

Principali differenze tra VRS FKP I-MAX e MAX

Come si può valutare un metodo RTK di rete?

Lo scopo di questo documento è illustrare le principali differenze tra tutte le metodologie di generazione di correzioni di rete RTK al fine di chiarire alcuni concetti.

Non appena un server RTK (come ad esempio Leica GNSS Spider) riceve tutte le osservazioni dalle stazioni di riferimento le riduce ad un cosiddetto "livello comune di ambiguità". Gli algoritmi che fanno questo sono specifici del software di rete utilizzato e quindi ogni casa produttrice ne ha uno. Quando il livello comune è stato trovato, il software utilizza un particolare metodo di rete (MAX, VRS, FKP) per produrre le correzioni ed inviarle al rover.

Tutti i metodi di rete RTK hanno il vantaggio di ridurre gli errori dipendenti dalla distanza e quindi permettere linee di base più lunghe tra le stazioni di riferimento e i rover. Ogni metodo raggiunge questo obiettivo in modi diversi.

Per valutare qual è il metodo migliore definiamo 5 criteri.

1) Metodi standard e non-standard

I metodi possono essere classificati tra standard e non-standard. Un metodo standard è quello utilizzato da un software che implementa algoritmi standardizzati per generare le correzioni, questi algoritmi sono pubblici e disponibili.

Questa è una garanzia di trasparenza nei confronti dell'utenza, in quanto un metodo standard fa sì che le informazioni fornite al rover, indipendentemente dal produttore, seguano linee guida definite a livello internazionale.

2) Soluzione di rete controllata dal rover

Abbiamo già detto che l'obiettivo di una rete RTK è quello di ridurre gli errori dipendenti dalla distanza, per ottimizzare la soluzione e ridurre i tempi di inizializzazione. Una soluzione di questo tipo si ha quando il ricevitore rover può verificare quale stazione di riferimento sta usando per ottenere la soluzione, quante stazioni di riferimento e quale strategia usare per ridurre gli errori dipendenti dalla distanza. Il vantaggio di questo tipo di soluzione è che il ricevitore (non l'operatore) può continuamente valutare la qualità della sua soluzione di rete e monitorare l'efficacia del calcolo della riduzione dell'errore. Se il rover rileva che la soluzione non è legge devono essere collegate a monumenti fisici.

più quella ottimale (ad esempio per un cambio di condizioni atmosferiche) può prendere una decisione al volo e passare ad una differente strategia per ottenere la soluzione più appropriata, comunque mantenendo l'inizializzazione.

Quando è il server a controllare la soluzione di rete tipicamente utilizza un'unica strategia per tutti i rover, ottimizzata per la rete e non per il singolo rover. Il server non è in grado di sapere la condizione di ciascun rover pertanto la soluzione di rete non sarà ottimizzata per un utente particolare per cui una veloce inizializzazione potrebbe non essere raggiunta.

Per assicurare una veloce inizializzazione e una ottima soluzione di rete è il rover che deve controllarla.

3) Massimizzare l'uso dei satelliti

I server RTK raccolgono i dati da tutte le stazioni della rete e generano le correzioni da inviare ai rover. Alcuni metodi non massimizzano l'uso di questi dati, per cui in alcune circostanze questo può fare la differenza tra inizializzare o meno.

Per esempio immaginiamo un topografo in campagna che sta osservando 8 satelliti sul suo rover. Si aspetterà che il suo rover iniziizzi velocemente. Tuttavia una delle stazioni di riferimento usata per generare le correzioni sta osservando solo 5 SV di quelli comuni al rover. In questo caso alcuni metodi rtk possono generare la correzione solo per i 5 SV comuni, oppure lasciano cadere la stazione per ottenere la soluzione. In entrambi i casi il rover potrebbe non ricevere dati sufficienti per inizializzare velocemente e il topografo sta ancora aspettando in campagna.

Il topografo potrà avere anche il migliore strumento sul mercato, ma la sua performance sarà limitata alla correzione che riceve. Per analogia è come comprare una TV al plasma per guardare una videocassetta vecchia di 10 anni.

Per massimizzare l'abilità del rover a trovare la soluzione il metodo rtk deve massimizzare l'uso di tutti i satelliti disponibili.

4) Tracciabilità e Ripetibilità

La tracciabilità è un comune principio topografico usato da molti enti o autorità di controllo nel mondo. Significa principalmente che tutte le misure per

Questa misura deve poi essere possibile da ripetere. Per esempio una singola baseline (dX, dY,dZ) tra una stazione di riferimento e un marker a terra è ripetibile, pertanto anche ogni baseline generata da una rete RTK deve essere tracciabile e ripetibile.

5) Omogeneità

Con una singola baseline RTK l'accuratezza decresce con la distanza dalla stazione di riferimento. Con le reti RTK questo effetto viene ridotto per cui la posizione e la sua accuratezza saranno più consistenti (omogenee) durante un rilievo.

Un utente non desidera che la sua posizione e la sua accuratezza saltino continuamente, pertanto queste due grandezze fornite da una rete RTK devono essere consistenti.

