

G E O M A T I K A I
K Ö Z L E M É N Y E K

Publications in Geomatics

SZERKESZTŐK
Editors

ZÁVOTI J, BÁNYAI L, PAPP G

HU ISSN 1419-6492



MTA GEODÉZIAI ÉS GEOFIZIKAI KUTATÓINTÉZET
9400 SOPRON, CSATKAI U. 6-8.

TARTALOMJEGYZÉK

CONTENTS

Geomatematika – Geomathematics

Kádár István, Karsay Ferenc	9
A geodéziai és a kartográfiai helymeghatározás szintézise a Shannon-görbe alapján <i>The synthesis of the geodetic and the cartographical positioning after the Shannon-diagram</i>	
Battha László, Závoti József	19
Az előmetszési probléma és a 2D hasonlósági transzformáció <i>The intersection problem and the 2D similarity transformation</i>	
Jancsó Tamás	27
Durva hibák szűrése térbeli hasonlósági transzformációnál <i>Gross error detection at the spatial similarity transformation</i>	
Zaletnyik Piroska, Paláncz Béla	35
Térbeli affín transzformáció szimbolikus megoldása 3 ismert pontra <i>Symbolic solution of the 3D affine transformation in case of 3 known points</i>	
Laky Sándor	47
Differenciális evolúciós algoritmus alkalmazása geodéziai hálózatok kiegyenlítésére <i>Geodetic network adjustment using differential evolution algorithm</i>	
Nagy Imre	57
Pályaszámítási módszerek összehasonlítása <i>Comparing methods for orbit computation</i>	

Műszervizsgálatok és fejlesztések – Instrument tests and developments

Orbán Aladár, Horváth Attila, Gyimóthy Attila, Bánfi Frigyes	63
Felsőrendű digitális szintezőműszerek vizsgálata a Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézetben <i>Investigation of precise digital levelling instruments in the Geodetic and Geophysical Research Institute</i>	
Völgyesi Lajos, Égető Csaba, Laky Sándor, Tóth Gyula, Ultmann Zita	71
Eötvös-inga felújítása és tesztmérések a budapesti Mátyás- Hegyi-barlangban <i>Reconstruction of a torsion balance, and test measurements in the Mátyás cave in Budapest</i>	
Papp Gábor, Battha László, Bánfi Frigyes	83
CCD kamerás okulár-rendszer LACOSTE-ROMBERG G típusú graviméterekhez <i>CCD ocular system for the LACOSTE-ROMBERG G meters</i>	

Nehézségi erőter – Gravity field

Csapó Géza, Tóth Gyula, Laky Sándor, Völgyesi Lajos	91
Kísérleti mérések Eötvös-ingával és graviméterekkel – az Eötvös-inga mérések eredményei geodéziai célú hasznosításának vizsgálata céljából <i>Test measurements by torsion balance and gravimeters in view of geodetic application of torsion balance data</i>	
Dobróka Mihály, Völgyesi Lajos	101
A nehézségi erőter 3D potenciálfüggvényének inverziós előállítása <i>Inversion reconstruction of 3D gravity potential based on torsion balance measurements</i>	
Földvály Lóránt, Mészáros Péter	109
Az Antarktisz tömegátrendeződéseinek vizsgálata GRACE geopotenciális modellek alapján <i>Analysis of mass redistribution in Antarctica based on GRACE gravity models</i>	
Völgyesi Lajos	119
A geoid időbeli változása <i>Time variation of the geoid</i>	
Tóth Gyula	131
A HGTUB2007 új magyarországi kombinált kvázigeoid megoldás <i>New Hungarian combined quasigeoid solution HGTUB2007</i>	
Bányai László, Gyimóthy Attila	141
A hazai geodéziai hálózatok és geoid modellek vizsgálata koordináta transzformációk alkalmazásával <i>Investigation of the Hungarian geodetic networks and geoid solutions by means of coordinate transformations</i>	

GNSS alkalmazások és egyéb helymeghatározás – GNSS applications and other positioning techniques

Busics György	151
AZ ETRS89 és a HD72 vonatkoztatási rendszerek közötti méretaránytényező kérdése <i>The scale factor between ETRS89 and HD72 reference systems</i>	
Frey Sándor, Moór Attila	163
„Pontállandósítás” az égen – milyen kvazárok alkalmasak az égi vonatkoztatási rendszer kijelölésére? <i>Defining the celestial reference points – which quasars are the best suited?</i>	
Horváth Tamás	169
A GNSSnet.hu szolgáltatás jelene és jövője <i>The GNSSnet.hu service at present and in the future</i>	
Kenyeres Ambrus, Figurski M, Grenerczy Gyula	179
GPS mérések újrafeldolgozása: nemzetközi és hazai eredmények <i>Reprocessing of GPS measurements: results from the World and Hungary</i>	
Rózsa Szabolcs, Dombai Ferenc, Németh Péter, Ablonczy Dávid	187
Integrált vízgőztartalom becslése GPS adatok alapján <i>Estimation of integrated water vapour (IWV) from GPS observations</i>	

Ferencz Viktória	197
Geodéziai GPS a vasúti vágányhálózat újfelmérésében <i>Using high accuracy GNSS systems for automated railroad tracking</i>	
Krausz Nikol, Barsi Árpád	205
Épületen belüli helymeghatározás RFID technológiával <i>Indoor navigation with RFID</i>	
Barsi Árpád, Lovas Tamás, Krausz Nikol	211
Forgalommal szembehajtó jármű detektálása RFID segítségével <i>Detecting Ghost Driver by RFID</i>	

Geodinamika, mozgás- és deformációvizsgálat – Geodynamics and deformation analysis

Kiszely Márta	217
A Kárpát-medence és környéke földrengéseinek statisztikai elemzése <i>Statistical investigations of local earthquakes in the Carpathian Basin and surrounding area</i>	
Siki Zoltán, Homolya András	227
Paksi Atomerőmű II. blokk lokalizációs torony deformáció mérése <i>Deformation measurement of the localization tower of the second block in the Hungarian Nuclear Power Plant</i>	
Újvári Gábor, Bányai László, Mentés Gyula, Gyimóthy Attila, Holler Ildikó	233
A dunaszekcsői csuszamlás mozgásviszonyai <i>Movements of the Dunaszekcső landslide</i>	
Eperné-Pápai Ildikó, Mentés Gyula	241
Környezeti paraméterek hatása az extenzométeres mérésekre <i>Environmental parameter effects on extensometric measurements</i>	

Fotogrammetria és távérzékelés – Photogrammetry and remote sensing

Czímber Kornél	249
Új, általános célú képosztályozó kifejlesztése nagyfelbontású, textúrával rendelkező digitális képek feldolgozására <i>Development of a new, general image classifier to process high-resolution, textured digital images</i>	
Fekete Károly, Mélykúti Gábor, Schrott Péter	259
Közelfotogrammetriai kamerák minősítése átlagos képkoordináta középhiba-tárgytávolság függvényrel <i>Qualification of Close Range Photogrammetry Cameras Using Average Image Coordinate RMS error vs. Object Distance Function</i>	
Varga Emese, Hegedűs István, Földváry Lóránt, Fekete Károly	265
Mérési pontok optimalizációja egy arc fotogrammetriai kiértékelése számára <i>Optimization of measurement points in case of a photogrammetric processing</i>	
Veroné Wojtaszek Malgorzata	273
Földhasznosítás változásának követése távérzékeléssel a Velencei-tó vízgyűjtőjében <i>Land use change detection by Remote Sensing in the Lake Velence catchment area</i>	

Lovas Tamás, Berényi Attila, Barsi Árpád, Dunai László	281
Földi lézerszkennerek alkalmazhatósága mérnöki szerkezetek deformáció mérésében <i>Applying terrestrial laserscanning in deformation measurements of engineering structures</i>	
Brolly Gábor, Király Géza, Márkus István	291
Faállományok magassági modelljeinek előállítása távérzékelési eljárásokkal <i>Derivation of Crown Height Models by Remote Sensing Techniques</i>	
Kertész Imre, Lovas Tamás, Barsi Árpád	301
Úthálózat felmérése Budapesten kamerás mobil térképező rendszerrel <i>Road detection in Budapest with mobile mapping system</i>	
Tóth Zoltán	309
Képfeldolgozási algoritmusok a légifelvételek automatikus kiértékelésében <i>Computer vision algorithms in geoinformatics</i>	

Térinformatika – Geoinformatics

Ládai András Dénes	317
Térinformatika a külszíni bányászatban <i>Geoinformational applications in quarry</i>	
Kugler Zsófia	327
Terepmodell pontosságának hatása permanens hidraulikai modell számításában <i>Terrain uncertainty analysis for hydraulic calculations</i>	
Nagy Gábor	335
Korszerű grafikus eszközök lehetőségei a domborzatmodellek térhatású megjelenítésében <i>Using advanced graphic cards in 3D visualisation of the elevation models</i>	
Király G, Náhlik András	339
Gímszarvasok mozgásának térinformatikai elemzése és modellezése GPS-nyakörv által szolgáltatott, valamint kiegészítő adatok alapján <i>GIS analysis of the movement of red deer based on GPS collars' and ancillary data</i>	
Oberle Zoltán	349
Budapesti ASMI (állandó szórópontú műholdradar interferometria) adatok internetes információs rendszerének kiépítése <i>Development of a web-based information system of the Persistent Scatterers Radar Interferometry (PS-InSAR) data base for Budapest</i>	
Juhász Attila	357
Az idő kezelésének lehetőségei a hadtörténeti GIS rekonstrukciókban <i>Managing the time issue in military historical GIS</i>	
Márkus Béla, Eleiche Mohamed	367
Standalone Framework for Mobile GIS <i>A mobil GIS önálló környezete</i>	

A GEODÉZIAI ÉS A KARTOGRÁFIAI HELYMEGHATÁROZÁS SZINTÉZISE A SHANNON-GÖRBE ALAPJÁN

Kádár István^{*}, Karsay Ferenc^{**}



Synthesis of geodetic and cartographical positioning on the basis of the Shannon-diagram - The goal of the authors is: integration of the X, Y, Z coordinate-triplet which is basically important for geodetic computations and producing a decimal vector arithmetic without components in order to carry out parallel computations. Our examples are: accomplishment of 2D and 3D vector digits as well as of decimal vector number systems.

Keywords: Shannon-diagram, data and number representation, data compression, integration of the spatial coordinates, planning of vector digits, dimension independent space-points and -contents, spatial clocks, geovectors

A szerzők célkitűzése: a helymeghatározásban és a geodéziai számításokban alapvető fontosságú X, Y, Z koordináta-hármasok egyesítése és összetevők nélküli decimális vektor-aritmetika létrehozása párhuzamos számítás céljából. Példákat mutatunk be 2D és 3D vektor-számjegyek és decimális vektor-számrendszerek létrehozására.

Kulcsszavak: Shannon-görbe, adat- és számbábrázolás, adattömörítés, térbeli koordináták integrálása, vektor-számjegyek tervezése, dimenzió-független térpontok és tértartamok, térórák, geovektorok

1 Bevezetés

A geodézia és a kartográfia – lényegében informatikai szakterület. Bár különböző megjelenítési formákat használnak, de a helymeghatározás mindegyikük számára egyaránt nélkülözhetetlen, közös feladat. Ha egyetlen mondattal próbálnánk az ehhez alkalmazott módszerüket jellemezni, akkor a geodézia azt mondja meg, hogy „mi, hol van”, míg a kartográfia arra a fordított kérdésre ad választ, hogy „hol, mi van”. Ezeket tézisnek és antitézisnek tekintve, célszerűnek látunk egy olyan szintézist kidolgozni, amely a számítógépben is még közelebb hozza ezt a két testvér-szakterületet egymáshoz. A szintézis például az lehetne, amikor mind az objektumok, mind a helyek halmazát ismerve, keressük, hogy melyik objektumhoz melyik hely tartozik.

Amit jelenleg mind helymeghatározáshoz, mind geodéziai számításokhoz használunk, az koordináta-geometria/aritmetika. Amit javasolunk, az vektor-geometria/aritmetika és rasztergeometria/aritmetika egymással ill. egymáshoz integrálva. Ma még el sem képzelhető se a helymeghatározás, se a geodéziai számítás koordináták nélküli kényszerkapcsolat nélkül. Pedig a vektorszámokkal történő helymeghatározás és a vektor-aritmetikával végzett geodéziai számítás ugyanilyen szoros kapcsolatot tarthat szakmánk említett kettős feladata között. A csaknem minden tekintetben korszakalkotónak tekinthető GPS-rendszer remélhetőleg outputjában is rövidesen csatlakozni fog korszerűsítési elképzeléseinkhez.

Korábbi tanulmányainkban (Halmos et al. 1976, 1977, Kádár 1992, Kádár és Karsay 2007a, 2007b) bemutatunk már néhány olyan *térbeli számrendszert*, amelyek mind helymeghatározáshoz, mind vektor-aritmetikai számításokhoz egyaránt használhatók. Azóta már sikerült kidolgozni olyanokat is, amelyekben mind az alapszám, mind az alaki értékek *decimálisak*, ezért sokkal közelebb állnak a megszokottakhoz.

^{*}NYME Geoinformatika Kar,
8000 Székesfehérvár, Pirosalma u. 1-3.
E-mail: i.kadar@geo.info.hu

^{**}ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék
Budapest XI. kerület, Pázmány P. sétány 1a.
E-mail: karsay.ferenc@fibermail.hu

Hivatkozások

References

- Bell SBM, Mason DC** (1990): Tesseral quaternions for the octree, *The Computer Journal*, 33; 5, 386-397.
- Detrekői Á** (1991): Kiegyenlítő számítások. Bp. Tankönyvkiadó.
- Halmos F, Kádár I, Karsay F** (1976): Satellita geodéziai és egyéb geodéziai feladatok megoldása közvetlen vektor-mátrix aritmetikával feladat-orientált számrendszerekben. Kozmikus geodéziai szemináriumok. Budapest. MTESZ Központi Asztronautikai Szakosztálya I. kötet. 81-134.
- Halmos F, Kádár I, Karsay F** (1977): The Solution of Satellite Geodetical and Other Geodetical Problems with Direct Vector and Matrix Arithmetics in Problem-Oriented Number-Systems. *Mitteilungen aus dem Institut für Theoretische Geodesie der Universität Bonn* 48. 1-82.
- Hestenes, D** (1992): MV/C coordinate virus. 2. in: *Mathematical viruses*. 1-13.
- Hmelnik SzI** (1969): Kodirovanie vektorov, *Kibernetika*, Kiev, 5, 54-57.
- Holmes N** (1978) Representation for complex numbers. *IBM Journal of Research and Development*. 4, 429-430.
- Homoródi L** (1961): Szarka Zoltán: A mátrixszámítás kiegyenlítő számítási alkalmazásai. *Szakirodalom, Geodézia és Kartográfia*, 304-305.
- Kádár I** (1992): A helymeghatározás természetes mértékei. *Geodézia és Kartográfia* 6, 417-424.
- Kádár I, Busics Gy, Papp E** (1996): GPS data integration by simulated vector arithmetics in *J. J User Conference*, Toronto, Ontario, June 24-25. 1-18.
- Kádár I, Busics Gy** (1998): Új utak keresése a helymeghatározásban. *Geomatikai Közlemények* I, 89-108.
- Kádár I, Karsay F** (2007a): Adatábrázolási kísérleteink a térbeli hasonlósági transzformáció példáján. *Geomatikai Közlemények* X, 7-24.
- Kádár I, Karsay F** (2007b): Életképesnek és megvalósíthatónak látszó geoinformatikai fantáziák. in: *Földméréstől a geoinformatikáig – 45 éves a GEO*. Székesfehérvár, 178-194.
- Shannon CE** (1948): A mathematical theory of communication. *Bell System Tech. J.* 27, 379-423, 623-656.
- Somogyi J** (2004): Geometriai algebra: A XXI. század matematikusainak, fizikusainak és mérnökeinek új egységes matematikai nyelve. *Geomatikai Közlemények* VIII, 13-20.
- Szarka Z** (1961): A mátrixszámítás kiegyenlítő számítási alkalmazásai. Felsőoktatási Jegyzetellátó V. Budapest.

AZ ELŐMETSZÉSI PROBLÉMA ÉS A 2D HASONLÓSÁGI TRANSZFORMÁCIÓ

Battha László*, Závoti József*



The intersection problem and the 2D similarity transformation - In a basic problem of geodesy the directions from points with known coordinates to an unknown (new) point are measured, and then the resulting angles are used to compute the coordinates of the new point. The relations between angles and lengths lead to a system of nonlinear equations of the form $f_i = 0$, ($i = 1, 2, 3$), where each f_i is a second degree polynomial of the unknown coordinates x_1, x_2, x_3 . Two different direct (non-iterative) solutions are discussed: one is based on the Sylvester-resultant, the other on the Gröbner-basis. We show that in the general case both methods lead to the same equations in one variable and of fourth degree, but in a special case the equations obtained by the Sylvester-resultant are of second degree. Two sets of measurement data are used to demonstrate the effectiveness of the algorithms: one was obtained by precise calculations, the other was obtained by adding errors to the first. We show that the direct solution of the 2D similarity transformation leads to the a result as applying the Gröbner-basis.

Keywords: 3D-resection, 2D similarity transformation, polynomial, resultant, Gröbner-basis

A geodézia alapfeladatai közé tartoznak azok a számítások, melyek során adott koordinátákkal rendelkező pontokból irányméréseket végezve egy ismeretlen (új) pontra a kapott szögekből meghatározzuk az új pont koordinátáit. A szögek és távolságok közötti összefüggésekből adódó nemlineáris egyenletek $f_i=0$ ($i=1,2,3$) alakúak, ahol mindegyik f_i a meghatározandó x_1, x_2, x_3 koordináták másodfokú polinomja. Két direkt (iteráció-mentes) megoldást mutatunk be: az egyik a rezultáns Sylvester-féle alakját alkalmazza, a másik a Gröbner-bázist. Megmutatjuk, hogy az általános esetben mindkét módszer ugyanazokhoz a negyedfokú egyismeretlenes egyenletekhez vezet, de egy speciális esetben a rezultáns alkalmazásával kapott egyenletek negyedfokú helyett másodfokúak. Mérési adatokként egy pontos számításokkal nyert adatrendszert, valamint ennek hibákkal torzított változatát használva bemutatjuk az algoritmusok hatékonyságát. Megmutatjuk, hogy 2D hasonlósági transzformáció közvetlen megoldása ugyanarra az eredményre vezet, mint a Gröbner-bázis alkalmazása.

Kulcsszavak: térbeli előmetszés, 2D hasonlósági transzformáció, polinom, rezultáns, Gröbner-bázis

1 Bevezetés

A geodézia legfontosabb problémáit (pl. hasonlósági transzformáció, relatív és abszolút tájékozás, stb.) a mai napig többnyire lineáris modellek segítségével oldjuk meg, amihez lényegében elegendő a mátrixműveletek ismerete. A megoldandó feladatok azonban alapvetően nemlineáris egyenletekre vezethetők vissza, és ezek linearizált felírása és megoldása eleve elhanyagolást, beépített hibát tartalmaz.

Napjaink népszerű matematikai programcsomagjai (Mathematica, MatLab, Maple) viszont lehetővé teszik, hogy a nemlineáris feladatokat eredeti alakjukban oldjuk meg a beépített nagybonyolultságú függvények segítségével, így ma már az is megállapítható, milyen pontosságvesztést okoznak a linearizált modellek és megoldások. Tanulmányunkban a geodéziai előmetszések problémájával és a 2D hasonlósági transzformáció megoldásával foglalkozunk.

A 2D előmetszési feladat esetében a $P_0P_1P_2$ háromszögben (1. ábra) a sinus-tétel alapján írhatjuk:

$$\frac{b}{S_{12}} = \frac{\sin \psi_{21}}{\sin[180^\circ - (\psi_{12} + \psi_{21})]} \Rightarrow b = S_{12} \frac{\sin \psi_{21}}{\sin(\psi_{12} + \psi_{21})} \quad (1.1)$$

Köszönetnyilvánítás. E tanulmány a T61800 nyilvántartás számú OTKA pályázat támogatásával készült.

Hivatkozások

References

- Awange JL, Grafarend E** (2002): Linearized Least Squares and nonlinear Gauss-Jacobi combinatorial algorithm applied to the 7 parameter datum transformation C7(3) problem. *Zeitschrift für Vermessungswesen*, 127, 109-116.
- Awange JL, Grafarend E** (2003): Closed form solution of the overdetermined nonlinear 7 parameter datum transformation *Allgemeine Vermessungsnachrichten*, 4, 130-149.
- Awange JL, Grafarend E, Fukuda Y** (2003): Closed form solution of the triple three-dimensional intersection problem *Zeitschrift für Vermessungswesen*, 128, 395-401.
- Becker T, Weispfenning VL** (1998): Gröbner bases. Graduate Texts in Mathematics 141. Springer-Verlag.
- Fuchs L** (1967): Bevezetés az algebrába és a számelméletbe. ELTE egyetemi jegyzet.
- Jancsó T** (2004): Durva hibaszűrés a fotogrammetriai hátrametszés kiegyenlítése előtt- kezdőérték megadása nélkül. *Geomatikai Közlemények*, VII, 181-195.
- Paláncz B, Zaletnyik P, Awange JL, Grafarend E** (2008): Dixon resultant's solution of systems of geodetic polynomial Equations. *Journal of Geodesy* 82; 8, 505-511.
- Závoti J** (1999): A geodézia korszerű matematikai módszerei. *Geomatikai Közlemények* II, 1-149.
- Závoti J** (2005): A 7 paraméteres 3D transzformáció egzakt megoldása. *Geomatikai Közlemények*, VIII, 53-60.

DURVA HIBÁK SZŰRÉSE TÉRBELI HASONLÓSÁGI TRANSZFORMÁCIÓNÁL

Jancsó Tamás*



Gross error detection in the spatial similarity transformation - In the spatial similarity transformation even three common points result in an over-determined system of equations. During the solution the gross-errors are distributed using the least-squares method. With an alternative adjustment method we can avoid the distribution of the gross errors. For this purpose we need a process based on the weighted mean calculation. This method gives the same result as the adjustment method based on iterations, in the same time the points having gross errors can be detected before the adjustment. For the detection we need a null-hypothesis comparison of the expected and calculated root-mean-square errors. The root-mean-square errors are calculated from the spatial similarity transformation which is based on groups combining three points from the combination of common points.

Keywords: gross error detection, spatial similarity transformation, adjustment

A térbeli hasonlósági transzformációkor már három közös pont esetén is túlhatározott egyenletrendszert lehet felírni. Ennek megoldása során a durva hibák széteszlanak a legkisebb négyzetek módszerének alkalmazásakor. Egy alternatív kiegyenlítési módszerrel megakadályozható a durva hibák szétterjedése. Ehhez a súlyozott középérték-képzésre alapuló számítást kell végezni. Az eljárás egyenértékű eredményt ad az iterációval végzett kiegyenlítéssel, ugyanakkor a durva hibával terhelt pontok még a kiegyenlítés előtt felderíthetők. A felderítéshez a várható és a számított középphibák null-hipotézisre épülő összehasonlítására van szükség statisztikai módszerekkel. A középphibákat a közös pontokból kombinációval képzett három pontból álló csoportok alapján végzett térbeli hasonlósági transzformációkból kapjuk.

Kulcsszavak: durvahiba-szűrés, térbeli hasonlósági transzformáció, kiegyenlítés

1 Bevezetés

A térbeli hasonlósági transzformáció feladata klasszikus feladatnak számít a geodéziában, fotogrammetriában (Albertz és Kreiling 1989). Hagyományos megoldás során a közös pontokra felírt egyenletrendszert a legkisebb négyzetek módszerével iterációs úton oldják meg. A fokozatos közelítés során a durva hibával terhelt pontok hatással vannak a teljes transzformációra, az egyes pontokhoz köthető hibák eloszlanak, kiegyenlítődnek a többi pontra. A szakirodalomban alternatív megoldást jelent a Gröbner bázissal végzett kiegyenlítés (Awange 2002, 2003, Závoti 2005). A módszer gyakorlati alkalmazását korlátozza, hogy a Gröbner bázis előállításához külső matematikai szoftvereket (pl. Mathematica, Matlab) kell alkalmazni, vagyis nem készíthetők önálló szoftveres megoldások a Gröbner bázis generálásának feladata nélkül. Alternatív megoldás lehet a Jacobi-féle középértékképzésen alapuló kiegyenlítés. Ennek pontos menetét Závoti és Jancsó (2006) cikkben írtuk le. Jelen cikk ennek a módszernek a folytatása és kiterjesztése a durva hibákkal terhelt pontok felderítésére.

2 A kiegyenlítés összefoglalása

A Jacobi-féle középértékkal végzett kiegyenlítés egyenértékű eredményt szolgáltat a legkisebb négyzetek módszerével. Ezt már maga Gauss is bizonyította, és amit Grafarend és Awange (2005) részletesen tárgyalnak munkájukban. Ezt a metodikát a hazai szakirodalom is átvette (Tamás 1936, Haáz 1942), de ez a módszertan hosszú évtizedekre elfeledetté vált, és a térbeli transzformációkra nem alkalmazták.

Köszönetnyilvánítás. Köszönöm Dr. Busics György kollégámnak a mintaadatokat, aki egyúttal felhívta a figyelmet a feladat fontosságára is.

Hivatkozások

References

- Albertz J, Kreiling W** (1989): Photogrammetrisches Taschenbuch, Wichmann, Karlsruhe, 2. Auflage, 58-60.
- Awange JL, Grafarend EW** (2002): Linearized Least Squares and nonlinear Gauss-Jacobbi combinatorial algorithm applied to the 7 parameter datum transformation C_7 (3) problem. *Zeitschrift für Vermessungswesen*, 127, 109-116.
- Awange JL, Grafarend EW** (2003): Closed form solution of the overdetermined nonlinear 7 parameter datum transformation. *Allgemeine Vermessungsnachrichten*, 4, 130-149.
- Awange JL, Grafarend EW** (2005): Solving Algebraic Computational Problems in Geodesy and Geoinformatics, Springer Verlag, 57-75.
- Detrekői Á** (1991): Kiegyenlítő számítások. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Haáz IB** (1942): A normálegyenletek megoldása középértékképzéssel. *Geodéziai Közlemények*, XVIII (3), 111-117.
- Kraus K** (1998): Fotogrammetria, Tertia Kiadó, Budapest
- McGlone JC** (2004): Manual of Photogrammetry, American Society of Photogrammetry and Remote Sensing, Bethesda, Maryland (USA), Fifth Edition, 72.
- Tamás Z** (1936): A koordinátakiegyenlítés új megoldása. *Geodéziai Közlemények*, XII (5-8), 86-101.
- Závoti J** (2005): A 7 paraméteres 3D transzformáció egzakt megoldása, *Geomatikai közlemények* VIII, 53-60.
- Závoti J, Jancsó T** (2006): The solution of the 7 parameter datum transformation problem with and without the Groebner basis, *Acta Geodetica Geophysica Hungarica*, 41(1), 11-14.

TÉRBELI AFFIN TRANSZFORMÁCIÓ SZIMBOLIKUS MEGOLDÁSA HÁROM ISMERT PONTRA

Zaletnyik Piroska*, Paláncz Béla**



Symbolic solution of the 3D affine transformation in case of three known points - The 9-parameter 3D affine transformation is the generalization of the 7-parameter Helmert transformation where instead of one scale parameter three different scales are used according to the three coordinate axes. In this study the symbolic solution of this transformation is given in case of the minimally required three known points. From the 9-variable nonlinear system of nine algebraic equations, a quadratic univariate polynomial is deduced, the positive real roots of which give the solution of the transformation problem. Different methods are demonstrated and the analytical form of the solutions for the nine parameters is given. The main advantage of this result is that we do not need linearization or initial guess values of the nine parameters, which is necessary in the case of the traditional solution of the nonlinear equation system. To put it plainly, we do not need numerical procedure at all. The result can be useful in the solution of the N-point case also, using Gauss-Jacobi combinatorial method, or using this solution as initial value for a local numerical solver.

Keywords: coordinate transformation, 9-parameter transformation, affine, computer algebra, Dixon resultant, Gröbner basis

A 7 paraméteres Helmert-féle térbeli hasonlósági transzformáció általánosításának, a 9 paraméteres térbeli affin transzformáció paramétereinek előállítására szolgáló szimbolikus megoldási módszert mutatunk be. Visszavezetve a kilenc ismeretlenes kilenc egyenletrendszerből álló algebrai egyenlet-rendszer megoldását egyetlen egyváltozós másodfokú algebrai polinom zérushelyeinek a meghatározására. Az analitikus megoldás előállítására több megoldási módszert is bemutatunk és megadjuk analitikus alakban a kilenc paraméter meghatározására szolgáló egyenleteket a minimálisan szükséges három ismert pont esetében. A szimbolikus megoldás előnye, hogy a hagyományos megoldásokkal szemben nincs szükség linearizálás alkalmazására vagy kezdőérték meghatározására. Magyarán, nincs szükség numerikus megoldási eljárásra. A három pontra kapott eredmény jól használható az N ismert pontra vonatkozó megoldások előállítása során, akár Gauss-Jacobi kombinatorikus módszer alkalmazásával, akár kezdőértékként, valamilyen numerikus megoldási módszert használva.

Kulcsszavak: koordinátatranszformáció, 9 paraméteres transzformáció, affin, számítógépes algebra, Dixon rezultáns, Gröbner bázisok

1 Bevezetés

A geodéziában igen fontos feladat a koordinátatranszformáció, melynek sokféle módszere alakult ki az idők folyamán. A koordináta-rendszerek dimenziója szerint lehetnek kétdimenziós síkbeli vagy háromdimenziós térbeli transzformációk, lehet globális vagy lokális, helyi transzformáció, de az alkalmazott paraméterek számát illetően is többféle transzformációs modellt ismerünk. Jó áttekintést találhatunk ezekről az Ádám et al. (2004) könyvben.

A legelterjedtebb koordinátatranszformáció a hasonlósági vagy Helmert transzformáció, térbeli koordináták esetében 7 paraméterrel (3 eltolás, 3 elforgatás és egy méretarány tényező). A hasonlósági transzformáció paramétereinek a meghatározására több modell is ismert. A leggyakoribb, hogy a 7 paraméteres transzformáció felírásakor számos egyszerűsítéssel élnek, - pl. feltételezik a forgatási szögek kis értékeit és a méretarány tényező csekély mértékű eltérését az egytől - amelyek az-

*BME, Általános- és Felsőgeodézia Tsz., 1111, Budapest, Műegyetem rkp. 3.
MTA-BME Fizikai Geodézia és Geodinamikai Kutatócsoport
E-mail: zaletnyikp@hotmail.com

**BME, Fotogrammetria és Térinformatika Tsz., 1111, Budapest, Műegyetem rkp. 3.
E-mail: palancz@epito.bme.hu

Köszönetnyilvánítás. A szerzők szeretnék megköszönni Robert Lewis professzornak a Fordham Egyetemről és Daniel Lichtblau professzornak a Wolfram Research kutatójának a közreműködését. Előbbinek a probléma sikeres megoldását a Dixon EDF módszerrel a *Fermat* rendszerrel, utóbbinak a tanácsát a Gröbner bázisok megfelelő alkalmazására vonatkozóan a *Mathematica* rendszerben.

