

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

Publications in Geomatics

VENDÉGSZERKESZTŐ

Guest Editor

VÖLGYESI L

SZERKESZTŐK

Editors

ZÁVOTI J, BÁNYAI L, PAPP G

HU ISSN 1419-6492



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

TARTALOMJEGYZÉK

CONTENTS

Ádám József	7
Köszöntés	
Völgyesi Lajos	9
Az Eötvös-inga mérések alkalmazása és jelentősége a geodéziában	
<i>Application and importance of the torsion balance measurements in geodesy</i>	
Závoti József	27
A számítógépes algebrai rendszerek alkalmazási lehetőségei a fizikai geodéziában	
<i>Application possibilities of computer algebraic systems in geodesy</i>	
Busics György	43
Geodéziai hálózatok Magyarországon – múlt, jelen és jövő	
<i>Geodetic Networks in Hungary – the past, present and future</i>	
Kenyeres Ambrus	55
4D-geodézia: Az időbeli változások kezelése a geodéziai hálózatokban – jelen és jövő	
<i>4Dgeodesy: the handling of the time-dependent effects in geodetic networks – present and future</i>	
Tóth László	67
Alkalmazott geodézia – katonai felmérések	
<i>Applied geodesy - military surveys</i>	
Paláncz Béla	85
Dixon-rezultáns alkalmazása a fotogrammetriai külső tájékozás megoldása során	
<i>Solution of the exterior orientation in photogrammetry applying Dixon resultant</i>	
Ádám József	95
A GNSS/RNSS rendszerek átfogó hálózatának létrehozása	
<i>On the Development of GNSS/RNSS System-of-Systems</i>	
Grenerczy Gyula	109
Magyarország jelenkori felszínmozgásai optimális feltérképezésének koncepciója	
<i>A concept for the optimal mapping of present-day surface motions of Hungary</i>	
Kiszely Márta	119
A hullámforma korreláció használata mikrorengések elemzésére – 2012. április 6., Vértes	
<i>Application of the waveform correlation method in the analysis of micro-earthquake sequences – April 6. 2012, Vértes</i>	
Kugler Zsófia	129
Sarkkörü folyók jégolvadási változásainak vizsgálata passzív mikrohullámú űrfelvételek felhasználásával	
<i>Analysis of ice break-up changes on arctic river ice from passive microwave images</i>	
Bartha Gábor, Szébenyi Géza, Benő Dávid, Kocsis Sándor	141
Radiológiai monitoring térinformatikai modellje	
<i>GIS model of a radiological monitoring system</i>	

KÖSZÖNTÉS

A jelen kötettel *Dr. Biró Péter* Professor Emeritust, az MTA rendes tagját, a Kalsruhei Egyetem tiszteletbeli doktorát köszöntjük 80. születésnapja alkalmából. Ebből az alkalomból 2010. december 3-án a Magyar Tudományos Akadémia (MTA) székházában ünnepi tudományos előadótudósítást szerveztünk, amelyen az MTA X. Földtudományok Osztályának vezetése és tagjai, valamint a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) Általános- és Felsőgeodézia Tanszék munkatársai, és további vendégek vettek részt. Jelenlétünkkel elismerésünket, nagybecsülésünket és tiszteletünket fejeztük ki *Biró Péter* akadémikusnak a hazai és nemzetközi szinten is egyaránt ismert és elismert életpályája és alkotó tudományos munkássága, oktatói munkája, továbbá tudomány- és felsőoktatási szervezői tevékenysége iránt.

Az előadótudósításon a következő előadások hangzottak el:

- Völgyesi Lajos: Az Eötvös-inga mérések alkalmazása és jelentősége a geodéziában,
- Závoti József: Javaslatoak a számítógépes algebrai rendszerek fizikai geodéziai alkalmazásaira,
- Busics György: Geodéziai hálózatok Magyarországon – múlt és jövő,
- Kenyeres Ambrus: 4D geodézia – az időbeli változások kezelése a geodéziai hálózatokban,
- Tóth László: Alkalmazott geodézia – katonai felmérések.

Az MTA Földtudományok Osztálya és a BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszék részéről külön is kiemelem, és egyúttal megköszönöm *Biró Péter* akadémikus úrnak azt a számunkra példamutató oktatói és szakmai-tudományos közéleti munkásságát, amit a 70. és a 75. születésnapja tiszteletére szervezett ünnepi előadótudósítések óta kifejtett az eltelt 10, illetve 5 éves időszak folyamán:

- odaadó kitartással és lelkiismeretesen végezte a Felsőgeodézia és a Kozmikus geodézia tantárgyak előadásainak nagy részét. Az utóbbi tárgyat tematikailag átdolgozta a BSc-képzéshez illesztés céljából (az új tantárgy neve: Globális helymeghatározás), amelynek keretében korábban kidolgozott elektronikus jegyzetét is módosította;
- szervezi és irányítja a „*Felsőgeodézia elmélete és gyakorlata*” c. egyetemi tan- és szakkönyv írását és szerkesztését, amely várhatóan hamarosan elkészül és nyomtatásban is megjelenik;
- több fontos szakmai-tudományos testületben végez aktív munkát. Rendszeresen és lelkiismeretesen részt vesz az MTA Földtudományok Osztályának munkájában, mindig megjelenik (semmiféle kifogást nem keresve a távolmaradásra) az osztálytudósításon, amelyeken következetesen kifejti véleményét és ezzel is nagy mértékben segíti az Osztály munkáját.

Biró Péter akadémikus úrnak kívánunk további jó erőt, egészséget, alkotókedvet és munkájában sok sikert! Bízunk benne, hogy tanácsaira és tapasztalataira még nagyon sokáig számíthatunk!

A továbbiakban közöljük *Biró Péter* akadémikusnak 2000. év óta végzett szakirodalmi tevékenységét. (A 2000. évig megjelent publikációinak felsorolását az *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica* című szakmai folyóirat tartalmazza: Vol. 35(4), pp. 475-480 (2000)).

A kötetben ezt követően az előadótudósításon elhangzott előadások szerkesztett szövegét adjuk közre az elhangzás sorrendjében, valamint professzor úr tiszteletére további tanulmányokat is közlünk.

BIRÓ PÉTER PROFESSOR EMERITUS SZAKIRODALMI TEVÉKENYSÉGE 2000. ÉVTŐL

Egyetemi jegyzetek

- Biró P** (2000): Felsőgeodézia. BME egyetemi jegyzet, változatlan utánnomás. Műegyetemi kiadó, Budapest.
Biró P (2003): Kozmikus geodézia I.rész. Elektronikus jegyzet, Budapest.
Biró P (2004): Felsőgeodézia BSc. Elektronikus jegyzet, Budapest.
Biró P (2006): Felsőgeodézia BSc. Elektronikus jegyzet, Budapest.
Biró P (2007): Felsőgeodézia - oktatási segédlet (14 hetes tantárgyprogram és óravázlat a Felsőgeodézia BSc előadásaihoz)
 Elektronikus jegyzet, Budapest. (<http://www.agt.bme.hu/>→Tantárgyak→Felsőgeodézia)
Biró P (2007): Globális helymeghatározás. Oktatási segédlet, Budapest.

Könyvrészlet

- Biró P** (2003): Ideas to the use of the International Terrestrial Reference System. Festschrift zum 70. Geburtstag von Helmut Moritz. Institut für Geodäsie, Technische Universität Graz. 31-38.

Tanulmányok

- Biró P** (2002): Hazay István. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest. 1-12.
Biró P (2002): Kozmikus geodéziai alapfogalmaink újragondolása. Geomatika Közlemények, 5, 7-24.
Biró P (2004): A csillagászati geodézia helye a XXI. században. Geodézia és Kartográfia 56(2), 3-11.
Biró P (2005): A vonatkoztatási rendszerek és a geodéziai dátum. Geomatika Közlemények 8, 5-12.
Biró P (2011): 110 éve született Hazay István. Geodézia és Kartográfia, 63(6), 4-6.

Szemlecek

- Biró P** (2000): Dr. Ódor Károly. Geodézia és Kartográfia, 52(2), 44-45.
Biró P (2000): Dr. Hőnyi Ede. Geodézia és Kartográfia, 52(11), 29-31.
Biró P (2000): 100 éve született Karl Ledersteger. Geodézia és Kartográfia, 52(12), 32-33.
Biró P (2003): 50 éves a Német Geodéziai Bizottság. Geodézia és Kartográfia, 52(4), 30-31.
Biró P (2004): 225 Jahre Lehrstuhl für Vermessungskunde und höhere Geodäsie in Budapest. Allgemeine Vermessungs-Nachrichten, 2004(6), 238-239.

