

GPS in RTK per l'automazione nel movimento terra

Nel campo dell'ingegneria civile, l'uso del GPS è ormai da alcuni anni una realtà consolidata nell'ambito di diversi tipi di applicazioni: dalle complesse operazioni di engineering nelle costruzioni civili di opere come viadotti, ponti strallati, etc., per finire alla organizzazione dell'intero ciclo di gestione e controllo di cantieri complessi, che possono essere equiparati a progetti in scala territoriale (un esempio eccezionale in tal senso è il progetto ORESUND già pubblicato sul numero 11/97 di GEOmedia).

Le tecniche e le metodologie adottate in tale ambito fanno riferimento alle applicazioni classiche in ambito RTK (Real Time Kinematic). Tra le applicazioni che più traggono vantaggio da tali tecniche possiamo annoverare quelle di picchettamento nei cantieri civili e stradali e, di recente, quelle di gestione e controllo delle macchine per il movimento terra.

Fino ai giorni nostri la guida delle macchine movimento terra è stata gestita con modalità e tecnologie diverse, ovvero attraverso il classico sistema dei picchetti o modine, oppure (negli ultimi anni) attraverso l'uso di sistemi laser che permettono di controllare con accuratezza piani o quote di scavo, attraverso sistemi di guida e controllo delle macchine livellatrici.

La tecnologia GPS sembra avere ottime possibilità di impiego ed è destinata a divenire nel futuro un sistema altamente integrato nella maggior parte delle applicazioni in campo ingegneristico e del controllo macchine (robotica). Nonostante ciò il GPS è ancora agli albori dal punto di vista applicativo: in particolare nelle applicazioni RTK, che sembrano ancora non aver raggiunto quel grado di precisione necessario alla definizione di dislivelli dell'ordine di alcuni centimetri.

L'architettura del sistema

Lo schema del progetto a prima vista risulta piuttosto semplice (v. Fig.1). Due ricevitori GPS posizionati con precisione su ciascun lato della macchina livellatrice ricevono informazioni, mediante un link radio, da una stazione di riferimento GPS. Le informazioni consentono il raggiungimento di precisioni dell'ordine del centimetro. Le coordinate 3D ricavate sono trasmesse in tempo

reale ad un computer per essere processate, eliminando perciò gli effetti nocivi del rumore di fondo del segnale GPS e del multipath. Le coordinate così rifinite sono comparate con la posizione teorica della benna livellatrice. Le differenze sono processate e inviate, formattate, ad un convertitore D/A (digitale/analogico), per il fatto che le valvole idrauliche possono accettare unicamente segnali analogici. Un monitor a colori installato nella cabina mostra, poi, all'operatore i parametri di lavoro specifici della macchina, oltre alla posizione reale comparata con quella teorica.

Problemi pratici

E' stato necessario risolvere molti problemi di ordine pratico, a partire dalla definizione degli algoritmi per la soppressione degli effetti del multipath: tale soppressione è necessaria in quanto senza una eliminazione a priori di questi errori, uno spostamento reale della macchina non può essere distinto da una misura inesatta del GPS. In condizioni normali, i movimenti della macchina sono piccoli e consentono un'analisi molto precisa dei dati GPS. La sfida è consistita nel raggiungimento delle condizioni di lavoro a regime nel più breve tempo possibile e sulla distanza più piccola possibile.

Soddisfacenti risultati sono stati raggiunti dopo diverse sessioni di prova

sul campo, attraverso la regolazione di precisione delle istruzioni di servo-controllo, durante l'inizializzazione delle macchine. Il software progettato in questo difficile step di sviluppo può ora essere impiegato per quasi ogni tipo di macchina.

