

Geomatics Workbooks, Volume 7

Ludovico Biagi, Fernando Sansò Editori

Un libro bianco su I servizi di posizionamento satellitare per l'e-government

Contributi di

Battista Benciolini, Marcello Bernabini, Ludovico Biagi, Costante Bonacina, Alessandro Bosman, Stefano Caldera, Vittorio Casella, Marco Ciccarini, Tiziano Cosso, Mattia Crespi, Matteo Crozi, Laura De Vendictis, Bianca Federici, Gianfranco Forlani, Marica Franzini, Marco Gadola, Stefano Gandolfi, Leonardo Macelloni, Ambrogio Maria Manzino, Augusto Mazzoni, Francesco Mele, Stefano Morbioli, Carla Nardinocchi, Roberta Onori, Armando Pacifico, Giovanni Reina, Marco Roggero, Fernando Sansò, Domenico Sguerso, Anna Spalla, Aurelio Stoppini, Vincenza Tornatore, Giorgio Vassena, Maria Grazia Visconti, Fabio Volpe, Mario Vultaggio

I risultati del Progetto di Rilevante Interesse Nazionale cofinanziato nel 2004 dal Ministero dell'Università e della Ricerca.

Ludovico Biagi
Politecnico di Milano,
DIIAR c/o Polo Regionale di Como, via Valleggio 11, 22100 Como,
ludovico.biagi@polimi.it

Fernando Sansò
Politecnico di Milano,
DIIAR c/o Polo Regionale di Como, via Valleggio 11, 22100 Como,
fernando.sanso@polimi.it

Disegno di copertina: Ludovico Biagi, Stefano Caldera, Augusto Mazzoni
I servizi di posizionamento satellitari per l'e-government

Geomatics Workbooks, volume 7
ISSN 1591-092X
<http://geomatica.como.polimi.it/workbooks/>
geowb@geomatica.como.polimi.it
Editorial Board: M. A. Brovelli, L. Biagi, M. Negretti

© Geomatics Laboratory,
Politecnico di Milano, Polo Regionale di Como, via Valleggio 11, 22100 Como,

Edizione a cura di:
Epitesto srl
consulenze e servizi per l'editoria
via Pascoli, 70/4 – Milano

Stampato da Prontostampa (Vaprio d'Adda)

INDICE

	Introduzione	v
	L. Biagi, F. Sansò	
1	Definizione delle strategie di progettazione di una rete permanente	1
	B. Benciolini, L. Biagi, M. Crespi, A. M. Manzino, M. Roggero	
2	I sistemi di riferimento e i servizi di posizionamento: introduzione	15
2.1	Materializzazione dei sistemi di riferimento mediante i servizi di posizionamento	17
	B. Benciolini, L. Biagi, M. Crespi, A. M. Manzino, M. Roggero, F. Sansò	
2.1.A1	La trasformazione fra coordinate rete e coordinate utente per la Regione Lombardia	33
	L. Biagi, S. Caldera, M. G. Visconti	
2.2	Esperienze sulla trasformazione di datum altimetrico	39
	V. Casella, M. Franzini, A. Spalla	
2.3	La quota ortometrica sull'asse Brescia-Tonale.	
	Considerazioni sui risultati prodotti dal software Verto2 e analisi dello stato di conservazione dei riferimenti altimetrici dalla pianura ad un passo alpino	49
	C. Bonacina, G. Vassena	
3	Ottimizzazione delle strategie di gestione, controllo ed elaborazione dei dati acquisiti	55
	B. Benciolini, L. Biagi, A. M. Manzino, M. Roggero, F. Sansò	
4	Definizione della tipologia e della qualità dei prodotti e dei servizi erogati, indicazioni in merito al trattamento dei dati da parte degli utenti	81
	S. Gandolfi, A. Stoppini	
4.A1	Esperimento RTK1: verifica delle prestazioni del posizionamento in tempo reale	109
	L. Biagi, M. Crespi, S. Gandolfi, A. Manzino, A. Stoppini	
4.A2	Rilevamenti in tempo reale in prossimità dei confini di reti di stazioni permanenti GPS	121
	T. Cosso, B. Federici, D. Sguerso	
4.A3	Il rilievo GPS RTK per l'appoggio e il controllo dell'ortorettifica di immagini satellitari ad alta risoluzione	127
	V. Tornatore	
4.A4	Determinazione delle quote ortometriche nel sistema altimetrico nazionale (mareografo di Genova) delle origini (zeri idrometrici) di 59 idrometri situati nel territorio della Regione Lazio	135
	M. Crespi, A. Mazzoni, F. Mele	
5	Aggiornamento catastale e problematiche connesse al trasferimento del catasto ai comuni	141
	M. Crespi, A. Mazzoni, C. Nardinocchi, G. Reina	
6	Catasto stradale, Mobile Mapping e navigazione geodetica nelle reti di stazioni permanenti	167
	S. Gandolfi, G. Forlani	
6.A1	Attività sperimentale di rilievo dei fondali del fiume Tevere con metodologia Multibeam	187
	M. Bernabini, A. Bosman, M. Ciccarini, M. Crespi, A. Mazzoni, G. Reina	
6.A2	Valutazione di DSM estratti da immagini satellitari tramite rilievi gps cinematici	193
	M. Crespi, L. De Vendictis, R. Onori, F. Volpe, A. Mazzoni	