AZ EÖTVÖS-INGA MÉRÉSEK ALKALMAZÁSA ÉS JELENTŐSÉGE A GEODÉZIÁBAN

Völgyesi Lajos*



Application and importance of the torsion balance measurements in geodesy – The 80th birthday of professor Péter Biró was celebrated together with his students, university colleagues and scientific friends at the Hungarian Academy of Sciences on the 3rd December 2010. In honour of the Professor a ceremonial scientific conference was held, and we gave account of all the successful scientific research studies connected to Him, in one or another form, which he had started, supported and managed as a head of the department, or he participated in. The application of the torsion balance measurements in geodesy is by far important within His research topics. A summary on it is given in this paper.

Keywords: Torsion balance, gravity gradients, gravity anomalies, curvature data, deflection of the vertical, geoid, vertical gradients, inversion method

Biró Péter professzor úr 80. születésnapját tanítványaival, egyetemi kollégáival és tudós barátaival együtt ünnepeltük a Magyar Tudományos Akadémián 2010. december 3-án. A professzor úr tiszteletére ünnepi tudományos ülést tartottunk, és beszámoltunk azokról a kutatási eredményekről, amelyekhez az ünnepelt valamilyen módon kapcsolódott; tanszékvezetőként elindította és támogatta a kutatásokat, vagy maga is részt vett a munkákban. Az Eötvös-inga mérések geodéziai hasznosításával kapcsolatos kutatások kiemelkedően fontosak ebben a sorban. A tanulmányban összefoglaljuk az Eötvös-inga mérések geodéziai alkalmazási lehetőségeit, és röviden bemutatjuk az ezzel kapcsolatos eddigi kutatási eredményeinket.

Kulcsszavak: Eötvös-inga, nehézségi gradiensek, görbületi értékek, függővonal-elhajlás, geoid, nehézségi rendellenességek, vertikális gradiensek, inverziós módszer

1 Bevezetés

Eötvös Lorándot a gravitációs kutatásainak kezdetén elsősorban a Föld alakjának kérdése izgatta. Torziós ingájának kifejlesztésekor éppen az a cél vezette, hogy műszerének segítségével nagy pontossággal meghatározza a nehézségi erőter szintfelületének alakját. Eötvös első terepi méréseivel egy időben olyan számítási eljárást dolgozott ki, melynek segítségével torziós-inga mérések adataiból meghatározható két közeli pont között a függővonal-elhajlás változása. Ha torziós ingával felmért terület néhány pontján asztrogeodéziai módszerekkel meghatározzuk a függővonal-elhajlásokat, akkor az ingamérések adataiból minden egyes mérési pontra levezethetjük a függővonal-elhajlás értékét. Ily módon lehetőség nyílt arra, hogy torziós-inga mérések segítségével részleteiben tanulmányozhassuk a geoid alakját. Eötvös Arad környéki méréseire alapozva a világon elsőként készített részletes geoid térképet torziós-inga adatok felhasználásával (Völgyesi et al. 2006).

Nagyobb, összefüggő területre ez a módszer igen számításigényes, ezért az 1950-es években Renner (1957) egyszerűsítő négyzőghálózat kialakításával megpróbálta ezt a fajta függővonal-elhajlás interpolációt a gyakorlati felhasználás céljára alkalmassá tenni. Megfelelő számítástechnikai eszközök hiányában azonban még korai volt a próbálkozása.

Az 1970-es évek elejére Magyarországon is hozzáférhetővé váltak az első nagyobb számítógépek (Razdan, Odra, R32, stb.), és Biró Péter elsőként ismerte fel az ezekben rejlő óriási lehetőséget a továbblépésre. Kezdeményezésére elindultak az Eötvös-inga mérések geodéziai hasznosításával kapcsolatos kutatások a BME akkori Felsőgeodézia Tanszékén.

Köszönetnyilvánítás. Jelenlegi kutatásaink a 76231 sz. OTKA támogatásával folynak.

Hivatkozások

References

- Csapó G** (1991): Az ELGI Mátyás barlang mikrobázisán LCR graviméterrel végzett Δg , VG és E54 Eötvös-ingával végzett gradiensmérések eredményeinek anyaga. ELGI Adattár.
- Csapó G, Égető Cs, Kloska K, Laky S, Tóth Gy, Völgyesi L** (2009a): Kísérleti mérések Eötvös-ingával és graviméterekkel – az Eötvös-inga mérések eredményei geodéziai célú hasznosításának vizsgálata céljából. Geomatikai Közlemények, 12, 91-100.
- Csapó G, Laky S, Égető Cs, Ultmann Z, Tóth Gy, Völgyesi L** (2009b): Test measurements by Eötvös-torsion balance and gravimeters. Periodica Polytechnica Civil Engineering, 53(2), 75-80.
- Dobróka M, Völgyesi L** (2008): Inversion reconstruction of gravity potential based on gravity gradients. Mathematical Geosciences, 40(3), 299-311. DOI:10.1007/s11004-007-9139-z.
- Dobróka M, Völgyesi L** (2009): A nehézségi erőter 3D potenciálfüggvényének inverziós előállítása. Geomatikai Közlemények, 12, 101-107.
- Dobróka M, Völgyesi L** (2010): Sorfejtéses inverzió IV. A nehézségi erőter potenciálfüggvényének inverziós előállítása. Magyar Geofizika, 51(3) 143-149.
- Haalck H** (1950): Die vollständige Berechnung örtlicher gravimetrischer Störfelder aus Drehwaagemessungen. Veröffentlichungen des Geodätischen Institutes Potsdam, Nr. 4, Potsdam.
- Renner J** (1957): Újabb vizsgálatok a függővonalhajlások körében. MTA Műszaki Tudományok Oszt. Közl., 21(1-4), 99-113.
- 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, 10, 29-36.
- Ultmann Z** (2012): Determination of the vertical gradients based on Eötvös torsion balance measurements. Pollack Periodica, 7(2), Megjelenés alatt.
- Völgyesi L** (1993): Interpolation of Deflection of the Vertical Based on Gravity Gradients. Periodica Polytechnica C. E., 37(2), 137-166.
- Völgyesi L** (1995): Test Interpolation of Deflection of the Vertical in Hungary Based on Gravity Gradients. Periodica Polytechnica C.E., 39(1), 37-75.
- Völgyesi L** (1998): Geoid Computations Based on Torsion Balance Measurements. Reports of the Finnish Geodetic Institute, 98(4), 145-151.
- Völgyesi L** (2001): Geodetic applications of torsion balance measurements in Hungary. Reports on Geodesy, Warsaw University of Technology, 57(2), 203-212.
- Völgyesi L** (2005) Deflections of the vertical and geoid heights from gravity gradients. Acta Geod. Geoph. Hung., 40(2), 147-159.
- Völgyesi L, Tóth Gy, Csapó G** (2005a): Determination of gravity anomalies from torsion balance measurements. In: Jekeli C, Bastos L, Fernandes J (szerk.) Geoid and Space Missions GGSM 2004. 368 p. Berlin, Heidelberg, New York, Springer-Verlag, 2005. 292-297.
- Völgyesi L, Tóth Gy, Csapó G, Szabó Z** (2005b): Az Eötvös-ingamérések geodéziai célú hasznosításának helyzete Magyarországon. Geodézia és Kartográfia, 57(5), 3-12.
- Völgyesi L, Ádám J, Csapó G, Nagy D, Szabó Z, Tóth Gy** (2006): A Nemzetközi Földmérés 1906-os budapesti konferenciájának hatása a geodéziai és a geofizikai fejlődésére. Magyar Geofizika, 47(3), 101-112.
- 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.
- Völgyesi L, Égető Cs, Laky S, Tóth Gy, Ultmann Z** (2009a): Eötvös-inga felújítása és tesztmérések a budapesti Mátyás-hegyi-barlangban. Geomatikai Közlemények, 12, 71-82.
- Völgyesi L, Csapó G, Laky S, Tóth Gy, Ultmann Z** (2009b): Közel fél évszázados szünet után ismét Eötvös-inga mérések Magyarországon. Geodézia és Kartográfia, 61(11), 71-82.
- Völgyesi L, Laky S, Tóth Gy** (2010): Az Eötvös-inga mérési idejének csökkentési lehetősége. Geomatikai Közlemények, 13(2), 129-140.
- Völgyesi L, Ultmann Z** (2010): Nehézségi gradiensek linearítás-vizsgálata a Mátyás-barlangban. Geomatikai Közlemények, 13(2), 23-128.
- Völgyesi L, Ultmann Z** (2012): Reconstruction of a torsion balance, and the results of the test measurements. In: S. Kenyon, M.C.Pacino, U Marti (Eds.) Geodesy for Planet Earth, Buenos Aires, Argentina. 2009. International Association of Geodesy Symposia, Vol. 136, Springer-Verlag; Berlin, Heidelberg, ISBN 978-3-642-20337-4. 281-290.
- Völgyesi L, Dobróka M, Ultmann Z** (2012): Determination of vertical gradients of gravity by series expansion based on inversion. Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica, 47(2), 233-244. DOI: 10.1556/AGeod.47.2012.2.11.

