerziali, pur essendo più precise nel breve periodo, risentono di una deriva nel tempo che porta la soluzione a divergere. Normalmente, vi è un solo ricevitore GPS a bordo dei veicoli rilevatori; in qualche caso se ne impiegano due, montati in asse sul veicolo, per migliorare la stima dell'azimut.

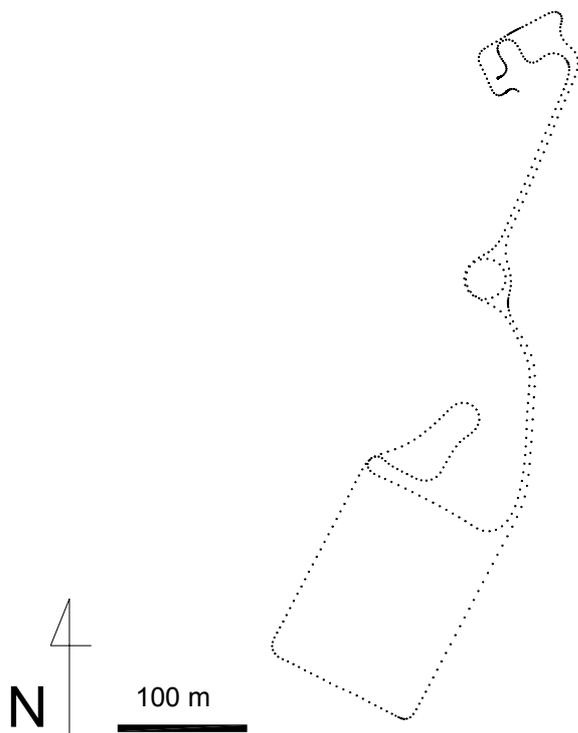
Nel quadro delle attività di due progetti COFIN, allo scopo di acquisire indicazioni operative sul comportamento e la deriva dei giroscopi di un IMU a basso costo, si è predisposto un esperimento cinematico, confrontando i dati di assetto di un veicolo in movimento, ricavati da 3 GPS a bordo, con quelle dei 3 giroscopi di un IMU.

Le antenne GPS, Leica AT502, collegate a tre SR 530, sono state montate sul tetto di un Ford Transit, posizionandone una nella parte anteriore (ant) e due nella parte posteriore (post_dx e post_sx) a distanze relative di 3.25 m (ant-post_dx), 3.25 m (ant-post_sx) e 1.25 m (post_sx-post_dx). Una stazione master è stata posta a breve distanza (entro 3 km). Le misure GPS sono state elaborate in post-processamento in modalità cinematica OTF; il rate di misura è stato fissato ad 1s, per permettere sia l'elaborazione rispetto alla stazione fissa sia rispetto alla rete di stazioni permanenti della regione Lombardia (IREALP), che partecipa alle attività del progetto COFIN coordinato dal prof Sansò. Dai dati GPS delle 3 antenne, riportati in un sistema locale con origine nel punto in cui è stato inizializzato il rilievo, sono stati calcolati roll, pitch e yaw del veicolo.

Il sensore inerziale, un IMU400CC della Crossbow, gentilmente messo a disposizione dal Politecnico di Torino, è stato posizionato sul tetto in prossimità dell'antenna anteriore, con l'asse x grosso modo allineato lungo l'asse del veicolo, l'asse y in direzione trasversale e l'asse z rivolto verso il basso. I dati rilevati, con frequenza di acquisizione di 100 Hz, sono stati memorizzati e visualizzati durante il rilievo tramite il software Gyroview v. 2.4.

Le velocità angolari misurate dai giroscopi sono state dapprima sottoposte a un "wavelet denoising" per ridurre le componenti accidentali del rumore (in particolare le vibrazioni del motore); il bias e la deriva per effetti termici sono stati stimati con un periodo di acquisizione a veicolo fermo e motore acceso, all'inizio ed alla fine del rilievo. L'integrazione nel tempo per ottenere gli angoli è effettuata con un filtro di Kalman.

In una serie di prove preliminari, effettuate con montaggio dell'IMU su teodolite, la deriva della soluzione angolare è stata stimata inferiore a 1° dopo 5 minuti. Per poter controllare contemporaneamente le derivate di tutti gli angoli in condizioni realistiche, è stata poi organizzata la prova su strada con 3 ricevitori GPS. Il veicolo ha percorso una traiettoria piuttosto articolata, con diverse curve e cambi di pendenza, a velocità dapprima moderata (15-20 km/h) e successivamente fino a 60 km/h, per un periodo di tempo di circa 25 minuti (figura 1).



L'andamento della soluzione per gli angoli derivati dalle misure giroscopiche ha confermato quanto ottenuto dalle prove di laboratorio: il rumore, assai più pronunciato per la presenza del motore, non aumenta la deriva della soluzione.

Per quanto riguarda la misura di assetto effettuata con i soli GPS, le distanze non elevate tra le antenne (soprattutto trasversalmente al veicolo) e la precisione relativa della posizione (dalla quale, dividendo per la distanza tra le antenne, si ottiene quella angolare), non garantiscono una soluzione di elevata precisione (si può stimare che sia dell'ordine di $0.5-1^\circ$ per il roll, di $0.2-0.4^\circ$ per pitch e yaw). In effetti, per quanto concerne la soluzione GPS, sono state evidenziate, in corrispondenza di cambiamenti della costellazione satellitare, variazioni talvolta centimetriche della distanza misurata tra le antenne, il che conferma le stime sulla precisione angolare sopra indicate.

Figura 1 – Porzione della traiettoria tracciata dal GPS

E' stata inoltre riscontrata la presenza di outliers, con discontinuità in altimetria pari anche a 2 m, che è ovviamente necessario rimuovere, sempre in corrispondenza di variazioni di configurazione ma anche con soluzione FIXED.

Un'analisi puntuale dei dati, in particolare confrontando i dati rilevati rispetto alla stazione fissa con quelli rispetto alla rete di stazioni permanenti è tuttora in corso.

La ricerca proseguirà lungo due filoni: sul versante algoritmico, implementando nel filtro di Kalman per la stima dell'assetto la soluzione congiunta IMU/GPS con la terna di ricevitori; sul versante della sperimentazione, con una serie di ulteriori test. In particolare, essendo l'obiettivo di lungo termine dei due progetti l'integrazione IMU-GPS, uno degli aspetti di interesse è verificare, a fronte di costi di strumentazione maggiori, l'opportunità di mantenere 2 antenne GPS longitudinali nella configurazione operativa del veicolo, valutando i guadagni in termini di affidabilità e precisione per yaw e pitch. Un ulteriore test comprenderà anche l'acquisizione di immagini fotogrammetriche su un poligono appositamente predisposto, per la verifica indipendente degli angoli d'assetto.