Relazione tra Rover e Rete

La relazione tra il rover e la rete è il punto che differenzia maggiormente i vari metodi RTK.

Teniamo presente i 5 principi elencati e osserviamo la figura 1 con evidenziati 4 stadi di relazione tra Rete e Rover.

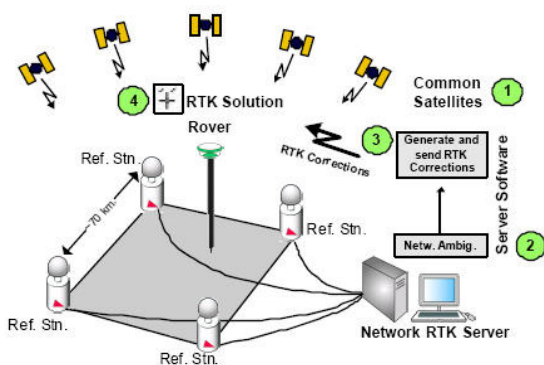


Figura 1 Relazione Rover Rete in 4 punti

1) OSSERVAZIONE DI SATELLITI COMUNI: il rover e il server (tramite collegamento alle stazioni) osservano un set comune di satelliti.

2) RISOLUZIONE DELLE AMBIGUITA' DELLA RETE: con un opportuno algoritmo il server di rete risolve le ambiguità e riduce i dati dei satelliti a un livello comune.

3) GENERAZIONE DELLE CORREZIONI RTK: il server genera e spedisce le correzioni al rover in un modo che può essere standard (RTCM) oppure no (Leica, CMR, CMR+, Topcon).

4) SOLUZIONE RTK: il rover usa le correzioni per calcolare la soluzione.

Questi 4 punti sono molto importanti e ci aiutano a capire come differiscono i metodi di rete tra loro e quindi valutarli.

Il 4° stadio (SOLUZIONE RTK) è il più importante per l'utente, il quale vuole una soluzione facile, accurata, omogenea, tracciabile e ripetibile.

Il compito del rover è di ottenere questi criteri per l'operatore. Se il rover raggiunge o no questi obiettivi dipende dalle correzioni che riceve dal server, che a sua volta dipendono dal metodo usato dal server stesso.

I satelliti comuni definiscono il dataset di osservazioni disponibili, come prima accennato, tanto meglio questo dataset viene rappresentato nelle correzioni prima il rover raggiungerà l'inizializzazione.

I metodi

1) **Metodo MAX:** la trasmissione delle correzioni Master Auxiliary (MAX) è basata sul concetto di MAC presentato da Leica Geosystems e Geo++ nel 2001

2) **Metodo I-MAX:** l'Individualized-MAX fu ideato contemporaneamente al MAX per supportare vecchi ricercatori che non comprendono il MAX.

3) **Metodo FKP:** Questo è il metodo di rete più vecchio ideato da Geo++ a metà anni 90.

4) **Metodo VRS:** Ideato da Terrasat a fine anni 90.

I-MAX e VRS

Affrontiamo insieme questi due metodi. Entrambi si classificano come metodi "individualizzati" che richiedono al rover di spedire la sua posizione approssimata. Le relazioni tra server e rover si vedono nelle figure 2 e 3.

Entrambi sono metodi non-standard, usano algoritmi non pubblici. In entrambi i metodi il server calcola la soluzione di rete per ridurre gli errori. Questo comporta che la soluzione di rete non sia ottimizzata per la posizione del rover e può limitare la soluzione RTK. Entrambi i metodi generano correzioni che simulano singole reference. Questo limita i dati disponibili da inviare al rover, quindi si rischia in certe circostanze che non si raggiunga l'inizializzazione.