A SZÁMÍTÓGÉPES ALGEBRAI RENDSZEREK ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI A GEODÉZIÁBAN

Závoti József*



Application possibilities of computer algebraic systems in geodesy. In the last decade the application of computer algebraic systems for special basic tasks has become one of the most rapidly developing fields of geodetic research. The conventional method for solving problems involves approximation and iteration; and because of the lack of proper innovation, this is the general approach even today. Computer algebraic systems have led to the construction of models which give exact, analytic solutions. In many cases these models cannot be applied, because increasing the number of the data leads to a combinatorial explosion and a general solution cannot be computed even with today's modern computers. This work describes some basic geodetic tasks for which new, usable solutions exist already.

Keywords: 3D, 7-parameter datum transformation, exterior orientation in photogrammetry, total least squares method, nonlinear regression

Az elmúlt évtizedben a geodéziai kutatások egyik legdinamikusabban fejlődő területe a számítógépes algebrai rendszerek alkalmazása speciális alapeladatok megoldására. A múltban, de kellő innováció hiányában a jelenben is, a feladatok megoldására közelítő, iterációs megoldásokat használnak. A számítógéppel támogatott algebrai rendszerek elterjedésével megjelentek egzakt, analitikus megoldást adó modellek is. Ezeknek a modelleknek gyakorlati elterjedését az akadályozza, hogy a számításokhoz felhasznált adatok számának növekedésével kombinatorikus robbanás lép fel, azaz a feladatok a számítástechnika mai állása mellett sem oldhatók meg általános esetben. Ezen tanulmányban bemutatunk néhány olyan geodéziai alapproblémát, amelyekre részben már sikerült új, használható megoldásokat megalkotni.

Kulcsszavak: 3D, 7 paraméteres dátum transzformáció, fotogrammetriai külső tájékozás, totális legkisebb négyzetek módszere, nemlineáris regresszió

1 Bevezetés

A számítástechnika fejlődése hozta magával, hogy a matematikai geodézia érdeklődésének középpontjába a számítógépes algebrai rendszerek (CAS) kutatása, alkalmazása került. A Gröbner bázis és a multipolinomiális rezultáns (Dixon, Sylvester) algebrai technika hatékony eszköznek bizonyult a nemlineáris geodéziai problémák explicit megoldására.

A témában Awange és Grafarend (2002, 2003a, 2003b, 2003c) tanulmányai tekinthetők kiindulási alapnak. Magyar nyelven Závoti (2005) tanulmánya módosításokat javasolt a matematikai modellhez. A Závoti, Jancsó (2006) tanulmány a módosításokat pontosította, a Battha és Závoti (2009a, 2009b) cikkek pedig kiterjesztették az alkalmazási területeket. A CAS alkalmazásának újabb területén, a fotogrammetriai külső tájékozás esetére a Závoti és Fritsch (2011) tanulmány tartalmaz új eredményeket. Az abszolút tájékozási probléma kvaterniókkal történő megoldását Horn (1987) tanulmánya tárgyalta.

A szakirodalomban eddig publikált eredmények sok esetben nem tekinthetők végleges megoldásnak, mert például a Gauss-Jacobi-féle kombinatorikus megoldás esetében is az alkalmazás során fellép az ú.n. kombinatorikus robbanás problémája.

A kutatás jelenlegi fázisában a kitűzött cél: olyan matematikai megoldásokat adni, amelyek kiűszöbölik a kombinatorikus robbanás problémáját, és a kidolgozandó eljárások a gyakorlatban elfogadhatóan rövid időben alkalmazhatók legyenek.

Hivatkozások

References

- Albertz J, Kreiling W** (1975): Photogrammetric Guide, Herbert Wichmann Verl., Karlsruhe, 58-60.
- Awange J L** (2002): Gröbner Bases, Multipolynomial Resultants and the Gauss-Jacobi Combinatorial Algorithms-Adjustment of Nonlinear GPS/LPS Observations. Dissertation, Geodätisches Institut der Universität Stuttgart.
- Awange J L, Grafarend E W** (2002): Linearized Least Squares and nonlinear Gauss-Jacobi combinatorial algorithm applied to the 7 parameter datum transformation $C_7(3)$ problem. Zeitschrift für Vermessungswesen, 127, 109-116.
- Awange J L, Grafarend E W** (2003a): Closed form solution of the overdetermined nonlinear 7 parameter datum transformation. Allgemeine Vermessungsnachrichten, 4, 130-149.
- Awange J L, Grafarend E W** (2003b): Journal of Geodesy, 77, 66-76.
- Awange J L, Grafarend E W** (2003c): Zeitschrift für Vermessungswesen, 4, 266-270.
- Awange J L, Grafarend E W, Fukuda Y** (2004): Bul. di Geodesia e Scienze Affini, 2, 117-127.
- Battha L, Závoti J** (2009a): Solution of the intersection problem by the Sylvester-resultant and a comparison of two solutions of the 2D similarity transformation. Acta Geod. Geoph. Hung., 44(4), 429-438.
- Battha L, Závoti J** (2009b): Az előmetszési probléma és a 2D hasonlósági transzformáció. Publications in Geomatics, 12, 19-26.
- Golub G H, van Loan C** (1983): An Analysis of the Total Least Squares Problem. SIAM J. on Numerical Analysis, 17(6), 883-893.
- Grafarend E W, Kampmann G** (1996): Zeitschrift für Vermessungswesen, 121, 68-77.
- Grafarend E W, Krumm F** (1995): Zeitschrift für Vermessungswesen, 120, 334-350.
- Grafarend E W, Shan J** (1997): Zeitschrift für Vermessungswesen, 122, 323-333.
- Hazay I** (1980): Die Variante der ausgleichenden Gerade. Geodäsie und Kartografie, Budapest, 88-96.
- Horn B K P** (1987): Closed form solution of absolute orientation using unit quaternions. Journal of the Optical Society of America, 4, 629-642.
- Huffel van S, Vandewalle J** (1991): The Total Least Squares Problem. Computational Aspects and Analysis. SIAM, Philadelphia.
- Jancsó T** (1994): Külső tájékozási elemek meghatározása közvetlen analitikus módszerrel. Geodézia és Kartográfia, 46(1), 33-38.
- Jancsó T** (2004): Durvahiba-szűrés a fotogrammetriai hátrametszés kiegyenlítése előtt, kezdőértékek megadása nélkül. Geomatikai Közlemények, 7, 181-195.
- Kraus K** (1996): Photogrammetrie 2. Dümmler- Verlag, Bonn, 488.
- Kupferer S** (2005): Anwendung der Total Least Squares Technik bei geodätischen Problemstellungen. Universität Karlsruhe (TH), Schriftenreihe des Studiengangs Geodäsie und Geoinformatik, 1, Universitätsverlag Karlsruhe.
- Lenzmann E, Lenzmann L** (2001): Zur Bestimmung eindeutiger Transformationsparameter. 126, 138-142.
- Luhmann T** (2000): Nahbereichsphotogrammetrie. Herbert-Wichmann Verlag, Heidelberg, 571.
- Neitzel F, Petrovic S** (2008): Total Least Squares (TLS) im Kontext der Ausgleichung nach kleinsten Quadraten am Beispiel der ausgleichenden Geraden. 133, 141-148.
- Nievergelt Y** (1994): Total Least Squares: state of the art regression in numerical analysis. SIAM, 36(2), 258-264.
- Paláncz B** (2012): A fotogrammetriai külső tájékozás megoldása a Dixon-rezultáns alkalmazásával. Geomatikai Közlemények, 15, 85- 94.
- Reed B C** (1989): Linear least-squares fits with errors in both coordinates. Am. J. Physics, 57, 642-646.
- Reed B C** (1992): Linear least-squares fits with errors in both coordinates. II: Comments on parameter variances. Am. J. Physics, 60(1), 59-62.
- Reinking J** (2008): Total Least Squares? 133, 384-389.
- Schraffrin B, Lee I, Felus Y, Choi Y** (2006): Total Least-Squares (TLS) for geodetic straight-line and plane adjustment. Bollettino di Geodesia e Scienze Affini, 3, 141-165.
- York D** (1966): Least Squares fitting of a straight line. Can. J. Physics, 44, 1079-1086.
- Závoti J** (1999): A geodézia korszerű matematikai módszerei. Publications in Geomatics, 2, 149.
- Závoti J** (2005): A 7 paraméteres 3D transzformáció egzakt megoldása. Geomatikai Közlemények, 8, 53-60.
- Závoti J, Fritsch D** (2011): A first attempt at a new algebraic solution of the exterior orientation of photogrammetry. Acta Geod. Geoph. Hung., 46, 317-325.
- Závoti J, Jancsó T** (2006): The solution of the 7-parameter datum transformation problem with- and without the Gröbner basis. Acta Geod. Geoph. Hung., 41(1), 87-100.

