

VERIFICA E VALIDAZIONE DI UN NUOVO SOFTWARE PER LE TRASFORMAZIONI DI DATUM ALTIMETRICI E PLANIMETRICI IN AMBITO NAZIONALE

Valerio BAIOCCHI (*), Paola CAPALDO (*), Marco MEZZAPESA (**),
Piera SABURRI (***)

(*) “Sapienza” Università di Roma Dipartimento N.37 Idraulica Trasporti e Strade, 00184 Roma - via
Eudossiana 18 , tel. 0644585068, fax 0644585515, valerio.baiocchi@uniroma1.it

(**) Libero professionista, Via di Boccea 276, 00167 Roma, marcomezzapesa@libero.it

(***) Georesearch S.r.l., Via G.B. Gandino, 8 - 00167 Roma, info@georesearch.it

Riassunto

L'uso sempre maggiore del GPS e la conseguente necessità di avere a disposizione software con la capacità di trasformare file tra Datum differenti, hanno reso necessario lo sviluppo di un programma in grado di rispondere a tali necessità, almeno in ambito nazionale, con la maggiore precisione possibile. Geotrasformer è un software di prossimo rilascio in grado di compiere trasformazioni su tutti i tipi di file in uso con una precisione, allo stato attuale, disponibile solo per programmi che trasformano solo file di punti.

Abstract

The present diffusion of GPS and the consequent necessity to have available software with the ability to transform file among different Datum, need the development of a program able to answer to such necessities, at least in Italy, with the most greater possible precision. Geotrasformer is a software of next release able to complete transformations on all the types of file in use with a precision, presently available for programs for transformation of file of points.

Introduzione

L'uso sempre maggiore del GPS e la conseguente necessità di avere a disposizione software con la capacità di trasformare file tra Datum differenti, hanno reso necessario lo sviluppo di un programma in grado di rispondere a tali necessità, almeno in ambito nazionale, con la maggiore precisione possibile. Geotrasformer è un software di prossimo rilascio in grado di compiere trasformazioni su tutti i tipi di file in uso con una precisione, allo stato attuale, in possesso solo di programmi per trasformazione di file di punti

L'esistenza di tanti sistemi di riferimento e soprattutto l'affermazione del GPS, hanno determinato un sempre maggiore interesse nello studio e lo sviluppo di programmi capaci di convertire coordinate geografiche e cartografiche tra differenti Datum geodetici.

Il passaggio da un sistema all'altro non può avvenire univocamente, non è possibile quindi effettuare una rotazione o semplicemente una traslazione che permetta trasformazioni corrette di ampie zone, piuttosto esistono algoritmi, basati su dati empirici, che permettono tali trasformazioni. L'IGM ha elaborato negli anni delle griglie, ricavate da interpolazione di punti di cui si conoscono le coordinate nei vari sistemi di riferimento, come i trigonometrici della rete nazionale. Discorso a parte va fatto per le trasformazioni di datum altimetrici. Gli unici dati disponibili gratuitamente in Italia per le trasformazioni altimetriche sono quelli relativi al modello del geoido Italgeo95, modelli

più recenti, Italgeo99 e Italgeo05 sono disponibili, insieme alle griglie per le trasformazioni planimetriche, dietro pagamento di licenza. Fine della presente comunicazione è illustrare esaurientemente ciò che riguarda le trasformazioni di datum planimetrici ciò che riguarda i Datum altimetrici è argomento di un'altra comunicazione presente in questo stesso volume.

I parametri rilasciati dall'IGM per le trasformazioni planimetriche permettono tali trasformazioni con le maggiori precisioni possibili ed hanno inoltre il vantaggio di rivestire il carattere di trasformazioni ufficiali in quanto rilasciate dall'ente cartografico ufficiale nazionale (l'IGM appunto). Il costo di tali dati (disponibili nei formati .gr1 e .gr2 che, per la planimetria risultano totalmente equivalenti) ne sconsiglia l'acquisto da parte delle ditte che realizzano pacchetti GIS a livello internazionale le quali non trovano economicamente vantaggioso inserirli nei loro programmi.