Hivatkozások

References

- Ádám J, Bányai L, Borza T, Busics Gy, Kenyeres A, Krauter A, Takács B** (2004): Műholdas helymeghatározás, Műegyetemi Kiadó, Budapest.
- Awange JL, Grafarend EW** (2003): Closed form solution of the overdetermined nonlinear 7 parameter datum transformation. *Allgemeine Vermessungs Nachrichten*, 110, 130-148.
- Awange JL, Grafarend EW, Fukuda Y** (2004): Exact solution of the nonlinear 7-parameter datum transformation by Groebner basis, *Bolletino di Geodesia e Scienze Affini*, 2, 117-127.
- Awange JL, Grafarend EW** (2005): Solving Algebraic Computational Problems in Geodesy and Geoinformatics, Springer, Berlin.
- Bancroft S** (1985): An algebraic solution of the GPS equations, *IEEE Transaction on Aerospace and Electronic Systems* AES-21, 56-59.
- Grafarend EW, Shan J** (1996): Closed-form solution of the nonlinear pseudorange equations (GPS), *Artificial Satellites, Planetary Geodesy* 31, 133-147
- Halmos F** (1980): Geodéziai hálózatok közötti transzformációk matematikai modelljei. *Geodézia és Kartográfia*, 2, 97-104.
- Kapur D, Saxena T, Yang L** (1994): Algebraic and geometric reasoning using Dixon resultants. In: *ACM ISSAC 94*. Oxford, England, July 1994, 99-107.
- Kleusberg A** (2003): Analytical GPS navigation solution. In Grafarend EW., Krumm FW. and Schwarze VS. (eds) *Geodesy the Challenge of the 3rd Millennium*, Springer, Heidelberg, 93-96.
- Lewis R H** (2002): Using the Dixon resultant on big problems. in *CBMS Conference*, Texas A&M University.
- Lewis R H** (2008): Heuristics to Accelerate the Dixon Resultant. *Mathematics and Computers in Simulation*, 77(4), 400-407.
- Mathes A** (2002): EasyTrans Pro-Edition, Professionelle Koordinatentransformation für Navigation, Vermessung und GIS, ISBN 978-3-87907-367-2, CD-ROM mit Benutzerhandbuch.
- Paláncz B, Zaletnyik P, Awange JL, Grafarend EW** (2008): Dixon resultant's solution of nonlinear systems of geodetic equations, *Journal of Geodesy*, 82, 505-511.
- Papp E, Szűcs L** (2005): Földi és műholdas hálózatok transzformációja, *Geomatikai Közlemények*, VIII, 85-92.
- Quoc-Nam Tran** (2000): A fast algorithm for Gröbner basis conversion and its applications, *Journal of Symbolic Computation*, 30(4), 451-467.
- Somogyi J** (1969): A forgatási mátrix elemeinek meghatározása közvetlen úton, *Geodézia és Kartográfia*, 4, 264-267.
- Späth H** (2004): A numerical method for determining the spatial Helmert transformation in case of different scale factors, *Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement*, 129, 255-257.
- Watson GA** (2006): Computing Helmert transformations, *J. of Computational and Applied Mathematics*, 197, 387-395.
- Zaletnyik P, Paláncz B, Awange JL, Grafarend EW** (2008): Application of Computer Algebra Systems to Geodesy, In: M. G. Sideris: *Observing our Changing Earth*, Springer-Verlag, 803-808.
- Zaletnyik P** (2008): Koordináta transzformációk megoldása számítógépes algebra és neurális hálózatok felhasználásával, PhD disszertáció, BME, Építőmérnöki Kar.
- Závoti J** (2005): A 7 paraméteres 3D transzformáció egzakt megoldása, *Geomatikai Közlemények*, VIII, 53-60.
- Závoti J, Jancsó T** (2006): The Solution of the 7-parameter Datum Transformation Problem with- and without the Groebner Basis, *Acta Geod. Geoph. Hung.*, 41(1), 87-100.

DIFFERENCIÁLIS EVOLÚCIÓS ALGORITMUS ALKALMAZÁSA GEODÉZIAI HÁLÓZATOK KIEGYENLÍTÉSÉRE

Laky Sándor*



Geodetic network adjustment using differential evolution algorithm - Evolutionary algorithms are numerical methods for solving multivariate optimization problems. Mimicking the natural evolution of populations, they mutate and combine possible solution vectors to give birth to a next generation of solution vectors that drives the population closer to the global optimum of the objective function (besides satisfying the given conditional equations). Geodetic application of evolutionary-related algorithms is not completely novel: for example, they have been used to optimize the surveying of GPS networks, and to solve the first order network design problem. In this work differential evolution, a relatively new algorithm is proposed as a solution to the free network adjustment problem.

Keywords: evolutionary algorithm, differential evolution, network adjustment

Az evolúciós algoritmusok többváltozós optimumszámítási feladatok megoldására kidolgozott numerikus módszerek. Lényegük, hogy a keresési térben felvett különböző megoldásvektorokat oly módon mutáljuk és keresztezzük, hogy az egyes iterációk után az új megoldásvektorok a célfüggvény értékét – a feltételi egyenletek teljesítése mellett – átlagosan egyre közelebb vigyék az optimumhoz. Az evolúciós algoritmusokkal rokon eljárások alkalmazására a geodézia területén már korábban is volt példa (pl. GPS hálózatok észlelési tervének optimalizálása, vagy geodéziai hálózatok elsődrendű tervezése). Dolgozatunkban egy viszonylag új eljárásnak, a differenciális evolúciós algoritmusnak alkalmazási lehetőségét mutatjuk be geodéziai szabadhálózatok kiegyenlítésével kapcsolatban.

Kulcsszavak: evolúciós algoritmus, differenciális evolúció, hálózatkiegyenlítés

1 Bevezetés

Az evolúciós algoritmusok (Bäck és Hoffmeister 1991) olyan sztochasztikus optimalizációs eljárások, amik biológiai közösségek fejlődésének utánzásával törekednek a szélsőértékek feltérképezésére. Fejlődésük az 1950-es években indult útjára, gyakorlati alkalmazásuk pedig a számítógépek elterjedésével együtt teljesedett ki. Az alapvető változatok a természetes evolúció eszköztárából a természetes kiválasztódást, a mutációt, és a keresztezést alkalmazzák. (Egyes, az evolúciós algoritmusokkal rokon algoritmusok még tovább mennek a biológiai elvek matematikai alkalmazásában, például hangyarajok élelemkeresési szokásait veszik alapul.) Általánosságban jellemző rájuk továbbá, hogy az optimalizálandó célfüggvénnyel kapcsolatban különösebb feltételeket (pl. linearitás, folytonosság, differenciálhatóság) nem támasztanak, és hatékonyan alkalmazhatók a globális szélsőérték, vagy több helyi szélsőérték egyidejű megkeresésére.

Dolgozatunkban a differenciális evolúciós (Storn és Prince 1997) algoritmus egy lehetséges geodéziai alkalmazását vizsgáljuk meg. Ez egy evolúciós algoritmusokkal rokon eljárás, azonban a mutációt a hagyományos eljárásokhoz képest másképp értelmezi. Az algoritmus részletes leírását a 2.3 részben közöljük.

A geodéziai alkalmazás lehetőségét egy teljesen mindennapi példán, egy geodéziai szabadhálózat kiegyenlítésén mutatjuk be. A példa tekinthető „állatorvosi lónak”, hiszen segítségével az algoritmus alkalmazásának több előnyére is rávilágíthatunk:

1. Az algoritmus nemlineáris célfüggvény esetén is alkalmazható, ami jelen esetben azt eredményezi, hogy a távolságmérés és az iránymérés közvetítő egyenletei eredeti formájukban alkalmazhatók.
2. Globális optimumkeresést végzünk lokális optimumkeresés helyett. Ez, és az 1. pontban megfogalmazott tulajdonság együtt azt eredményezi, hogy nincs szükség előzetes értékek

*MTA-BME Fizikai Geodézia és Geodinamikai Kutatócsoport
BME Általános és Felsőgeodézia Tanszék
1521 Budapest, Pf. 91., e-mail: laky.sandor@freemail.hu

Köszönetnyilvánítás. Köszönettel tartozom *Babcsány Jánosnak* és *Dr. Rózsa Szabolcsnak* (BME Általános és Felsőgeodézia Tanszék) a sósikúti geodéziai mikrohálózat 2008. évi mérési eredményeinek rendelkezésemre bocsátásáért.

Hivatkozások

References

- Bäck T, Hoffmeister F** (1991): Global Optimization by Means of Evolutionary Algorithms. Random Search as a Method for Adaption and Optimization of Complex Systems. Krasnojarsk Space Technology University, 17-21.
- Storn R, Price K** (1997): Differential Evolution – A Simple and Efficient Heuristic for Global Optimization over Continuous Spaces. *Journal of Global Optimization* 11, 341-359.
- Saleh HA, Dare P** (2001): Effective Heuristics for the GPS Survey Network of Malta: Simulated Annealing and Tabu Search Techniques. *Journal of Heuristics* 7, 533–549.
- Berné JL, Baselga S** (2004): First-order design of geodetic networks using the simulated annealing method. *Journal of Geodesy* 78, 47–54.
- Detrekői Á** (1991): Kiegészítő számítások. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Robič T, Filipič B** (2005): DEMO: Differential Evolution for multiobjective optimization. Proceedings of the 3rd International Conference on Evolutionary Multicriterion Optimization (EMO 2005), 520-533.
- Dede K, Szűcs L** (2000): Geodéziai mérések a sósikúti hálózatban. *Geomatikai Közlemények* III, 125-132.
- Awange J L** (2002): Gröbner bases, multipolynomial resultants and the Gauss-Jacobi combinatorial algorithms – adjustment of nonlinear GPS/LPS observations. Doktori disszertáció, Stuttgarteri Egyetem, Geodéziai Intézet

PÁLYASZÁMÍTÁSI MÓDSZEREK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Nagy Imre*



Comparing orbit computation methods - Nowadays, artificial satellites are applied very often in Earth sciences. Knowing the orbit of the satellite is indispensable to process the data from the satellite. This requires more precise methods for orbit computation. High accuracy orbit computation methods are also necessary to planning the orbits of the satellites.

This paper compares some orbit computation methods by the help of three satellites. The chosen satellites are different in their orbital eccentricity, since orbits with low, medium and high eccentricity should be handled in different ways.

Keywords: celestial mechanics, orbit computation, regularization

Napjainkban, a földtudományokban egyre gyakrabban kerül sor mesterséges holdak alkalmazásra. A műholdakról származó adatok feldolgozásához azonban sokszor elengedhetetlen a mérést végző mesterséges égitest pályájának pontos ismerete. Ehhez minél pontosabb pályaszámítási módszerekre van szükség. A mesterséges holdak pályájának megtervezéséhez szintén elengedhetetlenek a nagy pontosságú pályaszámítási módszerek.

Jelen munkánkban néhány pályaszámítási módszert hasonlítunk össze három műhold segítségével. Az összehasonlításhoz kiválasztott mesterséges holdak pályájuk lapultságában térnek el jelentős mértékben, mivel pályaszámítás szempontjából lényeges különbség van a kis, közepes és nagy excentricitású pályák között.

Kulcsszavak: égi mechanika, pályaszámítás, regularizáció

1 Bevezetés

Az űrkutatásban leggyakrabban kör alakú vagy kis excentricitású pályáján keringő műholdakat használnak. Ezeket a pályákat nagy pontossággal lehet modellezni numerikus eszközökkel. Példának említhetjük a LAGOES-1 gravimetriai műholdat, amelynek mozgásából sikerült kimutatni a Föld infravörös sugárzásának a hatását is (Rubincam 1987). Napjaink gravimetriai műholdjai ennél is nagyobb pontosságú méréseket és így modellezést tesznek lehetővé, illetve a mérési pontosság fokozása végett egyúttal szükségessé is (Thomas 1999). A pálya nagy pontosságú ismerete azonban nem csak a tudományos kutatásokhoz szükséges ma már, hanem a mindennapi életben is nélkülözhetetlenné vált a műholdas helymeghatározás elterjedése révén.

A műholdak egy másik csoportja kisebb-nagyobb excentricitású, azaz elnyúltabb pályán kering. Ilyen pályára jellemzően csillagászati és távközlési műholdak kerülnek, például az orosz Molnyija sorozat tagjai vagy a rádiócsillagászati műholdak (pl. HALCA, Radioastron). Utóbbiak esetén különösen fontos a pálya, illetve a helyzet nagy pontosságú ismerete. Ezek a mesterséges holdak ugyanis a földi rádiótávcsövekkel összekapcsolva végeznek ún. űr-VLBI észleléseket, amihez a használt rádióhullámok hullámhosszánál pontosabban kell ismerni a műszerek egymástól való távolságát.

A nagy excentricitású pályák numerikus modellezése bonyolult feladat, mivel a perigeum közelében az űreszköz sebessége nagy lesz, és mind nagysága, mind pedig iránya gyorsan változik. Ha csak egy kis hibát követünk el ilyenkor a hely vagy a sebesség nagyságának illetve irányának számításában, az nagymértékben csökkentheti a vizsgált időszakra a modellezés pontosságát. A problémát az okozza, hogy a mesterséges holdak mozgását alapjában meghatározó egyenlet

$$\ddot{\mathbf{r}} = -\frac{\mu}{r^3} \mathbf{r} \quad (1)$$

az $r = 0$ pontban szinguláris. (Itt \mathbf{r} a mesterséges hold geocentrikus helyvektora, és μ a geocentrikus gravitációs állandó.) A problémára részben megoldását jelent a lépésköz csökkentése, de ennek ára

*MTA-BME Fizikai Geodézia és Geodinamikai Kutatócsoport
BME Általános és Felsőgeodézia Tanszék
1521 Budapest, Pf. 91., E-mail: imre@sci.fgt.bme.hu

Hivatkozások

References

- Bretagnon P, Francou G** (1988): Planetary theories in rectangular and spherical variables, *Astronomy and Astrophysics* 202, 309-315.
- Chapront-Touzé M, Chapront J** (1988): ELP2000-85: Semi-analytical lunar ephemeris adequate for historical times, *Astronomy and Astrophysics* 190, 342-352.
- Érdi B** (1996): Égi mechanika. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Nagy I** (2004): Numerical investigations of the orbit of Interball-1, *Publications of the Astronomy Department of the Eötvös University*, 14, 277-284.
- Nagy I, Érdi B** (2007): Numerical investigation of the orbit of Interball-1, *Astronomische Nachrichten*, 328, 793-796.
- Rubincam DP** (1987): Lageos Orbit Decay Due to Infrared Radiation From Earth, NASA Technical Memorandum 87804.
- Thomas JB** (1999): An Analysis of Gravity-Field Estimation Based on Intersatellite Dual-1-Way Biased Ranging, JPL 98-15, Pasadena.
- Zare K, Szebehely V, Liu JJF** (1996): A set of regular and uniform elements for satellites of high eccentricity and multiday period, *American Astronautical Society Publications* 96-137.

FELSŐRENDŰ DIGITÁLIS SZINTEZŐMŰSZEREK VIZSGÁLATA A GEODÉZIAI ÉS GEOFIZIKAI KUTATÓINTÉZETBEN

Orbán Aladár*, Horváth Attila*, Gyimóthy Attila*, Bánfi Frigyes*



Investigation of precise digital levelling instruments in the Geodetic and Geophysical Research Institute – In this study the development of different levelling instruments are shortly summarized together with the increasing error budget due to this development. The laser interferometric rod calibration system developed in our institute is introduced and the test investigations are compared to the results of another foreign laboratory. A simplified system calibration arrangement is also introduced, which is used to compare different instruments. By this method a systematic difference between our Leica Na3003 and DNA 03 was determined. Even in the case of instruments of the same type significant differences were found, which draw the attention to the investigations of the receiver adjustments as well. In connection with the re-measurement of the first order levelling network of Hungary a suitable instrument investigation procedure was proposed, which can reduce the budget of the re-measurement.

Keywords: calibration, digital levelling instrument, simplified system calibration

Tanulmányunkban röviden összefoglaltuk a szintező műszerek fejlődését és a fejlődéshez kapcsolódó újabb hibaforrásokat. A szakirodalom alapján bemutattuk a különböző vizsgálati módszereket és a német nyelvterületen végrehajtott átfogó vizsgálat fontosabb eredményeit. Bemutattuk a kódlecek kalibrálására kialakított rendszerünket, és a teszteredményeket összehasonlítottuk a külföldi mérések eredményeivel. Egyszerűsített vizsgálati módszert vezettünk be a rendszerkalibrálás pótlására, amellyel különböző műszerek összehasonlító vizsgálatát végeztük el. Meghatároztuk a Leica NA 3003 és a Leica DNA 03 műszereink mérési eredményei közti szabályos eltérést. Az azonos típusú műszerek esetében is találtunk a mérési sorozatok között szignifikáns különbségeket, ami a műszerek minőségi állapotának ellenőrzésére is felhívja a figyelmet. A magyarországi felsőrendű hálózat újraszintezésével kapcsolatban javaslatot teszünk a műszerek hazai vizsgálatára, ami a kalibrálási költségek csökkentéséhez is vezethet.

Kulcsszavak: kalibráció, digitális szintező műszer, egyszerűsített rendszer kalibrálás

1 Bevezetés

Intézetünk alapító okirata kiemelt feladatként határozta meg a geodéziai műszerek vizsgálatát, geodinamikai megfigyelő rendszerek fejlesztését és kalibrációját, ami jelenleg is a Geodéziai és Méréstechnikai Osztály egyik fő profilja (Mentes 2001).

Az MTA GGKI létesítésekor (1953) a korszerűnek tekinthető, speciálisan tervezett műszervizsgáló csarnokunknak is jelentős szerep jutott a MOM (Magyar Optikai Művek) – akkoriban világviszonylatban is jelentősnek számító – teodolit, giró-teodolit és szintező műszer fejlesztési programjában és a prototípusok tesztelésében is. A speciális műszervizsgáló berendezések kifejlesztése mellett (libella mérleg, szabályzó-kollimátor, terepi léckomparátor, lézeres léckomparátor, mágneses tér szimulátor stb.) jelentős tudományos cikkek és disszertációk is készültek (Orbán 1970, 1982, 1987, Orbán és Bánfi 1988, Halmos 1971, Alpár 1966).

Az ismert politikai és gazdasági változások a MOM sajnálatos leépüléséhez vezettek. Intézetünk számára azonban csakhamar új feladatok adódtak, többek között a geodéziai műszerek kalibrálási módszereinek kidolgozása terén. Módszereink etikátlan eltulajdonítása után hamarosan újabb feladatként jelentkezett az EOMA, az Egységes Országos Magassági Hálózat újramérésébe való bekapcsolódás, és különösen az itt használatos új szabatos digitális szintező műszerek és kódlecek kalibrálása. A kódlecek kötelező - jelenleg csak külföldön végrehajtható - vizsgálata a mérésben

Hivatkozások

References

- Alpár Gy** (1966): Libellák pontosságának vizsgálata. Kandidátusi értekezés
- Bányai L, Mentés Gy** (2006): Deformáció vizsgálatok geodéziai módszerei. Geomatikai Közlemények IX, 71-87.
- Foppe K, Wasmeier P, Wunderlich T** (2005): Erfahrungen aus nahezu 25 Jahren Nivellierlattenprüfungen an der TUM. AVN, 6, 213-220.
- Halmos F** (1971): Giroteodolitok geodéziai alkalmazásának elméleti és gyakorlati kérdései. Kandidátusi értekezés.
- Heister H, Worschitz H, Brunner F. K.** (2005): Präzisionsnivellierlatten, Komponenten- oder Systemkalibrierung? AVN, 6, 233-238.
- Mentés Gy** (2001): Geodéziai és geodinamikai műszerfejlesztések az MTA Geodéziai és Geofizikai kutatóintézetében. Geomatikai Közlemények IV., 47-60.
- Orbán A** (1970): About the instrumental research and test equipments of GRL. Fifteen Years Geodetical and Geophysical Research Laboratories of then Hungarian Academy of Sciences in Sopron, 31-36.
- Orbán A** (1982): Laboratóriumi módszerek a teodolitok minősítésére. Kandidátusi értekezés
- Orbán A** (1987): A kompenzátoros szintezőműszerek mágneses hatás miatti hibái. Geodézia és Kartográfia, 6, 438-442.
- Orbán A, Bánfi F** (1988): Szabatos kompenzátoros szintezőműszerek mágneses hatás miatti hibáinak hazai vizsgálata. Geodézia és Kartográfia, 1, 5-11.
- Orbán A, Horváth A, Gyimóthy A** (2009): A libellás szintezőműszertől a digitális szintezőműszerig, Geodézia és Kartográfia, LXI (2), 6-13.
- Rüger JM, Brunner FK** (2000): On the System Calibration and Type Testing of Digital Levels. ZfV, 4, 120-130.
- Schauerte W, Heister H** (2005): Der Ringversuch 2003-2004 zur Kalibrierung von Präzisionsnivellierlatten. AVN 6, 221-228.
- Staiger R, Witte B** (2005): Zur Bedeutung der Prüfung von Präzisionslatten für die Praxis. AVN, 6, 200-203.
- Virág G** (2002): A hazai szintezések komparálási problémái. Geomatikai Közlemények, V, 319-326.
- Worschitz H** (2005): Systemkalibrierung: Effekte von digitalen Nivelliersystemen. AVN, 6, 239-244.

EÖTVÖS-INGA FELÚJÍTÁSA ÉS TESZTMÉRÉSEK A BUDAPESTI MÁTYÁS-HEGYI-BARLANGBAN

Völgyesi Lajos^{*,**}, Égető Csaba^{*}, Laky Sándor^{**}, Tóth Gyula^{*,**}, Ultmann Zita^{*}



Reconstruction of a torsion balance, and test measurements in the Mátyás cave in Budapest - During recent investigations concerning geodetic applications of torsion balance measurements several problems arose, which required performing new torsion balance measurements. For that reason the Eötvös-Rybár (Auterbal) torsion balance owned by the Department of Geodesy and Surveying (Budapest University of Technology and Economics), which has been out of operation for many decades, was reconstructed and modernized. The scale reading has been automatized and its accuracy has been improved by using CCD sensors. Calibration and processing of field measurements were computerized to meet today's requirements. The first test measurements took place in the Mátyás cave (Budapest), including measurements on the main gravity reference point of Hungary, and the points of a gravity microbase created by the Eötvös Loránd Geophysical Institute.

Keywords: reconstruction of a torsion balance, CCD sensor, automation, test measurements

Az Eötvös-inga mérések geodéziai alkalmazására vonatkozó kutatásaink során az utóbbi időkben több olyan probléma adódott, amely szükségessé tette újabb Eötvös-inga mérések elvégzését. Ennek érdekében felújítottuk a BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszék múzeumában korábban kiállított működésképtelen Eötvös-Rybár (Auterbal) ingát, a leolvasást CCD érzékelők alkalmazásával automatizáltuk és pontosabbá tettük. Modern technikai és számítástechnikai lehetőségek alkalmazásával oldottuk meg a kalibrációt és a mérések kiértékelését. Az első teszt-méréseket a budapesti Mátyás-hegyi-barlangban a gravitációs főalapponton és az ELGI mikrobázisán végeztük.

Kulcsszavak: Eötvös-inga felújítása, CCD érzékelő, automatizálás, tesztmérések

1 Bevezetés

Magyarországon 1967-ben történtek utoljára Eötvös-inga mérések. A gravitációs kutatásokban az Eötvös-inga mérések nehézsége, időigényessége miatt egyre inkább a graviméteres mérések vették át a vezető szerepet. Időközben a technika és a tudásunk is sokat fejlődött. Az új technikai lehetőségek (a modern számítógépek megjelenése, CCD érzékelős kamerák, digitális hőmérők alkalmazása, stb.) olyan új távlatokat nyitottak, amelyekről nagynevű példaképeink – Eötvös Loránd és társai – a korukban még nem is álmodhattak. Elképzelhető, hogy az új alapelveken működő gradieméterek megjelenésével – és részben a még fellelhető Eötvös-ingák modernizációjával – a gradiensmérések új, nagy reneszánszát éljük meg hamarosan.

Napjainkban az újabb Eötvös-inga mérések végzését több különböző ok mellett elsősorban a vertikális gradiensek meghatározásával kapcsolatos kutatásaink tették szükségessé (Csapó et al. 2008, Völgyesi et al. 2005). Mint ismeretes, az Eötvös-tenzor 9 eleme közül szimmetria okok miatt csak 5 elem független, amelyből 4 mérhető közvetlenül Eötvös-ingával. Haalck (1950) ötlete alapján olyan számítási módszert dolgoztunk ki, amellyel Eötvös-inga mérések felhasználásával az Eötvös-tenzor hiányzó 5. eleme, a vertikális gradiens is meghatározható interpolációs eljárással (Tóth et al. 2005, Tóth 2007). A módszer alkalmazhatóságát szintetikus adatok felhasználásával teszt számításokkal már igazoltuk (Tóth et al. 2005), hátra van még viszont a valódi mért adatokkal történő ellenőrzés. Erre a célra olyan pontok kellene, ahol mind Eötvös-inga adatok, mind vertikális gradiens mérések rendelkezésre állnak. Mivel a korábban szinte kizárólagosan nyersanyagkutatás céljaira végzett ingamérések pontos koordinátái nem ismeretesek, ezért ezeken a pontokon ma már vertikális gradiens mérések nem végezhetőek. Adott volt ugyanakkor az ELGI Mátyás-hegyi-barlangjában egy olyan 14 pontból álló mikrobázis, ahol rendelkezésre állnak korábbi Eötvös-inga mérések, valamint garviméteres és vertikális gradiens mérések is történtek. Sajnos korábban csak 3 azimutos ingamé-

*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Általános- és Felsőgeodézia Tanszék

**MTA-BME Fizikai Geodézia és Geodinamikai Kutatócsoport

E-mail: volgyesi@eik.bme.hu, csabiegeto@yahoo.de, laky.sandor@freemail.hu, gtoth@sci.fgt.bme.hu, ultmann@gmail.com

Köszönetnyilvánítás. Kutatásaink a K60657 és a K76231 OTKA támogatásával folynak. Ezúton is köszönjük a Mátyás-hegyi-barlangban végzett méréseinkhez az ELGI, és kiemelten Csapó Géza segítségét.

Hivatkozások

References

- Haalck H** (1950): Die vollständige Berechnung örtlicher gravimetrischer Störefelder aus Drehwaagemessungen. Veröffentlichungen des Geodätischen Institutes Potsdam, Nr. 4, Potsdam.
- Tóth Gy, Völgyesi L, Csapó G** (2005): Determination of vertical gradients from torsion balance measurements. IAG Symposia 129, Gravity, Geoid and Space Missions, C. Jekeli, L. Bastos, J. Fernandes (Eds.), Springer, 292-297.
- Tóth Gy** (2007): Vertikális gravitációs gradiens meghatározás Eötvös-inga mérések hálózatában. Geomatikai Közlemények X, 29-36.
- Ultmann Z** (2008): Eötvös-inga mérések. TDK dolgozat, BME, Építőmérnöki Kar, Földmérő és térinformatikai szekció.
- Völgyesi L, Tóth Gy, Csapó G, Szabó Z** (2005): Az Eötvös-ingamérések geodéziai célú hasznosításának helyzete Magyarországon. Geodézia és Kartográfia, 57(5), 3-12.

CCD KAMERÁS OKULÁR-RENDSZER LACOSTE-ROMBERG G TÍPUSÚ GRAVIMÉTEREKHEZ

Papp Gábor, Battha László, Bánfi Frigyes*



CCD ocular system for the LACOSTE-ROMBERG gravimeters - Many of the LCR meters are equipped by only opto-mechanical reading system which makes the automatic and continuous observation impossible by such instruments. Although this problem is entirely solved by the so called optional CPI reading system usually combined with a feed-back system, the modernization of old, but properly working instruments is always risky. The technical modification of the meters's "heart" certainly influences its characteristics and therefore the consistent tracking of the behaviour of the instruments during their lifetime becomes questionable. With the proposed and applied image sensor system the original, very sensitive spring-lever unit of the G meter remains untouched and the direct and automated optical observation of the movement of the index beam can be determined by the tools of image processing. The aim of the described development is to provide a possibility for the continuous observation of the "individual" and local response of the G meters having only basic configuration to the gravity tides and to the change of meteorological parameters. Both factors might have some influence on the corrections of precise gravity observations at some μGal ($1 \mu\text{Gal} = 10^{-8} \text{ m/s}^2$) level. This paper summarises the setup of a complete hardware and software system running at the Geodynamical Observatory of the Geodetic and Geophysical Research Institute and evaluates its test observations.

Keywords: LCR G meters, CCD ocular, continuous optical observation, tidal response

A használatban lévő LCR G graviméterek közül sok csak az alapfelszereltséghez tartozó opto-mechanikai mikrométeres leolvasó berendezéssel rendelkezik. E miatt ezekkel a műszerekkel lehetetlen az automatizált, folyamatos mérés. Habár ez a probléma az ún. CPI rendszerrel és a hozzá kapcsolható ún. feed-back egységgel teljes mértékben megoldott, a régi, de jól működő alapműszerek utólagos kiegészítése mindig kockázatos. Az alkalmazott technikai-szerkezeti módosítások bizonyosan befolyásolják a műszer karakterisztikáit és ez kérdésessé teszi ezen műszerek sajátosságainak következetes nyomon követését működési idejük alatt. A javasolt képérzékelő rendszer alkalmazásával elkerülhető az eredeti rugós felfüggesztésű karból álló, igen érzékeny „erőmérő” egység megbontása és módosítása és egyben lehetővé válik az ún. index-szál mozgásának direkt és automatikus észlelése és az elmozdulás mértékének meghatározása képfeldolgozási módszerekkel. A bemutatandó fejlesztésnek a fő célja az, hogy eszközt biztosítson a G méterek gravitációs árapályra és a meteorológiai paraméterek változására adott egyedi, kisebb-nagyobb mértékben hely és műszerfüggő válaszában folyamatos megfigyelésére. Mindkét hatás figyelembe veendő a néhány μGal ($1 \mu\text{Gal} = 10^{-8} \text{ m/s}^2$) pontosságot igénylő gravitációs mérések megfelelő javításainál. A cikk bemutatja az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet Geodinamikai Observatóriumában működő teljes hardver és szoftver rendszert és elemzi az első teszt észlelések tapasztalatait.

Kulcsszavak: LCR G graviméterek, CCD érzékelő, folyamatos optikai észlelés, árapály hatás

1 Bevezetés

Az egyre nagyobb pontossági követelményeknek a gravimetriában (Csapó és Völgyesi 2004, Csapó 2006) csak úgy lehet eleget tenni, ha a mérést, amiből egy adott ponton a nehézségi gyorsulás értéke származik, befolyásoló összes, általában nem kívánatos belső (műszeres) és külső (környezeti) tényezőnek ismerjük a végeredményre kifejtett hatását. Ezen tényezőket a különböző javításokon (korrekciókon) keresztül vehetjük figyelembe. Így pl. beszélünk árapály-javításról, amely a földi nehézségi tér interplanetáris tömegvonzási hatásainak a nehézségi tér statikus összetevőjének meghatározása szempontjából zavaró időbeli változásai miatt szükséges (Wenzel, 1996). De tekinthetjük

Köszönetnyilvánítás. A szerzők köszönetet mondanak a PICTRON Számítás- és Videotechnikai Kft-nek a fejlesztés során felmerült szoftveres problémák megoldásában nyújtott segítségért.

Hivatkozások

References

- Csapó G, Völgyesi L** (2004b): Újabb mérések a vertikális gradiens(VG) értékének meghatározására. Magyar Geofizika, 45 (2), 64-69.
- Csapó G** (2008): Accuracy Tests of LCR Model G gravimeters. Geophysical Transactions *ELGI*, Vol. 45(3) 123-133.
- Benedek J, Papp G.** (2005): Graviméteres mérések kiértékelése műszervizsgálat céljából. Geomatikai Közlemények VIII, 201-208.
- Press WH, Flannery BP, Teukolsky SA, Vetterling WT** (1986): Numerical recipes. The art of scientific computing. Cambridge University Press, London
- Torge W** (1989): Gravimetry. de Gruener, Berlin.
- Völgyesi L, Égető Cs, Laky S, Tóth Gy, Ulmann Z** (2009): Eötvös-inga felújítása és tesztmérések a budapesti Mátyás-barlangban. Geomatikai Közlemények XII, 71-82.
- Wenzel HG** (1996) The nanogal software: Earth tide data processing package – ETERNA3.30. Bulletin D'informations Marees Terrestres, 124. 9425-9439.

KÍSÉRLETI MÉRÉSEK EÖTVÖS-INGÁVAL ÉS GRAVIMÉTEREKKEL – AZ EÖTVÖS-INGA MÉRÉSEK EREDMÉNYEI GEODÉZIAI CÉLÚ HASZNOSÍTÁSÁNAK VIZSGÁLATA CÉLJÁBÓL

Csapó Géza^{*}, Tóth Gyula^{**},^{***}, Laky Sándor^{***}, Völgyesi Lajos^{**},^{***}



Test measurements by torsion balance and gravimeters in view of geodetic application of torsion balance data - The purpose of the measurements presented in this paper was to utilize besides numerous (about 300000) gravity values determined by gravimetry, Hungarian torsion balance measurement results as well, and thereby facilitate an improved gravity field determination of our country. The primary goal of about 60000 torsion balance measurements was domestic prospecting of raw materials. Earlier theoretical investigations and geodetic torsion balance measurements made by Loránd Eötvös showed that these measurements are good for gravity field determination as well and it is possible by combining torsion balance with gravimetry to generate all functionals of the gravity field.