GEODÉZIAI HÁLÓZATOK MAGYARORSZÁGON – MÚLT, JELEN ÉS JÖVŐ

*Busics György**



Geodetic Networks in Hungary – the past, present and future – Professor Péter Biró taught us geodesy at the Technical University Budapest and he gave us precise definitions about reference systems in the Hungarian professional literature, as well. The geodetic networks realize the reference systems in practice. Their role was fundamental in the past and I think that this role can be maintained in the future as well, although it's possible that the establishment of the networks is going to change. The review of the role of the geodetic networks in Hungary is a current task today. This article is about this topic.

Keywords: Hungarian National Horizontal, Vertical, GPS and Gravimetric Networks, active network, integrated network

Biró Pétertől nemcsak egyetemista korunkban kaptunk felsőgeodéziai ismereteket, de a professzor úr volt az, aki az utóbbi években a földi vonatkoztatási rendszerekkel kapcsolatos pontos definíciókat is megadta a magyar nyelvű szakirodalomban. A geodéziai hálózatok a vonatkoztatási rendszer megvalósítói a gyakorlatban. Szerepük alapvető fontosságú volt a múltban, és úgy gondolom, ez a szerep a jövőben is megmarad, mégha lényegesen át is alakul a hálózatok létesítése. A magyarországi geodéziai hálózatok szerepének áttekintése ma is aktuális kérdés, erről szól e cikk, amely egyben tisztelgés Biró Péter munkássága előtt.

Kulcsszavak: Egységes Országos Vízsíntes Alaphálózat, Egységes Országos Magassági Alaphálózat, Országos GPS Hálózat, Magyar Gravimetriai Hálózat (2000), aktív hálózat, integrált hálózat

1 Bevezetés: mit tanultam Biró Pétertől?

Ez a cikk egy személyes hangvételű összefoglaló kíván lenni a geodéziai hálózatokról, s egyben tisztelgés *Biró Péter* munkássága előtt. Az 1970-es években (s utána még évtizedekig) *Biró Péter* tanította a Felsőgeodéziát a BME-n. Előadásai mintaszerűek, logikusak, mondatai szabatosak, ábrái világosak voltak. Az ábrák (amelyeket későbbi jegyzetembe nem vett be, azokat csak projektorral vetítve vagy táblára rajzolva kaptuk meg) sokat segítettek a tananyag megértésében.

Még mindig megvan az 1975 őszi spirálos füzetbe írt saját jegyzetem, ebből másolok be ide egy részletet az ellipszoidi koordináta-rendszerekről (1. ábra). Bevallom, akkoriban, meg a végzést követően is, úgy gondoltam, hogy ez a témakör csak keveseket érint, hiszen kevesen foglalkoznak felsőgeodéziával, a gyakorlati szakembertől távol állnak az ilyen fogalmak. Ma, a GPS-korszakban, az ellipszoidi földrajzi koordináták mindennapos társai a szakembereknek, de e koordináták mibenlétével a laikusok széles táborának is tisztában kell lennie, akik a Google Föld képernyőjét böngézik.

A geodézia, mint a helymeghatározás tudománya, a pontok helyzetét koordinátákkal adja meg valamilyen előre definiált vonatkoztatási rendszerben. De mi a vonatkoztatási rendszer? A Magyar Nagylexikon a vonatkoztatási rendszer kifejezést fizikai fogalomként értelmezi és így adja meg: „...azon anyagi testek összessége, amelyhez a testek mozgását viszonyítjuk. Az anyagi rendszerek térben és időben léteznek, a fizikai térben a helyzet megadása, a mozgás leírása egy vonatkoztatási rendszerben történhet, amelyet ki kell egészíteni az időmérés lehetőségével... Bármely három független, helyzetet jellemző adat használható a helyzet rögzítésére. A vonatkoztatási rendszerhez rendszert valamilyen koordináta-rendszert rögzítenek”. A vonatkoztatási és a vonatkozási jelzők ugyanazt jelentik, bármelyik jelző használata helyes.

Hivatkozások

References

- Ádám J** (2003): A felsőgeodézia helyzete és időszerű feladatai Magyarországon. Székfoglalók a Magyar Tudományos Akadémián, 1995-98, VI. kötet, Budapest.
- Ádám J** (2005): Egységes európai geodéziai és geodinamikai alapok létrehozása. Akadémiai székfoglaló. MTA különyomat, Budapest.
- Ádám J** (2009): Geodéziai alapponthálózataink és vonatkoztatási rendszereik. Geodézia és Kartográfia jubileumi különszám, 2009. 6-20.
- Biró P** (2002): A vonatkoztatási rendszerek és a geodéziai dátum. Geomatikai Közlemények, 7, 7-24.
- Biró P** (2003): Felsőgeodézia. Egyetemi jegyzet, Budapest. (www.agt.bme.hu/tantargyak)
- Biró P** (2005): Kozmikus geodéziai alapfogalmaink újragondolása. Geomatikai Közlemények, 5, 5-12.
- Biró P** (2006): Kozmikus geodézia. Egyetemi jegyzet, Budapest. (www.agt.bme.hu/tantargyak)
- Borza T** (1998): Elkészült az országos GPS hálózat. Geodézia és Kartográfia, 50(1), 8-13.
- Borza T, Kenyeres A, Virág G** (2007): Műholdas geodéziai vonatkoztatási rendszerünk (ETRS89) felújítása. Geodézia és Kartográfia, 49(10-11), 40-48.
- Busics Gy** (2007): A műholdas helymeghatározás geodéziai alkalmazásának technológiai és minőségi kérdései. PhD értekezés, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem.
- Busics Gy** (2010): Az EOMA újramérésének előzetes eredményei az első három poligonban. Geomatikai Közlemények, 13(2), 41-148.
- Csapó G, Földváry L** (2006): A magyarországi gravimetria története napjainkig. Geodézia és Kartográfia, 58(7), 23-30.
- Grenerczy Gy, Fejes I** (2007): A magyarországi GPS mozgásvizsgálatok 17 éve. Geodézia és Kartográfia, 59(7), 3-9.
- Joó I, Raum F (szerk.)** (1996): A magyar földmérés és térképészet története. MTESZ-GKE, Budapest, 1993-1996. I., II., III. kötet.
- Kenyeres A, Borza T** (2000): Technológia-fejlesztés a III. rendű szintezés GPS technikával történő kiváltására. Geodézia és Kartográfia, 52(1), 8-14.
- Kenyeres A, Herczeg F, Csizmadia M-né, Busics Gy, Virág G** (2011): Az Integrált Geodéziai Alpponthálózat (INGA) koncepciója. Geodézia és Kartográfia, 63(3), 7-12.
- Virág G** (2011): Az újramért EOMA-poligonok kiegyenlítése. Geomatikai Közlemények, 13(2), 37-44.

4D-GEODÉZIA: AZ IDŐBELI VÁLTOZÁSOK KEZELÉSE A GEODÉZIAI HÁLÓZATOKBAN – JELEN ÉS JÖVŐ

Kenyeres Ambrus*



4Dgeodesy: the handling of the time-dependent effects in geodetic networks – present and future – This paper treats the long-term maintenance of the geodetic reference networks from the global to the national levels. The distinct scientific and practical requirements and applications are shown, the term of 4D-geodesy is defined, and also an outlook for the near future is given, where the real-time GNSS applications, together with the model, handling the time-dependence of the coordinates, make us to re-consider the practice of the network maintenance.

Keywords: geodetic networks, GNSS, time-dependent effects, velocity model

A cikk a geodéziai alapponthálózatokban, globálístól az országos hálózatok szintjéig tárgyalja a pontok koordinátái hosszútávú változásának kezelését. Bemutatja az eltérő tudományos és gyakorlati igényeket, alkalmazásokat, definiálja a 4D-geodézia fogalmát, kitekintést ad a közeljövőre, ahol a valószerű GNSS alkalmazások, együtt a koordináták időfüggését kezelő modellel átgondolásra készítik az alpponthálózatok fenntartásának módját.