7	Supporto GNSS alla sicurezza del traffico, dei sistemi di trasporto (car navigation) e ai Location Based Services: introduzione	197
7.1	Setup e risultati sperimentali di una stazione EGNOS (static mode) nell'Italia meridionale A. Pacifico, M. Vultaggio	199
7.2	Posizionamento di mezzi in moto ad alta velocità mediante tecniche GNSS ad alta frequenza: confronto con i sensori utilizzati nei sistemi di acquisizione di bordo Costante Bonacina, Giorgio Vassena, Marco Gadola, Stefano Morbioli	215
8	Implementazione ed aggiornamento di DB topografici e GIS: introduzione	223
8.1	Una realizzazione WebGIS per l'aggiornamento in rete di database topografici M. Crozi, A. Spalla	225
8.2	Implementazione ed aggiornamento di DB topografici e GIS G. Forlani	243
8.2.A1	FOTOGPS: riprese fotogrammetriche digitali terrestri assistite da GPS G. Forlani, L. Pinto	247

INTRODUZIONE

Negli anni '90 i geodeti studiano in profondità il cosiddetto bilancio d'errore delle misure di fase delle onde elettromagnetiche che trasportano i segnali GPS.

Compresa l'utilità di formare le cosiddette differenze doppie per eliminare gli errori di orologio e abbattere gli errori d'orbita, per altro fortemente ridotti da un accurato processamento dinamico dei dati di molte stazioni permanenti sparse sul globo, e usata opportunamente la doppia frequenza per abbattere a valori residuali l'effetto della ionosfera, restavano in evidenza gli effetti residui, cioè quelli non rappresentati da opportuni modelli; fra questi in particolare il disturbo troposferico, soprattutto per la presenza di umidità irregolarmente distribuita dell'aria, la cosiddetta componente umida.

Fortunatamente si scopre che tali effetti residui di trasmissione, ancorché irregolari, hanno una significativa correlazione spaziale così che quando siano noti in un certo numero di stazioni, essi possono essere predetti in un qualunque punto intermedio, con semplici modelli di interpolazione e con una accuratezza che scende a livello centimetrico.

Nasce il concetto di posizionamento in tempo reale secondo il quale una rete di stazioni permanenti GPS i cui dati siano centralizzati ed elaborati istantaneamente può servire un qualunque utente che osservi nell'area della rete, trasmettendogli correzioni che permettono la stima degli errori nella sua misura di fase con accuratezza di pochi centimetri. Se poi la rete trasmette all'utente anche i dati di fase di una o più stazioni permanenti a lui prossime, questi sarà in grado di posizionare il proprio punto in pochi minuti con precisione centimetrica. Nasce così tra la fine del '90 e l'inizio del 2000 il concetto di Servizio di Posizionamento in tempo reale, o RTK, Real Time Kinematic.

In Italia, con un ritardo di qualche anno, si cerca di seguire questa evoluzione almeno a livello di ricerca, creando i primi servizi sperimentali. Nel 2003 nasce il primo progetto organico di un Servizio promosso da un ente pubblico, la Regione Lombardia, in collaborazione con il Politecnico di Milano. Negli anni successivi, fino al momento attuale, quasi tutte le Regioni italiane si muovono nella medesima direzione comprendendo le grandi potenzialità che un Servizio di questo tipo può sviluppare nei più diversi campi, dalla cartografia all'infomobilità, dal controllo del territorio alla sicurezza dei cittadini.