Quindi, per la conversione di coordinate tra Datum differenti sono disponibili diversi software commerciali che presentano vari tipi di inconvenienti: i software GIS, per la conversione di file vettoriali e *raster*, sono basati su parametri approssimati e quindi forniscono risultati di scarsa precisione, software, in ambito nazionale, basati su parametri di elevata precisione e accuratezza trasformano esclusivamente file di punti.

Il software, di prossimo rilascio, Geotrasformer dovrebbe risolvere tali problematiche sul territorio nazionale. Il programma esegue trasformazioni di tutti i formati di file *aster* e vettoriali più diffusi.

Prima di entrare nello specifico dei risultati ottenuti dalla sperimentazione del software, verranno citate di seguito alcune caratteristiche del programma e delle operazioni da esso eseguite.

Geotrasformer lavora con griglie planimetriche proprietarie e avendole a disposizione con le griglie di interpolazioni punti acquistabili dall'IGM, gr1 e gr2 che come già detto dal punto di vista planimetrico sembrano totalmente equivalenti, la differenza è nei modelli di geoide che qui non vengono trattati anche se il software li gestisce ma tali possibilità sono meglio descritte nell'altra comunicazione all'interno di questo volume.

Per i file vettoriali, il software, esegue trasformazioni puntuali, ricalcando cioè "punto per punto" le coordinate planimetriche (o planoaltimetriche se richiesto) a seconda delle impostazioni. Ciò come detto può essere effettuato con le griglie proprietarie o con quelle IGM che vanno acquistate separatamente. In tal modo tutti i punti che compongono un file vettoriale vengono trasformati con la maggior precisione possibile rendendo nulli gli "effetti di bordo" e permettendo sempre un'accostamento ideale tra i vari elementi di cui può essere composta una cartografia.

Per file *tiffworld* .TIFF/.TFW, *raster* .TAB di Mapinfo e DEMascii, , opera la invece una traslazione costante su tutto il file.

Sicuramente questa operazione comporta un'approssimazione in quanto punti diversi hanno valori di traslazione diversi nel passaggio da un sistema di riferimento all'altro ma il software permette di valutare se l'approssimazione è adeguata alla scala di rappresentazione.

Nello specifico, il programma, calcola la traslazione nel centro e nei quattro vertici del dem o del raster, quindi verifica la differenza tra i valori così calcolati e quale sarebbero stati i corrispondenti valori delle coordinate di una conversione "punto per punto", fatto ciò valuta gli scarti tra le due differenti strategie nei quattro vertici.

Dagli scarti massimi e minimi calcolati sia per la coordinata est che per quella nord il software è in grado di restituire la scala massima per cui l'approssimazione di tale trasformazione può essere considerata accettabile, ovvero inferiore alla somma del limite di graficismo (considerato 0.2mm) e del limite delle interpolazioni griglie Geotrasformer o IGM, secondo i casi (40-20 cm). Resta solo da sottolineare il fatto che naturalmente non è possibile trasformare, i raster, da un sistema di riferimento cartografico ad uno geografico e viceversa.

I file raster presentano nel riferimento cartografico le coordinate planimetriche di un vertice e il passo della griglia regolare che li forma. Questo fa sì che trasformare da coordinate cartografiche a geografiche ad esempio porterebbe l'insorgere di molti errori: le griglie dei *raster* hanno spaziature

regolari mentre la latitudini e longitudini non hanno lo stesso passo, si dovrebbe quindi utilizzare un algoritmo di interpolazione dei punti, ma ciò comporterebbe un'ulteriore interpolazione delle informazioni originali, presenti nel file input, con conseguente degradazione delle precisione, soprattutto nel caso di file DEM.

Altra cosa da menzionare di sostanziale importanza è che il software, allo stato attuale, lavora non solo sul formato file *tiffworld* ma anche sui tiff georeferenziati, cioè che contengono nell'*header* del file informazioni sul proprio sistema di riferimento(GEOTIFF), e sui Raster in formato tab di *Mapinfo*® e permette la trasformazione tra i vari formati.