Kulcsszavak: geodéziai hálózatok, GNSS, időfüggő hatások, sebesség modell

1 Bevezetés

A földtudományokban a mért mennyiségek illetve a vizsgált paraméterek időbeli változásainak elemzését mind a kutatás mind a gyakorlat prioritásnak tekinti, de sajátos céljaiknak megfelelően mindig is eltérően kezeli. Az elméleti megfontolásokkal kiegészített kutatások célja az időbeli változások feltárása, megértése, és elemzése. Ezeknek a vizsgálatoknak az eredményei épülnek be utána pl. a geodéziai gyakorlatba, ahol a hálózati pontok mérőszámainak elvárt stabilitása az időfüggő hatások leválasztásával, azaz korrekcióba vételével biztosítható.

Mindegyik kutatási és alkalmazási területnek megvan a saját történeti fejlődése, amely össze-függ a matematikai eszköztár, a gyakorlat igény szintje illetve a mérés technológia fejlődésével. Ennek egyik legszebb példája a gravimetria, ahol az időfüggés vizsgálatával Biró professzor úr is maradandót alkotott (Biró 1988). A gravimetriában az időbeli változások vizsgálata a jól modellezhető hatások (pl. különböző árapály összetevők) pontosítását illetve a mérésekből az azok leválasztása után megmaradó adatok jeltartalmának az értelmezését jelenti. A mérés technológia fejlődésével egyre több, korábban a zajszinten belül levő környezeti hatás (pl. talajvízszint) is detektálhatóvá vált, kibővítve a vizsgálatba, esetleg korrekcióba veendő mennyiségek körét. Ez azzal a sajnálatos következménnyel jár, hogy pl. a legtöbb historikus abszolút gravimetriai mérés értelmezése nehézkessé válik, mert a nem modellezhető és nem rekonstruálható külső hatások torzítják az eredményeket.

Több más tudományterületen, így a műholdas helymeghatározás terén is hasonló jelenséggel állunk szemben, a mérési pontosság növekedésével korábban elhanyagolt hatások (antenna fáziscentrum-modellek, többutas jelterjedés közeli tárgyakról) figyelembevétele is lehetővé és szükségessé vált, amely szerencsés esetben a mérések újrafeldolgozásával megtehető.

A geodéziai gyakorlat a vonatkoztatási rendszereket megtestesítő hálózati pontokat leíró paraméterek, pl. koordináták időbeli stabilitását kívánja meg. A klasszikus geodéziában a „stabilitás” a megfelelő pont-állandósításon túl a definiáló méréseket terhelő környezeti (pl. légköri jelterjedés) és rövid periódusú időfüggő hatások (pl. árapály) javítások formájában történő figyelembe vételével volt elérhető. Az egységes módszereket a szabályzatokban meghatározott eljárások szerint kellett alkalmazni. A klasszikus technológiák pontosságai illetve műszaki korlátai (ismételhetőség, tényle-

Hivatkozások

References

- Altamimi Z, Sillard P, Boucher C** (2004): CATREF Software: Combination and Analysis of Terrestrial Reference Frames. Publication LAREG SP08, Institut Géographique National.
- Altamimi Z** (2008): ETRS89 Realizations: Current status, ETRF2005 and future developments. EUREF Symposium, 17-20 June, 2008, Brussels, Belgium.
- Altamimi Z, Collilieux X, Métivier L** (2011): ITRF2008: an improved solution of the International Terrestrial Reference Frame, *Journal of Geodesy*, 85(8), 457-473, doi:10.1007/s00190-011-0444-4.
- Argus D F, Gordon R G** (1988): No-net rotation model of current plate velocities incorporating plate motion model NUVEL-1. *Geophys. Res. Lett.* 18, 2038-2042, 1991.
- Ågren J, Svensson R** (2007): Postglacial Land Uplift Model and System Definition for the new Swedish Height System RH 2000. LMVreport 2007:4 in the series "Geodesy and Geographic Information Systems", Gävle, Sweden.
- Ågren J, Svensson R** (2006): Land uplift model and system definition used for the RH 2000 adjustment of the Baltic Levelling Ring. NKG, 15th General Meeting, May 29-June 2 2006, Copenhagen, Denmark.
- Biró P** (1988): A nehézségi erőtér időbeli változásának geodéziai hatása. Budapest, Akadémiai Kiadó. 83.
- Bruyninx C, Altamimi Z, Becker M, Craymer M, Combrinck L, Combrinck A, Dawson J, Dietrich R, Fernandes R, Govind R, Herring T, Kenyeres A, King B, Kreemer C, Lavallée D, Legrand J, Sánchez L, Sella G, Shen Z, Santamaria-Gomez A, Wöppelmann G** (2009): A Dense Global Velocity Field based on GNSS Observations. Preliminary Results. Proceedings of the IAG Symposium "Geodesy for Planet Earth". IAG Symposia Series 136, 19-26. IAG Scientific Assembly, Session G1, 31 August-04 September 2009, Buenos Aires, Argentina.
- Burgmann R, Rosen P A, Fielding E J** (2000): Synthetic aperture radar interferometry to measure Earth's surface topography and its deformation. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 28: 169–209, doi:10.1146/annurev.earth.28.1.169.
- Boucher C, Altamimi Z** (1992): The EUREF Terrestrial Reference System and its first realizations. EUREF Meeting, Bern, Switzerland March 4-6.
- Boucher C, Altamimi Z** (2011): Specifications for reference frame fixing in the analysis of a EUREF GPS campaign. <http://etrs89.ensg.ign.fr/memo-V8.pdf>.
- Caporali, A, Aichhorn C, Becker M, Fejes I, Ghitau D, Grenerczy G, Hefty J, Medac D, Milev G, Mojzes M, Mulic M, Nardo A, Pesec P, Rus T, Simek J, Sledzinski J, Solaric M, Stangl G, Vespe F, Virag G, Vodopivec F, Zablotzky F** (2009): Surface kinematics in the Alpine-Carpathian-Dinaric and Balkan region inferred from a new multi-network GPS combination solution. *Tectonophysics*, 474, 295-321, (1.729).
- DeMets C, Gordon R G, Argus D F, Stein S** (1990): Current plate motions. *J. Geophys. Res.* 101, 425-478.
- DeMets C, Gordon R G, Argus D F, Stein S** (1994): Effect of recent revisions of the geomagnetic reversal timescale on estimates of current plate motions. *Geophys. Res. Lett.* 21 (20), 2191-2194.
- Ferretti A, Prati C, Rocca F** (2001): Permanent Scatterers in SAR Interferometry. *IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing*, 39(1), 8-20.
- Geoservice Kft** (2011): Mozcászvizsgáló hálózat GPS technikával való meghatározása Visonta és Bükkábrány térségében. A Mátrai Erőmű Zrt. számára készített mérési és kutatási jelentés.
- Grenerczy Gy, Virág G, Frey S, Oberle Z** (1998): Budapest műholdas mozgás-térképe: a PSInSAR/ASMI technika hazai bevezetése és ellenőrzése. *Geodézia és Kartográfia*, 60(11), 3-9.
- Grenerczy Gy, Fejes I** (2007): A magyarországi GPS mozgászvizsgálatok 16 éve. *Geodézia és Kartográfia*, 59(7), 3-9.
- Grenerczy Gy, Frey S, Virág G, Oberle Z** (2010): Experiences from studies of anthropogenic land motions in urban environments with the combination of space geodetic and land based techniques. *Earth Observation Challenges for a Changing Earth*, 38th COSPAR Scientific Assembly, Bremen, Germany, 18 - 23 Jul 2010 (poster).
- Joó I, Arabadzisjski D, Fűr M, Mescerszkij I G, Mihaila M, Mladenovski M, Németh Zs, Steinberg J, Thury J, Wyrzykowski T** (1987): New investigations of recent crustal movements in the Carpatho-Balkan Region. *Journal of Geodynamics*, 8(2-4), 99-113.
- Joó I** (1992): Recent vertical surface movements in the Carpathian Basin. *Tectonophysics*, 202, 129–134.
- Joó I** (1998): Magyarország függőleges irányú mozgásai. *Geodézia és Kartográfia*, 50(9), 3–8.
- Kenyeres A** (1992): GPS-gravimetric Geoid Determination Based on Combination of GPS/Levelling and Gravity Data. Proceedings of the 1st Continental Workshop on the Geoid in Europe "Towards a Precise Pan-European Reference Geoid for the Nineties", Prague, 11-14 May, 1992, 482-490.
- Kenyeres A, Herczeg F, Cszmadia Mné, Virág G** (2011): Integrált Geodéziai Alapponthálózat (INGA) koncepciója. *Geodézia és Kartográfia*, 63(3), 7-12.

- van Dam T, Wahr J, Lavalée D** (2007): A comparison of annual vertical crustal displacements from GPS and Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) over Europe. *J. Geophys. Res.-Solid Earth*, 112 (B3), Art. No.B03404, ISSN: 0148-0227, doi: 10.1029/2006JB004335.
- Völgyesi L** (2005): A nehézségi erőtér időbeli változása. *Geomatikai Közlemények* 8, 181-192.