Keywords: gravity gradients, gravimeter, torsion balance

A tanulmányban bemutatott mérések alapvető célja az volt, hogy a nagyszámú (mintegy 300000) graviméterrel mért nehézségi gyorsulási érték felhasználásán kívül hasznosítsuk a magyarországi Eötvös-inga mérések eredményeit is és ezzel az eddigénél részletesebben ismerjük meg a nehézségi erőter szerkezetét hazánk területére vonatkozóan. A mintegy 60000 Eötvös-inga mérés elsősorban a hazai nyersanyag kutatás céljait szolgálta. Elméleti vizsgálatok és Eötvös Loránd geodéziai célú ingamérései bizonyították, hogy ezek az adatok a nehézségi erőter szerkezetének jobb megismerésére is hasznosíthatók, valamint az Eötvös-ingás és a graviméteres mérések eredményeinek kombinálásával a nehézségi erőter valamennyi eleme előállítható.

Kulcsszavak: nehézségi erőter gradiensei, graviméter, Eötvös-inga

1 Bevezetés

Részben az elméleti vizsgálatok gyakorlati igazolása, részben a kétféle gravitációs módszerrel meghatározott mennyiségek megbízhatóságának összehasonlítása céljából 2006-ban az ELGI-ben felújításra került egy E-54 típusú Eötvös-inga, amellyel először laboratóriumi vizsgálatok történtek (Csapó 2007), majd a terepi mérésekhez szükséges kiegészítők elkészítése után megfelelő területet kerestünk a tervezett munkák elvégzéséhez. Erre a célra a Csepel-sziget déli része, Makád község külterülete látszott alkalmasnak, ahol minimális a beépítettség és az ötvenes években számos Eötvös-inga mérést is végeztek.

2 A nehézségi erőter horizontális gradienseinek meghatározása

A Makád község külterületén létesített 300 m × 300 m kiterjedésű méteres síkvidéki teszhálózat pontjain egyidejűleg végeztünk Eötvös-ingával és graviméterrel horizontális gradiens méréseket. Az 1. táblázatban a graviméterrel mért horizontális gradienseket HG -vel, az ingával meghatározott értékeket W_{zs} -sel jelöltük (Völgyesi 2002). A graviméteres méréseket a következők szerint végeztük: a négy főégtájban a P központtól 5-5 méter távolságban kitűzött É, K, D, Ny pontok és a központi pont között ún. „kettős csillagmérést” végeztünk (P-É-P-K-P-D-P-Ny-P-...), és a számított Δg értékeket 5 m távolsággal osztva kaptuk a HG $\mu\text{Gal}/\text{m}$ -ben kifejezett értékét. A HG_E , HG_K , ill. W_{zx} ,

^{*}Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, H-1145 Budapest, Kolumbusz utca 17-23.

^{**}Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Általános- és Felsőgeodézia Tanszék

^{***}MTA-BME Fizikai Geodézia és Geodinamikai Kutatócsoport, H-1111 Budapest, Műegyetem rkp.3.

E-mail: csapo@elgi.hu, gtoth@sci.fgt.bme.hu, laky.sandor@freemail.hu, volgyesi@eik.bme.hu

Köszönetnyilvánítás. A tanulmányban ismertetett munkákat a K60657 és a K76231 számú OTKA pályázat támogatásával végeztük. Ezúton köszönjük a makádi református egyházközség vezetője *Lakatos Enikő* segítségét, aki munkánk sikeréhez fontos információkkal és azzal járult hozzá, hogy lehetőséget biztosított berendezéseink makádi tárolásához. Köszönettel tartozunk továbbá a Geoservice Kft. munkatársainak, akik messzemenően alkalmazkodtak a geodéziai munkákkal kapcsolatos igényeinkhez.

Hivatkozások

References

- Csapó G** (1999): Effect of vertical gravity gradient on the accuracy of gravimeter measurements based on Hungarian data. *Geophysical Transactions*, 42(1-2), 67-81.
- Csapó G** (2006): Accuracy Tests of LCR Model G gravimeters. *Geophysical Transactions*, 49; 3, 123-134.
- Csapó G** (2007): Az E-54 típusú Eötvös-inga használati utasítása. ELGI kiadvány, 1-27.
- Haalck H** (1950): Die vollständige Berechnung örtlicher gravimetrischer Störefelder aus Drehwaagemessungen. *Veröffentlichungen des Geodätischen Institutes Potsdam*, Nr. 4.
- Holstein H** (2003): Gravimagnetic anomaly formulas for polyhedra of spatially linear media. *Geophysics*, 68, 157-167.
- Laky S** (2009): E-54 típusú Eötvös-inga korszerűsítése. Technológiai jelentés, munkaközi változat, MTA-BME, Budapest.
- Tóth Gy** (2007): Vertikális gravitációs gradiens meghatározás Eötvös-inga mérések hálózatában. *Geomatikai Közlemények* X, 29-36.
- Vassiliou AA** (1986): Numerical techniques for processing airborne gradiometer data, UCSE Report 20017, Dept. of Surv. Eng., University of Calgary, Calgary, Alberta.
- Völgyesi L** (2002): *Geofizika*, Tankönyvkiadó, Budapest.

A NEHÉZSÉGI ERŐTÉR 3D POTENCIÁLFGÜGGVÉNYÉNEK INVERZIÓS ELŐÁLLÍTÁSA

Dobróka Mihály^{*,**}, Völgyesi Lajos^{***,****}



Inversion reconstruction of 3D gravity potential based on torsion balance measurements
 - Inversion reconstruction of 3D gravity potential based on each of the torsion balance and gravity measurements, deflections of the vertical and digital terrain model data have been solved by developing our former 2D solution. Applying this method the elements of the full Eötvös-tensor including the vertical gradients can be determined not only in the torsion balance stations, but anywhere in the surroundings of these points. This gives a simple possibility to transform the torsion balance measurements to different heights and the analytical determination of the equipotential surfaces of the gravity field.

Keywords: inversion, torsion balance measurements, Eötvös-tensor, deflection of the vertical, potential function, gravity gradients

Az általunk korábban kidolgozott 2D eljárás továbbfejlesztésével megoldottuk a nehézségi erőter 3 dimenziós potenciálfüggvényének inverziós előállítását Eötvös-inga mérési adatok, nehézségi gyorsulás mérések, függővonal-elhajlás értékek és digitális terepmodell adatok együttes felhasználásával. A módszerrel nem csupán az Eötvös-inga mérési pontokban, hanem ezek környezetében is meghatározható a teljes Eötvös-tenzor, és így megkaphatjuk az Eötvös-ingával közvetlenül nem mérhető vertikális gradiensek értékeit is. Ezzel egyszerű lehetőség adódik az Eötvös-inga mérések átszámítására különböző magasságokra, és megoldható a nehézségi erőter potenciál szintfelületeinek analitikus meghatározása.

Kulcsszavak: inverzió, Eötvös-inga mérések, Eötvös-tenzor, függővonal-elhajlás, potenciálfüggvény, gradiensek

1 Bevezetés

Magyarországon a múlt században közel 60000 Eötvös-inga mérést végeztek elsősorban ásványi nyersanyagok kutatása céljából. Napjainkban erre a célra már lényegesen hatékonyabb kutatási módszereket alkalmaznak, ezért az Eötvös-inga mérések geofizikai hasznosítása helyett a geodéziai hasznosítás került előtérbe. A geofizikai alkalmazások céljára korábban csak a W_{zx} és a W_{zy} horizontális gradienseket dolgozták fel, a W_{Δ} és W_{xy} görbületi adatok eddig feldolgozatlanok maradtak. A geodéziában viszont éppen a görbületi gradiensek alapján számíthatók függővonal-elhajlások, amelyeknek többek között a geoid finomszerkezetének meghatározása szempontjából van nagy jelentősége (Völgyesi 1993, 1995, 2001, 2005).

Az Eötvös-inga mérések geodéziai célú felhasználási lehetőségei a legutóbbi időkben tovább bővültek (Völgyesi et al. 2005). A W_{zx} és a W_{zy} horizontális gradiensek felhasználásával a nehézségi erőter, illetve a gravitációs anomáliák határozhatóak meg interpolációval (Völgyesi et al. 2004, 2007), a W_{zx} és a W_{zy} horizontális gradiensek és a W_{Δ} és W_{xy} görbületi adatok együttes felhasználásával pedig a vertikális gradiensek állíthatók elő az Eötvös-inga mérési pontokban (Haalck 1950, Tóth et al. 2004, 2005, Tóth 2007).

Valamennyi probléma megoldása szempontjából nagy jelentősége van a potenciálfüggvény előállításának. Amennyiben meg tudjuk határozni a nehézségi erőter potenciálfüggvényét, ebből megfelelő irányú első deriváltakkal elő tudjuk állítani az erőter vektorának összetevőit, a második deri-

*Miskolci Egyetem, Geofizikai Tanszék, H-3515 Miskolc-Egyetemváros

**MTA - Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kutatócsoport, H-3515 Miskolc, Egyetemváros
E-mail: dobroka@gold.uni-miskolc.hu

***BME, Általános és Felsőgeodézia Tanszék, H-1521 Budapest

****MTA Felsőgeodéziai és Geodinamikai Kutatócsoport, H-1521 Budapest
E-mail: volgyesi@eik.bme.hu

Köszönetnyilvánítás. Kutatásaink a K60657 és a K76231 OTKA támogatásával folynak.

Hivatkozások

References

- Dobróka M, Völgyesi L** (2005): A nehézségi erőter potenciálfüggvényének inverziós rekonstrukciója Eötvös-inga adatok alapján. *Geomatikai Közlemények VIII*, 223-230.
- Dobróka M, Völgyesi L** (2008): Inversion reconstruction of gravity potential based on gravity gradients. *Mathematical Geosciences*, 40(3), 299-311.
- Haalck H** (1950): Die vollständige Berechnung örtlicher gravimetrischer Störefelder aus Drehwaagemessungen. *Veröffentlichungen des Geodätischen Institutes Potsdam, Nr. 4, Potsdam*.
- Tóth Gy, Völgyesi L, Csapó G** (2004): Determination of vertical gradients from torsion balance measurements. *IAG International Symposium, Gravity, Geoid and Space Missions. Porto, Portugal August 30 - September 3, 2004*.
- Tóth Gy, Völgyesi L, Csapó G** (2005): Determination of vertical gradients from torsion balance measurements. *IAG Symposia Vol 129, Gravity, Geoid and Space Missions, C. Jekeli, L. Bastos, J. Fernandes (Eds.), Springer, 292-297*.
- Tóth Gy** (2007): Vertikális gravitációs gradiens meghatározás Eötvös-inga mérések hálózatában. *Geomatikai Közlemények X*, 29-36.
- Völgyesi L** (1993) Interpolation of deflection of the vertical based on gravity gradients. *Periodica Polytechnica Civ.Eng.*, 37(2), 137-166.
- Völgyesi L** (1995) Test Interpolation of deflection of the vertical in Hungary based on gravity gradients. *Periodica Polytechnica Civ.Eng.*, 39(1), 37-75.
- Völgyesi L** (2001): Local geoid determinations based on gravity gradients. *Acta Geodaetica et Geophysica Hung.* 36(2), 153-162.
- Völgyesi L, Tóth Gy, Csapó G** (2004): Determination of gravity anomalies from torsion balance measurements. *Gravity, Geoid and Space Missions GGSM 2004. IAG International Symposium Porto, Portugal. Jekeli C, Bastos L, Fernandes J. (Eds.) Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York; Series: IAG Symposia, 129. 292-297*.
- Völgyesi L, Tóth Gy, Csapó G, Szabó Z** (2005): Az Eötvös-ingamérések geodéziai célú hasznosításának helyzete Magyarországon. *Geodézia és Kartográfia*, 57(5), 3-12.
- Völgyesi L** (2005) Deflections of the vertical and geoid heights from gravity gradients. *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica*, 40(2), 147-159.
- Völgyesi L, Tóth Gy, Csapó G** (2007): Determination of gravity field from horizontal gradients of gravity. *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica*, 42(1), 107-117.

AZ ANTARKTISZ TÖMEGÁTRENDEZŐDÉSEINEK VIZSGÁLATA GRACE GEOPOTENCIÁLIS MODELLEK ALAPJÁN

Földváry Lóránt*, Mészáros Péter**



Analysis of mass redistribution in Antarctica based on GRACE gravity models - Records of the tide gauges detect a sea level rise between 1.0 mm/year and 2.5 mm/year. The rise is normally explained as effect of the melting icecaps, however these interpretations are not fully reliable. The present study provides an outlook of the Antarctic ice sheet, with an estimate of the ice melting based on GRACE gravity field models.

Keywords: temporal gravity field, GRACE, gravity models, Antarctica

Napjainkban sokat beszélünk a globális felmelegedésről, annak következményeiről. A nagy tengeri kikötők vízmércéi alapján az elmúlt évszázadban 1.0 mm/év és 2.5 mm/év tengerszint emelkedés tapasztalható. Egy ésszerű magyarázat szerint a sarki jégtakaró olvadása szolgáltatja ezt a víztöbbletet, azonban, mint arra cikkünkben rámutatunk, ezt csak meglehetősen kis megbízhatósággal állíthatjuk. Tanulmányunkban az Antarktisszal foglalkozunk, és becslést teszünk a jégtakaró olvadásának mértékére a GRACE gravimetriai műhold mérései alapján.

Kulcsszavak: nehézségi erőter időbeli változásai, GRACE, geopotenciális modell, Antarktisz

1 Bevezetés

A nagy tengeri kikötők vízmércéi alapján az elmúlt évszázadban 1.0 mm/év és 2.5 mm/év tengerszint emelkedés tapasztalható (NRC 1997). A víztöbblet eredete azonban korántsem nyilvánvaló (Edwards 2006). A Föld forgása következtében a víztömegek eleve folyamatos mozgásra (áramlásra) kárhóztatottak, tehát olyan, mint statikus óceán nem létezik. Ezt a dinamikus rendszert teszi komplikáltabbá a víztározó folyamatos változása. Ez alatt a litoszféra lemezek állandó tektonikus és izosztatikus mozgását értjük. Ezek közül a vízmércés mérések megbízhatósága szempontjából különös jelentőséggel bírnak a vertikális irányú mozgások, mint a konzekvensen egyirányú elmozdulást eredményező GIA (Glacial Isostatic Adjustment, am. a jégtakaró izosztatikus kiegyenlítődése) következtében tapasztalható RSL (Relative Sea Level, am. relatív vízszint) változások. Egy vízmércén mért változás tehát nem egyértelműen a víztöbbletnek a megnyilvánulása, hanem összetett, magasságváltozást eredményező folyamatok következménye, mint azt az 1. ábrán szemléltetjük.

Mégis, ha a víztöbblet forrását keressük, ésszerűnek tűnő elképzelés azt a globális felmelegedés következtében megindult földi jégtakaró olvadásában keresni. Azonban ezt az antarktisi és a grönlandi jégtakarón végzett vizsgálatokkal korábban nem tudták egyöntetűen alátámasztani. A GRACE-t megelőző tanulmányokból az antarktisi jégtakaró változására még a változás előjele sem egyértelmű; összességében valamennyi tanulmány a jégtakaró változásának mértékét -14 mm/év és +14 mm/év közé teszi (NRC 1997). Tanulmányunkban az Antarktisszal foglalkozunk, és becslést teszünk a jégtakaró olvadásának mértékére a GRACE gravimetriai műhold mérései alapján.

2 Jégtörténet

A földtörténeti negyedkorban a Föld pályageometriájának változása következtében a Föld felszínére beérkező napfény mennyisége kisebb mértékben ingadozott. Ennek következtében ezt a 900.000 évet a drasztikus éghajlatváltozások jellemezték, amelyek átlagosan 100.000 éves periódusokban jelentkező jégkorszakokat eredményeztek. Egy-egy ilyen periódus hosszú, 90.000 éves eljegesedést és 10.000 éves olvadást tett ki. A legutóbbi jégkorszak jellegét tekintve kissé tovább tartott: mintegy

*MTA-BME Fizikai Geodézia és Geodinamika Kutatócsoport, BME, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.

E-mail: foeldvaryl@sci.fgt.bme.hu

** BME Építőmérnöki Kar, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.

E-mail: mesz.peter@yahoo.com

Köszönetnyilvánítás. Az itt bemutatott munka a Bolyai-ösztöndíj és a Bolyai-Kelly ösztöndíj támogatásával készült.

Hivatkozások

References

- Bettadpur S** (2003): Level-2 Gravity Field Product User Handbook. GRACE Project material.
- Chen J, Wilson C, Tapley B** (2006): Satellite gravity measurements confirm accelerated melting of Greenland Ice Sheet. *Science*, 313, 1958.
- Edwards RJ** (2006): Sea levels: change and variability during warm intervals. *Progress in Physical Geography* 30 (6), 785-796.
- Földváry L, Fukuda Y** (2001): IB and NIB hypotheses and their possible differentiation by GRACE. *Geophysical Research Letters*, 28; 4, 663-666.
- Heiskanen WA, Moritz H** (1967): *Physical Geodesy*. W. H. Freeman and Co., San Francisco, pp. 366.
- Kaula WM** (1966): *Theory of Satellite Geodesy*. Blaisdell Publishing Co., Waltham, Massachusetts, Toronto and London, pp. 130.
- Luthcke SB, Zwally HJ, Abdalati W, Rowlands DD, Ray RD, Nerem RS, Lemoine FG, McCarthy JJ, Chinn DS** (2006): Recent Greenland ice mass loss by drainage system from satellite gravity observations. *Science*, 314, 1286-1289.
- NRC [National Research Council]** (1997): *Satellite gravity and the geosphere: contributions to the study of the solid Earth and its fluid envelope*, 112 pp., National Academy Press, Washington, D. C.
- Peltier WR** (1994): Ice Age Paleotopography. *Science*, 265, 195-201.
- Peltier WR** (1999): Global Sea Level Rise and Glacial Isostatic Adjustment. *Global and Planetary Change*, 20, 93-123.
- Peltier WR** (2004): Global Glacial Isostasy and the Surface of the Ice-Age Earth: The ICE-5G (VM2) Model and GRACE. Invited Paper, *Annual Review of Earth and Planetary Science*, 32, 111-149.
- Peters T, Müller J, Sneeuw N** (2002): Temporal variations in the Earth's gravity field with emphasis on atmospheric effects. *Vorträge beim 4. Rundgespräch Rotation der Erde in Höllenstein am 8./9.3.2001*. DGK Reihe A, Vol. 118.
- Sasgen I, Wolf D, Martinec Z, Klemann V, Hagedoorn J** (2005): Geodetic signatures of glacial changes in Antarctica: rates of geoid-height change and radial displacement due to present and past ice-mass variations. *Scientific Technical Report, STR05/01, GFZ, Potsdam* ISSN 1610-0956.
- Tushingham AM, Peltier WR** (1991): ICE-3G: A New Global Model of Late Pleistocene Deglaciation Based Upon Geophysical Predictions of Post-Glacial Relative Sea Level Change. *J. Geophys. Res.*, 96, 4497-4523.
- Velicogna I, Wahr J** (2002a): Post Glacial rebound and Earth's Viscosity Structure From GRACE. *J. Geophys. Res.* Vol. 107, 10.1029/2001JB001735.
- Velicogna I, Wahr J** (2002b): A method for separating Antarctic postglacial rebound and ice mass balance using future ICESat Geoscience Laser Altimeter System, Gravity Recovery and Climate Experiment, and GPS satellite data. *J. Geophys. Res.* Vol. 107, 10.1029/2001JB000708.
- Velicogna I, Wahr J** (2003): Geodesy and the problem of the ice sheet. *Proceedings, V Hotine-Marussi Symposium on Mathematical Geodesy*.
- Velicogna I, Wahr J** (2005): Greenland mass balance from GRACE. *Geophysical Research Letters*, 32; 18, L18505, 10.1029/2005GL023955.

A GEOID IDŐBELI VÁLTOZÁSA

Völgyesi Lajos^{* **}



Time variation of the geoid - In the first part of this study the development and problems related to the concept of the geoid are discussed. The wide-spread use of the GPS in the geodetic praxis demands the knowledge of precise and reliable geoid heights. Nowadays the determination of the precise, cm-accuracy geoid is one of the biggest challenges of the Earth's sciences. At the present state of the geoid determination the basic concepts of the geoid definition and the driving factors leading to the time variation of the geoid must be discussed.

Keywords: geoid, mean sea level, height determination, critical points of the geoid concept

A tanulmány első részében a geoid fogalmának kialakulásával és a geoidfogalom problémáival foglalkozunk. A korszerű GPS technika elterjedésével fokozott igény jelentkezik a pontos és megbízható geoidunduláció értékek ismeretére. A megfelelő cm-es pontosságú geoidkép meghatározása napjainkban a földtudományok egyik legnagyobb kihívása. A geoidmeghatározás jelenlegi pontossága mellett pontosan tisztáznunk kell az alapfogalmakat, és vizsgálnunk kell azokat az okokat is, amelyek a geoid alakjának időbeli változását eredményezik.

Kulcsszavak: geoid, középengerszint, magasságmeghatározás, geoidfogalom problémái

1 Bevezetés

Mivel a Föld alakja nem azonosítható szabályos geometriai felülettel és zárt matematikai képlettel sem írható le, felmerül a kérdés: mit kell értenünk valójában a Föld alakján? A Föld alakjának meghatározásához vezető úton az első mérőföldkő Gauss nevéhez fűződik, aki 1828-ban elsőként definiálta Föld "matematikai alakját", mint a földi nehézségi erőter egy bizonyos potenciál-szintfelületét (Gauss 1828). Közel két évtizeddel később 1849-ben Stokes levezette a róla elnevezett híres integrálformulát, amellyel lehetővé tette nehézségi gyorsulás értékekből a nehézségi erőter potenciálfelületeinek – így a geoidnak – a meghatározását (Stokes 1849). Ezt követően 1873-ban Listing úgy definiálta a geoid fogalmát, mint a Föld nehézségi erőterének azt az idealizált potenciál szintfelületét, amely potenciálértéke megegyezik a középengerszint magasságában lévő potenciálértékkel (Listing 1873). A következő fontos mérőföldkő Helmert nevéhez fűződik, aki 1880-ban elkészítette a fizikai geodéziáról szóló értekezését, amely magában foglalta a geoidalak meghatározásának problémakörét (Helmert 1880). A geoid klasszikus definíciója azonban már nem alkalmazható a modern geodéziai környezetben. A szatellita altimetriában például rendszeresen használjuk és elfogadjuk a középengerszint fogalmát, noha a műholdas mérések a poláris területekről nem adnak részletes információt, tehát nem globálisak. A geoidnak a "globális" középengerszinttel történő azonosítása ma már több okból sem engedhető meg. A tengerfelszín nem árapály jellegű periódusos és nem periódusos változásai (pl. a globális tengerszint növekedés) következménye a földi nehézségi erőter, és így a geoid időbeli változása. Ugyanakkor napjaink rohamosan fejlődő technikája és a tudásunk gyarapodása megköveteli a Föld elméleti alakjának minél pontosabb ismeretét. Ezen a szinten elkerülhetlenné válik a geoid fogalmának felülvizsgálata, illetve pontosítása, valamint időbeli változásának vizsgálata.

2 A geoid fogalmának problémái

A geoid fogalmának pontosítása során két szorosan egymáshoz kapcsolódó kulcskérdésre kell választ adnunk: egyrészt hogyan definiáljuk és valósítjuk meg a magasság fogalmát, továbbá hogyan definiáljuk a referenciamagasság szintjét, illetve valójában mi is a geoid?

*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Általános- és Felsőgeodézia Tanszék

**MTA-BME Fizikai Geodézia és Geodinamikai Kutatócsoport
H-1111 Budapest, Műegyetem rkp.3.

E-mail: volgyesi@eik.bme.hu

Közönetnyilvánítás. Kutatásaink a K76231 OTKA támogatásával folynak.

Hivatkozások

References

- Biró P** (1981): Zur Anwendung der Stokes'schen Formel für zeitliche Schwereänderungen. Zeitschrift für Vermessungswesen 106(10), 523-531.
- Biró P** (1983): Time Variation of Height and Gravity. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Biró P** (1985): Felsőgeodézia, egyetemi jegyzet Tankönyvkiadó, Budapest.
- Csapó G, Szabó Z, Völgyesi L** (2003): Changes of gravity influenced by water-level fluctuations based on measurements and model computation. Reports on Geodesy, Warsaw University of Technology, 64(1), 143-153.
- Dirac PA** (1937): The cosmological constants. Nature, 139, 323.
- Gauss CF** (1828): Bestimmung des Breitenunterschiedes zwischen den Sternwarten von Göttingen und Altona, Göttingen.
- Douglas BC** (1997): Global Sea Rise: A Redetermination. Surveys in Geophysics 18, 279-292.
- Egyed L** (1970): A Föld belső szerkezetének új dinamikus felfogása. Fizikai Szemle, XX, 354-364.
- Featherstone WE, Lichti DD** (2008): Fitting gravimetric geoid models to vertical deflections. Journal of Geodesy, DOI: 10.1007/s00190-008-0263-4.
- Földváry L** (2008): Globális klimatológiai változások hatása a nehézségi erőterre, és annak műholdas észlelési lehetőségei. Magyar Tudomány 169(6), 704-714.
- Haq BU, Hardenbol J, Vail PR** (1987): Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. Science 235, 1156-1167.
- Heck B** (1989): A revision of R. Mather's Work on the Determination of Stationary Sea Surface Topography an Global Vertical Datum Definition, Lecture Notes in Earth Sciences, Springer-Verlag, 29, 85-97.
- Helmert FR** (1880): Die mathematischen und physikalischen Theorien der höheren Geodäsie, Teubner, Leipzig, Frankfurt.
- Hipkin R** (1988): Bouguer anomalies and the geoid: a reassessment of Stokes' method. Geophysical Journal, 92, 53-66.
- Hipkin R** (2002): Defining the geoid by $W=W_0 \equiv U_0$: Theory and practice of a modern height system, 3rd Meeting of the IGGC, Thessaloniki, Greece, Aug. 26-30, 2002, 367-377.
- Hofmann-Wellenhof B, Moritz H** (2005): Physical Geodesy, Springer, Wien.
- Lemoine J-M, Bruinsma S, Loyer S, Biancale R, Marty J-C, Perosanz F, Balmino G** (2007): Temporal gravity field models inferred from GRACE data, Advances in Space Research 39, 1620-1629.
- Li X, Götze HJ** (2001): Ellipsoid, geoid, gravity geodesy, and geophysics, Geophysics, 66(6), 1660-1668.
- Listing JB** (1873): Über unsere jetzige Kenntnis der Gestalt und Größe der Erde, Nachr. d. Kgl., Gesellsch. d. Wiss. und der Georg-August-Univ., 33-98, Göttingen.
- Roman DR** (2007): Geoid Surfaces and Theory, Annual Meeting of the Central Chapter of the PLSC. Denver, CO, February 24.
- Smith DA** (1998): There is no such thing as "The" EGM96 geoid: Subtle points on the use of a global geopotential model. IGeS Bulletin No. 8. International Geoid Service Milan, Italy, 17-28.
- Stokes GG** (1849): On the variation of gravity at the surface of the Earth, Transactions of the Cambridge Philosophical Society, V. 8, p. 672.
- Torge W** (2001): Geodesy, 3rd edn. Walter de Gruyter, Berlin.
- Tóth Gy** (1999): Szabályos hibák a gravimetriai geoidmeghatározásban és kimutatásuk GPS-szel, 12. Kozmikus Geodéziai Szeminárium előadásainak gyűjteménye, Székesfehérvár, 97-102.
- Völgyesi L** (1996): A geoid időbeli változása a tengerszintváltozások alapján. Geodézia és Kartográfia, 48(6), 26-33
- Völgyesi L, Tóth Gy** (2004): Modelling gravity gradient variation due to water mass fluctuations. IAG International Symposium, Gravity, Geoid and Space Missions. Porto, Portugal.
- Völgyesi L** (2005): A nehézségi erőter időbeli változása, Geomatikai Közlemények VIII, 181-192.
- Völgyesi L, Csapó G, Szabó Z** (2005): Relation between time variation of gravity and pannonian sediment thickness in the Carpathian basin., Reports on Geodesy, Warsaw University of Technology, 73 (2): 255-262
- Völgyesi L** (2006): Some possible physical reason of time variation of Earth's gravity field (a possible proof of time change of gravitational constant). Periodica Polytechnica Civ. Eng, 50(2), 161-170.
- Völgyesi L, Csapó G, Szabó Z, Tóth Gy** (2007): A nehézségi erőter időbeli változása Magyarország területén. Geomatikai Közlemények X, 159-166.

A HGTUB2007 ÚJ MAGYARORSZÁGI KOMBINÁLT KVÁZIGEOID MEGOLDÁS

Tóth Gyula*



The Hungarian combined quasigeoid solution HGTUB2007 - A new quasigeoid solution was computed for Hungary by combining geopotential model, gravimetric, GPS/levelling, astrogeodetic deflection, gravity gradients and DTM datasets. Least-squares collocation technique was used with planar logarithmic auto- and cross-covariances and a high degree ($n=720$) geopotential reference model. In the final solution high weights were assigned to the 95 levelled points of the Hungarian GPS Network (OGPSH) for practical reasons. The estimated prediction errors are below 2 cm inside Hungary.

Keywords: least-squares collocation, geoid, gravity gradients, deflections of the vertical

Új kvázigeoid megoldást határoztunk meg Magyarország területére geopotenciál modell, gravimetriai, GPS/szintezés, függővonal elhajlás, Eötvös-inga és DTM adatok kombinálásával. A számítás a legkisebb négyzetes (LKN) kollokáció módszerével, síkbeli logaritmusos auto- és kereszt-kovariancia függvényekkel és magas fokszámú ($n=720$) referencia geopotenciál modell felhasználásával történt. A végső megoldásban gyakorlati okokból nagy súllyal szerepeltek az Országos GPS Hálózat (OGPSH) 95 szintezett pontjának mérései. Az elkészült geoidmegoldás becsült predikciós hibái az ország területén 2 cm alattiak.

Kulcsszavak: legkisebb négyzetes kollokáció, geoid, Eötvös-inga mérések, függővonal elhajlás

1 Bevezetés

Egy nagy pontosságú és az egész ország területére vonatkozó kvázigeoid meghatározásának napjainkban gyakorlati okokból általában mindig az a célja, hogy megeremtsse a kapcsolatot a tengerszintre (Balti alapszintre) vonatkozó normálmagasságok és a GPS által előállított ellipszoid feletti magasságok között. Habár hazánk mérsékelt domborzati viszonyainak köszönhetően a legnagyobb eltérés a kvázigeoid és a geoid felülete között csak 25 mm (Ádám et al. 2002), ezt az eltérést a nagy pontosságú geoid meghatározásánál már tekintetbe kell venni (mivel normálmagasságaink vannak), így a továbbiakban a rövidség kedvéért a „geoid” elnevezés alatt is mindig a kvázigeoidot értjük.

Magyarország területére már számos gravimetriai geoidmegoldás született a Stokes integrál és az FFT számítási eljárások segítségével (HGEO2000: Völgyesi et al. 2005, HGTUB2000: Tóth és Rózsa 2000). Ezek közül néhányat illesztettek az Országos GPS Hálózat (OGPSH) GPS/szintezési pontjaira azért, hogy lehetővé váljon a GPS felhasználása a magyar országos magassági rendszerben történő magasságmeghatározás céljára (HGGG2000&2004: Völgyesi et al. 2005).