Per semplicità le sperimentazioni sui livelli di accuratezza e precisione sono state eseguite su file .xls, questo perché l'algoritmo di calcolo è, comunque, lo stesso per tutti i formato di file, quindi si è giudicato più semplice eseguire i calcoli statistici in ambiente Excel e soprattutto di più facile e chiara lettura per l'interpretazione dei risultati.

La prima verifica è stata quella di confrontare i risultati del software Geotrasformer confrontandolo con il programma ufficiale dell'IGM, Verto1, utilizzando le stesse griglie .gr1 e .gr2; questo serviva a verificare che Geotrasformer legga correttamente i valori contenuti nelle griglie dell'IGM.

La prima trasformazione è stata eseguita su punti che formano una griglia che ricade nel foglio 374 della cartografia a scala 1:50000 dell'IGM, da WGS84 a ED50, con griglie d'interpolazione gr1 e con cambiamento di quota da ellissoidiche a ortometriche, di seguito se ne riportata la tabella dei principali parametri statistici.

Come si può notare i parametri statistici delle differenze mostrano valori dell'ordine submillimetrico.

Dopo aver dimostrato il comportamento identico, nell'esecuzione dell'algoritmo di calcolo con l'uso delle stesse griglie IGM, dei due software, successivamente verranno espone solo ed esclusivamente le operazioni eseguite da Geotrasformer ed i risultati a cui si perviene valutando il software in tutte le possibili condizioni di lavoro questo per la maggiore flessibilità di Geotrasformer che permette, ad esempio, di utilizzare tutte le griglie Igm possedute contemporaneamente caricandole una sola volta.

Parametri statistici	LatGT-LatVerto (Sec.)	Long.GT-LongVerto (Sec.)	HGT-Hvorto (m)
Media	-2.7E-07	-1.0E-06	3.1E-05
Varianza	8.5E-12	8.2E-12	9.2E-08
Dev. Standard	2.9E-06	2.9E-06	3.0E-04
Media Assoluta	2.5E-06	2.6E-06	2.2E-04
Max	4.7E-06	4.3E-06	5.0E-04
Min.	-5.5E-06	-6.7E-06	-5.0E-04

Tabella 1 - Scarti Geotrasformer - Verto1 utilizzando la stessa griglia .gr1

L'ulteriore prova che è stata messa a punto per verificare l'esatta esecuzione dell'algoritmo di calcolo per le trasformazioni di coordinate planimetriche con le griglie Geotrasformer, che sono inserite nel software, è stato quello di eseguire operazioni circolari di andata e ritorno su file di punti per verificare eventuali derive.

Quindi, i file di punti a disposizione, scelti per rappresentare al meglio tutto il territorio nazionale, sono stati trasformati da un sistema di riferimento cartografico o geografico ad un altro ed i file di output di queste operazioni sono stati riportati nel sistema originale, dal confronto fra il file iniziale di entrata e quello finale di uscita, di tutto il processo di trasformazione, si è arrivati alla verifica dell'ordine di grandezza dell'eventuale deriva.

Le operazioni sono state effettuate su file di punti dei fogli di Roma, Venezia e Catanzaro, non se ne riportano le tabelle dei risultati delle deviazioni calcolate perché sono risultate sempre essere di

ordine di grandezza molto inferiore a quello scelto per la sperimentazione, che è dell'ordine di 1/10000 di secondo.

L'esatta implementazione delle equazioni di rappresentazione per passare da coordinate geografiche a cartografiche è stata verificata valutando gli scarti tra coordinate trasformate con griglie Geotrasformer e con griglie gr1 nel passaggio da geografiche WGS84 a cartografiche dello stesso Datum, di punti appartenenti al foglio di Albano. Le prove hanno evidenziato degli scostamenti non significativi in funzione della precisione ottenibile (Tab. 2).