ALKALMAZOTT GEODÉZIA – KATONAI FELMÉRÉSEK

Tóth László*



Applied geodesy - military surveys – In this presentation a review on the military surveys in Hungary, data capture procedures, means of transport and measuring equipment applied during the surveys and the support to the civilian cartography by the military mapping are given, as well as the outstanding military cartographers of the past are appreciated.

Keywords: military surveys, data capture procedures, Sámuel Mikoviny, Ágoston Tóth, János Czetz, István Rédey, Hungarian Heritage Prize

A cikkben néhány utalást teszek a katonai felmérésekről; adatgyűjtési eljárásokról; magáról a Térképészeti Intézetéről; a katonai térképészet „civil” hozzájárulásáról, valamint neves katonatérképészekről.

Kulcsszavak: katonai felmérések, adatgyűjtési eljárások, Mikoviny Sámuel, Tóth Ágoston, Czetz János, Rédey István, Magyar Örökség díj

1 Katonai térképészet

A földfelszín ábrázolásának (földabrosz készítésének, térképezésnek) van egy fontos szelete: a topográfiai térkép készítése. Mivel ennek a múltban leginkább a katonai felhasználása dominált, neveztek katonai térképezésnek is.

A térkép fontos és nélkülözhetetlen segédeszköze a katonai tevékenység valamennyi területének. Térképek nélkül elképzelhetetlen a terep, a hadszíntér tanulmányozása és hatásának értékelése a harc, a hadművelet szempontjából. A térkép a terepen való mozgás, a navigáció, a helymeghatározás legfontosabb eszköze.

*"Szükséges egy hadviselő embernek ismerni a föld csinyját,
melyre kell titkon járni, minden árkot, erdőt, passust szükség
tudni: in parvis rebus maximum momentum latet
(kicsiny dolgokban néha igen fontos dolgok rejlenek)."*

Zrínyi Miklós: Vitéz Hadnagy

A magyar térképészet kezdetei a XV-XVI. századig nyúlnak vissza. Az első hitelesen magyar kézből származó, **Lázár**-térképként (vagy Lazarus térképként) ismert mű (1. ábra) 1528-ban jelent meg (Plihál 2009).

A négy részből álló fametszetes (megközelítőleg 1:1 200 000 méretarányú) térkép a kornak megfelelő színvonalon ábrázolja Magyarország és környékének területét. A rendkívül gazdag hegy- és vízrajz és mintegy 1300 településnév, valamint 400 egyéb földrajzi név mutatja részletességét. Azt hiszem, a katonai térképezés történetét ugyancsak a Lazarus-szal (Tabula-Hungariae) kell kezdenem. Ez a térkép – az elvitathatatlan szakmai, ábrázolási, tartalmi és történetiségi érdemei mellett – egyben a török terjeszkedésre figyelmeztető kiáltvány is.

A térképen két részletesen ábrázolt csatajelenet is megjelenítésre került, az 1428-as galambóci ütközet (2. ábra) és az 1526-os mohácsi csata (3. ábra).

A következőkben több ismert térképész munkásságát kell megemlítenem. Az erdélyi szász Johannes **Honerus** (1498-1549) világleírásához csatolt, 16 térképből álló atlasza 1542-ben Brassóban jelent meg. Figyelmet érdemel az udvari orvosként és történészként Bécsben dolgozó, nagyszombati születésű **Zsámboky János** (1531-1584) 1566. évi Erdély, valamint 1571. évi Magyarország térképe.

*mérnök ezredes, Magyar Honvédség geoinformációs szolgálatfőnök
1024 Budapest, Szilágyi Erzsébet fasor 7-9.
E-mail: toth.laszlo@mhtehi.gov.hu

Hivatkozások

References

- Jankó A, Tremmel Á** (1977): A katonai térképészet krónikája. MH TÉHI, Budapest. 1-13.
- Joó I, Raam F** (1992): Magyar földmérés és térképészet története. Budapest. 2, 217-246, és 3, 64-72.
- Klinghammer I** (1997): A magyar térképészet Lázár deáktól napjainkig. Magyar Tudomány 42(9), 1037-1056.
- Plihál K** (2009): Magyarország legszebb térképei. Kossuth Könyvkiadó, Budapest. 16-19.
- Tóth L** (2000): Térképészeti termékek minőségellenőrzése és állami átvétele. Diplomaterv, BME, Budapest. 11-15.
- Tremmel Á** (2009): Kilencven éves a magyar katonai térképészet, 1919-2009; jubileumi kiadvány. MH GEOSZ, Budapest. 9-23, 51-58.

DIXON-REZULTÁNS ALKALMAZÁSA A FOTOGRAMMETRIAI KÜLSŐ TÁJÉKOZÁS MEGOLDÁSA SORÁN

Paláncz Béla*



Solution of the exterior orientation in photogrammetry applying Dixon resultant – The algebraic solution of the geometric model of photogrammetric exterior orientation represented by a system of multivariate polynomial equations is presented. Employing Dixon resultant, the determination of the roots of this system can be reduced to computing the roots of a single variable polynomial of fourth order. In this case, the Dixon matrix does not have full rank, therefore the standard Nakos-Williams algorithm cannot compute the resultant of the polynomial system. The symbolic computation has been carried out by the Mathematica system.

Keywords: exterior orientation, linear transformation, parameter estimation, Dixon resultant

A dolgozat a fotogrammetriai külső tájékozás geometriai modelljének olyan megoldását mutatja be, amely többváltozós polinomiális egyenletrendszer algebrai megoldásán alapul. A Dixon-rezultáns felhasználásával az egyenletrendszer gyökeinek meghatározása egy negyedfokú egyváltozós polinom gyökeinek meghatározására vezethető vissza. Mivel ebben az esetben a Dixon-mátrix nem teljesrangú, így a szokásos Nakos-Williams algoritmus közvetlenül nem alkalmazható a rezultáns előállítására. A szimbolikus számítás a Mathematica felhasználásával történt.

Kulcsszavak: külső tájékozás, lineáris transzformáció, paraméterbecslés, Dixon-rezultáns

1 Bevezetés

A geodéziai és fotogrammetriai nemlineáris modellek gyakorta többváltozós polinomiális egyenletrendszerrel írhatók le. Ezek algebrai megoldásának lehetőségére elsők között Awange (2002), továbbá Awange és Grafarend (2005) mutattak rá. Hazai viszonylatban, többek között Závoti és Jancsó (2006), Paláncz (2006), valamint Battha és Závoti (2009) foglalkoztak közleményeikben a geodéziai problémák számítógéppel támogatott algebrai rendszerekkel történő megoldásával. A Dixon-rezultáns geodéziai felhasználását Paláncz és társai (2008) javasolták.

A jelen dolgozat Závoti (2011) által, a fotogrammetriai külső tájékozódás egy új, alternatív megoldására javasolt eljárásának *kiegészítéseként*, a modell algebrai megoldását mutatja be a Dixon-rezultáns felhasználásával. Ennek megfelelően a modell geodéziai és matematikai jellegű részleteit illetően fenti dolgozatra utalunk és azokat csak a szükségesnek tartott mértékben ismertetjük.

2 A matematikai modell

Egy tárgypontra és egy neki megfelelő képpontra koordinátái közötti kapcsolat az alábbi lineáris transzformációval írható le:

$$\begin{pmatrix} X_p \\ Y_p \\ Z_p \end{pmatrix} = \lambda_p R \begin{pmatrix} x_p \\ y_p \\ -z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

ahol a p index egy egyedi pontra utal. A fenti kifejezést 3 különböző pontra felírva és néhány egyszerű átalakítással a forgatási mátrix paramétereit és vetítési központ koordinátáit kiküszöbölve, a 3 ismeretlen méretarányra ($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$) a következő homogén, másodfokú egyenletrendszert kapjuk:

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

Hivatkozások

References

- Awange J L** (2002): Groebner basis solution of planar resection. *Survey Review* 36, 528-543.
- Awange J L, Grafarend E W** (2005): Solving Algebraic Computational Problems in Geodesy and Geoinformatics. Springer, Berlin. 261-265.
- Awange J L, Grafarend E W, Paláncz B, Zaletnyik P** (2010): Algebraic Geodesy and Geoinformatics. Springer, Berlin, in *Mathematica* supplement (19).
- Battha I, Závoti J** (2009): Solution of the intersection problem by the Sylvester-resultant and a comparison of two solutions of the 2D similarity transformation. *Acta Geod Geoph. Hung.* 44(4), 429-438.
- Paláncz B** (2006): GPS N-points problem. *Mathematica in Education and Research*, 11(2), 153-157.
- Paláncz B, Zaletnyik P, Awange J L, Grafarend E W** (2008): Dixon resultant's solution of systems of geodetic polynomial systems. *Journal of Geodesy* 82(8), 505-511.
- Zaletnyik P** (2007): Koordináta transzformációk megoldása számítógépes algebra és neurális hálózatok felhasználásával. PhD értekezés, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 21-25.
- Závoti J, Jancsó T** (2006): The solution of the 7-parameter datum transformation problem with- and without the Gröbner basis. *Acta Geod. Geoph. Hung.* 41(1), 87-100.
- Závoti J** (2011): A fotogrammetriai külső tájékozás egy új, alternatív megoldása. *Geomatikai Közlemények*, 14(1), 55-62.