A gravimetriai adatainkon kívül azonban még számos, a gravimetriához közvetetten kapcsolódó adatrendszer is létezik, pl. asztrogeodéziai függővonal elhajlások és Eötvös-inga mérések (földfelszíni gravitációs gradiensek), ezért kívánatos lenne ezeket is felhasználni a gravimetriai adatokkal együtt egy pontosabb geoidmegoldás érdekében. Az eltérő adattípusokat együtt feldolgozó eljárásnak egy további előnye, hogy így *közvetlenül* már a megoldás számítása *közben* fel tudjuk használni a GPS/szintezési adatainkat, nem pedig csak *közvetett* módon, *utólag*, valamilyen ad hoc illesztési eljárással. Ha a GPS/szintezési adatainkat nagy súllyal látjuk el, ezzel lényegében illesztjük is a megoldást abba a magassági rendszerbe, amelyet a GPS ellipszoidi illetve a szintezési hálózat pontjainak normálmagasságai valósítanak meg a gyakorlatban (Marti 2006).

2 A felhasznált adatok és redukálásuk

A számításaink során – a geopotenciális modellen és a domborzatmodellen kívül – az alábbi adat-

*MTA-BME Fizikai Geodéziai és Geodinamikai Kutatócsoport, BME ÁFGT, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.
E-mail: gtoth@sci.fgt.bme.hu

Köszönetnyilvánítás. Ez a kutatást támogatta az Országos Tudományos Kutatási Alap (OTKA) a T046718 és K60657 sz. pályázatok keretében. A felhasznált adatokat részben az ELGI és a FÖMI szolgáltatta tudományos együttműködés keretében. Ezen kívül megköszönjük C.C. Tscherning-nek és R. Forsberg-nek a GRAVSOF programcsomag felhasználásának lehetőségét az elvégzett számítások során, továbbá Kenyeres Ambrusnak és Papp Gábornak a cikk átnézése során tett értékes észrevételeit.

Hivatkozások

References

- Ádám J, Augath W, Brouwer F, Engelhardt G, Gurtner W, Harsson BG, Ihde J, Ineichen D, Lang H, Luthardt J, Sacher M, Schlüter W, Springer T, Wöppelmann G** (2000): Status and Development of the European Height Systems. In: Proceedings of the IAG General Assembly, Birmingham, July 18-30, In: IAG Symposia, 121, 55-60, Geodesy Beyond 2000, Springer, Berlin Heidelberg, New York.
- Ádám J, Tokos T, Tóth Gy** (2002): Magassági mérőszámok és azok kapcsolata Magyarországon. Geodézia és Kartográfia, 54;1, 5-10.
- Denker H, Torge W** (1997): The European Gravimetric Quasigeoid EGG97 - An IAG Supported Continental Enterprise. In: R. Forsberg, M. Feissel, R. Dietrich (eds.): Geodesy on the Move - Gravity, Geoid, Geodynamics and Antarctica. In: IAG Symposia, 119, 249-254, Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
- Farr TG, Kobrick M** (2000): Shuttle Radar Topography Mission produces a wealth of data. Eos, Trans. American Geophys. Union 81, 583-585.
- Tímár G, Telbisz T, Székely B** (2003): Úrtechnológia a digitális domborzati modellezésben: az SRTM adatbázis. Geodézia és Kartográfia, 55; 12, 11-15.
- Forsberg R** (1984): Local Covariance Functions and Density Distributions. Reports of the Department of Geodetic Science and Surveying, Report No. 356, The Ohio State University, Columbus, Ohio.
- Forsberg R** (1987): A New Covariance Model for Inertial Gravimetry and Gradiometry. Journal of Geophysical Research, 92; B2, 1305-1310.
- Forsberg R, Tscherning CC** (1981): The Use of Height Data in Gravity Field Approximation by Collocation. Journal of Geophysical Research, 86; B9, 7843-7854.
- Ihde J, Ádám J, Gurtner W, Harsson BG, Sacher M, Schlüter W, Wöppelmann** (2000): The EUVN Height Solution – Report of the EUVN Working Group – Veröffentlichungen der Bayerischen Kommission für die Internationale Erdmessung, 61., München 2000, ISBN 3 7696 9623 9.
- Kenyeres A** (1999): 340 GPS/levelling derived height anomalies in Hungary. File OGPESH340.DAT, Status: 2004.08.05. (personal communication).
- Kenyeres A, Virág G** (1998): Testing of Recent Geoid Models with GPS/Leveling in Hungary. Proceedings of the Second Continental Workshop on the Geoid in Europe. Vermeer M. and Ádám J. (Eds.), Reports of the FGI, 98:4, 217-223.
- Marti U** (2006): Comparison of High Precision Geoid Models in Switzerland. Proceedings of the IAG Scientific Assembly, Cairns. Proceedings of the IAG, 130, 377-382, Springer Verlag, Hamburg.
- Papp G, Kalmár J** (1996): Toward the physical interpretation of the geoid in the Pannonian basin using 3-D model of the lithosphere. IGeS Bulletin, 5, 63-87.
- Tóth Gy, Rózsa Sz** (2000): New Datasets and Techniques – an Improvement in the Hungarian Geoid Solution. Paper presented at Gravity, Geoid and Geodynamics Conference, Banff, Alberta, Canada July 31-Aug 4, 2000. (available from www.agt.bme.hu/gtoth).
- Tóth Gy, Rózsa Sz** (2006): Comparison of CHAMP and GRACE geopotential models with terrestrial gravity field data in Hungary. Acta Geod. Geoph. Hung., 41(2), 171-180.
- Völgyesi L, Kenyeres A, Papp G, Tóth Gy** (2005): A geoidmeghatározás jelenlegi helyzete Magyarországon. Geodézia és Kartográfia, 56; 1, 4-11.
- Wenzel G** (1998): Ultra hochauflösende Kugelfunktionsmodelle GPM98A und GPM98B des Erdschwerefeldes. In: Freedden W (ed.): Progress in Geodetic Science at GW 98 - Geodätische Woche in Kaiserslautern. Shaker Verlag, 323-331.

A HAZAI GEODÉZIAI HÁLÓZATOK ÉS GEOID MODELLEK VIZSGÁLATA KOORDINÁTATRANSZFORMÁCIÓK ALKALMAZÁSÁVAL

Bányai László*, Gyimóthy Attila*



Investigation of the Hungarian geodetic networks and geoid solutions by means of coordinate transformations - The introduced coordinate transformations allow the estimation of the geoid, the local datum parameters and the available geoid solutions, too. The local GPS and gravimetric geoids estimated by five-parameter transformations agree well and the spatial orientation parameters are practically the same. The 1 ppm scale discrepancy between the GPS and traditional measurements is also very excellent.

Keywords: coordinate transformation, geoid determinations, GPS and traditional networks

A bemutatott általánosított koordinátatranszformációs eljárások lehetővé teszik a geoid becslését, a helyi rendszerek dátum paramétereinek meghatározását és a rendelkezésre álló geoid megoldások vizsgálatát is. Az ötparaméteres transzformáció segítségével becsült helyi GPS és gravimetriai geoidok jó egyezést mutatnak, a hozzájuk tartozó térbeli tájékozási paraméterek gyakorlatilag azonosak. A GPS és a hagyományos mérések 1 ppm méretarány eltérése szintén kedvező érték.

Kulcsszavak: koordinátatranszformáció, geoid meghatározás, GPS és hagyományos hálózatok

1 Bevezetés

A korábbi tanulmányaink során (Bányai 2005, 2008) bemutattuk és részletesen megvizsgáltuk azt a térbeli transzformációs eljárást, ahol a geocentrikus (ETRF89 \cong WGS84/GRS80) és a helyi (HD72, IUGG GRS67) rendszerek közötti hasonlósági transzformáció során a helyi rendszerre vonatkozóan elhanyagolt geoidundulációkat is ismeretlenként lehet figyelembe venni.

A geoid-ismeretlenek bevezetése egy valódi és két közelsingularitást eredményezett. A valódi szingularitás a legkisebb négyzetes kiegyenlítésnél szokásos módon egy geoid-ismeretlen rögzítésével, vagy a szabadhálózat elvének megfelelően a négyzetösszegük minimalizálásával oldható fel.

A közelsingularitások a forgatási ismeretlenekhez, különösen az X és Y tengelyek körüli értékekhez (R_X , R_Y) kapcsolódnak. A közelsingularitás ebben az esetben azt jelenti, hogy a normálegyenletek matematikailag ugyan invertálhatók, de a becsült értékek elcsordulnak, gyakorlatilag irreális eredményt szolgáltatnak. Ez a hiba a forgatási ismeretlenek számának csökkentésével kezelhető. Olyan eljárást dolgoztunk ki, amely nagyszámú pont esetében is számítástechnikailag optimális megoldást szolgáltat.

A vizsgálatok folytatásaként az eljárásunkba beépítettük a súlyponti hálózatra történő áttérés és az R_Z forgatás alternatívájaként a súlypont, vagy a hálózati kezdőpont ellipszoidi normálisa körüli R_N forgatás becslésének a lehetőségét is. A gyakorlati vizsgálatok során a 24 pontos GPS kerethálózat helyett az ország területére eső 141 elsőrendű vízszintes alappont adatait használtuk fel, amely az új eljárás mellett a rendelkezésünkre álló geoid megoldásoknak, a helyi rendszer tájékozásának és a hálózati hibáknak a vizsgálatára is lehetőséget biztosít.

A dolgozat további részében bemutatjuk a kibővített eljárás alapösszefüggéseit, a vizsgálatba bevont független geoid megoldásokat és a vizsgálatok fontosabb eredményeit.

2 Az eljárás alapösszefüggései

A bevezetőnek megfelelően a helyi rendszerünk tájékozását is vizsgálni szeretnénk, ezért a következő összefüggéseket és az ábrákat a helyi rendszerből a geocentrikus rendszerbe történő átszámítási irányban megfelelően adjuk meg, azaz a helyi rendszert toljuk, forgatjuk és nyújtjuk/zsugorítjuk

Köszönetnyilvánítás. Köszönettel tartozunk a Földmérési és Távérzékelési Intézetnek a vizsgálatok alapadataiért.

Hivatkozások

References

- Bányai L** (2005): Koordinátatranszformáció geoidundulációk becslésével. Geomatikai Közlemények VIII, 69-76.
- Bányai L** (2008): A műholdas helymeghatározás földtudományi alkalmazása. Geomatikai Közlemények XI, 144.
- Biró P** (1985): Felsőgeodézia, egyetemi jegyzet Tankönyvkiadó, Budapest.
- Biró P** (2008): Személyes közlés.
- Bomford G** (1962): Geodesy. Springer Berlin / Heidelberg, 537.
- Busics Gy** (2009): AZ ETRS89 és a HD72 vonatkoztatási rendszerek közötti méretaránytényező kérdése. Geomatikai Közlemények XII, 151-161.
- Detrekői Á** (1991): Kiegészítő számítások. Tankönyvkiadó, Budapest. 685.
- Homoródi L** (1966): Felsőgeodézia, Tankönyvkiadó, Budapest. 614.
- Lukács T** (2003): Rövid visszapillantás Magyarország vízszintes felsőrendű háromszögelési hálózatára. Geodézia és Kartográfia 9, 25-30.
- Kenyeres A, Rózsa G, Papp G** (2000): HGEO2000: A step put forward to cm-accuracy gravimetric geoid in Hungary. GGG2000, Banff, Canada.
- Kenyeres A** (2008): Személyes közlés, nem publikált adatok.
- Seeber G** (2003): Satellite Geodesy. 2nd Edition. DeGruyter, 589.
- Virág G** (1999): Az Egységes Országos Vízszintes Alaphálózat vizsgálata az OGPSH tükrében. Geodézia és Kartográfia 5, 8-13.

AZ ETRS89 ÉS A HD72 VONATKOZTATÁSI RENDSZEREK KÖZÖTTI MÉRETARÁNYTÉNYEZŐ KÉRDÉSE

*Busics György**



The scale factor between ETRS89 and HD72 reference systems - In this study we discuss the scale factor between the Hungarian classical and the national GPS networks, creating two study-net with 141 and 1146 points. The method of examination is the 3D and 2D transformation models, and the direct comparison of slope and geodesic distances. The estimated -4,3 mm/km mean value reflects the significant scale difference. The likely reason of such geographical distribution of scale is the fact, that during the HD72 adjustment the distances measured by electronic distance meter were fixed.

Keywords: Hungarian National GPS Network, Hungarian Datum 72, transformation, scale factor

A cikk a hazai klasszikus vízszintes hálózat és az OGPSH közötti méretarányeltérést mutatja be egy 141 pontos és egy 1146 pontos vizsgálati hálózat kialakításával. A vizsgálat módszerei 3D és 2D transzformációs modelleken és a térbeli vagy ellipszoidi távolságok közvetlen összehasonlításán alapulnak. A méretaránytényező -4,3 mm/km-re becsült értéke jelentős méretaránybeli különbséget jelez a két rendszer között. A méretaránytényező földrajzi eloszlása magyarázható a fénytáv mérővel mért és a kiegyenlítésbe kényszerként bevitt távolságok szabályos hibájával, de a kérdés megválaszolása további kutatásokat igényel.

Kulcsszavak: OGPSH, HD72, transzformáció, méretaránytényező

1 Bevezetés

A méretaránytényező kérdése felmerül minden GPS-EOV transzformációnál, de feltehetjük azt a kérdést is, hogy a két rendszer hossz mérték-egysége azonosnak tekinthető-e? Érdeklődésünk tárgyát képezheti annak kiderítése is, hogy vajon egységesnek tekinthető-e a méretaránytényező egy országban? A fenti kérdések megválaszolása érdekében a Magyarországon jelenleg használatos két alapvető fontosságú vonatkoztatási rendszert, az ETRS89 és a HD72 rendszereket vettük górcső alá. Két vizsgálati hálózatot alakítottunk ki a mindkét rendszerben ismert közös pontok koordinátaiból. Az egyik vizsgálati hálózatot az Országos GPS hálózat 1146 pontja jelenti, a másik vizsgálati hálózatot pedig az EOVA 141 elsőrendű pontja alkotja.

A következőkben teljes vizsgálati hálózatnak nevezzük az OGPSH 1146 pontjából kialakított hálózatot. A teljes OGPSH valóságosan 1153 pontból áll, azonban egy előzetes ellenőrző vizsgálat alapján ki kellett zárunk egyrészt az egymáshoz túl közeli (500 méteren belüli) 2 pontot (41-40012, 36-2200) továbbá a lokális inhomogenitást mutató további 5 pontot (15-3120, 33-3337, 38-2332, 58-40011, 98-3229). Utóbbi pontokat azért szűrtük ki, mert egy 12 km-es keresősugár alapján lokális hasonlósági transzformációt végezve az OGPSH pont körül, azt találtuk, hogy a környező pontok alapján transzformált koordináták és az eredeti koordináták között 20 cm-nél nagyobb a lineáris eltérés, ami durva azonosítási hibára enged következtetni. A pontok ETRS89 rendszerű koordinátáit a FÖMI KGO bocsátotta rendelkezésünkre, de nem az 1998. évi kiegyenlítés alapján (amit OGPSH1991 rendszernek is neveznek), hanem a 2002. évi, forgalomba nem került kiegyenlítés szerint. Ismeretes, hogy utóbb, 2007 októberében megtörtént az OGPSH pontjai ETRS89 koordinátáinak újabb pontosítása, azaz áttértünk az ETRF2005 rendszerre (más elnevezéssel: OGPSH2007). A 2002. évi térbeli derékszögű koordináták és a 2007. évi megfelelő koordináták 1 cm-en belül egyeznek. Az ETRS89 rendszerű adatok X , Y , Z koordinátákkal és geoid-magasságokkal adottak; ugyanezen pontok HD72 rendszerű koordinátái pedig y , x EOVSíkbeli koordinátákat és transzformált Balti magasságokat (H) jelentenek.

Hivatkozások

References

- Ádám J** (2000): Magyarországon alkalmazott geodéziai vonatkozási rendszerek vizsgálata. Geodézia és Kartográfia, 2000/12.
- Ádám J, Bányai L, Borza T, Busics Gy, Kenyeres A, Krauter A, Takács B** (2004): Műholdas helymeghatározás. Műegyetemi Kiadó, Budapest.
- Bányai L** (2005): Koordinátatranszformáció geoidundulációk becslésével. Geomatikai Közlemények VIII, 69-76.
- Barsi Á** (1999): Koordinátatranszformációk megoldása neurális hálózatokkal. Geodézia és Kartográfia 10, 12-18.
- Borza T** (1997): A GPS technikára alapozott háromdimenziós geodézia és hazai bevezetése. Doktori értekezés kézírata, Budapest.
- Busics Gy** (2007): A műholdas helymeghatározás geodéziai alkalmazásának technológiai és minőségi kérdései. PhD értekezés, BME.
- Gyenes R, Kulcsár A** (2007): Koordinátatranszformációk: elmélet és gyakorlat. GIS Open konferencia CD kiadványa, NyME GEO, Székesfehérvár.
- Kádár I, Papp E** (1999): Dirichlet-sokszögelés és háromszögelés a magyar GPS hálózatban. Ezredvégi helymeghatározás. A 12. Kozmikus Geodéziai Szeminárium előadásainak gyűjteménye, Székesfehérvár 89-96.
- Papp Z** (1979): Magyarország asztrogeodéziai hálózatában az I. rendű oldalak távolságmérése. EAGH távolságmérések leírása. FÖMI Adattár. 18 old.
- Virág G** (1999): Az Egységes Országos Vízszintes Alaphálózat vizsgálata az OGPSH tükrében. Geodézia és Kartográfia 5. 22-29.
- Virág G, Borza T** (2007): Speciális transzformációs eljárások a valós idejű GNSS helymeghatározásnál. Geomatikai Közlemények X, 59-64.
- Zaletnyik P** (2005): Internetes alkalmazás koordinátatranszformációra neurális hálózatok alkalmazásával. Geomatikai Közlemények VIII, 76-84.
- Závoti J** (2004): A 7 paraméteres 3D transzformáció egzakt megoldása. Geomatikai Közlemények VIII, 53-60.

„PONTÁLLANDÓSÍTÁS” AZ ÉGEN – MILYEN KVAZÁROK ALKALMASAK AZ ÉGI VONATKOZTATÁSI RENDSZER KIJEJELÉSÉRE?

Frey Sándor*, Moór Attila*



Defining the celestial reference points – which quasars are the best suited? - We briefly introduce the International Celestial Reference Frame (ICRF) and summarise why the radio-loud active galactic nuclei (quasars) are the most suitable objects for its definition. We discuss the quasars' positional stability and its possible relation to their radio structure imaged with Very Long Baseline Interferometry (VLBI) at the milli-arcsecond angular scale.

Keywords: VLBI, celestial reference system, quasars

Röviden bemutatjuk a nemzetközi égi vonatkoztatási rendszert (ICRF) és összefoglaljuk, hogy miért a rádiósugárzó aktív galaxismagok (kvazárok) a legalkalmasabbak a rendszer definiálására. Szólunk a kvazárok pozíciós stabilitásáról. Megvizsgáljuk, hogy az összefüggésben lehet-e a kvazárok ezred-ívmásodperces szögskálán, nagyon hosszú bázisvonalú rádió-interferometriás (VLBI) mérésekkel megfigyelt szerkezetével.

Kulcsszavak: VLBI, égi vonatkoztatási rendszer, kvazárok

1 Bevezetés

A nagyon hosszú bázisvonalú rádió-interferometria (Very Long Baseline Interferometry, VLBI) egy az 1960-as évek második felében eredetileg rádiócsillagászati célra kifejlesztett technika. Működésének alapelve, hogy egymástól távol – akár különböző földrészeken – elhelyezett rádióteleszkópokkal egyidőben ugyanazt az égi rádióforrást figyelik meg. A távoli égitestekről beérkező rádióhullámokat detektálják, digitalizálják, mágneses adathordozóra (szalagokra, mágneslemezekre) rögzítik. (A nagy távolságokat csak a legutóbbi években sikerült szélessávú optikai adatátviteli hálózatok segítségével valós időben is áthidalni; a jövőben ennek az ún. e-VLBI technikának a további elterjedése várható.) Az interferométer-hálózat egyes elemeinél rögzített adatokat utólag visszajátszva egy központi számítógép segítségével állítják elő az interferenciát. A csillagászok így rendkívül nagy szögfelbontással tanulmányozhatják a távoli, kompakt rádiósugárzó égitestek szerkezetét. A rendszer szögfelbontását ugyanis nem az egyes antennák mérete, hanem a köztük levő távolság határozza meg.

A távoli égitestekről érkező hullámfront más-más időpontban éri el a különböző rádióteleszkópokat. Ez a késés függ többek közt az égi rádióforrás irányától, a forgó Föld szilárd kérgén rögzített antennák egymáshoz viszonyított pillanatnyi geometriai helyzetétől, a földi ionoszférában és troposzférában bekövetkező, a hullámterjedést befolyásoló jelenségektől, a helyi frekvencia-etalonok (atomórák) paramétereitől. Geodéziai szempontból fontos mérési adat a hálózat különböző bázisvonalain (az egyes antennapárokot összekötő szakaszokon) mért időkésés, illetve annak idő szerinti deriváltja (Frey 2007). Geodéziai célú VLBI megfigyelések világszerte rendszeresen, szolgáltatászerűen folynak. Ezeket jelenleg a Nemzetközi VLBI Szolgálat (*International VLBI Service for Geodesy and Astrometry*, IVS) koordinálja. A mérések célja például a Föld forgási szögsebességének és a pólusmozgásnak a nyomon követése, az antennák és a kijelölt égi rádióforrások koordinátáinak meghatározása. Napjainkban a VLBI pozíció- és iránymérések a földfelszínen centiméteresnél, az égen ezred-ívmásodpercesnél (*milli-arcsecond*, mas) is pontosabbak (Sovers et al. 1998). Fontos kiemelni, hogy a Föld forgásának változásait hosszabb időtávon, nagy pontossággal kizárólag a VLBI technikával tudjuk tanulmányozni. Ennek oka, hogy a VLBI vonatkoztatási rendszerét távoli, fényes aktív galaxismagok (kvazárok) jelölik ki. Ez a rendszer a kvazárok nagy – jellemzően több

Köszönetnyilvánítás. Köszönettel tartozunk Oleg Titovnak (Geoscience Australia) a kvazárok koordináta-idősorainak rendelkezésünkre bocsátásáért. Kutatásainkat részben az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok (OTKA) támogatásával végezzük, a K72515 sz. szerződés alapján.

Hivatkozások

References

- Conway JE, Murphy DW** (1993): Helical jets and the misalignment distribution for core-dominated radio sources. *Astrophys. J.*, 411, 89-102
- Fey AL, Eubanks TM, Kingham KA** (1997): The Proper Motion of 4C 39.25. *Astron. J.*, 114, 2284-2291.
- Frey S** (2002): Kvazárok. *Meteor Csillagászati Évkönyv 2003*, Magyar Csillagászati Egyesület, Budapest, 222-234.
- Frey S** (2007): Alappontok az égen. *Geod. Kart.*, 59;8-9, 29-35.
- Lambert S, Gontier A-M** (2009): On radio source selection to define a stable celestial reference frame. *Astron. Astrophys.*, 493, 317-323.
- Ma C, Arias EF, Eubanks TM, Fey AL, Gontier A-M, Jacobs CS, Sovers OJ, Archinal BA, Charlot P** (1998): The International Celestial Reference Frame as Realized by Very Long Baseline Interferometry. *Astron. J.* 116, 516-546.
- MacMillan D S, Ma C** (2007): Radio source instability in VLBI analysis. *J. Geod.*, 81, 443-453.
- Moór A, Frey S, Titov OA, Bakos J** (2009), *Astron. Astrophys.*, előkészületben.
- Piner BG, Mahmud M, Fey AL, Gospodinova K** (2007): Relativistic Jets in the Radio Reference Frame Image Database. I. Apparent Speeds from the First 5 Years of Data. *Astron. J.*, 133, 2357-2388.
- Sovers OJ, Fanelow J, Jacobs CS** (1998): Astrometry and geodesy with radio interferometry: experiments, models, results. *Rev. Mod. Phys.*, 70;4, 1393-1454.
- Titov O, Tesmer V, Böhm J** (2004): OCCAM v.6.0 Software for VLBI Data Analysis. International VLBI Service for Geodesy and Astrometry 2004 General Meeting Proceedings. Edited by N. R. Vandenberg and K. D. Baver, NASA/CP-2004-212255, 267-271.
- Titov OA** (2007): Apparent Proper Motions of Radio Sources from Geodetic VLBI Data. *Astron. Lett.*, 33; 7, 481-487.

A GNSSNET.HU SZOLGÁLTATÁS JELENE ÉS JÖVŐJE

Horváth Tamás*



The GNSSnet.hu service at present and in the future - The Hungarian GNSSnet.hu ground based augmentation system and services have gone through a major development in the last few years. All planned Hungarian GNSS reference stations have been deployed and the integration of the neighbouring countries' nearby stations has commenced. Following the international development trends a number of new procedures and data types have been introduced. The development will continue in the future, among other tasks the support of new GNSS satellite systems and signals will be a high priority.

Keywords: GNSS, network RTK, RTCM, state-space modelling

A GNSSnet.hu földi kiegészítő infrastruktúra és az arra támaszkodó szolgáltatások az elmúlt évek során jelentős fejlődésen mentek keresztül. A hazai referenciaállomás-hálózat összes tervezett állomását kiépítettük és megkezdjük a szomszédos országok határmenti állomásainak integrációját. A nemzetközi fejlesztéseket követve számos új eljárást és adattípust vezettünk be. A fejlesztések a jövőben tovább folytatódnak, egyebek mellett kiemelt fontossággal kezeljük majd az új GNSS műhold-rendszerek és új jelek támogatását.

Kulcsszavak: GNSS, hálózati RTK, RTCM, állapot-tér modellezés

1 Bevezetés

A Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI) penci Kozmikus Geodéziai Observatóriumának (KGO) munkatársai az elmúlt évek során jelentős erőfeszítéseket tettek annak érdekében, hogy a hazai GNSS infrastruktúra kiépítése befejeződjön. 2008. év végére az összes tervezett magyarországi GPS/GNSS referenciaállomást beüzemeltük és a határon túli állomások integrációja is jó úton halad. A GNSS hálózatra épülő valós idejű- és utólagos szolgáltatások segítségével ma már bárhol az országban hozzáférhetünk az egységes európai vonatkoztatási rendszerhez, az ETRS89-hez. A KGO transzformációs megoldásai (VITEL, EHT²) révén az ETRF-ben kapott koordinátákat az Egységes Országos Vetületi rendszerbe (EOV-ba) transzformálhatjuk. A GNSSnet.hu infrastruktúra lehetővé teszi, hogy a hagyományos geodéziai módszereknél lényegesen gyorsabban lehessen centiméteres pontossággal helymeghatározást végezni Magyarországon.

2 Optimális állomásközi távolság

A Selective Availability (SA) 2000-es eltörlése óta a GNSS helymeghatározást terhelő hibaforrások közül a műholdak pálya- és órahibái, valamint az atmoszféra okozta hibák a legjelentősebbek. Ezek közül a műholdak órahibái függetlenek a felhasználó referenciaállomástól való távolságától, hatásuk különbségképzéssel kiesik. A pályahibák és az atmoszféra különböző rétegei által okozott jelkésleltetések viszont a GNSS vevő helyzetétől függően más-más hatást gyakorolnak a meghatározott műhold-vevő távolságokra. Relatív helymeghatározás esetén az említett hibaforrások a referenciaállomástól távolodva egyre növekvő mértékű maradékhibákat okoznak. Ezért ezeket távolságfüggő hibáknak nevezzük. Hagyományos, egybázisú RTK esetén a referenciaállomás méréseit terhelő hibákat csak az állomás viszonylag szűk, 30-40 km-es környezetében tekinthetjük a felhasználói oldalon tapasztalt hibákhoz hasonlóknak. Ennél messzebb a távolságfüggő hibák hatása miatt a referenciaállomások korrekciói már nem írják le elegendően pontosan a felhasználókra vonatkozó hibahatásokat, vagyis nem alkalmasak arra, hogy geodéziai pontosságot lehessen velük elérni.

A 1990-es évek második felétől terjedtek el világszerte azok a megoldások, ahol már nem külön kezeljük az egyes referenciaállomásokat és állítjuk elő az azokra vonatkozó korrekciókat, hanem a hálózatban lévő összes állomás adatait együttesen dolgozzuk fel. Így lehetőség nyílik arra, hogy az

*FÖMI-KGO, 1592 Budapest, Pf. 585.

E-mail: horvath@gnssnet.hu

Hivatkozások

References

- Bisnath S, Gao Y** (2007): Current State of Precise Point Positioning and Future Prospects and Limitations. International Association of Geodesy Symposia, 133, in press.
- Busics Gy, Horváth T** (2006): Az aktív hálózatok adottságainak kihasználása a műholdas helymeghatározásban. Geodézia és Kartográfia, 4, 9-16.
- Busics Gy** (2007): A műholdas helymeghatározás geodéziai alkalmazásának technológiai és minőségi kérdései. PhD értekezés, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 2007.
- Horváth T** (2004): Javított valós idejű helymeghatározás Interneten keresztül. Geomatikai Közlemények VIII, 123-133.
- Wübbena G, Schmitz M, Bagge A** (2005): PPP-RTK: Precise Point Positioning Using State-Space Representation in RTK Networks. Proceedings of ION GNSS 2005, 13-16 September, Long Beach, California, USA, 2584-2594.

GPS MÉRÉSEK ÚJRAFELDOLGOZÁSA: NEMZETKÖZI ÉS HAZAI EREDMÉNYEK

Kenyeres Ambrus*, Figurski M**, Grenerczy Gyula*



Re-analysis of GPS measurements: results from abroad and Hungary - The GPS analysis strategies, the applied models and software have been considerably changed since the global (IGS) and regional (EPN) permanent networks are in operation. All changes brought temporal inhomogeneity in the estimated parameters, most apparently in the coordinate time series. After the introduction of the absolute phase centre variation (PCV) models of the satellite and ground GPS antennae, the complete re-analysis of the historical measurements could not be further postponed. In 2009, following the IGS re-analysis a coordinated re-processing of the EPN observations is also planned. In preparation of the EPN re-processing a test re-analysis has been done at the Military University of Technology (MUT) in Poland covering the complete EPN dataset. The target of this work is to assess the required resources, the status and completeness of the database and to quantify the improvement may gained by the re-processing.

Using the re-processed weekly SINEX solutions a cumulative solution was created using the CATREF software (Altamimi et al. 1994), and it was compared to the standard solution, which is based on the historical EPN SINEX files. In this paper the first comparisons are presented and the superiority of the re-processed solution is demonstrated.

Keywords: GPS re-processing, reference frame, spectral analysis, velocity estimation

A GPS mérések feldolgozásának stratégiája, az alkalmazott modellek és szoftverek az elmúlt több mint egy évtized folyamán, amióta a globális (IGS) és kontinentális (EPN) permanens GPS állomások üzemelnek, több lényegi változáson mentek keresztül. Valamennyi modell-finomítás azonban az eredmények lépcsőzetes javulásán túl csökkentette azok időbeli homogenitását. A történeti mérések teljes újrafeldolgozását az eddigi legnagyobb hatású váltás, a GNSS holdak és a földi antennák fáziscentrumának változását (PCV) leíró abszolút modellek bevezetése tette elodázhatatlanná. Az újrafeldolgozás 2009-ben az IGS, majd az EPN hálózatában is megtörténik. Célja az eddigi teljes mérési anyag egységes szempontok és a legfrissebb modellek szerinti feldolgozása, majd az eredmények értelmezése és alkalmazása. Az EPN analízis előkészítéseképpen a varsói Katonai Műszaki Egyetem (MUT) kutatói előzetes feldolgozást végeztek a jelenlegi adatbázis, az analízis kapacitásigényének és a várható eredmények felmérésének céljából.

Felhasználva az MUT által előállított újrafeldolgozott heti felbontásban elérhető SINEX formátumú eredményeket egy 12 évet lefedő egységes, ún. kumulatív megoldást számítottunk a CATREF szoftverrel (Altamimi et al. 1994), amelyet összehasonlítottunk a jelenleg 'hivatalos' ún. standard megoldással. Cikkünkben a több szinten elvégzett összehasonlítás eredményeit mutatjuk be és bizonyítjuk az újrafeldolgozással elérhető eredmények pontosságának lényeges javulását.

Kulcsszavak: GPS újrafeldolgozás, vonatkoztatási rendszer, spektrál analízis, sebesség becslés

1 Bevezetés

Az EUREF Permanens Állomás Hálózat (EPN) 1996-ban kezdte meg működését. Az azóta eltelt időszakban a GPS analízis fő elemei (hálózati geometria, pálya/vonatkoztatási rendszer, feldolgozási stratégia, szoftverek és alkalmazott modellek) többször is változtak a koordináta idősorokban különböző szintű és jellegű változásokat, elsősorban ugrásokat okozva.