Il test di simulazione

I test sono stati eseguiti su un prototipo RABAUD creato specificamente. Questo prototipo, che ricalca l'esatta geometria della macchina, ha consentito la validazione degli algoritmi sviluppati per PC. Il simulatore è stato composto da due unità WHEEL-AXLE, che supportano un telaio fornito di due lame, le quali simulano i punti estremi della macchina. Due martinetti servo-controllati consentono la messa a punto dell'altezza delle lame che a loro volta compensano due bande laterali di circa un metro su un terreno livellato grossolanamente. Le antenne GPS sono montate, sui punti estremi della macchina, abbastanza distanziate in modo tale da ridurre gli effetti del multipath.

Per testare l'esattezza e la reattività del servo-controllo è stato creato un progetto fittizio, inserito in formato elettronico nell'unità di calcolo. Il progetto fornisce una pendenza dell'1.47% su 40 m, seguita da un tracciato planimetrico a parabola molto stretta su 8.8 m. I risultati sono stati testati con un livello Leica NA2, ogni mezzo metro. Il grafico riasuntivo, corrispondente al lato sinistro del simulatore, mostra errori in altezza inferiori al centimetro su una superficie adeguatamente pre-configurata. Gli interessanti risultati raggiunti sul tracciato a parabola, mostrano come la macchina segua la traiettoria con uno scostamento da essa decisamente trascurabile.

Le discrepanze tra l'altezza teorica e l'altezza reale hanno mostrato errori massimi di 7 millimetri nella prima parte del progetto, seguiti dalla compensazione di errori riconducibili a difetti di campo in corrispondenza alla parte parabolica del progetto, dove l'accuratezza assoluta raggiunge di nuovo valori normali (compresi tra (10 mm). Tutto questo ha dimostrato come sia stato

possibile, facendo uso di sole misurazioni GPS, guidare una macchina livellatrice rispettando le costrizioni del settore specifico.

Il test di simulazione

Oltre alla simulazione in apposito laboratorio, sono stati effettuati successivamente dei test reali sulla macchina Rotograde. Il nuovo sistema è attualmente operativo presso i cantieri di costruzioni GTM, relativo alla autostrada A85 e A89, rispettivamente nel centro e nel sud della Francia. Presso questi siti le prestazioni operative sono state accuratamente testate: un confronto tra la superficie finale e quella teorica, di nuovo misurato con un livello Leica NA2, ha mostrato un errore medio di 0.6 cm, con una deviazione standard di 0.7 cm.

Le prospettive commerciali e di mercato

Le soluzioni GPS orientate al *machine control* sembrano ormai aver conquistato la loro stabilità in termini di tecnologie ed applicazioni. Le aziende leader del settore sono ormai alcuni anni che, attraverso i prodotti e la comunicazione, sollecitano tale ambito applicativo. E' chiaro che le applicazioni nel settore del movimento terra e dell'engineering (controllo e monitoraggio strutture), in generale, aumenteranno sempre più, con un riflesso sicuramente positivo dal punto di vista commerciale, dovuto sia alla ottimizzazione delle risorse che alla maggiore produttività.

Estratto da "Remote Machine Guidance by real-time Kinematic GPS" su *GIM International* n.3 Vol.13