A GNSS/RNSS RENDSZEREK ÁTFOGÓ HÁLÓZATÁNAK LÉTREHOZÁSA

Ádám József*



On the Development of GNSS/RNSS System-of-Systems - Currently four individual global navigation satellite systems (GNSSes) have been or are being developed to provide continuous worldwide PNT (Positioning, Navigation, Timing) services. Namely, these are: GPS in the USA, GLONASS in Russia, Galileo in Europe (EU) and BeiDou-2/Compass in China. Others may follow (e.g., GINSS in India). Regional systems that transmit GNSS-like signals are also being developed to provide space-based PNT services over discrete areas of the world. These regional systems can either be a space-based augmentation system (SBAS) for one or more GNSSes (e.g., WAAS, EGNOS, SDCM) or separate, independently operated space-based PNT systems (e.g., QZSS in Japan, IRNSS in India). The result of putting together many different satellite-based navigation systems from different countries, the GNSS System-of-Systems of the future is being developed. The paper outlines the latest development of GNSS/RNSS/SBAS systems and the activities of the International Committee on GNSS. The main characteristic parameters of different systems are collected in three tables.

Keywords: GNSS, GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou-2/Compass, RNSS, SBAS, QZSS, GNSS System-of-Systems

A vonatkozó nemzetközi szakirodalom alapján táblázatos formában összefoglaltam a globális navigációs műholdrendszerek (Global Navigation Satellite System, GNSS), a regionális navigációs műholdrendszerek (Regional Navigation Satellite System, RNSS) és a műholdas kiegészítő rendszerek (Satellite Based Augmentation System, SBAS) főbb jellemzőit. Az említett műholdrendszerek közül már évtizedek óta üzemel az amerikai GPS és az orosz GLONASSZ, néhány rendszer pedig jelenleg kifejlesztés alatt áll (az európai Galileo, a kínai BeiDou-2/Compass, a japán QZSS, stb.) és több rendszer még csak a tervek szintjén szerepel (pl. az indiai GINSS és IRNSS, a kínai CAPS, stb.). Az üzemelő globális helymeghatározó rendszerek szolgáltatásait kiegészítő rendszerek közül is több már üzemel (EGNOS, MSAS, WAAS), és néhány pedig jelenleg szintén kifejlesztés alatt áll (GAGAN, SDCM, SNAS). Tanulmányoztam az ENSZ keretei között működő GNSS Nemzetközi Bizottság (International Committee on GNSS, ICG) tevékenységét és szerepét a GNSS infrastruktúra globális méretű használatának (a GNSS rendszerek átfogó hálózata kiépítésének) elősegítése céljából.

Kulcsszavak: GNSS, GPS, GLONASSZ, Galileo, BeiDou-2/Compass, RNSS, SBAS, QZSS, GNSS rendszerek átfogó hálózata

1 Bevezetés

Napjainkban egyre inkább felértékelődik a helyhez kapcsolt információk szerepe. Ilyen információk a leggyorsabban és a legszélesebb körben a műholdas helymeghatározás és navigáció mérési eljárásaival nyerhetők. A műholdas helymeghatározásra és navigációra (azaz helyzet-, sebesség- és időinformációk szolgáltatására) napjainkban világszerte az amerikai globális helymeghatározó rendszert (Global Positioning System, GPS) alkalmazzák legelterjedtebben. A rendszer első kísérleti műholdját 1978-ban, az első operatív (működő) műholdat pedig 1989-ben lőtték fel. A rendszer a kezdeti működési képességét 1993-ban érte el, a teljesét 1995-ben.

A GPS rendszer elődje az amerikai tengerészeti navigációs műholdrendszer (US Navy Navigation Satellite System, NNSS) volt, amely az 1960-as évek közepétől több évtizeden át (az

*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Általános- és Felsőgeodézia Tanszék
MTA-BME Fizikai Geodézia és Geodinamika Kutatócsoport
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.
E-mail: jadam@epito.bme.hu

Köszönetnyilvánítás. Az összeállítás korábbi változatát a szerző Dr. Detrekői Ákos akadémikus 70. születésnapja alkalmából szervezett előadóülésen (2009. december 16.) mutatta be „A GNSS rendszerek átfogó hálózata” címen. A munka szakmai tartalma kapcsolódik a „Minőségorientált, összehangolt oktatási és K+F+I stratégia, valamint működési modell kidolgozása a Műegyetemen” c. projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projekt megvalósítását az ÚMFT TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0002 programja támogatta.

A tanulmány részben kapcsolódik a K-83909 sz. OTKA kutatáshoz is.

Hivatkozások

References

- Almanac** (2011): The ALMANAC – Orbit Data and Resources on Active GNSS Satellites. *GPS World*, 22(8), 47-50.
- Ádám J** (1987): A műholdas Doppler-technika szerepe a geodéziai alaphálózatunk továbbfejlesztésében. *Geodézia és Kartográfia*, 39(3), 174-183.
- Ádám J** (2006): Az IAG globális geodéziai megfigyelőrendszere. *Geodézia és Kartográfia*, 58(7), 6-17.
- Ádám J** (2008): A WGS84 geodéziai világhálózat és továbbfejlesztései. *Geodézia és Kartográfia*, 60(9), 3-12.
- Ádám J** (2009): Geodéziai alaphálózatunk és vonatkoztatási rendszereik. *Geodézia és Kartográfia*, 61(Jubileumi különszám), 6-20.
- Ádám J, Fejes I.** (1975): Új Doppler-vevők és geodéziai alkalmazásuk. *Geodézia és Kartográfia*, 27(5), 327-334.
- Ádám J, Bányai L, Borza T, Busics Gy, Kenyeres A, Krauter A, Takács B** (szerkesztők) (2004): Műholdas helymeghatározás. Műegyetemi Kiadó, Budapest.
- Almár I, Both E, Horváth A és munkatársaik** (1996): Űrtan. Springer Hungarica Kiadó Kft., Budapest, 1996 (SH atlasz). *GPS World*, 22(5), 47-56.
- Becker M** (2009): Status der Modernisierung von GPS und GLONASS und Perspektiven weiterer GNSS. *ZfV*, 134(5), 297-305.
- Borza T** (2004): A műholdas helymeghatározás kiegészítő rendszereinek nemzetközi és hazai fejlesztései. *Geodézia és Kartográfia*, 56(8), 37-41.
- Borza T, Frey S** (2003): Az európai műholdas helymeghatározás és várható hatása a geodéziára. *Geodézia és Kartográfia*, 55(12), 16-20.
- Borza T, Fejes I** (2006): GPS-nagypontosságú alkalmazások: mire jó a földi GNSS infrastruktúra? *Geodézia és Kartográfia*, 58(1), 23-27.
- Borza T, Kenyeres A, Virág G** (2007a): Műholdas geodéziai vonatkoztatási rendszerünk (ETRS89) felújítása. *Geodézia és Kartográfia*, 59(10-11), 40-48.
- Borza T, Galambos I, Horváth T, Kenyeres A** (2007b): Célegyenésben a hazai GNSS kiegészítő rendszer építése. *Geodézia és Kartográfia*, 59(6), 13-22.
- Boucher C, Altamimi Z** (2001): ITRS, PZ-90 and WGS84: current realizations and the related transformation parameters. *Journal of Geodesy*, 75(11), 613-619.
- Boullete F, Kennes B, Mastier M, Banfield L** (2011): EGNOS Gets to Work – Using the Augmentation System with GPS-Equipped Mobile Phones. *GPS World*, 22(2), 34-39.
- Busics Gy, Horváth T** (2006): Az aktív hálózatok adottságainak kihasználása a műholdas helymeghatározásban. *Geodézia és Kartográfia*, 58(4), 9-16.
- Chassagne O** (2012): The Future of Satellite Navigation. One-Centimeter Accuracy with PPP. *Inside GNSS*, 7(2), 49-54.
- Eissfeller B, Rizos Ch, Turner D A, Tateshita H, Revnivych S G, Gadinova S** (2010): The GNSS race. <http://mycoordinates.org/the-gnss-race/all/1>, March 2010.
- Fejes I** (2003): GNSS földi infrastruktúra – az EUPOS kezdeményezés. *Geodézia és Kartográfia*, 55(2), 22-27.
- Frey S** (2011): Galileo műholdak – indul az üzem. *Úrvilág Magazin* (<http://www.urvilag.hu>), 2011.12.17.
- Frey S** (2012): Bővülő Beidou. *Úrvilág Magazin* (<http://www.urvilag.hu>), 2012.02.26.
- FVM** (2010): A földművelésügyi és vidékfejlesztési miniszter 47/2010. (IV.27.) FVM rendelete a globális műholdas helymeghatározó rendszerek alkalmazásával végzett pontmeghatározások végrehajtásáról, dokumentálásáról, ellenőrzéséről, vizsgálatáról és átvételéről. *Magyar Közlöny*, 2010/62, 13578-13589. oldal.
- Gadinova S** (2009): International Committee on Global Navigation Satellite Systems (ICG): A System of Systems. *Öst. Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation*, 97(3), 300.
- Haarsma D** (2011): Modern Geodesy: Formula 1 Geospatial (GIM International Interviews Chris Rizos). *GIM International*, 25(8), 1-3.
- Hein G W, Rodriguez J A A, Wallner S, Eissfeller B, Panny Th, Hartl Ph** (2007a): Envisioning a Future GNSS System of Systems (Part 1). *Inside GNSS*, 2(1), 58-67.
- Hein G W, Rodriguez J A A, Wallner S, Eissfeller B, Panny Th, Hartl Ph** (2007b): Envisioning a Future GNSS System of Systems (Part 2.). *Inside GNSS*, 2(2), 64-72.
- Hein G W, Rodriguez J A A, Wallner S, Eissfeller B, Panny Th, Hartl Ph** (2007c): Envisioning a Future GNSS System of Systems (Part 3). *Inside GNSS*, 2(3), 64-73.
- Hein G W** (2009): Die aktuellen weltweiten Entwicklungen in der Satellitennavigation. *Öst. Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation*, 97(3), 291.