Ultima prova riguardante la planimetria al fine di valutare le differenze tra le griglie Geotrasformer e quelle utilizzate dall'IGM è stata quella di valutare l'andamento degli scarti planimetrici e su tutto il territorio nazionale.

Avendo a disposizione le trasformazioni tra i vari Datum, calcolate nei vertici dei "fogli" a scala 1:100000 dell'IGM, convertiti da Roma40 in WGS84, geografiche e cartografiche, dell'IGM, si è potuto valutare in maniera più estesa lo scostamento su tutto il territorio nazionale. Nella Fig. 3 sono evidenziati i punti della griglia nazionale, oggetto della prova.

Parametri statistici	NordGT-Nordgr1 (m)	EstGT-Estgr1 (m)
Media	0.009	-0.142
Varianza	0.0001	0.002
Media Assoluta	0.012	0.142
Max	0.053	0.022
Min.	-0.025	-0.227

Tabella 2 - da WGS84 a Gauss-Boaga zona Albano

I 21 punti in giallo sono quelli esclusi dalla prova in quanto o situati troppo fuori dai confini del territorio nazionale dove non sono state implementate le griglie di interpolazione Geotrasformer, o troppo esterni rispetto la linea di costa. Di seguito sono riportate le tabelle dei parametri statistici.

Parametri statistici	Nord.GT-Nord.gr1 (m)	Est.GT-Est.gr1 (m)
Media	0.02	0.01
Mediana	0.01	0.01
Dev. Standard	0.25	0.26
Media Assoluta	0.16	0.17
Max	0.76	0.89
Min.	-0.96	-0.96

Tabella 4 – Trasformazioni da Gauss Boaga Roma40 a UTM_WGS84 su tutto il territori nazionale.

Parametri statistici	Nord.GT-Nord.gr1 (m)	Est.GT-Est.gr1 (m)
Media	-0.06	0.06
Mediana	-0.01	0.02
Dev. Standard	0.37	0.34
Max	0.97	0.96
Min.	-0.99	-0.82

Tabella 5 - Trasformazioni da Gauss Boaga Roma40 ad UTM_ED50 su tutto il territori nazionale

Come è facile notare (Tabb. 4 e 5) ampliando la valutazione su scala nazionale, i valori di scostamento minimi e massimi sono in generale superiori a quelli riscontrati precedentemente a livello locale, ma la media e la media assoluta presentano valori contenuti, così come i valori delle dispersioni.



Figura 3 – Collocazione dei punti per le prove in ambito nazionale e punti eliminati

Tali confronti hanno evidenziato come le differenze tra i risultati ottenuti con le trasformazioni proprietarie e IGM siano contenute in poche decine di cm, rendendo il software idoneo a tutte le trasformazioni fino alla scala 1:5000. rimangono da indagare alcuni effetti locali che se eliminati potrebbero portare le griglie del software a poter trattare anche dati provenienti da cartografie a scala 1:2000.

Qualora si avesse necessità di precisioni maggiori il software può comunque (ove disponibili) utilizzare i parametri ufficiali dell'IGM.

Conclusioni

Si può dire che il software ha raggiunto pienamente gli scopi per cui era stato pensato, ovvero poter trasformare non solo punti ma interi file vettoriali e raster con le massima precisioni attualmente disponibile in ambito nazionale. Ulteriori caratteristiche allo studio sono quelle di identificare automaticamente tipo di coordinate e fusi e di realizzare in automatico documentazioni quali monografie.

Bibliografia

V. Baiocchi, C. Bortolotti, M. Crespi, M.A. Del Moro, S. Pieri (2005) “*Accuratezze delle trasformazioni tra Datum e sistemi cartografici nazionali implementate nei software di maggiore utilizzo nelle applicazioni GIS*” Atti IX conferenza Asita

R. Barzaghi, B. Betti, A. Borghi, G. Sona e V. Tornatore (2004), “*Ulteriori sviluppi nella stima del Quasi-Geoide Italiano e future Prospettive*” geomatica.como.polimi.it/gnss/read.php