A változások korántsem teljes listája a következő:

- az EPN állomások száma 30-ról 200 fölé nőtt,
- a feldolgozást végző Analízis Központok (LAC) száma 4-ről 16-ra nőtt, a KGO 2001-től EPN LAC analízis központ

*FÖMI Kozmikus Geodéziai Obszervatórium, H-1592 Budapest, Pf. 585
e-mail: kenyeres@gnssnet.hu

**Military University of Technology, 00-908 Varsó, 49. ul. gen. Sylwestra Kaliskiego 2,

Köszönetnyilvánítás. Kenyeres Ambrus és Grenerczy Gyula kutatómunkáját az OTKA támogatta (K69184 és X00000 pályázatok). A cikk ábrái a GMT4.3 szoftvercsomaggal készültek (Wessel és Smith 1998).

Hivatkozások

References

- Altamimi Z, Collilieux X, Legrand J, Garayt B, Boucher C** (2007): ITRF2005: A new release of the International Terrestrial Reference Frame based on time series of station positions and Earth Orientation Parameters, *J. Geophys. Res.*, 112(B09401), doi: 10.1029/2007JB004949.
- Altamimi Z, Sillard P, Boucher C** (2004): CATREF software: Combination and analysis of terrestrial reference frames. LAREG Technical Note SP08, Institut Géographique National, France.
- Beutler G, Bock H, Dach R, Fridez P, Gaede A, Hugentobler U, Jaeggi A, Meindl M, Mervart L, Prange L, Schaer S, Springer T, Urschl C, Walser P, Brockmann E, Ineichen D, Schmid R, Svehla D, Habrich H, Rothacher M, Steigenberger P, Thaller D, Gurtner W, Weber R.** (2007): Bernese GPS software version 5.0. eds. R. Dach, U. Hugentobler, P. Fridez, M. Meindl, Univ. Bern, p.464
- Bruyninx C, Altamimi Z, Boucher C, Brockmann E, Caporali A, Gurtner W, Habrich H, Hornik H, Ihde J, Kenyeres A, Mäkinen J, Stangl G, van der Marel H, Simek J, Söhne W, Torres JA, Weber G** (nyomtatás alatt): The European Reference Frame: Maintenance and Products, IAG Symposia Series "Geodetic Reference Frames", Springer.
- Dong D, Fang P, Bock Y, Cheng MK, Miyazaki S** (2002): Anatomy of apparent seasonal variations from GPS-derived site position time series. *J. Geophys. Res.*, 107(B042075), doi: 10.1029/2001JB000573.
- Ferland R** (2006): IGSMAIL-5447: Proposed IGS05 Realization, 19 Oct 2006.
- Legrand J, Bruyninx C** (2008): EPN Reference Frame Alignment: Consistency of the Station Positions. (in this issue).
- Lomb NR** (1976): Least-squares frequency analysis of unequally spaced data. *Astrophysics and Space Science*, 39: 447-462, doi: 10.1007/BF00648343.
- Scargle JD** (1982): Studies in Astronomical Time Series Analysis II. Statistical Aspects of Spectral Analysis of Unevenly Sampled Data. *Astrophysical Journal*, 263(2), 835-853.
- Steigenberger P, Rothacher M, Dietrich R, Fritsche M, Rülke A, Vey S** (2006): Reprocessing of a global GPS network, *J. Geophys. Res.*, 111(B05402), doi: 10.1029/2005JB003747.
- Tregoning P, van Dam T** (2005): Effects of atmospheric pressure loading and seven-parameter transformations on estimates of geocenter motion and station heights from space geodetic observations. *J. Geophys. Res.*, 110(B3408), doi: 10.1029/2004JB003334.
- van Dam T, Wahr J, Lavallée D** (2007): A comparison of annual vertical crustal displacements from GPS and Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) over Europe. *J. Geophys. Res.*, 112(B03404), doi: 10.1029/2006JB004335.
- Wessel P, Smith WHF** (1998): New, improved version of Generic Mapping Tools released, *EOS Trans. AGU*, 79; 47, 579.
- Williams SDP** (2008): CATS: GPS coordinate time series analysis software. *GPS Solutions*, 12(147-153), doi: 10.1007/s1029-007-0086-4.

INTEGRÁLT VÍZGŐZTARTALOM BECSLÉSE GPS ADATOK ALAPJÁN

Rózsa Szabolcs*, Dombai Ferenc**, Németh Péter**, Ablonczy Dávid**



Estimation of integrated water vapour (I WV) from GPS observations - This paper studies the feasibility of the estimation of integrated water vapour (I WV) from the zenith tropospheric delay (ZTD), which is a by-product of the GPS processing. In order to evaluate the technique, six mathematical models have been studied, including two models, which neglect the information stemming from GPS processing. The GPS derived I WV values are compared to radiosonde observations in both study periods, moreover the results are validated with a documented evolution of a storm in the summer period, when the estimated I WV distribution is compared to radar observations, too. The computations were carried out in two periods: a three-day-long summer period with high water vapour content, in which a severe storm has evolved; and a calm, dry seven-day-long winter period. The results show that the I WV can be estimated with the accuracy of 2 mm in terms of standard deviation. The radiosonde observations agreed with the GPS derived I WV values at the same level of standard deviation. The results also show that the evolution of a severe weather front can be detected by the visualization of the lateral distribution of the GPS derived I WV.

Keywords: GPS, integrated water vapour, meteorology, troposphere

Jelen dolgozat azt vizsgálja, hogy hogyan valósítható meg az integrált vízgőztartalom becslése a zenitirányú troposzférikus késleltetés felhasználásával. Megvizsgáltunk több matematikai modellt is, köztük olyat is, amelyhez nincsen szükség a troposzférikus késleltetésére, így GPS adatokra sem. A becsült vízgőztartalom értékeket rádiószondás mérésekkel is összevetettük, valamint egy jelentős nyári zivatarfront evolúciójával is összevetettük a vízgőztartalmak eloszlásának időbeli változásait.

Számításainkban két időszakot vizsgáltunk, egy három napos nyári nagy vízgőztartalmú időszakot, amelyben egy heves zivatarfront is kialakult, illetve egy egyhetes téli kis vízgőztartalmú, nyugodt időszakot.

Eredményeink azt mutatták, hogy az integrált vízgőztartalom mintegy 2mm-es középhibával határozható meg GPS adatok alapján. A meghatározott értékek és a rádiószondás mérések is hasonló szórással illeszkedtek egymáshoz. Az eredményekből az is látszik, hogy egy gyors frontátvonulást is jól nyomon lehet követni a meghatározott vízgőztartalom-értékek térbeli eloszlásának ábrázolásával.

Kulcsszavak: GPS, troposzféra, vízgőztartalom, meteorológia

1 Bevezetés

A műholdas helymeghatározó rendszerek segítségével lehetőségünk nyílik a troposzféra okozta késleltető hatás számszerűsítésére. Ezt a hatást két részre bonthatjuk fel, a száraz légtömegek hatására, és a nedvességtől függő hatásra. A száraz légtömegek hatását földi meteorológiai adatok segítségével modellezhetjük, így a nedvességtől függő hatás meghatározható. A nedvességtől függő hatás ismeretében a troposzféra integrált vízgőztartalma – különféle modellek alapján – becsülhető. Ez a vízgőztartalom a kihullható csapadék felső korlátját adja meg, így fontos információkat biztosít az előrejelzésekhez használt numerikus modellek számára.

A közelmúltban többen foglalkoztak már e kérdéssel (Borbás 2000, Bányai 2008), de az aktív GNSS hálózat fejlődésének köszönhetően új lehetőségek nyíltak meg a GPS meteorológiai alkalmazásában. Jelen dolgozatban megvizsgáltuk, hogy a magyarországi aktív GNSS hálózat adatainak felhasználásával milyen megbízhatósággal becsülhető a troposzféra vízgőztartalma. Ennek keretében több matematikai modellt is megvizsgáltunk, illetve eredményeinket az Országos Meteorológiai

*BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszék, 1521 Budapest, Pf. 91.

e-mail: szrozsza@sci.fgt.bme.hu

**OMSZ Marczell György Főobszervatórium, 1181 Budapest, Gilice tér 39.

Köszönetnyilvánítás. Ezúton köszönjük meg a FÖMI KGO munkatársainak, hogy az aktív hálózat adatait rendelkezésünkre bocsátották a vizsgálatokhoz.

Hivatkozások

References

- Ádám J, Bányai L, Borza T, Busics Gy, Kenyeres A, Krauter A, Takács B** (2004): Műholdas helymeghatározás.
- Bányai L** (2008): A műholdas helymeghatározás földtudományi alkalmazása. Geomatikai Közlemények XI, pp. 181.
- Bevis M, Businger S, Herring TA, Rocken C, Anthes A, Ware R** (1992): GPS meteorology: Remote sensing of atmospheric water vapor using the global positioning system. *J. Geophys. Res.*, 97, 15 787–15 801.
- Borbás É** (2000): Meteorológiai adatok új forrása: a Globális Helymeghatározó Rendszer. PhD értekezés, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest.
- Emardson TR, Derks HJP** (2000): On the relation between the wet delay and the integrated precipitable water vapour in the European atmosphere. *Meteor. Appl.*, 7, 61–68.
- Haase J, Maorong G, Vedel H, Calais E** (2003): Accuracy and Variability of GPS Tropospheric Delay Measurements of Water Vapour in the Western Mediterranean. *Journal of Applied Meteorology, American Meteorological Society*, 42, 1547-1569.
- Thayer GD** (1974): An improved equation for the radio refractive index of air. *Radio Sci.*, 9, 803–807.
- Dach R, Hugentobler U, Fridez P, Meindl M** (2007): Bernese GPS Software, Version 5.0, Astronomical Institute, University of Bern.

GEODÉZIAI GPS A VASÚTI VÁGÁNYHÁLÓZAT ÚJFELMÉRÉSÉBEN

Ferencz Viktória*



Automated railroad tracking system using high accuracy GPS for - This paper summarise the process and failures of efficient automated railroad tracking using high accuracy GPS systems. The goal is to develop a method for technology of measuring and mapping railroad parameters and analyzing the behaviour of geodetic GPS receivers in rail environments. Since of the receiver can be found on the top of locomotives or railcars and the aim is to measure parameters of tracks it is necessary to analyse the dynamic effects of railcar-track system for decreasing the effects of various errors .

Keywords: GPS systems, railway, track geometry

A nagyvasúti közlekedésben számos olyan problémaforrás van, amely valamilyen módon a jármű vagy a pálya helyzetének meghatározásához kapcsolódik. A cél egy olyan módszer kidolgozása, amely alkalmas valós idejű vagy utófeldolgozásos méréssel a vasúti pálya hossz-szelvényének és helyszínrajzának automatikus előállítására. A kutatás vizsgálta nem csak a navigációs és a geodéziai GPS vevők viselkedését a nagyvasúti környezetben, hanem az általuk szolgáltatott mérési adatok megbízhatóságát, valamint ez alapján a pálya hossz-szelvényének és helyszínrajzának előállítását is.

Kulcsszavak: vasúti közlekedés, GPS, pálya-jármű rendszer, pálya hossz-szelvény és helyszínrajz

1 Bevezetés

A nagyvasúti közlekedésben számos olyan problémaforrás van, amely valamilyen módon a jármű vagy a pálya helyzetének meghatározásához kapcsolódik. Az építőmérnöki nagyvasúti gyakorlatban a legfontosabb műszaki termékek a hossz-szelvény és a helyszínrajz. Ma Magyarországon a Magyar Államvasutak feladata a vasúti pályák nyilvántartása és karbantartása. Nem áll rendelkezésre egy, minden viszonylatra kiterjedő digitális adatbázis, amelyben a geometriai adatok megfelelő pontossággal szerepelnének. A kutatás célja ezért egy olyan rendszer kifejlesztése, amely képes bizonyos mérések alapján a hossz-szelvény és a helyszínrajz automatikus és hatékony előállítására.

Kísérleti mérések keretében vizsgáltuk egy nagypontosságú geodéziai, és egy kisebb pontosságú navigációs GPS vevő nagyvasúti környezetben tapasztalható viselkedését. A műszerek által szolgáltatott mérési adatok alapján matematikai algoritmusok segítségével utófeldolgozással előállítható a pálya tetszőleges szakaszának hossz-szelvénye és helyszínrajza. Bár számos kérdés nyitott még, a kidolgozott technológia megfelelő feltételek mellett hatékonyan képes előállítani a nagyvasúti pályára vonatkozó geometriai jellemzőket (Ferencz 2007b).

2 A geodéziai GPS a vasúti vágányhálózat újfelmérésében

A gyakorlatban számos mérési módszer terjedt el. Az, hogy melyik alkalmazása célszerű az adott feladat megoldásához, sok mindentől függ (feladat jellege, rendelkezésre álló felszerelés, terepi körülmények...). Természetesen más módszer célszerű egy navigációs pontosságot igénylő feladat megvalósításánál, és más egy geodéziai célú mérésnél.

A navigációs pontosságú mérést egy Garmin eMap vevővel, a geodéziai pontosságú mérést pedig egy Leica SR530 típusú RTK vevővel végeztük (Ferencz 2007).

Hivatkozások

References

- Busics Gy, Horváth T** (2006): Az aktív hálózatok adottságainak kihasználása a műholdas helymeghatározásban. *Geodézia és Kartográfia* 4, 9-15.
- Ferencz V** (2007): A műholdas helymeghatározás alkalmazási lehetőségei a vasúti szolgáltatások fejlesztése területén. Diplomamunka, BME Építőmérnöki Kar Általános és Felsőgeodézia Tanszék, Budapest.
- Ferencz V** (2007b): Nagyvasúti közlekedési problémák geodéziai vonatkozásai. Doktori kutatások a BME Építőmérnöki Karán, Budapest, 7-17.
- Jamieson D, Bloom J, Kelshaw R** (2001): T-2000: A railroad track geometry inspection vehicle for the 21st century. Federal Railroad Administration, USA.
(http://www.arena.org/eseries/scriptcontent/custom/e_arena/library/2001_Conference_Proceedings/00054.pdf).
- Takács B** (2007): GPS elmélet, ahogy azt a gyakorlatban tudni kell. GPS tanfolyam jegyzet. BME Általános és Felsőgeodézia Tanszék.
- Takács B** (2006): GPS mérések feldolgozása. GPS navigációs szakmérnöki szak. Számítási segédlet. BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszék.
- Zobory I** (2008): Járműrendszerek: I. rész Vasúti járműrendszerek. BMK KMK Vasúti Járművek Tanszék, Egyetemi jegyzet, kézirat.

ÉPÜLETEN BELÜLI HELYMEGHATÁROZÁS RFID TECHNOLÓGIÁVAL

Krausz Nikol^{*}, Barsi Árpád^{*}



Indoor navigation with RFID - Our paper gives an overview about the RFID technology and discusses the problems of indoor navigation and our proposed solution. Experiments have been carried out in order to investigate the limitations of the devices and requirements of equipment usage in real environment. Results are shown through the examples of our tests.

Keywords: RFID, indoor, navigation

Cikkünkben rövid áttekintést adunk az RFID technológiáról, majd ismertetjük a beltéri navigáció problémakörét és az általunk javasolt megoldást. Modellkísérleteket folytattunk a felhasznált eszközökkel a technológia korlátainak megismerésére és valós körülmények közti felhasználhatóságára. Eredményeinket a tesztek segítségével prezentáljuk.

Kulcsszavak: RFID, beltér, navigáció

1 Bevezetés

RFID – angol rövidítés (*Radio Frequency Identification*) – rádiófrekvenciás azonosítást jelent. Az RFID általánosságban egy olyan rendszer, ami egy tárgy vagy egy személy egyedi azonosítóját továbbítja vezeték és érintés nélkül, rádióhullámok segítségével. Használata a negyvenes években kezdődött, azóta robbanásszerű fejlődésen ment át és egyre több a logisztikán kívüli speciális alkalmazása. Legutóbb az RFID Gazette tett közzé egy listát, amely a rádiófrekvenciás azonosítás alkalmazásának 15 legfurcsább módját tartalmazza. Ezzel arra szeretnénk rávilágítani, hogy rengeteg már kiforrott alkalmazás van a világon. A cikk bemutatja, hogyan lehet a rádiófrekvenciás azonosítást beltérben navigációs célokra alkalmazni, de előtte rövid, általános leírást adunk az RFID rendszerről (részletesebben: Krausz és Barsi 2007a).

2 A rendszer elemei és működése

Az RF rendszer összetevői:

- címke (tag vagy transponder),
- olvasó (reader vagy interrogator),
- antenna.

A rendszer alapvető jellemzői a kommunikációs hatótáv (üzenetszórási tartomány) és az alkalmazott frekvencia. Az RFID címke (tag) egy integrált áramkörből (IC) és egy apró antennából áll, amit esetenként védőborítással is ellátnak. A címkék és az olvasók rádióhullámok segítségével kommunikálnak egymással (Finkensteller 2003). Ebből következően az olvasási eljárás egyik legfontosabb jellemzője, hogy az olvasónak nem kell közvetlenül rálátnia a címkére, mint pl. a vonalkódok esetén. Előnyt jelent, hogy a rádióhullámok segítségével számos különböző közegeken keresztül is hibamentesen olvasható a címkékben tárolt információ. Az adatok tárolásáért az integrált áramkör a felelős, a kommunikációért pedig az antenna.

A rádiófrekvenciás azonosító címkéknek alapvetően két csoportja létezik: aktív és passzív. Az aktív címkék saját erőből képesek az adattovábbításra, mivel belső áramforrással rendelkeznek, tehát nem a vevő által gerjesztett elektromágneses mezőt használják fel az adattartalom visszasugárzására. A passzív címkék nem rendelkeznek saját áramforrással, csak az olvasóból kisugárzott energia segítségével képesek a kommunikációra. Az üzenetszóráshoz szükséges energiához csak akkor

^{*}BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.
E-mail: krausz@mail.bme.hu
barsi@eik.bme.hu

Hivatkozások

References

- Finkenzeller K** (2003): RFID handbook. John Wiley and Sons, Chichester.
- Krausz N, Barsi Á** (2007a): RFID technológia: A helymeghatározás új eszköze. Geomatikai Közlemények X, 99-106.
- Tózsér Á** (2007): Rádiófrekvenciás azonosításon alapuló épületen belüli navigáció, diplomaterv.
- Cormen T, Leiserson C, Rivest R, Stein C** (2003): Új algoritmusok, Scolar Kiadó.
- Paláncz B** (2001): Algoritmusok és adatszerkezetek, Műegyetemi Kiadó.
- Krausz N, Barsi Á** (2007b): Rádiófrekvenciás azonosítás a közlekedés biztonságának támogatására, Geodézia és Kartográfia 8-9, 24-28.

FORGALOMMAL SZEMBEHAJTÓ JÁRMŰ DETEKTÁLÁSA RFID SEGÍTSÉGÉVEL

Barsi Árpád, Lovas Tamás*, Krausz Nikol**



Detecting ghost driver by RFID – In order to improve road safety, state-of-the-art sensors and technologies are applied by transportation authorities. In the frame of an EU FP6 project, our department investigates the potential of radio frequency identification as safety sensor. Our primary goal is to detect a vehicle travelling against the traffic direction (also known as „ghost driver”).

Keywords: detection, RFID, ghost driver

A közlekedés biztonságának növelése érdekében modern szenzorok és technológiák szállnak versenybe. Tanszékünk egy EU 6-os keretprogramban folyó projektben az rádiófrekvenciás azonosítás, mint a közlekedés biztonságát növelő szenzor alkalmazhatóságát vizsgálja. Elsődleges feladatunk a technológia alkalmazása forgalommal szemben haladó jármű detektálására. Cikkünk áttekintést ad a megoldandó problémáról és a kifejlesztett mérési-detektálási eljárásról. Eredményeinket elvégzett sikeres modellkísérletben és valós tesztszerepeinket keresztül mutatjuk be.

Kulcsszavak: detektálás, RFID, forgalommal szembehajtó jármű

1 Bevezetés

A rádiófrekvenciás azonosítás (radio frequency identification – RFID) technológiája igen ismert és elterjedt az árufelismerésben, azonosításban (Finkenzerler 2003); az utóbbi időben elkezdtek ezeken az alkalmazásokon kívül is innovatívan használni. Tanszékünkön végzett kutatás kereteiben mi is elsőként helymeghatározás céljára alkalmaztuk a rendszert (Krausz és Barsi 2007).

A rádiós kommunikáción és azonosításon alapuló további kísérleteket folytattunk; törekvésünk a közlekedés biztonságának növelése volt. Mivel a berendezéseket egy EU-s keretprogramban folytatott közreműködésünk támogatásával vásároltuk, így a konzorcium vezetői által megjelölt célok szerint is vizsgáltuk az eszközöket.

Így kerülhetett sor arra, hogy az RFID technológiát a forgalommal szemben haladó járművek automatikus azonosítására alkalmazzuk. A projekt irányító résztvevői (autógyárak, útkezelő cégek, szenzor-gyártók, kommunikációs partnerek) érdemesnek találták a technológia ilyen célú vizsgálatát a nyilvánvaló előnyök közlekedésben történő kihasználására. Az RFID technológia ugyanis alapvető pozitív tulajdonságai miatt terjedt el pl. a raktár-nyilvántartásban, tömegközlekedésben, gyárak árumozgásainak követésében. Ezek az előnyök a következők:

- kisméretű, kis energiafogyasztású, könnyen felszerelhető RFID címkék (tag-ek),
- könnyen telepíthető RFID olvasó berendezések, illetve antennák,
- szabványosított, viszonylag nagy (akár 100 méteres nagyságrendű) érzékelési hatótáv,
- elérhető ár.

2 A forgalommal szembehajtó jármű (ghost driver)

A közúti közlekedés statisztikai kimutatásai mindig megkülönböztetett figyelemmel kezelik a tömeges baleseteket. Egyik kiváló okaként a forgalommal szemben haladó járműveket tekintik.

A forgalom rendes haladási irányával ellentétesen alapvetően a következő okok miatt haladnak a járművek:

- fogadásból, bátorságpróbából, „vagányságból”,
- öngyilkossági kísérlet okán,
- figyelmetlenségből,
- rossz látási viszonyok miatt.

Hivatkozások

References

- Krausz N, Barsi Á** (2007): RFID technológia: A helymeghatározás új eszköze, Geomatikai Közlemények X, 99-106.
Finkeneller K (2003): RFID handbook. John Wiley and Sons, Chichester.

A KÁRPÁT-MEDENCE ÉS KÖRNYÉKE FÖLDRENGÉSEINEK STATISZTIKAI ELEMZÉSE

Kiszely Márta*



Statistical investigations of local earthquakes in the Carpathian Basin and surrounding area - Statistical property of seismicity is analysed on the example of three seismo-tectonically different regions in this article: the Carpathian Basin, the Dinarides and the Eastern Carpathians (Vrancea) region. The spatial and temporal fractal structures of earthquakes were analysed by different methods.

Keywords: Carpathian Basin, fractal study of earthquakes, seismicity

A cikk a földrengések eloszlásának statisztikai tulajdonságait elemzi három tektonikailag eltérő területen: a Kárpát-medencében, a Dinári-hegységben és Keleti és Déli-Kárpátok (Háromszéki-havasok) területén. A földrengések térbeli és időbeli fraktál tulajdonsága többféle módszerrel került elemzésre.

Kulcsszavak: Kárpát-medence, földrengések fraktál analízise, szeizmicitás

1 Bevezetés

Magyarország területén a földrengés aktivitás mérsékeltnek mondható. Ennek ellenére erősebb, $M_L=5-6$ Richter magnitúdójú, az epicentrum környékén komoly épületkárokat okozó földrengések kis számban, de előfordulnak. A szeizmikus aktivitás területi eloszlása nem homogén, vannak az átlagnál egyértelműen aktívabbnak nevezhető területek (Komárom, Móri-árok, Kapos-vonal, Eger, Jászság, Zala megye északi része). Magyarország Kelet-Európának két legaktívabb területe között fekszik, a Dinári-hegység és a Keleti- és Déli-Kárpátok között. Ebben a régióban együttvéve 1900-2006 között kb. 20 000 földrengést tartalmazó katalógusok állnak rendelkezésünkre. Ezek adatait felhasználva a Kárpát-medence, a Dinári-hegység és a Keleti- és Déli-Kárpátok területén kipattant rengések statisztikai jellemzőit vizsgáltuk. Ennek eredményeként sikerült kimutatni, hogy a földrengések térbeli és időbeli eloszlása fraktál jellegű mutatnak ezeken a területeken.

A földrengések időbeli eloszlását első megközelítésként Poisson eloszlásúnak gondolhatjuk. Viszont egy katalógus adatai elő- és utórengéseket is tartalmaznak. Ezek már nem független események, időbeli eloszlásukat az Omori (1894) törvény írja le. A földrengések térbeli eloszlása sok esetben vetőkhöz, lemezhatárokhoz köthető, tehát nem véletlenszerű. A Gutenberg-Richter (1944) törvény a földrengések mérete és száma között ad exponenciális összefüggést. Kis rengésből sokkal több fordul elő, mint nagyobbakból (1. ábra). Ezek alapján azt mondhatjuk, hogy a földrengések idő- és térbeli eloszlása, valamint méret-gyakoriság összefüggése a földrengések többszörös fraktál tulajdonságát mutatják.

E cikkben a vizsgált területek földrengéseinek időbeli és térbeli eloszlásának fraktál-dimenzióját határoztuk meg, többféle magnitúdó érték felett, dobozsámláló (3.2 fejezet), és korrelációs integrál módszerrel (3.3 fejezet). A földrengés katalógus adatai közül a statisztikai vizsgálat számára érdekes adatok a következők:

- a teljes T katalógus idő
- a rengések N száma
- két egymás utáni rengés között eltelt dt idő
- két rengés közötti r távolság
- valamint a rengés M mérete

A visszatérési t idő ekkor $t = T/N$. A visszatérési időket a variációs együttható meghatározásával elemeztem. A magasabb variációs együttható, magasabb klaszter aktivitást jelent.

*MTA GGKI, 1112 Budapest, Meredek u. 18.
E-mail: marta@seismology.hu

Hivatkozások

References

- Aki K** (1967): Scaling law of seismic spectrum. *J. Geophys. Res.* 72. 1217-1231.
- Bak P, Tang C, Wiesenfeld K** (1987): Self-organized criticality: an explanation of 1/f noise. *Phys. Rev. Lett.* 59. 381-384.
- Bhattacharya P, Majumdar RK, Kayal JR** (2002): Fractal dimension and b-value mapping in northeast India *Current Science*, 82; 12, 1486-1492.
- Domrádi E, Tímár G, Bada G, Cloething S, Horváth F** (2007): Fractal dimension estimations of drainage network in the Carpathian–Pannonian system. *Global and Planetary Change* 58 (1-4).
- Grad MA, Guterch GR, Keller T, Janik E, Hegedűs J, Vozár A, Slaczka T, Tiira, Yliniemi J** (2006): Lithospheric structure beneath trans-Carpathian transect from Precambrian platform to Pannonian basin: Celebration 2000 seismic profile CEL05, *J. Geophys. Res.* 111.
- Grassberger P, Procaccia L** (1983): Measuring the strangeness of strange attractors. *Physica* 9D, 189–208.
- Gutenberg B, Richter CF** (1944): Frequency of earthquakes in California. *Bull. Seismol. Soc. Am.* 34, 185-188.
- Hirata T, Imoto M** (1991): Multifractal analysis of spatial distribution of microearthquakes in the Kanto region *Geophys. J. Int.* 107, 1554-162.
- Legrand D** (2002): Fractal Dimension of small, intermediate, and large earthquakes. *Bull. Seismol. Soc. Am.* 92 (8), 3318-1120.
- Lei X, Nishizawa O, Kusunose K** (1993): Band-limited heterogeneous fractal structure of earthquakes and acoustic-emission events *Bull. Seismol. Soc. Am.* 115. 79-84.
- Lei X, Kusunose K** (1999) Fractal structure and characteristic scale in the distributions of earthquake epicenters, active faults and rivers in Japan. *Geophys. J. Int.* 139, 754-762.
- Matsumoto N, Yomogida K, Honda S** (1992): Fractal analysis of fault systems in Japan and in the Philippines. *Geophys. Res. Lett.*, 19, 356-360.
- Mandelbrot BB** (1982): *The fractal geometry of nature.* Freeman. San Francisco.
- Kanamori H, Anderson L** (1975): Theoretical basis of some empirical relations in seismology. *Bull. Seismol. Soc. Am.* 65, 1073-1095.
- Omori T** (1894): On the aftershocks of earthquakes *Journal of the College of Sci. of the Imp. Univ. of Tokyo.* 111-200.
- Reinhard J, Mittag E** (2003): Fractal analysis of earthquake swarms of Vogtland/NW-Bohemia intraplate seismicity. *Journal of Geodynamics*, 35 (1-2).
- Roy PNS, Avadh R** (2006): A correlation integral approach to the study of 26 January 2001 Bhuj earthquake, Gujarat, India. *Journal of Geodynamics*, 41(4), 385-399.
- Thingbaijim KKS, Nath SK, Yadav A, Raj A, Walling M, Mohanty WK** (2008): Recent seismicity in Northeast India and its adjoining region. *Journal of Seismology*, 12, 1.
- Tóth L, Mónus P, Bus Z, Györi E** (2008) *Earthquake Monitoring and Seismic Hazard Mitigation in Balkan Countries.* Husebya ES (ed) NATO ARW Series, Springer-Verlag, Heidelberg, 97-108.
- Young C, Ling C, Zhaojun L, Ro-Shan W** (1998): *Bull. Seismol. Soc. Am.* 88, 89-94.
- Zsíros T** (2000): *Hungarian earthquake catalogue (456-1995), Seism. Obs. Geod. Geoph. Res. Inst. Of HAS, Budapest* 495.

PAKSI ATOMERŐMŰ II. BLOKK LOKALIZÁCIÓS TORONY DEFORMÁCIÓ MÉRÉSE

Siki Zoltán*, Homolya András*



Deformation measurement of the localization tower of block II. in the Hungarian Nuclear Power Plant - In this paper the surveying activities related to the localization tower of block II. in the Hungarian Nuclear Power Plant are introduced. Technology and software were developed to fulfill the necessary high precision demand and the quick on-field deformation calculation.

Keywords: deformation analysis, automatic measurement, network adjustment

Cikkünkben a Paksi Atomerőmű II. blokk lokalizációs toronyán végrehajtott állékonyság vizsgálattal kapcsolatos geodéziai tevékenységről számolunk be. A szélső pontosságú igények kielégítése érdekében technológia és szoftverfejlesztést hajtottunk végre, hogy a helyszínen a mérések után rögtön adatokat tudjunk szolgáltatni a deformáció mértékéről.

Kulcsszavak: deformáció analízis, automatizált mérés, hálózat kiegyenlítés

1 Bevezetés

A BME Általános és Felsőgeodézia tanszéke már az 1960-as években bekapcsolódott a Paksi Atomerőmű építési munkáiba. A kapcsolat – kisebb megszakításokkal – azóta is tart. (Kiss A et al. 2002) Ennek a munkasorozatnak egy újabb állomása az erőmű élettartam hosszabbítása kapcsán az egyes blokkokhoz kapcsolódó lokalizációs toronyok állékonyság vizsgálata. A II. blokk lokalizációs torony állékonyságvizsgálatához kapcsolódó geodéziai munkákat a tanszék végezte 2008 augusztusában. Augusztus 6. és 11. közötti nyomáspróba idején a mintegy 45 méter magas és 50 méter széles lokalizációs torony, a mechanikai modellezésből előre becsült 3-5 milliméteres alakváltozásait kellett meghatározni folyamatosan, éjszakai körülmények között is. Ehhez megfelelő pontosságú alapponthálózat kialakítása és megfelelően gyors és megbízható technológia kidolgozása is a feladathoz tartozott, a vizsgálati mérések végrehajtása mellett. A vizsgálat kiterjedt a lokalizációs torony nyugati és északi homlokzatára valamint a záró födémére. Jelen cikk csak a nyugati és északi homlokzat deformációvizsgálatához kapcsolódó tevékenységgel foglalkozik.

