

INTERNAL REPORT

STIMA SPEDITIVA DELLE COORDINATE DI SRT

Giannina Sanna, Franco Buffa, Gian Luigi Deiana, Carlo Migoni

Report N. 33, released 30/01/2014

Reviewer Sergio Poppi



Osservatorio
Astronomico
di Cagliari

Stima speditiva delle coordinate di SRT

La finalità della campagna descritta in questo report è fornire una prima stima delle coordinate dell'antenna. Si è deciso di prescindere dalla definizione rigorosa di punto invariante (vedi documento ad uso interno prodotto il 31/07/13) e, nell'ipotesi semplificativa di non considerare gli effetti delle deformazioni gravitazionali, si è stabilito di definire le coordinate d'antenna come il centro della sfera mappata da un punto solidale allo specchio principale durante il moto dell'antenna.



Figura 1 ancoraggio dei ricevitori GNSS alla parabola di SRT

Rilevamento GNSS

La misura è stata realizzata per mezzo di un rilevamento GNSS cinematico interferenziale di fase. Nello specifico, due antenne GNSS (e i relativi ricevitori) sono state ancorate agli attuatori dell'ultimo anello dell'antenna in direzione Nord-Sud, come mostrato in figura 1.

Una volta posizionati, i ricevitori sono stati messi in ricezione dei segnali delle costellazioni di satelliti GPS e GLONASS.

Le misure sono state effettuate il 17 dicembre 2013, ed hanno coperto un arco di tempo che va dalle 19 alle 23 UTC circa. In questo periodo la parabola è stata movimentata con rotazioni azimutali da 0° a 315° con passo $1/8$ di giro e rotazioni in elevazione da 90° a 75° . La velocità angolare del moto era di $0.8^\circ/\text{s}$ in azimut e $0.5^\circ/\text{s}$ in elevazione. Al termine di questi movimenti è stato effettuato un giro completo in azimut con l'antenna allo zenit.

Con queste impostazioni sono stati rilevati punti della traiettoria percorsa aventi distanze reciproche di circa 23 cm. I due ricevitori hanno percorso le traiettorie tracciate in blu e in verde in figura 2.

Il 17 febbraio 2014 è stata effettuata una ripetizione delle misure, utilizzando un solo ricevitore (considerando quindi una unica sfera) e modificando la traiettoria percorsa (secondo schema della figura 2).

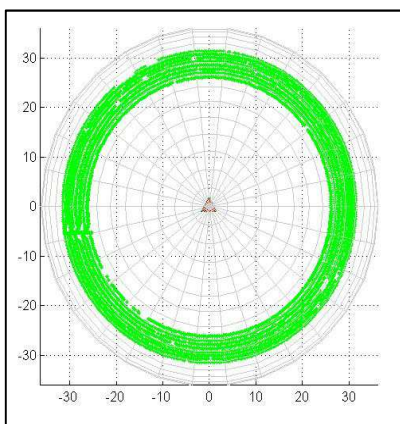
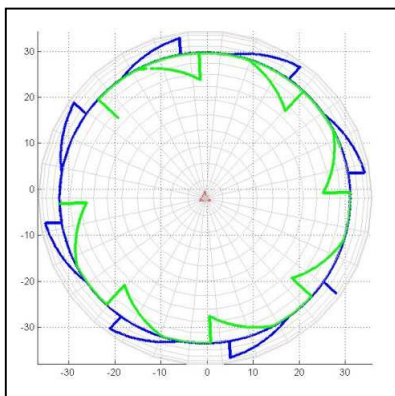


Figura 2 Skyplot delle traiettorie rilevate dai ricevitori GNSS il 17/12/13 e il 17/02/14

Per l'elaborazione, in entrambe le giornate, si è fatto ricorso ad una stazione virtuale della rete regionale per il posizionamento GPS di precisione SARNET, operata da Geodesia e Tecnologie (con cui abbiamo un accordo di collaborazione per l'utilizzo della rete a scopo scientifico). L'impiego della rete ha comportato che il calcolo avvenisse nel Sistema di Riferimento (SdR) ETRF89-IGM95, epoca 1989. La prima giornata, nell'arco di quasi tre ore, sono stati rilevati 11303 punti dal ricevitore la cui traiettoria è rappresentata in verde, e 13790 dal ricevitore in blu. La seconda giornata sono stati rilevati, solo nella emisfera superiore, 12430 punti.

Ultimata l'elaborazione delle misure GPS (la rete SARNET non sfrutta il GLONASS) è stato possibile operare la stima delle coordinate dell'antenna. Tutti i calcoli sono state svolti in ambiente Matlab.

Calcolo delle coordinate dell'antenna

Nell'ordine sono state eseguite operazioni di filtraggio dei dati, stima dei parametri delle sfere mappate dai ricevitori ed infine le conversioni di coordinate per passare dal SdR europeo a quello internazionale.