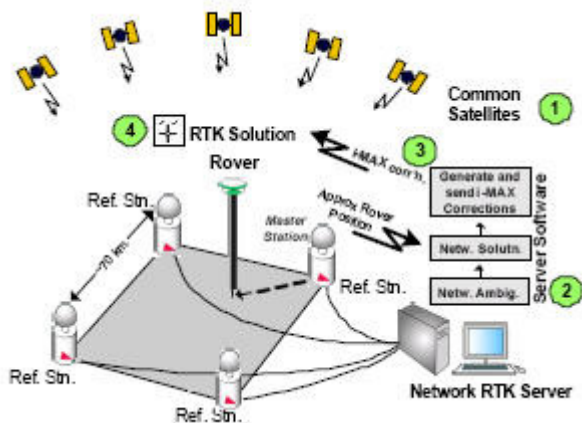


Figura 2 Relazione Rover Rete con metodo I-MAX

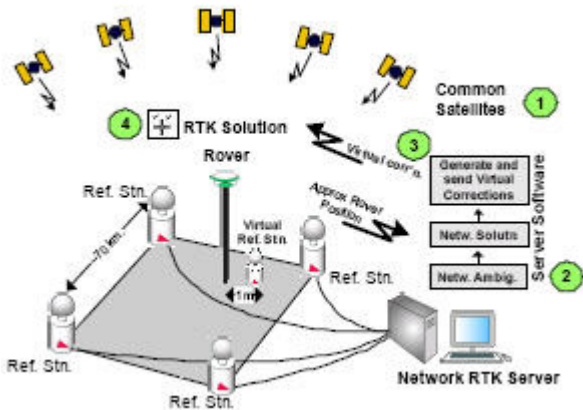


Figura 3 Relazione Rover Rete con Metodo VRS

Questi due metodi possono sembrare simili tuttavia c'è una eclatante differenza ossia che l'I-MAX genera correzioni di reference vere mentre il VRS lo fa per stazioni virtuali, pertanto mentre la correzione I-MAX è vincolata ad una stazione Master, quindi la distanza tra essa e il punto che si sta misurando è misurabile infine volte, con il VRS il rover non riceve alcune osservazioni da stazioni reali. Questo fa sì che il VRS violi il principio di tracciabilità e ripetibilità.

La VRS ottimizza la posizione del rover all'inizio della sessione (subito dopo la connessione al server). Se il rover successivamente si muove di una distanza considerevole durante una singola sessione (senza disconnettersi e riconnettersi) la correzione potrebbe non essere più appropriata per la nuova locazione del rover.

Per risolvere questo problema l'utente può disconnettersi e iniziare una nuova sessione con una nuova reference virtuale. Tuttavia generare nuove reference può causare salti in posizione e accuratezza. Quindi l'utente può terminare il lavoro con posizioni e accuratezze non omogenee per un singolo rilievo.

FKP

Questo metodo supporta la diffusione via radio e quindi non necessita che il rover spedisca la propria posizione.

Il server modella gli errori dipendenti dalla distanza e spedisce l'RTK da una sola reference all'interno della rete.

L'FKP crea parametri di correzione di area con piani semplici che sono validi per un'area limitata intorno ad una singola base. La relazione è mostrata in figura 4.

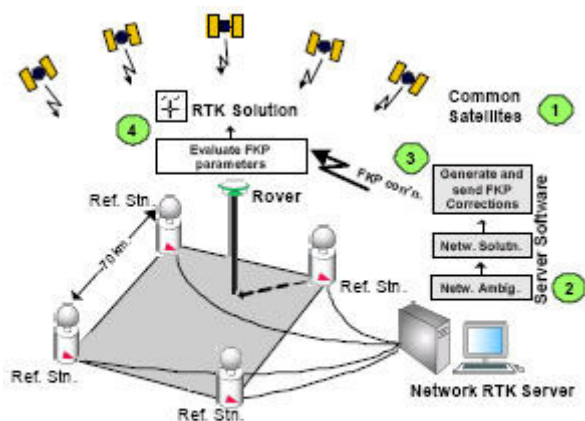


Figure 5: The relationship between the server and rover using the FKP method

Figura 4 Relazione Rover Rete con metodo FKP

Come il VRS e l'I-MAX l'FKP usa algoritmi non pubblici quindi non è standard.

Il server calcola la soluzione di rete (parametri d'area). Il rover può quindi cadere in una situazione non ottimale per il suo caso e quindi non inizializzare.

Tipicamente i parametri sono calcolati sull'assunzione che gli errori dipendenti dalla distanza cambino linearmente con questa. Tuttavia questa assunzione non è vera quindi si possono avere casi di scarsa accuratezza là dove la modellizzazione si sposta di molto dal reale. Dato che l'algoritmo non è pubblico non si può valutare se viene rispettato il criterio di massimizzazione di invio dati al rover. Per il resto le misure effettuate con questo tipo di metodo sono tracciabili, ripetibili e omogenee all'interno dell'area coperta dai parametri.

MAX

Nel MAX il server spedisce al rover tutte le osservazioni e le coordinate per una singola stazione di riferimento (stazione Master) per tutte le altre stazioni della rete, o per un suo sottoinsieme, conosciute come stazioni ausiliarie, vengono trasmesse le osservazione con ambiguità già ridotte e la differenza di coordinate (variazioni relative alla

stazione Master).

Il MAX è un metodo standard perché usa algoritmi pubblici per generare le correzioni.

E' tracciabile e ripetibile in quanto tutto si riconduce a stazioni reali.

Dai dati MAX il rover può ricostruire le osservazioni con le ambiguità ridotte di tutte le stazioni della cella, pertanto massimizza i dati disponibili.

Il rover ha la possibilità di adattarsi alle condizioni atmosferiche usando un numero appropriato di stazioni di riferimento, quindi durante il rilievo è garantita la omogeneità.

Conclusioni

Il MAX è il metodo migliore in quanto è l'unico che soddisfa tutti i criteri di giudizio, un utente dovrebbe sempre pretendere le correzioni MAX.

Nello schema in figura 5 si riassume quali metodi soddisfano i vari criteri.

	Minimize Distance Dependent Errors	Traceability and Repeatability	Consistency	Maximize Use of all Satellite Data	Standardized Method	Rover-controlled Network Solution
Vrt. Ref. Stn.	Y	N	N	N	N	N
i-MAX	Y	Y	Y	N	N	N
FKP	Y	Y	Y	?	N	N
MAX	Y	Y	Y	Y	Y	Y

Figura 5 Riassunto della valutazione dei 4 metodi di rete