A cura di Gianluca Pititto

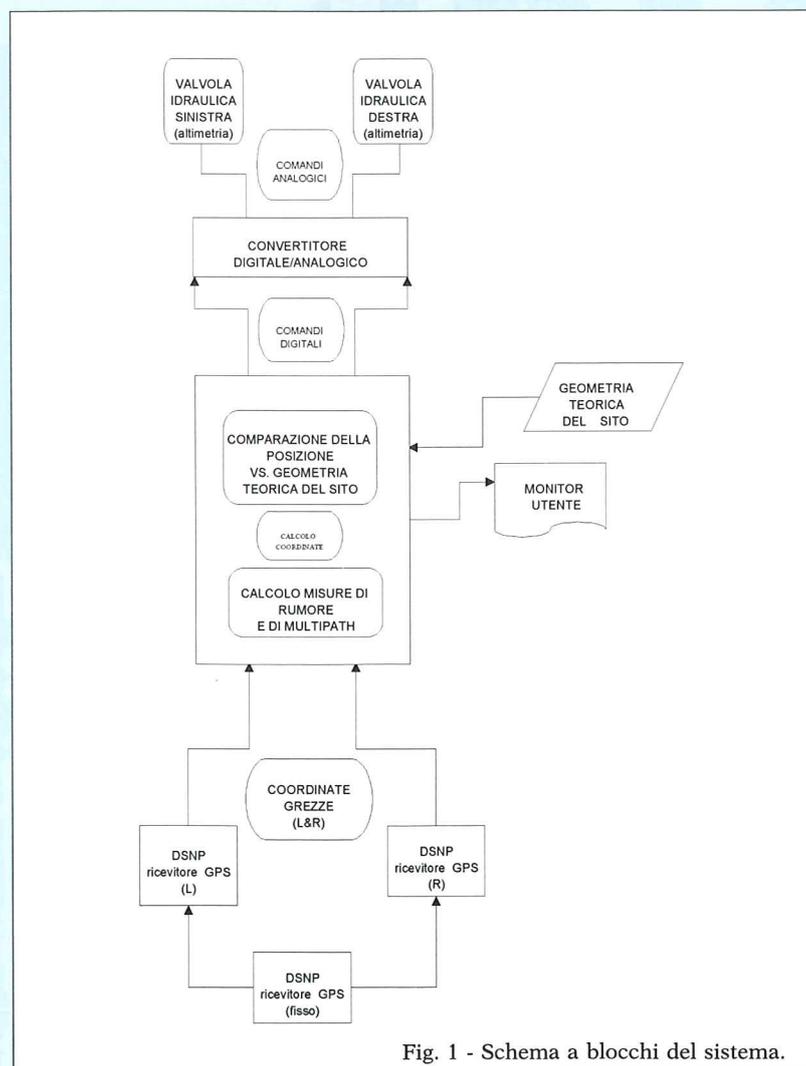
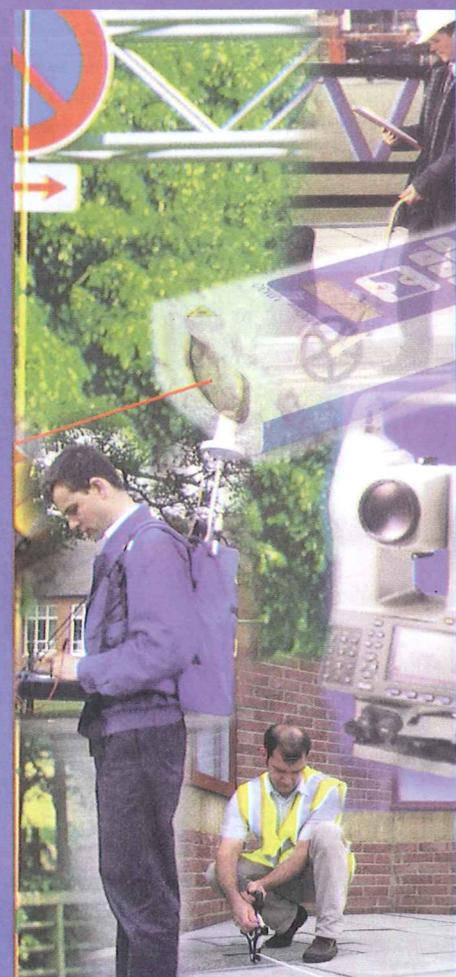


Fig. 1 - Schema a blocchi del sistema.

Sistema per l'acquisizione d'informazioni territoriali

Un sistema...
molte interfacce!

- GPS e DGPS
- Distanziometro Laser
- Stazione Totale
- Binocolo Digitale
- Input Manuale



midasGIS, la soluzione completa, una risposta a molte domande.