2 Hálózatmérés és kiegyenlítés

A lokalizációs torony deformációvizsgálatának előkészítése során, 2007 évben kialakított és kiépített és már előzetesen, meghatározott alapponthálózatot használtuk a 2008 évi vizsgálati mérésekhez (Kiss és Dede 2007). Az alapponthálózat origója az A3 pont. Az Y tengely irányát az A3-A4 pontok határozzák meg. Az A1, A2, A3, A4 talajszintű mély alapozású pillérek és az A11, A12 segédépület attika falára épített pillérek alkották az alapponthálózatot. Valamennyi pillér fejezetét úgy alakítottuk ki, hogy rájuk felsavazozható pillértalppal a pontraállást tizedmilliméter pontossággal el tudjuk végezni. Kern rendszerű pillértalpakot használtunk, hogy a felhasznált Mekometer 5000 távmérő műszer és egy adapter segítségével a Leica műszerek is központosan elhelyezhetők legyenek (1. ábra).

A mérések során Mekometer 5000 nagy pontosságú távmérőműszert és Leica TCA 1800 robot mérőállomásokat használtunk (GeoCOM Reference Manual TPS1100 - Version 1.07; Leica TPS - System 1000, System Version 2.3, Heerbrugg, Switzerland; http://www.microsurvey.com/helpdesk/index.php?_m=downloads&_a=viewdownload&downloaditemid=166&nav=0,1,4,24). A mérések megkezdése előtt a Leica TCA 1800 műszereket kalibráltuk, amely kiterjedt a kéttengelyű kompenzátor, a kollimáció hiba, az indexhiba valamint a fekvőtengely ferdeségre. A vizsgálatot

*BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszék, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.

E-mail: siki@agt.bme.hu

E-mail: homolya@agt.bme.hu

Hivatkozások

References

- Detrekői Á** (1987): Geometriai mérések matematikai feldolgozása. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Detrekői Á** (1991): Kiegészítő számítások. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Kiss A, Czákó J, Csemniczky L, Deák O, Detrekői Á, Homolya A, Kis Papp L, Sárközy F** (2002): A Tanszék Paksi Atomerőmű építésénél és üzeménél végzett műszaki ellenőrző, mérnökgeodéziai és fotogrammetriai feladatai; Geodézia és Kartográfia, 54. 10., 32-38.
- Kiss A, Dede K** (2007) PA RT mérnökgeodéziai feladatait támogató korszerű mérési és digitális adatkapcsolati technológia a kidolgozása, BME Általános és Felsőgeodézia Tanszék Kutatási jelentés, Budapest.
- Kiss A, Dede K** (2008) A Paksi Atomerőmű II. blokk lokalizációs torony szerkezet 2008 évi ITV keretében végzett deformáció vizsgálata, BME Általános és Felsőgeodézia Tanszék Kutatási jelentés, Budapest.

A DUNASZEKCSŐI CSUSZAMLÁS MOZGÁSVISZONYAI

Újvári Gábor*, Bányai László*, Mentés Gyula*, Gyimóthy Attila*, Holler Ildikó*



Movements of the Dunaszekcső landslide - High banks of the River Danube are known to be one of the most landslide-risked areas in Hungary. In 2007, large ruptures appeared on the top of the bluff at Dunaszekcső indicating the development of a remarkable landslide which posed a risk on river navigation, local water supply and several landed properties. GPS, levelling surveys and permanent tilt measurements have been carried out since October 2007 on the problematic section of the bluff with the help of which the spatial and temporal evolution of the slide could be traced.

Keywords: landslide, GPS, levelling, tilt, high bank, River Danube

A Duna-menti magaspartokat hazánk csuszamlások által egyik legvesélyeztetettebb területeként tartják számon. 2007-ben hatalmas repedések jelentek meg a dunaszekcsői magasparton, utalva egy későbbi jelentős csuszamlás kialakulására, amely veszélyeztetette a folyami hajózást, a község vízellátását és több ingatlant is. 2007 októberétől GPS mérések és szintezés, valamint folyamatos dőlés-mérések történtek a magaspart problematikus szakaszán, melyek segítségével a mozgás-, tér- és időbeli fejlődését lehetett nyomon követni.

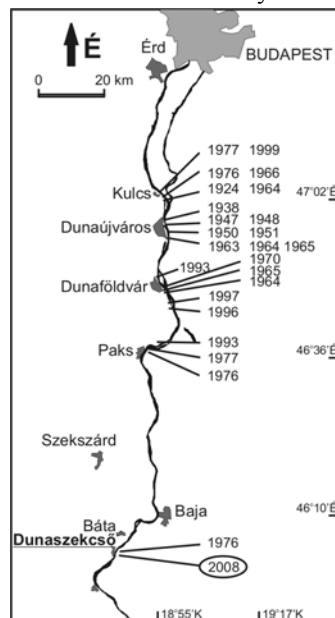
Kulcsszavak: földcsuszamlás, GPS, szintezés, dőlés, magaspart, Duna

1 Bevezetés

A WHO adatbázisa alapján a legnagyobb földcsuszamlások 1988 óta pusztán Európában 3,3 milliárd USD nagyságú kárt okoztak (http://www.emdat.be/Database/DisasterProfile/natural-table-emdat_disasters.php?dis_type=Slides&Submit=Display+Disaster+Profile#summarized%20table, utoljára megtekintve 2008.02.07). A jelenkori klímaváltozás valószínűsíthetően tovább növeli a csuszamlások számát és pusztító erejét a bolygón, jelentős károkat okozva a társadalomnak.

A téma aktualitását kiválóan jelzi, hogy a Springer kiadó „Landslides” címmel külön folyóiratot szentelt a földcsuszamlások kutatásának. Hazánk bizonyos területei az adott természeti jelenség által különösen érintettek. Ide tartoznak a Duna-, Rába- és Hernád-menti, a Balaton keleti illetve a Fertő-tó déli szegélyén lévő magaspartok, valamint bizonyos közephegységi (pl. Mátra) és dombsági területek (Zalai-dombság, Zselic, Tolnai-hegyhát, stb.) (Farkas 1983; Kleb és Schweitzer 2001; Szabó 2003)). A Duna jobb partja mentén található magaspartokat nem pusztán a Duna eróziója, hanem gyakran és évezredek óta előforduló partfalmozgások alakítják (Lóczy et al. 1989; Juhász 1999).

A XX. században több mint 25 nagy mozgás jelent meg a Duna-mentén és több mozgási periódus különíthető el (1. ábra, Kleb és Schweitzer 2001). Így korábban a jelen tanulmány vizsgálati területén a dunaszekcsői magasparton is előfordultak már mozgások a múlt század hetvenes éveiben. Néhány évtizedes nyugalmat követően azonban 2007-ben jelentős repedések alakultak ki a Vár- és Szent-János-hegyen, amelyek egy nagyobb, kb. 5000 m²-re becsült területet érintő mozgás kialakulását vetítették előre. Az MTA GGKI az adott év nyarának végén mérőhálózatot alakított ki a területen több okból is. Egyrészt a kezdődő mozgások unikális lehetőséget teremtettek arra, hogy hazánkban először követhessünk végig egy partfalmozgás kifejlődését, annak főbb fázisait, hagyományos és modern geodéziai eszközökkel, eltérően a korábbi évti-



1. ábra. Jelentősebb Duna-menti földcsuszamlások a XX. században (Kleb és Schweitzer 2001)

Köszönetnyilvánítás. Munkánk nagy része az MTA Elnöki keret (Kinnof-15/6/35/2007) és az OTKA 78332 K támogatásával készült. Köszönjük Horváth Attila, Schlaffer Ferenc, Bánfi Frigyes és Molnár Tibor munkatársainknak a terepmunkák során nyújtott segítséget, valamint a helyi önkormányzat (Faller János polgármester és Pest Éva jegyzőasszony), a Baranya Megyei Katasztrófavédelem (Oláh Tibor őrnagy) és a mohácsi Tűzoltóság technikai jellegű segítségét.

Hivatkozások

References

- Bányai L** (1991): Treatment of rotation errors in the final adjustment of GPS baseline components. *Bulletin Geodesique* 65, 102-108.
- Bányai L** (2005): Investigation of GPS antenna mean phase centre offsets using a full roving observation strategy. *Journal of Geodesy* 79, 222-230.
- Domján J** (1952): Középdunai magaspartok csúszásai (Slides of the bluffs along the middle reach of the River Danube). *Hidrológiai Közlöny* 32, 416-422 (in Hungarian).
- Farkas J** (1983): Agyakok réteghatárán bekövetkező felszínmozgások. *Mélyépítéstudományi Szemle* 8, 355-361.
- Fábián SzÁ, Kovács J, Lóczy D, Schweitzer F, Varga G, Babák K, Lampért K, Nagy A** (2006): Geomorphologic hazards in the Carpathian foreland, Tolna County (Hungary). *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, 40, 107-118.
- Hegedűs E, Kovács ACs, Fancsik T** (2008): A megcsúszott dunaszekcsői löszfal aktív és passzív szeizmikus vizsgálata. *Kutatási Jelentés (Eötvös Loránd Geofizikai Intézet)*, p. 20.
- Horváth T** (2005): Enhanced real-time positioning via the Internet (in Hungarian). *Geomatikai Közlemények VIII*, 123-133.
- Horváth Zs, Scheuer Gy** (1976): A dunaföldvári partrogyás mérnökgeológiai vizsgálata. *Földtani Közlöny*, 106, 425-440.
- Juhász Á** (1999): A klimatikus hatások szerepe a magaspartok fejlődésében. *Földtani Kutatás*, XXXVI(3), 14-20.
- Karácsonyi S, Scheuer Gy** (1972): A dunai magaspartok építésföldtani problémái. *Földtani Kutatás*, 15, 71-83.
- Kleb B, Schweitzer F** (2001): A Duna csuszamlásveszélyes magaspartjainak településkörnyezeti hatásvizsgálata. *Ádám A, Meskó A* (szerk.): *Földtudományok és a földi folyamatok kockázati tényezői*. Bp. MTA, 169-193.
- Kraft J** (2005): A dunaszekcsői Töröklyuk kialakulása és fennmaradása. *Cecsek Egyesület Évkönyve a 2004-es egyesületi évről. Új Évfolyam*, 8, 133-153.
- Lawler DM, Thorne CR, Hooke JM** (1997): Bank erosion and instability. In: Thorne C R, Hey R D, Newson M D: *Applied Fluvial Geomorphology for River Engineering and Management*, John Wiley & Sons, Chichester, UK, 137-172.
- Lóczy D, Balogh J, Ringer Á** (1989): Landslide hazard induced by river undercutting along the Danube. In: Embleton C, Federici P R, Rodolfi G: *Geomorphological Hazards, Supplements of Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, 2, 5-11.
- Mentes Gy** (2003): Monitoring local geodynamical movements and deformations by borehole tiltmeters in Hungary. *Proceedings of the 11th FIG Symposium on Deformation Measurements, Santorini, Greece*, 43-50.
- Springer FM Jr, Ullrich CR, Hagerty DJ** (1985): Streambank stability. *Journal of Geotechnical Engineering*, 111, 624-640.
- Szabó J** (2003): The relationship between landslide activity and weather: examples from Hungary. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 3, 43-52.
- Thorne CR** (1982) Processes and mechanisms of river bank erosion. In: Hey R D, Bathurst J C, Thorne C R: *Gravel-bed Rivers*, Wiley, Chichester, 227-271.
- Twidale CR** (1964) Erosion of an alluvial bank at Birdwood, South Australia. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 8, 189-211.
- Újvári G, Mentés Gy, Bányai L, Kraft J, Gyimóthy A, Kovács J** (2009) Evolution of a bank failure along the River Danube at Dunaszekcső, Hungary. *Geomorphology*, doi: 10.1016/j.geomorph.2009.03.002. in press.

KÖRNYEZETI PARAMÉTEREK HATÁSA AZ EXTENZOMÉTERES MÉRÉSEKRE

Eperné-Pápai Ildikó*, Mentés Gyula*



Environmental parameter effects on extensometric measurements - Deformation, temperature and atmospheric pressure data from the Sopronbánfalva Geodynamical Observatory were investigated. Long-term temperature variations raise thermoelastic rock deformations which appear with about 20 days lag in our extensometric measurement. In tidal frequency bands the connection between temperature and strain results is negligible on the basis of coherence analysis. However the atmospheric tide's seasonal variation influences the strain tide parameters.

Keywords: extensometer, temperature effect, atmospheric pressure, seasonal effect, tidal parameters

A Sopronbánfalvi Geodinamikai Observatóriumban regisztrált deformációs, hőmérsékleti és légnyomás adatsorok közötti összefüggést vizsgáljuk írásunkban. A hőmérséklet hosszúperiódusú változása által előidézett termoelasztikus közetdeformáció mintegy 20 nap késéssel jelenik meg extenzométeres regisztrátumunkban, árapály frekvenciákon elhanyagolható mértékű kapcsolatot mutatnak a koherenciavizsgálatok. Ugyanakkor a légköri árapály szezonális váltakozásának jelensége befolyásolja a deformációs adatainkból meghatározható árapály paraméterek nagyságát.

Kulcsszavak: extenzométer, hőmérsékleti hatás, légnyomás, szezonális hatás, árapály paraméterek

1 Bevezetés

A Sopronbánfalvi Geodinamikai Observatóriumban 1991 óta folynak extenzométeres mérések, amelyeknek egyik célja az árapály paraméterek minél pontosabb meghatározása, másik célja pedig a Pannon-medence jelenkori tektonikai mozgásainak vizsgálata (Mentés 1991, 2005). A környezeti paraméterek, ezek közül is főképpen a légnyomás és a hőmérséklet változása van hatással az extenzométerrel mért elmozdulás értékekre. A környezeti paraméterek hatása lehet direkt vagy indirekt. Az első esetben közvetlenül a mérőműszerre való hatásról van szó, míg a második esetben a műszert körülvevő közet deformálódik a hőmérséklet és a légnyomás hatására. Ez utóbbi esetben a hatás rendkívül komplikált, mivel az extenzométer által mért közet deformáció függ az obszervatórium környezetének topográfiájától, valamint az üreghatástól, vagyis annak a vágatnak az alakjától, amelyben a műszer elhelyezkedik (Mentés 1997). A környezeti hatások szezonális jellegűek és kvázi-periodikusak. Hosszú, többéves adatsorokból szűrővel viszonylag könnyen eltávolíthatók, így a tektonikai mozgásmegfigyelések szempontjából nem jelentenek akkora problémát, mint az árapály paraméterek meghatározása esetében. A légnyomás hatása még bonyolultabb, mint a hőmérsékleté. Ez azt jelenti, hogy a földkéreg bármely pontján a deformáció értéke függ a teljes Földön levő légnyomás értékektől, továbbá az óceánok szintje is változik a légnyomás változásával, ami az óceáni terhelés révén indirekt járul hozzá a szilárd földkéreg deformációjához. A légnyomásnak a gravitációs mérésekre kifejtett hatásával több cikk foglalkozik (pl. Sun 1995, Kroner és Jentzsch 1999, Boy et al. 2006), amelyek csak a földkéreg radiális irányú elmozdulását vizsgálják. Többek között Rabbel és Zschau (1985) tanulmányozták a Föld felszínén a deformáció és gravitáció változása, valamint a lokális és globális légnyomásváltozások közötti összefüggéseket sugárirányban rétegzett földmodell esetében. Megállapították, hogy a fő horizontális relatív deformációk nagysága elérheti a 10^{-8} nagyságrendet, míg a szezonális hatások következtében $\pm 1.5 \cdot 10^{-9}$ nagyságrendű lehet. A légnyomás hatását az extenzométeres mérésekre eddig keveset vizsgálták, pl. Onoue és Takemoto, (1998). A légnyomás és a deformáció közötti kapcsolat mechanizmusát, a topográfia hatását pl. Kroner et al. (2005), Steffen et al. (2005) végelem módszerrel modellezték. Ez utóbbi hatást Mentés és Eper-Pápai (2006) a felszíni Sopronbánfalvi Geodinamikai Observatóriumban és

*MTA GGKI, 9400 Sopron, Csatkai u. 6-8.

E-mail: papai@ggki.hu

Köszönetnyilvánítás. Ez a tanulmány a K71952 számú OTKA projekt keretében készült. Külön köszönet illeti Molnár Tibort az obszervatórium rendszeres és gondos felügyeletéért, valamint a műszerek karbantartásáért, amely lehetővé tette a hosszú folyamatos adatsorok regisztrálását.

Hivatkozások

References

- Boy JP, Ray R, Hinderer J** (2006): Diurnal atmospheric tide and induced gravity variations. *J. Geodyn.* 41, 253-258.
- Dehant V** (1987): Tidal Parameters for an Unelastic Earth. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 49, 97-116.
- Eper-Pápai I, Mentés G** (2002): The effect of atmospheric pressure on strain measurements at the Sopron Observatory, Hungary. *Bull. d' Inf. Marees Terr.* 137, 10901-10906.
- Haurwitz B, Cowley D** (1973): The Diurnal and Semidiurnal Barometric Oscillations, Global Distribution and Annual Variation. *Pure Appl. Geophys.* 102, 193-222.
- Kroner C, Jentzsch G** (1999): Comparison of different barometric pressure reductions for gravity data and resulting consequences. *Phys. Earth Planet. Int.* 115, 205-218.
- Kroner C, Jahr T, Kuhlmann S, Fischer KD** (2005): Pressure-induced noise on horizontal seismometer and strainmeter records evaluated by finite element modelling. *Geophys. J. Int.* 161, 167-178, doi:10.1111/j.1365-246X.2005.02576.x.
- Mentés Gy** (1983): Capacitive transducers for horizontal pendulums and gravimeters. *Acta Geod. Geoph. Mont. Hung.* 18, 359-368.
- Mentés Gy** (1991): Installation of a quartz tube extensometer at the Sopron Observatory. *Marees Terrestres Bulletin d' Informations, Bruxelles*, 110, 7936-7939.
- Mentés Gy** (1995): In-situ calibration of quartz tube extensometers, *Marees Terrestres Bulletin d'Informations, Bruxelles*, 121, 9070-9075.
- Mentés Gy** (1997): Folyamatos mérési módszerek geodinamikai, környezeti és ipari deformációk megfigyelésére. MTA doktori értekezés, Sopron (Magyar Tudományos Akadémia), 173 p.
- Mentés G** (2000): Influence of Temperature and Barometric Pressure Variations on Extensometric Deformation Measurements at the Sopron Station. *Acta Geod. Geoph. Hung.* 35 (3), 277-282.
- Mentés Gy** (2004): Atmospheric tide obtained by the microbarograph developed at the Geodetic and Geophysical Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences. *Acta Geod. Geoph. Hung.* 39 (1), 39-48.
- Mentés Gy** (2005): Results of Tidal Research. *Acta Geod. Geoph. Hung.*, 40 (3-4), 293-305.
- Mentés Gy** (2008): Observation of recent tectonic movements by extensometers in the Pannonian Basin. *J. Geodyn.* 45, 169-177.
- Mentés Gy, Eper-Pápai I** (2006): Investigation of meteorological effects on strain measurements at two stations in Hungary. *J. Geodyn.* 41 (1-3), 259-267.
- Onoue K, Takemoto S**, (1998): Atmospheric pressure effect on ground strain observation at Donzurubo observatory, Nara, Japan. In: *Proceedings of the 13th International Symposium on Earth Tides, Brussels, 22-25 July 1997*, 157-164.
- Rabbel W, Zschau J** (1985): Static deformations and gravity changes at the Earth's surface due to atmospheric loading. *J. Geophys.* 56, 81-99.
- Steffen H, Kuhlmann S, Jahr T, Kroner C** (2005): Numerical modelling of the barometric pressure-induced noise in horizontal components for the observatories Moxa and Schiltach. *J. Geodyn.* 41, 242-252.
- Sun HP** (1995): Static deformation and gravity changes at the Earth' surface due to the atmospheric pressure. PhD Thesis, Cath. Univ. Louvain, Belgium.
- Wahr JM** (1981): Body Tides on an Elliptical, Rotating, Elastic Earth without Oceans. *Geophys. J. R. astr. Soc.* 64, 677-703.
- Wenzel HG** (1996): The nanogal software: Earth tide data processing package ETERNA 3.30. *Bull. d'Inf. Marées Terr.* 124, 9425-9439.

ÚJ, ÁLTALÁNOS CÉLÚ KÉPOSZTÁLYOZÓ KIFEJLESZTÉSE NAGYFELBONTÁSÚ, TEXTÚRÁVAL RENDELKEZŐ DIGITÁLIS KÉPEK FELDOLGOZÁSÁRA

Czímber Kornél*



Development of a new, general image classifier to process high-resolution, textured digital images - High-resolution digital images are accessible due to the improvement of remote sensors, but the traditional pixel-based classifiers are ineffective. This paper describes the development of a new, segmentation based image classifier to process these textured images, recognize and extract image objects.

Keywords: digital image classification, texture, segmentation, shape recognition

A távérzékelő szenzorok fejlődésével olyan nagyfelbontású digitális felvételek érhetők el, melyek a hagyományos pixel alapú osztályozókkal nem dolgozhatók fel. Ez a dolgozat egy új, szegmentálás alapú képosztályozó kidolgozását tárgyalja, mely képes a textúrával rendelkező felvételeket feldolgozni, a képbjektumokat felismerni és kinyerni.

Kulcsszavak: digitális képosztályozás, textúra, szegmentálás, alakfelismerés

1 Bevezetés

A távérzékelés területén folyamatosan születnek új eredmények. Új távérzékelő szenzorok jelennek meg, ezekhez új képfeldolgozó algoritmusok születnek. A civil szféra számára is elérhetőek már a méter alatti terepi felbontású műholdfelvételek, hiperspektrális felvételek és digitális légifényképek.

A nagyobb geometriai és radiometriai felbontású felvételek már nem dolgozhatók fel a hagyományos pixel alapú képfeldolgozó eljárásokkal. A nagyobb felbontás miatt a pixeleket már nem lehet környezetükből kiragadni. Helyette inkább a több pixelből álló képbjektumokat érdemes vizsgálni és osztályokba sorolni (Czímber 2000).

Jelen kutatás célja egy olyan általános képosztályozó kidolgozása, mely a nagyobb felbontású felvételek feldolgozásán túl más képosztályozási feladatokra is alkalmas. A kifejleszteni kívánt képosztályozóval szemben támasztott igények a következők, az osztályozó legyen alkalmas:

1. Kisfelbontású (*Landsat*) és nagyfelbontású (*Ikonos, Quickbird, légifelvétel*), textúrával rendelkező felvételek osztályozására;
2. Egysávos és többsávos (*multi- és hiperspektrális*) felvételek feldolgozására (1..1024 sáv);
3. Eltérő geometriai (*0.1 ... 30 méter*) és radiometriai felbontású (*1...1000 sáv, 8...32 bit*) felvételek együttes feldolgozására;
4. Különböző, de nem távérzékelésből származó adatok integrálása (*domborzatmodell, tematikus térképek, geológiai, meteorológiai adatok*);
5. Eltérő időpontban készült felvételek feldolgozására (*idősorok, változás detektálás*);
6. Zajos radarfelvételek hatékony feldolgozására;
7. Osztályozott objektumok kinyerésére (*pont, vonal, poligon*);
8. Feliratok, alakzatok méret és forgatás független felismerése;

Az előbbi kívánalmakon túl elvárjuk, hogy az osztályozó legyen programozható, gyors, megismételhető, és minimális tudás is elegendő legyen a használatához.

2 Képosztályozás

A képosztályozás célja, hogy a távérzékelte felvételről minél hatékonyabban határozzuk meg a felszínborítási kategóriákat (Csornai, Dalia 1991). A hagyományosnak tekinthető pixel alapú osztályo-

Köszönetnyilvánítás. Köszönetet mondok a kutatás támogatóinak: NYME Erdő és Fahasznosítási Egyetemi Tudásközpont, OTKA, DigiTerra Kft.

Hivatkozások

References

- Baatz M, Schäpe A** (2000): Multiresolution Segmentation: an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. In: Strobl, J. and Blaschke, T. (Eds.): Angewandte Geogr. Informationsverarbeitung XII, Wichmann, Heidelberg, pp. 12-23.
- Csornai G, Dalia O** (1991): Távérzékelés, Jegyzet, Székesfehérvár.
- Czímber K** (2000): Geoinformatika. Jegyzet, Sopron.
- Haralick R** (1979): Statistical and structural approaches to texture. Proc. IEEE, 67; 5, 786-804.
- Hu M K** (1962): Visual pattern recognition by moment invariants, IEEE T. Inf. 8; 2, 179-187.
- Kóczy L, Tikk D** (2000): Fuzy rendszerek. Typotex Kiadó, Budapest.
- Wagner T** (1999): Texture analysis. Handbook of computer vision and applications, chapter 12, pages 275-308. Academic Press, San Diego.

KÖZELFOTOGRAMMETRIAI KAMERÁK MINŐSÍTÉSE ÁTLAGOS KÉPKOORDINÁTA KÖZÉPHIBA- TÁRGYTÁVOLSÁG FÜGGVÉNNYEL

Fekete Károly*, Mélykúti Gábor**, Schrott Péter*



Qualification of close range photogrammetry cameras using average image coordinate rms error vs. object distance function – In this publication, the concept of image coordinate RMS error derived from object side average RMS error is introduced. In the course of derivation, data of network geometry and redundancy were taken into consideration; thereby camera output for a given object distance was characterized by this quantity independent of the shooting arrangement. If this value is determined for several object distances, a function of average image coordinate RMS error vs. object distance is yielded, which, in our opinion, properly characterizes the photogrammetric potential of a given camera. This function was determined – using new measurement results – for a mobile phone with a camera and for a digital camera frequently applied in our days; in addition, the function was generated for a professional camera used in the 1990s, KODAK DCS, using former results.

Keywords: close range, accuracy analysis, non-metric camera, network design

Jelen publikációkban bevezettük az átlagos tárgyteri középhibából levezetett képkoordináta középhiba fogalmát. A levezetésünk során figyelembe vettük a hálózati geometriára és a redundanciára vonatkozó adatokat és ezáltal a fényképezési elrendezéstől független mennyiséggel tudtuk jellemezni egy kamera adott tárgy távolságra vonatkozó teljesítményét. Ha ezt az értéket több tárgy távolságra meghatározzuk, kapunk egy átlagos képkoordináta középhiba-tárgytávolság függvényt, ami megítélésünk szerint jól jellemzi egy adott kamera fotogrammetriai potenciálját. Ezt a függvényt új mérési eredmények felhasználásával meghatároztuk egy kamerás mobiltelefon és egy napjainkban sűrűn alkalmazott digitális fényképezőgép esetében, valamint régi eredmények felhasználásával előállítottuk a 90-es évek professzionális gépére, a KODAK DCS-re.

Kulcsszavak: közelfotogrammetria, pontossági vizsgálat, nem-metrikus kamera, hálózattervezés

1 Bevezetés

A digitális eszközök kizárólagossá válása a közelfotogrammetriában, a fényképezési kultúra igen széles elterjedése, új eszközök megjelenése, mint például a kamerás mobil telefonok, webkamerák (Ebrahim 2004) felvetik a kérdést, hogy melyik eszközt tulajdonképpen mire tudjuk használni fotogrammetriai szempontból. Jelen publikációkban erre a kérdésre keressük a választ és egy lehetséges megoldást megadunk az átlagos képkoordináta-középhiba – tárgy távolság függvény felhasználásával. Megítélésünk szerint ez a függvény jól jellemzi egy felvevő fotogrammetriai potenciálját, tehát a felhasználó megállapíthatja belőle, hogy tulajdonképpen milyen feladatra használhatja fel eszközét.

2 A vizsgálat módszere

2.1 Az átlagos tárgyteri középhibából levezetett képkoordináta középhiba

A közelfotogrammetriai hálózatokat pontjaikkal helyettesítjük. A hálózat meghatározása ezen pontok koordinátáinak a meghatározását jelenti. A hálózatok minősítése a pontkoordinátákhoz kötődik. Ha keressük az összefüggést a tárgyoldali pontok és a képkoordináták pontossága között, akkor könnyen beláthatjuk, hogy ezek egyenes arányban vannak, de azt is egyszerűen beláthatjuk, hogy ez

* BME Fotogrammetria és Térinformatika Tsz., 1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3.
E-mail: feketekaroly@mail.bme.hu

**NyME GEO, 8000 Székesfehérvár, Pirosalma u. 1-3.

Hivatkozások

References

- Ebrahim MA** (2004): Using Mobile Phone Cameras in Digital Close Range Photogrammetry. *The Photogrammetric Journal of Finland*, 19; 1, 11-22.
- Fekete K** (2006): Hálózattervezési kérdések a közelfotogrammetriában. *Geodézia és Kartográfia* III, 12-23.
- Fraser CS** (1996): Network Design. In: Atkinson, K.B. (Ed.): *Close Range Photogrammetry and Machine Vision*, Whittles Publishing UK, 371, 256-280.
- Luhmann T** (2000): *Nahbereichsphotogrammetrie: Grundlagen, Methoden und Anwendungen*. Herbert Wichmann Verlag, Heidelberg.
- Mason S** (1995): Conceptual Model of the Convergent Multistation Network Configuration Task. *Photogrammetric Record* 15(86), 277-299.
- Schlögelhofer F** (1989): *Qualitas- und Wirtschaftlichkeitsmodelle für die Ingenieurphotogrammetrie*. Dissertation, Technische Universität, Wien, 156.
- Schrott P** (2005): *Digitális képek feldolgozása DLT-vel*. Tudományos Diákköri Dolgozat, BME Építőmérnöki Kar.
- Tóth Z, Mélykúti G, Barsi Á** (2005): Digitális videokamerák kalibrációja. *Geomatikai Közlemények* VIII, 1-6.

MÉRÉSI PONTOK OPTIMALIZÁCIÓJA EGY ARC FOTOGRAMMETRIAI KIÉRTÉKELÉSE SZÁMÁRA

Varga Emese*, Hegedűs István**, Földváry Lóránt***, Fekete Károly****



Optimization of measurement points in case of a photogrammetric processing on a human face - The scope of this research is the optimization of the required number and placement of measurement points on a stereophotograph of a face. A mathematical tool has been developed, which allows determination of the required point density at any place of the face considering the local curvature characteristics. The validation of the method has been done with using surface fitting methods. By applying the method developed in this study, the measurement time of a facial stereophoto can be reduced due to the omission of informationless points for the processing.

Keywords: facial reconstruction, optimization, close range photogrammetry, surface fitting

Tanulmányunkban egy arcról készített képpár fotogrammetriai kiértékeléséhez szükséges pontok számát és helyét optimalizáljuk. A feladat megoldásához kidolgoztunk egy módszert, amely lehetővé teszi az arc görbületi viszonyai figyelembevételével a szükséges mérési pontok helyének és pontsűrűség igényének meghatározását. A módszer ellenőrzésére egy felületillesztési eljárást használtunk. A módszerrel a gyakorlat számára optimalizálni tudjuk a kiértékeléshez szükséges időt az információszegény pontok elhagyásával.

Kulcsszavak: arcreekonstrukció, optimalizáció, közel-fotogrammetria, felületillesztés

1 Bevezetés

Arcrekonstrukció alapvető feladata azonosítatlan néhai emberek arcának megjelenítése koponyájuk alapján. Az arc geometriai megjelenítése hagyományosan antropológiai megfontolásokat figyelembe véve, művészi eszközökkel készül (Kustár 2005), amelyet korunkban egyre inkább a számítógépes adatértelmezés és megjelenítés vált fel (Trezopoulos et al. 1997). A BME Biomechanikai Kooperációs Kutatóközpont gondozásában elindult egy arcrekonstrukciós szoftver kifejlesztését irányzó projekt, amelyben részt vesz a BME Fotogrammetria- és Térinformatika Tanszék is. Kutatásainkkal az utóbbi intézmény munkálataihoz kíván hozzájárulni.