Relativamente al filtraggio, sono stati operati tre filtri. Nel primo, in base alla varianza delle coordinate, sono stati esclusi tutti i punti per i quali $\sigma_p = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2} > 0.05$ m. Successivamente è stato applicato un filtro per eliminare i punti corrispondenti alle fasi della misura in cui l'antenna non era movimentata in quanto tali punti non erano descrittivi di una traiettoria, ma di una posizione statica. In virtù di questo sfoltimento, del rilievo del 17.12 sono rimasti 1484 punti, rappresentativi della traiettoria verde e 2104 punti rappresentativi della traiettoria blu, mentre del rilievo del 17.02 sono rimasti 4197 punti.

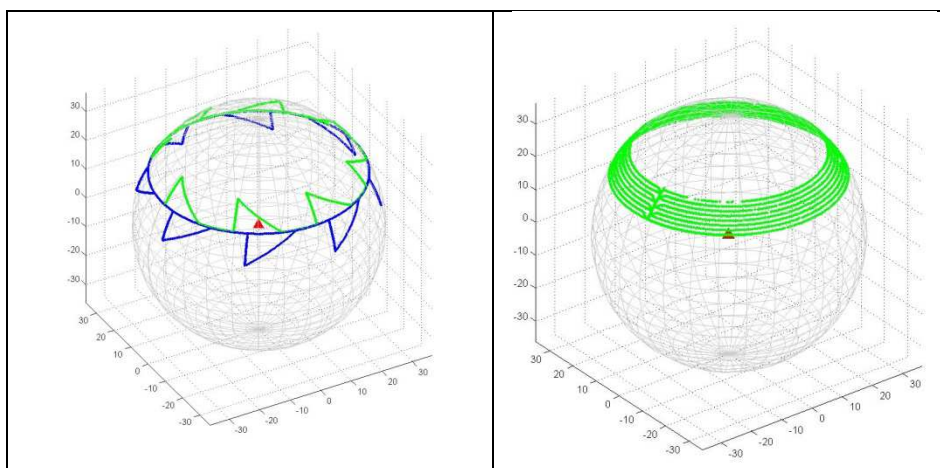


Figura 3 rappresentazione 3D delle traiettorie percorse dalle due antenne GNSS nei rilievi del 17.12.13 e del 17.02.14

Un terzo filtro è stato applicato dopo il fitting sferico per eliminare gli outlier, escludendo tutti i punti per i quali i residui, calcolati in direzione radiale, superavano la soglia di 3σ (0.0192 m e 0.0231 m rispettivamente per i punti verdi e blu del 17.12, e 0.026 m per i punti del 17.02).

Il fitting è stato eseguito minimizzando i quadrati dei residui dell'equazione della sfera, lineare nelle incognite a, b, c e d dell'equazione:

$$X^2 + Y^2 + Z^2 + aX + bY + cZ + d = 0$$

Le relazioni tra le incognite e le coordinate del centro della sfera sono:

$$X_c = -\frac{a}{2}; Y_c = -\frac{b}{2}; Z_c = -\frac{c}{2};$$

Sulla base di questo calcolo sono stati trovati i seguenti valori (ETRF89):

	X (m)	Y (m)	Z (m)	r (m)	sx (m)	sy (m)	sz (m)	sr (m)
Ricevitore verde (17.12)	4865183.599	791921.997	4035135.695	36.347	±0.004	±0.001	±0.003	±0.102
Ricevitore blu (17.12)	4865183.628	791921.999	4035135.721	36.341	±0.003	±0.001	±0.003	±0.071
Ricevitore verde (17.02)	4865183.671	791922.008	4035135.755	36.283	±0.000	±0.001	±0.004	±0.092
Media	4865183.642	791922.003	4035135.731					

È bene sottolineare che le precisioni sono relative alla coerenza interna del set di misure e non si riferiscono all'accuratezza conseguita nella stima delle coordinate.

Il passaggio all'ITRF08 è stato fatto utilizzando l'utility messa a disposizione dall'EUREF¹, imponendo le seguenti condizioni:

- coordinate di partenza ETRF89 (ep. 1989), velocità pari a quella della stazione CAGL (punto ITRF di Poggio dei Pini);
- coordinate di arrivo ITRF08 (ep. 2013).

Sulla base di queste impostazioni le coordinate di SRT nel sistema di riferimento ITRF08 risultano:

position: $X = 4865183.218$, $Y = 791922.442$, $Z = 4035136.181$ (m)

velocity: $VX = -0.0147$, $VY = 0.0185$, $VZ = 0.0156$ (m/y)

epoch: December 2013

¹ http://www.epncb.oma.be/_productsservices/coord_trans/index.php