Parallelamente si sviluppano iniziative sia private che di enti pubblici che tendono a coprire l'Italia a tutte le scale, da quella di un singolo comune a quella nazionale.

Occorre qui menzionare almeno l'attività, ormai pluridecennale, dell'Agenzia Spaziale Italiana, rivolta però principalmente alla ricerca geodinamica sia a scala mondiale che a quella nazionale. In tale solco si inserisce anche la recente rete geodinamica dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Tornando alle attività di supporto in tempo reale ai servizi civili sviluppate primariamente dalle Regioni si è sentita fortemente l'esigenza di chiarire bene cosa è un Servizio di Posizionamento e di esplorare anche per l'Italia le sue potenziali applicazioni nei settori più diversi.

È così nata una proposta di Ricerca finanziata dal Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica finanziata come Progetto di Rilevante Interesse Nazionale (PRIN) 2004. Il lavoro si è sviluppato nel 2005-2006, con la partecipazione di 11 Unità di Ricerca e precisamente:

1. Università di Trento, Resp. Prof. B. Benciolini,
2. Università di Parma, Resp. Prof. G. Forlani,
3. Università di Bologna, Resp. Prof. S. Gandolfi,
4. Politecnico di Torino, Resp. Prof. A. M. Manzino,
5. Università di Brescia, Resp. Prof. G. Maternini,
6. Università di Roma "La Sapienza", Resp. Prof.ssa C. Nardinocchi,
7. Università di Padova, Resp. Prof. G. Salemi,
8. Politecnico di Milano, Resp. Prof. F. Sansò,
9. Università di Pavia, Resp. Prof.ssa A. Spalla,
10. Università di Perugia, Resp. Prof. A. Stoppini,
11. Università di Napoli "Parthenope", Resp. Prof. M. Vultaggio.

Questo libro raccoglie i risultati della ricerca i cui obiettivi erano:

- definire uno standard per la progettazione di reti di stazioni permanenti finalizzate a servizi di posizionamento,
- definire i metodi di analisi della reti di stazioni permanenti per il trasferimento dei risultati del sistema globale ITRS a quello europeo, ETRS, ed infine a coordinate cartografiche nazionali,
- definire uno standard di gestione dei servizi di posizionamento,
- identificare, per mezzo di una vasta campagna sperimentale, l'attendibilità dei risultati forniti in tempo reale dai servizi di posizionamento,
- esplorare l'uso dei servizi di posizionamento per l'aggiornamento catastale, nell'ottica del trasferimento del catasto ai comuni,
- esplorare l'uso dei servizi di posizionamento per il catasto stradale,
- esplorare l'uso dei servizi di posizionamento per l'aggiornamento dei DB topografici in tempo reale,
- esplorare l'uso dei servizi di posizionamento per il supporto ed il controllo di lavori pubblici,
- esplorare l'uso dei servizi di posizionamento per le diverse applicazioni della navigazione.

Riteniamo che gli obiettivi siano stati raggiunti al 90%: in particolare sarà utile in futuro approfondire da un punto di vista metodologico le questioni relative agli effetti atmosferici, da un punto di vista applicativo i Location Based Services. Il libro è composto di capitoli in accordo ai temi di ricerca: alcuni capitoli hanno sviluppo unitario ed autori ben definiti, altri capitoli sono composti da una introduzione editoriale e da sottocapitoli più specifici, questi con autori riferiti alle varie unità di ricerca.

Lo sviluppo di reti regionali ha oggettivamente posto il problema del coordinamento nazionale, la cui soluzione richiede chiarezza scientifica sulla questione dei sistemi di riferimento e sistemi di coordinate e decisione politica sul livello in cui tale coordinamento deve realizzarsi.

Gli autori di questo libro, certi di aver contribuito almeno in parte alla soluzione di tale problema, si augurano che in tempi brevi il sistema Italia sia capace di recepire in modo adeguato allineando la nostra alle altre nazioni avanzate.

Ludovico Biagi, Fernando Sansò