Az arcrekonstrukciós folyamat számára első lépés az adatfelvétel. Kapcsolódó tanulmányok az adatfelvétel lehetséges módszereit elemezték különböző aspektusokból (Schrott 2008, Molnár et al. 2008, Fekete 2006, Schrott és Fekete 2008, Schrott et al. 2008). A tanulmányok az arcfelvétel lehetőségét vizsgálták CT-vel, lézerszkennelvel és közel-fotogrammetriával. Általánosságban ezek eredményei alapján elmondható, hogy a célra a leghatékonyabb a CT lenne, azonban ennek pontossága egyes alkalmazások számára nem feltétlenül elegendő. A közel-fotogrammetria arcrekonstrukciós célú alkalmazása biztosítaná ezt a pontossági igényt, azonban gyakorlati tömeges alkalmazását megnehezíti a kiértékelés nagy idő- és munkaigénye, mivel a kiértékelés csak részben automatizálható. A fotogrammetriai kiértékelés számára feltétlenül szükséges találni egy olyan pontfelvételi és feldolgozási eljárást, amellyel a kiértékelés munkaigénye optimálisra csökkenthető. Jelen tanulmányunkban bemutatott vizsgálatok egy korábbi munka újabb fázisát képezi (Varga 2007, Varga et al. 2008), amely a korábbi vizsgálatokhoz képest új megközelítést jelent egy jóval kifinomultabb feldolgozási technika alkalmazása, valamint a paraméterezés pontosítása. A tanulmány alapvetően az alábbi a módszert követi: egy jól ismert fej adataiból kiindulva az értékes információt tartalmazó részhalmozatot meghatározva keressük az optimális pontok számát és helyét. Nyilvánvalóan az optimum kérdésköre a visszaállíthatóság szemszögéből szubjektív, és csak egy konkrét visszaállítási eljárással kapcsolatosan értelmezhető. A kiindulási adataink bemutatása után a pontok ritkításával a 3. fejezetben, a visszaállítást végző eljárással a 4. fejezetben foglalkozunk.

*BME Építőmérnöki Kar, E-mail: vargeme@gmail.com

**SZTE Természettudományi és Informatikai Kar, E-mail: ist.hegedus@gmail.com

***MTA-BME Fizikai Geodézia és Geodinamikai Kutatócsoport, E-mail: fl@sci.fgt.bme.hu

****BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék, E-mail: feketekaroly@mail.bme.hu

Köszönetnyilvánítás. A kutatás a 73251 és 73441 számú OTKA pályázatok, valamint a Bolyai ösztöndíj támogatásával folyt.

Hivatkozások

References

- Fekete K** (2006): A Közel-fotogrammetria és Néhány Orvosi Alkalmazása. Phd értekezés, BME, Budapest.
- Katona E** (2000): Automatikus térkép-interpretáció. Phd értekezés, Szegedi Tudományegyetem.
- Kustár Á** (2005): Humán Morfológiai Variációk az Arcon és a Koponyán – A Koponya és az Arc Morfológiai Összefüggéseinek Alkalmazása a Plasztikus Arcrekonstrukcióban. Phd értekezés, ELTE, Budapest.
- Molnár B, Schrott P, Fekete K** (2008): Comparative accuracy survey of 3D medical models made by photogrammetric, CT and scanning methods. Proceedings of the Third Hungarian Conference on Biomechanics, Budapest, 211-216.
- Schrott P** (2008a): Investigation of Measurement Methods for Facial Reconstruction Purposes. The 7th Youth Symposium on Experimental Solid Mechanics (CD), Wrocław, Lengyelország.
- Schrott P** (2008b): Geometric Data Gathering From Cadaver Human Head. Proceedings of the Third Hungarian Conference on Biomechanics, Budapest, 301-307.
- Schrott P, Fekete K** (2008): Subpixel Photogrammetric Evaluation Methods for Face Reconstruction Purpose. Proceedings of the Third Hungarian Conference on Biomechanics, Budapest, 309-314.
- Schrott P, Szabó Gy, Fekete K** (2008): Data Acquisition Possibilities for face Reconstruction Purpose. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, XXXVII; B5, 817-822.
- Terzopoulos D** (1986): Regularization of Inverse Visual Problems Involving Discontinuities. IEEE Trans, on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 8; 4, 413-423.
- Varga E** (2007): Mérési pontok optimalizációja egy arc fotogrammetriai kiértékelése számára. TDK dolgozat, BME.
- Varga E, Hegedű I, Földváry L** (2008): Optimization of Density and Distribution of Stereograph Measurement Points for a Face Assessment. Proceedings of the Third Hungarian Conference on Biomechanics, Budapest, 387-394.

FÖLDHASZNOSÍTÁS VÁLTOZÁSÁNAK KÖVETÉSE TÁVÉRZÉKELÉssel A VELENCEI-TÓ VÍZGYŰJTŐJÉBEN

Verőné Wojtaszek Malgorzata*



Land use change detection by remote sensing in the Lake Velence catchment area - In our work we used remote sensing as mapping tools to classify land use in the Lake Velence catchment area. The satellite images give homogenous, detailed and actual data of wide areas and give a wide time range archive also. Multi-temporal images provide up-to-date information for change detection analyses.

The IDRISI Land Change Modeler was applied for analyzing land use, as well as to predict land use change. The LCM provides a set of tools for analysing land use (cover) change, including graphs of gains and losses, net changes and contributions experienced by any category. A simple one-click interface provides the ability to generate rapid maps of change, persistence, specific transitions and exchanges between categories.

The analysis of two land use maps of different dates showed that between 1990 and 2004 the amount of urban land, rural cover types of agriculture and water class increased. The urban area increased by 13% of the total area, the agriculture area by 15% and the water class by 8%. The water area increase is dependent on drought. The meadow field, the forest and vine-orchard categories decreased. Decreasing of the forest area is connected with forestry and means change in land cover, but not in land use.

Keywords: remote sensing, land use detection, Land Change Modeler

A Velencei-tó vízgyűjtője földhasználat változásainak vizsgálatához távérzékelési módszereket alkalmaztunk. A több időpontban készült multispektrális felvételek ellenőrzött osztályozásával a vizsgált terület földhasználatára vonatkozó adatokat nyertünk és a változásokat 14 éves időintervallumban vizsgáltuk. A műholdas felvételek kiértékeléséhez IDRISI ANDES térinformatikai rendszert, valamint az adatok elemzéséhez Land Change Modeler-t alkalmaztunk. Az LCM széles adatelemző eszköztárával időben lezajló folyamatok több szempont szerint vizsgálhatók.

Az 1990 és 2004 időszakban bekövetkezett változások összefüggésben vannak az utolsó rendszerváltozással bevezetett reformokkal, az urbanizáció, az iparosodás és a vele járó tevékenységekkel. Az úrfelvételek klasszifikációjával nyert földhasználati kategóriák között a szántó, a beépített és a víz tematikus osztályok növekedését mutattuk ki. A vízzel borított területek ingadozása összefügg a csapadék mennyiségével, az aszályal. A területcsökkenés a szőlős-gyümölcsös, a rét és erdős kategóriákban következett be. Az erdős területeknél ilyen jellegű tendencia inkább a felszínborítás, mint földhasználat változását jelenti, ami az erdőgazdálkodás (véghasználat, erdőfelújítás) következménye.

Kulcsszavak: távérzékelés, földhasználat, Land Change Modeler

1 Bevezetés

A Föld megfigyelő műholdak megjelenésével újfajta adatnyerés és szolgáltatás kezdődött meg. A műholdak szenzorai folyamatosan pásztázzák Földünk felszínét, részletes (pl. 1×1 m - 30×30 m-es négyzetháló, földfelszín-elemek) és ugyanakkor nagy (pl. 5000 - 36 000 km²) területekről homogén, periodikusan ismétlődő adatokat biztosítanak. Olyan adatokat, melyek tükrözik a földfelszín, felszíni objektumokat és azok állapotát. A távérzékelési adatok alapján nemcsak a terület aktuális állapotát tudjuk vizsgálni, de az archivált felvételek időben visszatekintési lehetőséget is biztosítanak. A több időpontú felvételek kiértékelésével adott időintervallumban bekövetkezett változások követhetők nyomon, valamint a változásokból trendek állapíthatók meg a jövőre nézve is.

*NyME Geoinformatikai Kar, 8002 Székesfehérvár, Pirosalma u. 1-3.
E-mail: margo@geo.info.hu

Hivatkozások

References

- Büttner Gy** (2003): Elkészült Magyarország 1:50000-es léptékű felszínborítási adatbázisa; Magyar Ipari és Környezetvédelmi Magazin, II (5), 8.
- Büttner Gy** (2004): Új felszínborítási adatbázis Európára; Magyar Ipari és Környezetvédelmi Magazin, III (6), 7.
- Király G** (2008): A távérzékelés erdészeti alkalmazása. NYME EMK, PhD értekezés, 54-60.
- Mikus G, Csornai G, Mihály Sz, Vass T** (2008): Agrártámogatások és a nemzeti téradat infrastruktúra. Geodézia és Kartográfia, LVI (8), 3-37.
- Veróné Wojtaszek M** (2007): Távérzékelés. Jegyzet, NYME GEO, Székesfehérvár, 160-162.
- Winkler P** (2003): Magyarország digitális ortofotó programja (MADOP) és nagyfelbontású digitális domborzat modell (DDM) az ország teljes területére. Geodézia és Kartográfia, LV (12), 3-11.

FÖLDI LÉZERSZKENNEREK ALKALMAZHATÓSÁGA MÉRNÖKI SZERKEZETEK DEFORMÁCIÓ MÉRÉSÉBEN

Lovas Tamás*, Berényi Attila*, Barsi Árpád*, Dunai László**



Applying terrestrial laserscanning in deformation measurements of engineering structures - This paper deals with the potential of terrestrial laserscanning in the field of displacement and deformation measurements of engineering structures. It also discusses the experiences of the quality test laboratory measurements. Furthermore we show two examples of real applications (bridge load test measurements) and we confirm the usage and validate the potential of this technology in such engineering projects.

Keywords: displacement/deformation measurement, terrestrial laserscanning, engineering structures

Cikkünk a földi lézershennerek alkalmazhatóságát vizsgálja mérnöki szerkezetek mozgásvizsgálati és deformáció méréseiben. Először a laboratóriumi körülmények között elvégzett minősítő projekt eredményeit taglaljuk, majd két valódi példán (hidak terhelésvizsgálata) keresztül próbáljuk meg bebizonyítani a technológia alkalmazhatóságát a hasonló mérnöki feladatok megoldásában.

Kulcsszavak: mozgásvizsgálat/deformációmérés, földi lézershennelés, mérnöki szerkezetek

1 Bevezetés

Napjaink rohamosan fejlődő világa a geodézia mellett sem ment el anélkül, hogy változásokat ne hozott volna. A folyamatos fejlesztéseknek köszönhetően napról napra pontosabb, jobb, gyorsabb adatokat kapunk a legkülönbözőbb eszközök segítségével. Ennek a folyamatnak az eredménye a cikkben tárgyalt lézershenneres felmérési technológia is, hiszen csupán a 90-es években nyert teret a geodéziában. A máig eltelt idő alatt sokan sokféleképpen bizonyították, hogy ez a mérési eljárás megállja a helyét a műemlékvédelem, a bányászati alkalmazások és a minőség-ellenőrző mérések terén egyaránt.

A szerzők célja a módszer alkalmazhatóságának vizsgálata mérnöki szerkezetek mozgásvizsgálata és deformáció mérése kapcsán. Ennek fényében a Magyarországon megépült utolsó két Duna-híd (Pentele híd, Megyeri híd) terhelésvizsgálatain végeztünk méréseket és próbálunk meg állást foglalni pro és kontra.

2 Technológia

A lézershennelés eredménye egy plasztikus 3D-s pontfelhő, a szkenner által meghatározott koordinátarendszerben. A műszer a pontok koordinátáit lézer fény segítségével határozza meg. A kibocsátás és a visszaverődés között eltelt idő meghatározásával az adott pont távolságát, míg a műszerfejlesztés állásából a pont helyzetét rögzíti, így kapva meg a pontok háromdimenziós koordinátáit. Mivel ezt a műveletet a lézershennerek típusától függően több tízezerszer is képesek elvégezni egy másodperc alatt, így viszonylag rövid idő alatt rengeteg információt szerezhetünk a környezetünkről. Az aktív távérzékelési technológiák előnyeivel ez a módszer is rendelkezik, miszerint nehezen, vagy egyáltalán nem megközelíthető helyekről is gyűjthetünk információt, amennyiben az optikai rálátást biztosítjuk és az adott terület hatótávolságon belül van. További előnyként említendő, hogy aktív távérzékelési módszer lévén a felmérés éjszaka is végezhető.

Amennyiben több pozícióból végezhető csak el a kívánt objektum felmérése, akkor illesztő pontokat, ún. prizmákat (reflektorokat) kell alkalmaznunk. Ezekkel a nagy visszaverő képességgel rendelkező pontjelekkel kapcsolhatjuk egymáshoz a különböző pozíciókat és – amennyiben igény mu-

*BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.

**BME Hidak és Szerkezetek Tanszék, 1111 Budapest, Bertalan Lajos utca 2.

E-mail: tlovas@mail.bme.hu

Köszönetnyilvánítás. A cikkben tárgyalt kutatás a Bolyai János Kutatási ösztöndíj támogatásával készült. A szerzők köszönetet mondanak a Burken Kft.-nek (www.laservision.hu) a felmérés és feldolgozás során nyújtott értékes közreműködésért.

Hivatkozások

References

- Domanovszky S** (2007): Tudósítás a Dunaújvárosi Duna-híd acél felszerkezetének építési munkálatairól. *Magész Acélszerkezetek*, Magyar Acélszerkezeti szövetség, IV; 1, 24–42.
- Horváth A** (2007): A tervező a híd beúsztatásáról. *Hídépítők melléklet, VÉ-KA, XXXVI. 1.*, 10–13.
- Lovas T, Barsi Á, Detrekői Á, Dunai L, Csák Z, Polgár A, Berényi A, Kibédy Z, Szócs K** (2008a): Terrestrial Laser-scanning in Deformation Measurements of Structures. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, XXXVII, B5*, 527-531.
- Lovas T, Barsi Á, Polgár A, Kibédy Z, Berényi A, Detrekői Á, Dunai L** (2008b): Potential of Terrestrial Laserscanning Deformation Measurement of Structures. *Proc. ASPRS Annual Conference, Portland, USA, April 28 – May 2*, p.10.
- Lovas T, Berényi A, Kandra L, Barsi Á** (2008c): A Megyeri híd terhelésvizsgálatának támogatása földi lézerszkenneléssel. *tanulmány*, p. 19.
- Lovas T, Barsi Á, Polgár A, Kibédy Z, Detrekői Á, Dunai L** (2007a): A dunaújvárosi Pentele híd terhelésvizsgálatának támogatása földi lézerszkenneléssel. *Geodézia és Kartográfia, Budapest, LIX*, 10-11, 32-39.
- Lovas T, Barsi Á, Polgár A** (2007b): A Dunaújvárosi Duna-híd terhelésvizsgálatának támogatása földi lézerszkenneléssel. *tanulmány*, p. 14.
- Maksó M** (2006): Mérnöki szerkezetek deformációjának meghatározása földi lézerszkenneléssel. *diplomaterv*, p. 45.
- Molnár B** (2009): M0 Északi Duna-híd pilonépítés geodéziai irányítása. *Geodéziai és Kartográfia, Budapest (megjelenés alatt)*
- Polgár A** (2007): Hídszerkezet terhelésvizsgálatának támogatása földi lézerszkenneléssel. *diplomaterv*, p. 45.

FAÁLLOMÁNYOK MAGASSÁGI MODELLJEINEK ELŐÁLLÍTÁSA TÁVÉRZÉKELÉSI ELJÁRÁSOKKAL

Brolly Gábor*, Király Géza*, Márkus István*



Derivation of Crown Height Models by remote sensing techniques - Crown Height Models contain tree heights above ground level. Based on aerial photos and aerial laser scanning two Crown Height Models were calculated over two forested sample area (Sopron and Hanság). Both data sources are for general purposes, moreover the laser scanning was flown under leaf-off conditions. Present study primarily focuses on two different crown surface reconstruction methods, which are fundamental for Crown Height Models. In case of aerial photos an image matching based technique was adopted, while a filtering algorithm was developed for laser scanning data. Stand heights were calculated from Crown Height Models and were validated against forest inventory data. The model extracted from stereo photos is suitable for forest mapping applications only due to its limited accuracy, but the model from laser scanning is sufficient for operational stand height estimation.

Keywords: forestry, laser scanning, photogrammetry, surface model Extraction, DEM/DTM

A magassági modellek tereptárgyak talajtól mért magasságait tartalmazzák. Kétféle távérzékelési forrásadat – légifelvétel és légi lézeres letapogatás – alapján állítottunk elő magassági modelleket egy soproni és egy hansági erdőterületen. Mindkét forrásadat általános célú felhasználásra szánt, továbbá a lézeres letapogatás lombtalan állapotban történt. Munkánkban elsősorban a magassági modellek létrehozásához szükséges lombkorona-felületmodellek előállításának két módszerét vizsgáltuk részletesen. Légifelvétel esetén egy képegyeztetésen alapuló eljárást adaptáltunk, míg a lézeres letapogatás feldolgozásához saját szűrési algoritmust fejlesztettünk ki. Az ezek alapján előállított magassági modellekből erdőrésztelenként átlagmagasságot határoztunk meg, melyek pontosságát erdőtervi adatok alapján értékeltük. A légifelvelelekből előállított modell erdészeti célú felhasználására leginkább csak erdőterképezésben látunk lehetőséget, ezzel szemben a lézeres letapogatás alapján előállított modell átlagmagasság meghatározására is alkalmas.

Kulcsszavak: erdészet, lézeres letapogatás, fotogrammetria, felületmodell-előállítás, DDM

1 Bevezetés

A faállományok magasságának ismerete erdőgazdálkodási szempontból nélkülözhetetlen, azonban az ehhez szükséges mérések sok terepi munkát igényelnek, időigényesek, gyakran körülményesek. Egyetlen fa magasságának meghatározásához a fa tővének és csúcának magasságkülönbségét kell megmérni. Faállomány esetén leggyakrabban mintavételes famagasságmérésekkel, majd a mérési eredmények súlyozott átlagolásával történik az állományra jellemző átlagmagasság (H_L) meghatározása. Az átlagmagasságok fafajtól és kortól függően 5-10 év alatt elavulnak, ezért számos helyen csak közelítő pontossággal állnak rendelkezésre. Távérzékelési módszerekkel azonban lehetőség van a faállomány-magasságok modellezéséhez szükséges forrásadatok nagy területről történő rendszeres beszerzésére, és magas fokon automatizált feldolgozására. Munkánkban azt vizsgáltuk, hogy milyen módszerekkel és milyen pontossággal lehet faállományok magasságát modellezni néhány olyan adatforrás felhasználásával, melyek jelenleg nagy területen rendelkezésre állnak, illetve potenciálisan, a közeljövőben rendelkezésre állhatnak. A modellek alapegysége az erdőgazdálkodásban használatos erdőrészlet volt, mely általában 1-20 hektáros, szerkezetében viszonylag egységesnek mondható faállományt takar. Egy erdőrészletet ezért egy átlagmagassággal jellemeztünk. A becsléseket Digitális Magassági Modellek (DMM) alapján végeztük olyan állományokra, melyek egyetlen lombkoronaszintet tartalmaznak. A DMM a tereptárgyak talajszinthez viszonyított magasságát írja le, használatos rá még a Normalizált Felületmodell és Objektummagasság Modell elneve-

Köszönetnyilvánítás. A kutatás a T048999 számú OTKA pályázat támogatásával történt.

Hivatkozások

References

- Aguilar A, Aguilar J, Carvajal F, Agüera F** (2007): Comparison of two commercial solutions for generating DSMs from QuickBird stereo imagery. Proceedings of the 2007 Annual Conference of the Remote Sensing & Photogrammetry Society, Newcastle upon Tyne, 11 - 14 September 2007. (<http://www.ceg.ncl.ac.uk/rspoc2007/papers/128.pdf>)
- Attwenger M, Chlaupke A** (2006): Erstellung eines grenzüberschreitenden digitalen Geländemodells im Nationalpark Neusiedler See-Seewinkel/Fertő-Hanság aus Laserscanner-Daten. Angewandte Geoinformatik, Beiträge zum 18. AGIT-Symposium. 16-23.
- Barilotti A, Sepić F, Abramo E, Crosilla F** (2007): Improving the morphological analysis for tree extraction: a dynamic approach to LIDAR data. ISPRS Workshop on Laser Scanning 2007 and SilviLaser 2007, Espoo, September 12-14, Finland, 26-31.
- Koch B, Heyder U, Straub C, Weinacker H** (2006): 3D data for forest and environmental planning. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, 14th-15th Feb. 2006, Vienna. 1-14.
- Kraus K, Wagner W** (1999): Processing of laser scanning data for wooded areas. In: Fritsch and Spiller (ed.) Photogrammetric Week '99, Wichmann Verlag, Stuttgart, Germany. 221–231.
- MÉM Országos Földügyi és Térképészeti Hivatal, Földmérési Főosztály** (1976): T. 1. Szabályzat az 1:10000 méretarányú földmérési topográfiai térképek felújítására az egységes országos térképrendszerben. Budapest, p.70.
- Naesset E** (2005): Assessing sensor effects and effects of leaf-off and leaf-on canopy conditions on biophysical stand properties derived from small-footprint airborne laser data. Remote Sensing of Environment 98, 356-370.
- Pfeifer N** (2003): Oberflächenmodelle aus Laserdaten. Vermessung und Geoinformation 91, 4. 243-253.
- Popescu S, Wynne R, Nelson R** (2002): Estimating plot-level tree heights with lidar: local filtering with a canopy-height based variable window size. Computers and Electronics in Agriculture 37, 71-95.
- Sopp L** (1974): Fatömegszámítási táblázatok (fatermési táblákkal). Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Wagner W, Eberhöfer C, Hollaus M, Summer G** (2004): Robust filtering of airborne laser scanner data for vegetation analysis. International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XXXVI, Part 8/W2, 56-62.
- Yu X, Hyypä J, Kaartinena H, Maltamo M** (2004): Automatic detection of harvested trees and determination of forest growth using airborne laser scanning. Remote Sensing of Environment 90, 451–462.
- Z/I Imaging** (2004): ImageStation ® Automatic Elevations (ISAE), User's Guide.

ÚTHÁLÓZAT FELMÉRÉSE BUDAPESTEN KAMERÁS MOBIL TÉRKÉPEZŐ RENDSZERREL

Kertész Imre, Lovas Tamás*, Barsi Árpád**



Road detection in Budapest with mobile mapping system - State-of-the-art mobile pavement detection systems application is expanding in the developed countries. However, due to financial limitations, there are no such systems in regular use in Hungary. The Department of Photogrammetry and Geoinformatics has developed an experimental system that can be affordably produced and operated and therefore can be potentially used in Hungary. This paper briefly introduces the system and reports about the test measurements.

Keywords: mobile mapping system, road measurement

A modern útfelmérő rendszerek egyre jobban elterjednek a fejlett országokban. Magyarországon a korlátozott pénzügyi erőforrások miatt, azonban ebből nem sokat tapasztalhatunk. A BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék kifejlesztett egy kísérleti rendszert, melynek előállítási és üzemeltetési költsége vonzóvá teheti a hazai használatra. Ez a cikk röviden bemutatja a rendszert és a mérések során szerzett tapasztalatokat.

Kulcsszavak: mobil térképező rendszer, útburkolat felmérés

1 Bevezetés

A Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék által fejlesztett útburkolat felmérő rendszer fejlesztése 2008 nyarán befejeződött. Ekkor érte el a rendszer stabilitása és kezelhetősége azt az állapotot, amikor megbízhatóan alkalmazható lett akár nagyszámú mérés lebonyolítására is. Hangsúlyozzuk azonban, hogy egy kísérleti rendszerről van szó, így bizonyos kalibrációs feladatok elvégzésére gyakrabban kell sort keríteni, valamint nagyobb odafigyelést igényelnek az üzemeltetés és karbantartás során a beépített hardver elemek.

2 A felmérő rendszer és a felmérés menete

A felmérő rendszer két kamerából, lézerdíódákból álló vetítősorból, GPS vevőből és a rögzítést vezérlő laptopból áll. A kamerapár és a lézerek az úgynevezett felmérő-hídon helyezkednek el, a pozíciójuk egymáshoz képest állandó. A képek rögzítése során egy trigger felel azért, hogy a kamerák azonos időpillanatban készítsék el a képeket. Az áramellátást a hordozó jármű platóján elhelyezett aggregátor biztosítja (Kertész és Barsi 2006).

A felméréshez két ember szükséges, az egyik a mérőjárművet vezeti, a másik pedig a számítógépet kezeli. A felmérés megkezdése előtt mindenképpen ellenőrizni kell, hogy a kábelek megfelelően vannak-e csatlakoztatva. Ha ez megtörtént a tápellátást kell biztosítani az aggregátor beindításával. Ha a két felméréndő útszakasz között hosszabb a távolság célszerű az aggregátort leállítani vagy a főkapcsolót lekapcsolni, hogy a kamerák élettartamát növeljük. A leállítás üzemanyag takarékosági okokból is hasznos lehet. Miután a kamerák és a lézer vetítősor is üzemel, a notebook elindítása következik, majd megkezdődhet az útburkolat felmérés.

A rögzítést a PHORMS 1.0 szoftver végzi melyről a későbbiekben részletesen lesz szó. Minden felmérési nap elején ellenőrizni kell a kamerákat és a lézer vetítősor láthatóságát. A kamerák fix objektívvel rendelkeznek így ezeknél a blende elállítódása okozhat problémát; a vetítősor egyes lézerdíódáinál probléma lehet a nem megfelelő fókuszáltság. Ha a lézerek nincsenek helyesen beállítva a kiértékelés nem fog megfelelően működni, mivel bizonytalanná válhat az automatikus pontazonosítás. Ha az ellenőrzés megtörtént megkezdhető a felmérés. Célszerű rövidebb útszakaszokat felmérni egyszerre, így ha valamilyen nem sikerült az adott szakaszt megfelelően kiértékelni, akkor

*BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.
E-mail: ikertesz@mail.bme.hu
barsi@eik.bme.hu

Hivatkozások

References

Kertész I, Lovas T, Barsi Á (2008): Photogrammetric pavement detection system, ISPRS XXXVII, (B5), 897-902.

Lovas T, Kertész I, Fi I, Barsi Á (2007): New Concept of Profile Based Pavement Measurement System, Proc. ASPRS Annual Conference, Tampa, USA, May 7-11, p.6.

Kertész I, Barsi Á (2006): Inerciális mérések mobil térképező rendszerben, Geomatikai Közlemények X, 89-98.

Magyar Útügyi Társaság (1998): RST-mérés és -értékelés, Útügyi műszaki leírás ÚT 2-2.116.

KÉPFELDOLGOZÁSI ALGORITMUSOK A LÉGIFELVÉTELEK AUTOMATIKUS KIÉRTÉKELÉSÉBEN

Tóth Zoltán*



Computer vision algorithms in automatic evaluation of aerial images - Hough-transformation and active contours are widely used methods in computer vision. The possible applications of the Hough-transformation and active contour algorithms in photogrammetry are presented. A procedure was developed on the basis of the Hough-transformation, which is capable of automatic identification of intersections. The identified intersection can be used as an initialization point for other methods (for example a procedure based on Kalman-filter). From many possibilities of using the active contours technic, the article instances the surveying of reeds. In this case, we can use the previous state as an initialization point, making the process absolutely automatic as well.

Keywords: Hough transformation, active contours

A Hough-transzformáció és az aktív kontúrok a gépi látás tudományterületén széleskörűen alkalmazott eljárások. A cikkben bemutatom a fenti két algoritmus felhasználásának lehetőségeit légifényképek automatikus kiértékelésénél. Hough-transzformációra épülő eljárást fejlesztettem, mely alkalmas útkereszteződések automatikus felismerésére. A felismert csomópontok inicializálási helyként felhasználhatók más, pl. Kálmán-szűrésen alapuló eljárások számára. Aktív kontúrok alkalmazási lehetőségei közül a cikk a nádasok térképezési lehetőségeit mutatja be példának. Azokban az esetekben, amikor az előző állapotot fel tudjuk használni inicializálási helyként, akár teljesen automatikus kiértékelésre is módunk van.

Kulcsszavak: Hough-transzformáció, aktív kontúrok

1 Bevezetés

A digitális légifényképező kamerák ezredfordulóra tehető megjelenésével, a GPS és inerciális navigációs műszerek (INS) elterjedésével a fotogrammetria tájékozási, kiértékelési eszközparkja már egy valós, vagy közel valós idejű, zárt láncú feldolgozási folyamatként is elképzelhető a képek elkészítésétől egészen a térképezés alapját képező ortofotók előállításáig. További, igazán nagy áttörést a kiértékelések élőmunka-igényének megszüntetése, vagy legalábbis ésszerű szintre csökkentése jelentené. Nem véletlen tehát, hogy napjaink fotogrammetriai témájú kutatásainak jelentős része foglalkozik az automatikus, vagy félautomatikus objektum felismeréssel.

Az említett kutatások általában két nagy témakört érintenek, ezek:

- épületek,
- utak, úthálózat felismerése.

A mesterséges tereptárgyakon túl kutatások folynak a vegetáció pl. fák lombzatának felismerésére is. A cikkben bemutatásra kerül két – képfeldolgozás témaköréből ismert – eljárás, amely része lehet ezen problémák megoldását szolgáló eszközparknak.

2 Úthálózat felismerése

Egyes tanulmányok (Lovas 2005) szerint a navigációs adatbázisokban tárolt információk legalább 15%-a évente megváltozik. Az előző becslés minden bizonnyal a geometriai és a hozzájuk kapcsolódó leíró adatokra együtt vonatkozik, de mindenképpen rámutat arra, hogy például az autó navigációs rendszerek terjedése, mint felhasználói oldal, nagy volumenben kívánja meg a navigációs adatbázisok geometriai tartalmának rendszeres frissítését. Ez az igény igazolhatja azon algoritmusok kifejlesztését, amelyek az úthálózat automatikus, vagy félautomatikus térképezésével foglalkoznak.

Hivatkozások

References

- Detrekői Á, Barsi Á, Mélykúti G, Paláncz B, Winkler G** (2003): Digitális ortofotók készítése és alkalmazási lehetőségei. Geodézia és Kartográfia, LV, 3-7.
- Baumgartner A** (2002): Automatische Extraktion von Strassen aus digitalen Luftbildern. Disszertáció, TU München.
- Barsi Á, Heipke C, Willrich F** (2002): Junction extraction by artificial neural network system – JEANS, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, XXXIV, Part 3B, 18-21.
- Barsi Á** (2004): Object detection using neural self-organization. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, XXXV, Part 3, 366-371.
- Duda RO, Hart EP** (1972): Use of the Hough Transformation to detect lines and curves in images. Graphics and Image Processing, 3, 11-15.
- Kass M, Witkin A, Terzopoulos D** (1988) Snakes: Active Contour Models. International Journal of Computer Vision, 1, 321-331.
- Tomazevic D, Chenyang Xu, Prince LJ** (2002): GVF Snake demo. Matlab alkalmazás, <http://iacl.ece.jhu.edu/projects/gvf/snakedemo/>
- Vosselman G, J de Knecht** (1995): Road tracing by profile matching and Kalman filtering. Automatic Extraction of Man-Made Objects from Aerial and Space Images, 1, 265-274.
- Xu C, Prince LJ** (1998): Snakes, Shapes, and Gradient Vector Flow. IEEE Transactions on Image Processing, 7, 359-369.

TÉRINFORMATIKA A KÜLSZÍNI BÁNYÁSZATBAN

Ládai András Dénes*



Geoinformational applications in quarry - Modern mining technology cannot work without digital modelling environment. Geoinformatics can give solutions in 3D modelling, score of mineral deposit and its quality and volume computing. The "digital mining-world" using geoinformational methods is able to assist the future planning of everyday mining task. This paper presents the mentioned geoinformational methods.

Keywords: Geoinformatics, mining, mine surveying, 3D modelling

A modern külszíni bányászat ma már nem lehet meg a digitális modellezés világa nélkül. A bányateleken belüli kitermelhető ásványvagyron nyilvántartása, 3D modellezése, az ásványvagyron minőségének számbavétele, a bányászatban oly gyakran előforduló különböző célú térfogatszámítások mind-mind megkívánják a helyhez kötött adatok kezelhetőségére kifejlesztett térinformatika használatát. A bánya életének jövőbeni tervezéséhez, a már kitermelt tömegek elszámolásához a digitális bánya világa nyújt segítséget. A dolgozat ezen feladatok részletezésével és lehetséges megoldások felvázolásával foglalkozik.

Kulcsszavak: térinformatika, bányászat, bányamérés, 3D modellezés

1 Bevezetés

A térinformatika egy külszíni bánya életét teljes körűen kiszolgálhatja: térképezés, modellezés, fejtés menetének tervezése, dokumentálás, térfogat elszámolások. Geoinformatikai alkalmazások az első fejtési munkálatok megkezdése előtt megjelenhetnek már a bányatervezésben, hiszen a geológiai megkutatások feldolgozása digitális modellezéssel történik és az első, környezetről gyűjtött adatok értékelése és az előzetes környezeti hatástanulmányok elkészítése digitális térképezés nélkül már elképzelhetetlen. A bánya bezárása pedig rekultivációs munkálatokkal végződik, amihez szintén nagy segítséget nyújthat a digitális modellezés. Ott lehet tehát a születésnél, végigkísérheti a mindennapi életet, és asszisztálhat a bezárásnál. Azért használtam feltételes módot, mert alkalmazása nem szükségszerű. Minden bánya maga dönti el, hogy mennyire kívánja, vagy inkább tudja megkönnyíteni és tervezhetőbbé tenni saját életét. Természetesen mindez a befektetett költségek függvénye. Az, hogy mennyit tud szánni egy üzem erre a célra, a költség-hatékonysági elemzésekből derül ki.

A teljes körű kiszolgálás azonban igen komplex feladatot jelent. A különböző célú munkálatok más-más minőségű nyers adatokat igényelnek és eltérő minőségű végtermékeket kívánnak meg. Hogyan lehet mégis minél egységesebb térinformatikai rendszert kiépíteni erre az igen összetett kihívásra? „Mindenne jó” térinformatikai rendszer nem létezik, de törekedhetünk annak elérésére. Az adatok megfelelő kezelésével és csoportosításával a feladat célszerűen leegyszerűsíthető. Munkámban ennek lehetőségeit vázoló fel, a lehetséges megoldásokat ismertetem.

2 A térinformatika szükségessége és lehetséges alkalmazásai a külszíni bányászatban

A geoinformatika alapszintű alkalmazása megkerülhetetlen a külszíni bányászatban. A bányaművelés térképezése kötelező. Ezt minden bányauzemnek tudomásul kell vennie és az ezzel járó munkálatokat elvégeztetnie. A felmérés és adatkezelés digitális módon történik, évente frissül. A térképet hites bányamérő által hitelesíttetni kell (Bt. 33. § (1) bekezdés, valamint Vhr. 20. § (1) (2) és (3) bekezdés). Ezzel máris megtörtént a terepi adatok gyűjtése, a térinformatikai rendszer felépítéséhez szükséges hiteles alapadatok rendelkezésünkre állnak (1. ábra). Ez természetesen nem csak Magyarországon igaz, mindenhol ugyanaz a cél, csupán a kormányzati- és jogrendszerek, a lehetőségek, módszerek követelmények térnek el egymástól.

Hivatkozások

References

- Pikli K** (2005): A bányatérképekről és a bányamérői becsléseiről. XLIV. Bányamérő Továbbképző és Tapasztalatsere, Konferencia kiadvány, Salgótarján, 2005 május 18-20.
- Barátosi K** (2007): Bányamérés. Mine surveying, XLVI. Bányamérő Továbbképző és Tapasztalatsere, Konferencia kiadvány, Gyula, 2007 május 23-25.

TEREPMODELL PONTOSSÁGÁNAK HATÁSA PERMANENS HIDRAULIKAI MODELL SZÁMÍTÁSÁBAN

Kugler Zsófia*



Terrain uncertainty analysis for hydraulic calculations – This paper introduces an analysis on the impact of digital terrain model inaccuracy for one-dimensional steady-state hydraulic modelling. The study assesses the effect of both hydraulic parameter and geometric (terrain) data uncertainty on one-dimensional steady flow calculation. Obtained elevation data was corrupted in two urban built-up study area and hydraulic calculations were performed to evaluate the impact of terrain inaccuracy. In both cases elevation data was analysed in a spatial context. Results of terrain uncertainty were compared to roughness parameter sensitivity of the one-dimensional hydraulic calculations performed in HEC-RAS.

Keywords: one-dimensional steady-state hydraulic calculation, sensitivity analysis, spatial analysis, digital terrain model accuracy, Manning's roughness parameter, HEC-RAS

A tanulmány terepmodeLL megbízhatóságát vizsgálja egy-dimenziós permanens hidraulikai modellek támogatására. A cikk elemzi a permanens vízfelszín számítás bemenő geometriai- (városi terepmodeLL) és hidraulikai (érdességi) adatainak érzékenységet és bizonytalanságát. Magassági információ pontosságának rontásával, két különböző, városi épített mintaterületen mutatja be a terepmodeLL változásának vízfelszín számításra gyakorolt hatását. Mindkét vizsgálat esetében a terepmodeLL, mint bemenő adat érzékenységet térinformatikai eszközök segítségével ismerteti. A elemzés eredményét térbeli módszerekkel összehasonlítja a hidraulikai érdességi paraméter bizonytalanságának hatásával.

Kulcsszavak: egy-dimenziós permanens hidraulikai modelleLL, érzékenység vizsgálat, térinformatikai elemzések, terepmodeLL bizonytalanság, érdességi együttható, HEC-RAS

1 Bevezetés

Az elmúlt években hazánk területén levonuló sorozatos árvizek komoly problémát okoztak. A kis- és nagy folyóink környezetében élőknek hatalmas anyagi terhet jelent az évről évre visszatérő természeti csapás. Hosszú távú éghajlat előrejelzések alapján ezen szélsőséges meteorológiai és hidrológiai események gyakorisága és erőssége az elkövetkezendő évtizedekben növekedni fog (Szlávik, 2005). Hazánk medence jellegű földrajzi adottsága miatt különösen érintett ebben a problémában, így az árvízvédelem a jövőben is kiemelkedő figyelmet érdemel. Megfelelő megelőzéssel és jól előkészített védekezéssel a gazdasági károk enyhíthetőek, az elöntött területek mértéke csökkenthető. Műszaki tervezési és védekezési feladatok mellett jelentős szerepet játszik ebben az egyes hidrológiai események hatásának tanulmányozása.

A technológia fejlődésével egyre több lehetőség nyílik arra, hogy árvízi jelenségek kutatásában döntéstámogató térinformatikai rendszereket és távérzékelteLL adatokat használjunk. Ezen tanulmány célja a városi környezetben, távérzékeléseLL módszerekkel kinyert magassági adatok vízfelszín számítás céljából történő elemzése. A cikk vizsgálja a magasságmodelleLL pontosságának hatását, összehasonlítja azt a vízfelszín számítások további empirikus érdességi paraméterének befolyásával.

2 Egy-dimenziós, permanens vízmozgás felszín görbéjének számítása nyílt mederben

A digitális terepmodeLL pontosságának egy-dimenziós permanens felszín görbe számításra gyakorolt hatását két mintaterület bevonásával vizsgálateLL. Az egyik vizsgálateLL terület Budapest belvárosa mentén a Duna völgye volt, a másik kiválaszteLL terület az angliai Cambridge-en keresztülfolyó Cam-folyó medre volt. Mindkét területen távérzékeléseLL módszerekkel előállítotteLL terepmodeLLen tör-

Köszönetnyilvánítás. A szerző köszönettel tartozik a FÖMI-nek a légifelvételekért, illetve a Cambridge-i egyetemnek a lézerszkennelt terepi és további térinformatikai adatokért.

Hivatkozások

References

- Ackerman CT** (2002): HEC-GeoRAS An extension for support of HEC-RAS using ArcView. Users's Manual, Version 3.1, October 2002, Hydraulic Engineering Center, US Army Corps of Engineers, Davis, CA.
- Brunner GW** (2002): HEC-RAS River Analysis System, Hydraulic Reference Manual. Version 3.1, November 2002, Hydraulic Engineering Center, US Army Corps of Engineers, Davis, CA.
- Chow VT** (1959): Open channel hydraulics. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Haszpra Ottó** (1997): Hidraulika 1. egyetemi jegyzet, Budapest, Műegyetemi Kiadó, 1997.
- Marsaglia G, Tsang WW** (2000): The Ziggurat Method for Generating Random Variables. Journal of Statistical Software.
- Kugler Zs, Lovas T, Ládai A, Barsi Á** (2006): Tavaszí árvizek a térinformatika és a távérzékelés tükrében. Térinformatika, 2006, XVIII; 4, Budapest, 16-20.
- McMillan HK, Brasington J** (2007): Reduced complexity strategies for modelling urban floodplain inundation. Geomorphology, 90(3-4), 226-243.
- Szlávik Lajos** (2005): Szélsőséges hidrológiai helyzetek és az árvízi-belvízi biztonság. Magyar Tudomány, 166, 7. szám.

KORSZERŰ GRAFIKUS ESZKÖZÖK LEHETŐSÉGEI A DOMBORZATMODELLEK TÉRTHATÁSÚ MEGJELENÍTÉSÉBEN

Nagy Gábor*



Using advanced graphic cards in 3D visualisation of the elevation models - Today, most of graphic cards have new advanced functions for 3D visualisation, like pixel shaders or vertex shaders. The article aims to introduce the possibilities of the functions in the 3D visualisation of digital elevation models.

Keywords: elevation model, visualization, computer graphics

Napjainkban már szinte minden grafikus kártya lehetőséget nyújt a térhatású képek előállítását gyorsító klasszikus eszközök mellett olyan további lehetőségekre is, mint a pixel-árnyalók vagy a csúcspont árnyalók alkalmazása. Ez a cikk azzal foglalkozik, hogyan lehet ezeket a lehetőségeket felhasználni a domborzatmodellek megjelenítésekor.

Kulcsszavak: domborzatmodell, megjelenítés, számítógépes grafika

1 Bevezetés

A digitális domborzatmodellek megjelenítésének egyik gyakran igényelt formája, hogy a domborzatmodell által leírt felületnek a valós arányokkal vagy valamilyen arányú magassági torzítással a térhatású képét állítsuk elő. A térbeli felületen megjelenhet a terület digitális ortofotója, valamilyen térképe, vagy akár a domborzat színfokozatos ábrázolású képe is.

A térhatású megjelenítéshez a domborzatmodell egyes alapelemeit megfelelő transzformációk után a kívánt textúrával (például az ortofotó megfelelő részlete) és megvilágítási jellemzőkkel (a fényforrás vagy a fényforrások helyzete és egyéb jellemzői) kell a számítógépnek kirajzolni. Az egyes alapelemek ilyen módon előállított képeiből áll össze a domborzatmodell térhatású képe.

A bemutatott módszereknek jelentős számításigénye lehet, ami különösen akkor jelent problémát, ha a térhatású képet egy másodpercen belül sokszor kell előállítani a folyamatos mozgás látszatának vagy a megjelenítést végző program interaktív használatának érdekében. A feladat segítésére ezért léteznek olyan grafikus társprocesszorok (GPU), amelyek a szükséges számításokat a számítógép processzoránál sokkal gyorsabban, azt tehermentesítve tudják elvégezni. Ezek az eszközök jellemzően a számítógép grafikus kártyáján találhatóak.

Napjainkban a már a teljesen átlagosnak mondható személyi számítógépek is nagy teljesítményű, a térhatású modellek megjelenítését támogató grafikus gyorsító szolgáltatásokkal rendelkező eszközöket tartalmaznak. Ezek erőforrásait a digitális domborzatmodellek térhatású megjelenítésekor is ki lehet használni.

2 Az inkrementális képszintézisről

A térhatású kép előállításának egyik módja az inkrementális képszintézis. Az inkrementális képszintézis során a sugárkövetéssel ellentétben a képet nem pixelenként állítjuk elő, hanem nagyobb egységekben, ami jelentős sebességnövekedést eredményez.

A térhatású képet interaktív módon megjelenítő alkalmazások a fenti okból szinte kivétel nélkül az inkrementális képszintézis elvén dolgoznak, és a hardveres gyorsítást lehetővé tevő eszközöket is ennek a képelőállítási módszernek a támogatására fejlesztették ki. A képszintézis egységes, a hardver típusától független vezérlése érdekében hozták létre az OpenGL nyelvet, ami tulajdonképpen egy többféle programozási nyelvből is használható felület (Segal M, Akeley K: The OpenGL Graphic System: A Specification (Version 2.1), <http://www.opengl.org/>).

*NYME GEO, 8000 Székesfehérvár, Pirosalma utca 1-3
E-mail: ng@geo.info.hu

Hivatkozások

References

Blinn JF (1978): Simulation of wrinkled surfaces. Computer Graphics, pp. 286-292.

Martz P (2007): OpenGL röviden. Kiskapu Kft., Budapest ISBN 978 963 9637 25 2

Szirmay-Kalos L, Antal Gy, Csonka F (2003): Háromdimenziós grafika, animáció és játékfejlesztés. ComputerBooks, Budapest. ISBN 963 618 303 1

GÍMSZARVASOK MOZGÁSÁNAK TÉRINFORMATIKAI ELEMZÉSE ÉS MODELLEZÉSE GPS-NYAKÖRV ÁLTAL SZOLGÁLTATOTT, VALAMINT KIEGÉSZÍTŐ ADATOK ALAPJÁN

Király Géza*, Náhlik András*



GIS analysis of the movement of red deers based on GPS-collars and supplementary data
- The movements of four red deers have been analysed by means of data supplied by GPS-collars, in the Sopron Mountains, located in Western Hungary. The animals' motion activity, the habitat utilisation and the home ranges have been studied according to the different time interval of the GPS positioning. The sampling interval has been varied between 1 hour and 14 days. The motion activity has been analysed on the ground of summed up daily rambling distances, and digital elevation model has also been involved for three-dimensional investigations. The variation of the home ranges have been studied by the Minimum Convex Polygon (MCP) and Kernel-methods. Our results showed that eight-hourly positions are sufficient for motion activity investigations. The three-dimensional analysis of the motion has not given any surprising results, but indicated the possibility of identifying erroneous points on the basis of DEM. For the home range estimations two positions per day is adequate. A sparse, 6-8 hourly position sampling of the GPS collars is sufficient for most of our investigations, resulting in a much longer time-span and efficiency than before. Since the home range are characterised by significant differences, the home range sizes from older, sparser and less reliable radio-telemetry data should be treated with care.

Keywords: red deer, GPS telemetry, home range, samplings, GIS Analysis

Vizsgálatainkban négy gímszarvas mozgását elemeztük a felhelyezett GPS nyakörvek által szolgáltatott adatok alapján, a Soproni-hegységben. Az állatok mozgásaktivitását, élőhely-használatát és mozgáskörzetét vizsgáltuk a GPS nyakörvek mintavételezésének függvényében. A mintavételezést 1 óra és 14 nap között változtattuk. A mozgásaktivitást a napi megtett úthosszak alapján elemeztük, továbbá digitális domborzatmodellt is bevontunk a mozgás három-dimenziós elemzéséhez. A mozgáskörzetek nagyságának változásait a minimum konvex befoglaló terület (MCP) és a Kernel módszer segítségével elemeztük. Kimutattuk, hogy a mozgásaktivitást még a 8-óránkénti pozíciók alapján is megfelelően előállíthatjuk. A mozgás három-dimenziós elemzése nem hozott meglepő eredményeket, ugyanakkor a DDM alkalmazásával hatékonyan szűrhetjük a hibás pozíciókat. A mozgáskörzet meghatározásához a napi két pozíció megfelelő. Vizsgálataink eredményeként tehát a jelenlegi gyakorlatunktól – ahol óránként rögzítjük a pozíciókat – eltérően a nyakörveket 6-8-óránkénti pozíció-rögzítéssel sokkal hosszabb vizsgálati időszakban, hatékonyabban lehetne használni. Mivel a mozgáskörzetek jelentős eltéréseket mutathatnak, célszerű a régebbi, ritkább és kevésbé megbízható rádiótelemetriás mérési adatokból származó mozgáskörzet területnagyságokat fenntartásokkal kezelni.

Kulcsszavak: gímszarvas, GPS telemetria, mozgáskörzet, mintavétel, GIS elemzés

1 Bevezetés

A gímszarvas (*Cervus elaphus*) gazdasági jelentőségét tekintve hazánkban a legjelentősebb nagyvad. Magyarországon nagyon jó minőségű állományok találhatók, ezek közül is kiemelkedik a déldunántúli populáció. A gímszarvas elterjedése erdőhöz kötött, de időszakosan szívesen vált ki mezőgazdasági területekre is. Az élőhelyének megváltozása vezetett oda, hogy a jelenlegi – mintegy nyolcvanezres – állomány a vadkár miatt csak aktív vadgazdálkodással tartható fenn. A hosszú távon sikeres vadgazdálkodás alapvető feltétele, hogy megismerjük az adott faj élőhely-

Köszönetnyilvánítás. A kutatást részben az ERFARET program támogatta.

Hivatkozások

References

- Beland JL, Follmann E** (2002): Sampling considerations for American black and brown bear home range and habitat use. In *Ursus* 13, 299-315.
- Dussault C, Courtois R, Ouellet JP, Huot J** (1999): Evaluation of GPS telemetry collar performance for habitat studies in the boreal forest. In *Wildlife Society Bulletin* 27;4, 965-972.
- Girard I, Ouellet JP, Courtois R, Dussault C, Breton L** (2002): Effects of sampling effort based on GPS telemetry on home-range size estimations. In *Journal of Wildlife Management* 66;4, 1290-1300.
- Kenward RE** (1987): *Wildlife Radio Tagging*. Academic Press, London.
- Király G, Náhlik A** (2005): Szarvasok GPS telemetriás mérése és az adatok térinformatikai feldolgozása az élőhely-használat vizsgálatához. *Geomatikai Közlemények VIII*, 257-263.
- Mills KJ, Patterson BR, Murray DL** (2006): Performance of a GPS animal location system under boreal forest canopy. In *Wildlife Society Bulletin* 34;5, 1463-1469.
- Mohr CO** (1947): Table of equivalent populations of North American small mammals. *American Midland Naturalist*, 37; 1 223-249.
- Pepin D, Adrados C, Mann C, Janeau G** (2004): Assessing real daily distance traveled by ungulates using differential GPS locations. In *Journal of Mammalogy* 85;4, 774-780.
- Rempel RS, Rodgers AR, Abraham KF** (1995): Performance of a GPS animal location system under boreal forest canopy. In *Journal of Wildlife Management* 59; 3, 543-551.
- Ryan PG, Petersen SL, Peters G, Gremillet D** (2004): GPS tracking a marine predator: the effects of precision, resolution and sampling rate on foraging tracks of African Penguins. In *Marine Biology* 145; 2, 215-223.
- Silverman BW** (1986): *Density estimation for statistics and data analysis*. Chapman and Hall, London, UK.
- Swain DL, Warkb T, Bishop-Hurleya GJ** (2008): Using high fix rate GPS data to determine the relationships between fix rate, prediction errors and patch selection. In *Ecological Modelling* 212, 273-279.
- Tremblay Y, Shaffer SA, Fowler SL, Kuhn CE, McDonald BI, Weise MJ, Bost CA, Weimerskirch H, Crocker DE, Goebel ME, Costa DR** (2006): Interpolation of animal tracking data in a fluid environment. In *Journal of Experimental Biology* 209; 1, 128-140.

BUDAPESTI ASMI (ÁLLANDÓ SZÓRÓPONTÚ MŰHOLDRADAR INTERFEROMETRIA) ADATOK INTERNETES INFORMÁCIÓS RENDSZERÉNEK KIÉPÍTÉSE

Oberle Zoltán*



Development of a web-based information system of the Persistent Scatterers Radar Interferometry (PS-InSAR) data base for Budapest - Basic principles of the satellite radar interferometry (InSAR) technique, a state-of-the-art tool for local geokinematic studies, are summarized. The paper introduces the PS-InSAR data base for one of our areas under investigation. It is shown how the data base is built up step-by-step, and the future perspectives of its use from scientific, social and economic points of view are given.

Keywords: PS-InSAR, radar interferometry, aperture synthesis, motion detection

A cikk röviden összefoglalja a mai lokális mozgásvizsgálati módszerek csúcának számító InSAR rendszerek működési elveit. Ismerteti egy kutatási terület InSAR (PS-InSAR, ASMI) mérési adatai adatbázisba való rendezésének lépéseit, valamint részletezi az adatbázis további felhasználásának lehetőségeit tudományos, társadalmi és gazdasági szempontokból.

Kulcsszavak: ASMI, PS-InSAR, radar interferometria, apertúraszintézis, mozgásvizsgálat

1 Bevezetés

Az apertúra szintézisű műholdradar interferometria (*Synthetic Aperture Radar Interferometry, InSAR*) hazai bevezetését a Földmérési és Távérzékelési Intézet Kozmikus Geodéziai Observatóriuma (FÖMI-KGO) kezdeményezte 2000-ben a Magyar Űrkutatási Iroda támogatásával. Az MTA keretein belül a BME és a FÖMI-KGO 2007-ben közösen létrehozta a Fizikai Geodézia és Geodinamikai Kutatócsoportot, aminek egyik kutatási területe a műholdradar interferometria. A kutatócsoportban eltöltött időm nagy részét a módszerhez kapcsolódó automatizálási és feldolgozási problémák megoldásával töltöttem. A cikk második bekezdésében a teljesség igénye nélkül röviden ismertetem a módszer elméleti és technikai hátterét, a harmadikban bemutatom a rendelkezésünkre álló adatrendszert és a kiépített ASMI adatbázis felépítésének lépéseit, majd a negyedikben ismertetem az adatbázis felhasználásának további lehetőségeit.

2 InSAR

Az InSAR méréstechnika az 1990-es évek elejétől létező, az aktív mikrohullámú távérzékelési rendszerek közé sorolható módszer. Az InSAR technikának több válfaja létezik. Attól függően, hogy a radarrendszert repülőgépekre vagy műholdakra építik, beszélhetünk légi vagy műholdas radar interferometriáról. A cikk további részében az InSAR rövidítés alatt műholdas apertúra szintézisű radar interferometriát értünk. Az InSAR technikát tovább csoportosíthatjuk a radarképek feldolgozási módszerei szerint. DInSAR (*differenciális műholdradar interferometria*): két radarkép pontjai közötti fázisdifferencia okozta interferenciát állítja elő. (Didier Massonnet, Kurt L. Feigl 1998) PS-InSAR (*állandó szórópontú műholdradar interferometria, ASMI*): sok radarkép pontjai közötti fázisdifferencia okozta interferenciát állítja elő. (Ferretti et al. 2000, Ferretti et al. 2001, Werner et al. 2003) Az ASMI technikát alkalmazva példa nélküli felbontásban (akár 500-1000 pont/km²) és nagy pontossággal (akár 0.1-0.2 mm/év) lehet vertikális sebességet meghatározni. A módszer óriási előnye, hogy egyedülálló módon a múltba lát, hiszen mozgásvizsgálatra is alkalmas felvételeket 1992-ben már készített az Európai Űrügynökség (European Space Agency, ESA) European Remote-Sensing Satellite (ERS-1) távérzékelési műholdja. A módszer nem igényel pontállandósítást, terepi

*MTA Fizikai Geodézia és Geodinamikai Kutatócsoport, 1521 Budapest, Pf. 91
és FÖMI Kozmikus Geodéziai Observatóriuma, 1592 Budapest, Pf. 585
E-mail: z.oberle@gmail.com

Hivatkozások

References

- Didier Massonnet, Kurt L Feigl** (1998): Radar interferometry and its application to changes in the Earth's surface. *Reviews of Geophysics*, 36, 4 / November 441-500.
- Ferretti A, Prati C, Rocca F** (2000): Non-linear Subsidence Rate Estimation Using Permanent Scatterers in Differential SAR Interferometry. *IEEE Trans. On Geoscience and Remote Sensing*, 38, 5, 2202-2212.
- Ferretti A, Prati C, Rocca F** (2001) Permanent Scatterers in SAR Interferometry. *IEEE Transactions On Geoscience And Remote Sensing*, 39/1, 8-20.
- Graham LC** (1974): Synthetic interferometer radar for topographic mapping. *Proc. IEEE*, 62, 763-768.
- Grenerczy Gy, Frey S, Virág G, Oberle Z** (2008): Budapest műholdas mozgástérképe a PSInSAR/ASMI technika hazai bevezetése és ellenőrzése. *Geodézia és Kartográfia*, 60 (11), 3-9.
- Werner C, Wegmüller U, Strozzi T, Wiesmann** (2003): Multi-temporal interferometric point target analysis, in *Analysis of Multi-temporal remote sensing images*. Smits and Bruzzone (ed.), Series in remote Sensing, Vol.3, World Scientific (ISBN 981-238-915-61), pp. 136-144

AZ IDŐ KEZELÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI A HADTÖRTÉNETI GIS REKONSTRUKCIÓKBAN

Juhász Attila*



Managing the time issue in military historical GIS – My research theme is the military historical reconstruction using GIS and remote sensing. I developed methodology which contains three well separated parts in the process, the period environment, the military object and the military event reconstruction. In connection with the third part I investigated the solutions of managing the time issue in GIS. I collected the widely known concepts developed to solve special problems; there is no general and comprehensive solution to manage time. For the geoinformational analysis of military events I used the combination of several concepts.

Keywords: GIS, time, military historical reconstruction

Az idő komplex kezelése a térinformációs rendszerekben még nem megoldott. Az ismert koncepciók valamilyen speciális probléma megoldására jöttek létre. Kutatómunkám során, melynek tárgya a hadtörténeti rekonstrukciók térinformatikai megvalósítása, az események modellezése kapcsán kerültem szembe az idő kezelésének problematikájával. Áttekintve a létező koncepciókat megállapítottam, hogy önmagában egyik sem alkalmas a hadtörténeti rekonstrukciók esetében, együttes használatukkal azonban már megvalósítható a folyamatok bemutatása.

Kulcsszavak: térinformatika, idő, hadtörténeti rekonstrukció

1 Bevezetés

Az utóbbi években a kutatási témám a hadtörténeti rekonstrukciók végrehajtása térinformatika és távérzékelés segítségével volt. A XIX-XX. századi, magyarországi hadtörténeti folyamatok és a hozzájuk kapcsolódó tábori erődítések vizsgálata során szerzett tapasztalatok alapján kidolgoztam egy általánosságban használható módszertant és egy adatgyűjtési stratégiát, technológiai sort a hadtörténeti jellegű GIS adatrendszerek kialakításához (Juhász 2004). A rekonstrukciót három lépésre bontottam: a korabeli környezet, az erődítési objektumok és a hadtörténeti események rekonstrukciója. Ez utóbbi lépés esetében szükséges volt az időtényező figyelembe vételére is. Megvizsgálva a legismertebb koncepciókat az idő kezelésére a térinformatikában megállapítottam, hogy önmagában egyik sem oldja meg a hadtörténeti rekonstrukciók során fellépő problémákat. Több koncepció együttes alkalmazása azonban már megoldásra vezethet, megfelelve ennek a tudományos határterületet érintő feladat elvárásainak.

2 Az idő kezelésének lehetőségei a GIS-ben

Egy térkép a valóság egyetlen időpontjáról készített pillanatfelvétel. Sok feladat esetében, azonban egy adott időpontban fennálló állapot vizsgálata kevésnek bizonyulhat. A környezetünkben zajló vagy a múltban történt folyamatok megismerése sokszor nagyobb időintervallumban, több egymást követő állapot rögzítését követeli meg (Halls és Miller: Of todes and worms: An Experiment in bringing Time to Arcinfo, <http://gis2.esri.com/library/userconf/europroc96/PAPERS/PN35/PN35F.HTM>). Az elemzést ekkor az egymást követő időpontokban készített térképek összehasonlítása jelentheti, de egyes folyamatok valóság-hű modellezéséhez, ez a módszer is alkalmatlannak bizonyulhat. A térképekhez hasonlóan, a térinformációs rendszereknél is problémát jelent a változások követése. Az időbeli folyamatok feldolgozásához a térinformációs rendszerek két fő komponensét, a helyzeti és az attribútum információkat ki kell egészíteni az idővel. A feladattól függően általában az egyik komponens meg van kötve, egy másik kontrollált (egy értéktartományban mozog) és csak a


Hivatkozások

References

- Juhász A** (2004): A XIX-XX. századi tábori erődítések a Kárpát-medencében. Hadtörténeti rekonstrukció térinformatikával. TINTA Könyvkiadó, Budapest.
- Langran G** (1993): Time in Geographic Information Systems. Taylor & Francis, London, Washington.
- Detrekői Á, Szabó Gy** (2004): Térinformatika. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Detrekői Á** (1991): Kiegészítő számítások. Tankönyvkiadó, Budapest
- Elek I** (2004): Domborzati modellek és a mintavételi tétel (I. rész). Geodézia és Kartográfia 10. LVI., 21-24.

STANDALONE FRAMEWORK FOR MOBILE GIS

Mohamed Eleiche*, Béla Márkus*

 **A mobil GIS önálló környezete** - A mobil eszközök egyre gyorsabban terjednek, a felhasználók száma exponenciálisan növekszik. Az eszközbe épített digitális kamera mellett, a GPS vevő és a drót-nélküli kommunikáció jelentik a fő komponenseket. A mobil felhasználói tábor igényli a GIS szolgáltatásokat. A tanulmány elemzi a kliens/szerver környezetre alapuló mobil GIS jellemzőit, és fogalmi szintű javaslatot tesz egy új önállóan is működő mobil GIS szolgáltatásainak kialakítására.

Kulcsszavak: mobil GIS, helyfüggő szolgáltatások

The mobile devices are expanding, and their user base is increasing exponentially. GPS receiver and wireless communications in addition to hardware architecture and digital camera are the main components of mobile devices. GIS functionalities are required to mobile users for many purposes. This paper analyses the current framework of mobile GIS based on client/server architecture and proposes a new conceptual framework for the implementation of GIS functionalities on mobile devices.

Keywords: mobile GIS, location-based services

1 Introduction

In 1980, when the IBM Corporation established the first Personal Computer (PC) from different hardware components, a new page in the history of human innovation started, and triggered a new technological revolution by creating the machine that according to Thomas Freidman made the world flat. Little bit earlier, the first trial for commercial cellular network started in Chicago (Wikipedia) and even earlier in 1971, Ray Tomlinson sent the first e-mail. These actions triggered the information and communication technology (ICT) revolution and shaped our present and will shape our future.

Many experts agree that the exponential evolution of mobile devices and mobile networks (up to 4th Generation in 2008) will trigger a similar revolution to PC impact in the early eighties (Berners-Lee 2007). The traditional PC is vanishing, notebooks and laptops are replacing traditional PCs, as published by MAIT (Manufacturers Association for Information Technology) in 2007, 114% growth in the sales of laptops compared to 1% growth in the sales of desktops. Notebooks have smaller shapes, powerful capabilities, and most notably cheaper price. The expectation is that the mobile device and the notebook will converge to a certain degree creating a new machine in the size of a mobile device and with notebook's capabilities or closer.

Maps and geospatial data are essential information for everyone, and GIS provides the required technology for enabling them digitally. GIS invaded also the mobile market, and the mobile GIS is known as the GIS technology used for displaying and manipulating geospatial data on mobile devices.

The purpose of this paper is to present and analyse the current framework of mobile GIS technology, and how it works. Also, the paper proposes a new framework for mobile GIS by means of which the user can use GIS functionalities offline when the internet connection is lost or while working outside coverage area. A definition for mobile GIS is proposed, and the mobile device is introduced.

* University of West Hungary, Faculty of Geoinformatics
8000 Székesfehérvár, Pirosalma u. 1-3.
E-mail: mb@geo.info.hu

References

Hivatkozások

- Li L, Li C, Lin Z** (2002): Investigation on the Concept Model of Mobile GIS. Symposium on Geospatial Theory, Processing and Applications, Ottawa.
- Karimi HA, Hammad A** (2004): Telegeoinformatics: Location-Based Computing and Services, Chapter 10, Taylor & Francis CRC Press, Florida, USA.
- Fangxiang W, Zhiyong J** (2004): Research on a Distributed Architecture of Mobile GIS based on WAP, XXth ISPRS Congress, Istanbul, Turkey.
- Berners-Lee T** (2007): The Mobile Web, Mobile Internet World conference, Boston.