- Hofmann-Wellenhof B.** (2009): Galileo and more. Előadás a BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszék „Rédey István Geodéziai Szemináriumán”. BME, Budapest, 2009. október 12.
- Hofmann-Wellenhof B, Lichtenegger H, Wasle E** (2008): GNSS-Global Navigation Satellite Systems – GPS, GLONASS, Galileo, and more. Springer Verlag, Wien, 2008.
- McNeff J** (2010): Changing the Game Changer – The Way Ahead for Military PNT. Inside GNSS, 5(8), 44-51.
- Moudrak A, Konovaltsev A, Furthner J, Hammesfahr J, Dfraise P, Bauch A, Bedrich S, Schroth A** (2005) Interoperability on Time. GPS World, 16(3).
- Rizos Ch** (2011a): Why Geodesy Matters, Now More than Ever. GPS World, 22(1), 8-10.
- Rizos Ch** (2011b): Geodesy-Out with the Old, In with the New. Coordinates, November 2011, 8-10.
- Rózsa Sz, Dombai F, Németh P, Ablonczy D** (2009): Integrált vízgóztartalom becslése GPS adatok alapján. Geomatikai Közlemények, 12, 187-196.
- Rózsa Sz, Kenyeres A, Weidinger T, Gyöngyösi A Z** (2010): GNSS mérések közel valósidejű feldolgozása meteorológiai alkalmazásokhoz. Geomatikai Közlemények, 13(2), 55-63.
- Seeber G** (2003): Satellite Geodesy (2nd completely revised and extended edition). Walter de Gruyter, Berlin-New York.
- Ulrichich Y, Subbotin V, Stupak G, Dvorkin V, Povalyaev A, Karutin S** (2011): GLONASS – Developing Strategies for the Future. GPS World, 22(4), 42-49.
- Wanninger L** (2010): Code- und Phasenmessungen zu SBAS-Satelliten für die Positionsbestimmung. AVN, 2010(4), 148-154.

MAGYARORSZÁG JELENKORI FELSZÍNMOZGÁSAI OPTIMÁLIS FELTÉRKÉPEZÉSÉNEK KONCEPCIÓJA

Grenerczy Gyula*



A concept for the optimal mapping of present-day surface motions of Hungary – In the last decades we have revealed the present-day crustal motions and tectonic processes in the framework of national and European GPS geodynamic programs, however, several applications in industry and geosciences require significant spatial densification of networks. The first half of the article presents the proposed concept of the densest possible national geodynamic network with the unprecedented possibility of providing immediate results without years and decades of monitoring. The anthropogenic motions require even far better spatial and temporal resolution primarily in the vertical component. For this purpose a new satellite geodetic technique is the most suitable that complements GPS surveys from many perspectives. Thus we had introduced and have been applying the synthetic aperture radar interferometry (InSAR) technique since the beginning of the 2000s. The second half of the paper deals with the proposed InSAR-based national vertical surface motion map and the combination of GPS and InSAR.

Keywords: Geodynamics, GPS, synthetic aperture radar interferometry (InSAR), Hungarian GPS Geodynamical Network, Hungarian National GPS Network

Az elmúlt évtizedekben a hazai és európai GPS geodinamikai programokban feltártuk a nagyarányú kéregmozgásokat és tektonikai folyamatokat, ám számos mérnöki és földtudományi alkalmazás a hálózatok jelentős térbeli sűrítését igényli. A lehető legsűrűbb, országos, azonnali, s nem évtizedek múltán eredményt hozó mozgásvizsgálati mérések javasolt koncepcióját mutatja be a cikk első része. Az antropogén felszínmozgások még nagyobb térbeli és időbeli felbontást kívánnak elsősorban magassági értelemben. Erre egy új űrtechnika bizonyult a legalkalmasabbnak, amely a GPS vizsgálatokat több szempontból nagymértékben kiegészíti. A 2000-es évek elejétől bevezettük és alkalmazzuk az apertúraszintézises műholdradar (InSAR) technikát. A cikk második fele az InSAR alapú országos, magassági mozgástérkép javasolt koncepcióját valamint a GPS és InSAR kombinációját tárgyalja.

Kulcsszavak: Geodinamika, GPS, apertúraszintézises műholdradar (InSAR), Magyar GPS Geodinamikai Alaphálózat, Országos GPS Hálózat

1 Tektonikus mozgások

1.1 Bevezető áttekintés

Habár a nagyarányú kéregmozgásokat és tektonikai folyamatokat hazai és regionális szinten is feltártuk (Grenerczy et al. 2000, 2005, Grenerczy és Fejes 2007), több helyen, tudományos és mérnöki alkalmazások során felmerült a kéregfelszín mozgássebességének minél nagyobb felbontásban való ismerete. Az 1. ábra a) panelja mutatja az egyes nagy felbontásban igényelt mozgásvizsgálati területeket, a b) panel pedig a jelenkori aktív kéregszerkezetet a Pannon-medencében. Ezeket az igényeket a jelenlegi geodinamikai hálózat (1. ábra) pontsűrűségével nem lehet kielégíteni. Ez könnyen látható, hisz a pontok nem adnak kellő lefedettséget a szükséges vizsgálatokhoz.

Az állami geodéziai hálózatok pontjainak koordinátái – a kéregmozgások és az antropogén mozgások miatt ezen hálózatok statikus jellegéből adódóan – igen nagy mértékben is eltérnek már a korábban meghatározott hivatalos értéküktől.

Hivatkozások

References

- Bada G, Grenerczy Gy, Tóth L, Horváth F, Stein S, Cloetingh S, Windhoffer G, Fodor L, Pintér N, Fejes I (2007):** Motion of Adria and Ongoing Inversion of the Pannonian Basin: Seismicity, GPS Velocities and Stress Transfer, In Continental Intraplate Earthquakes: Science, Hazards, and Policy Issues, Spec Volume of the Geological Society of America, 243-263.
- Borza T (1998):** Elkészült az országos GPS-hálózat. *Geodézia és Kartográfia* 1998/1, 8-12.
- Caporali A, Aichhorn C, Becker M, Fejes I, Ghitau D, Grenerczy Gy, Hefty J, Medac D, Milev G, Mojzes M, Mulic M, Nardo A, Pesec P, Rus T, Simek J, Sledzinski J, Solaric M, Stangl G, Vespe F, Virag G, Vodopivec F, Zablotzky F (2009):** Surface kinematics in the Alpine-Carpathian-Dinaric and Balkan region inferred from a new multi-network GPS combination solution. *Tectonophysics*, 474, 295-321.
- Ferretti A, Prati C, Rocca F (2001):** Permanent Scatterers in SAR Interferometry. *IEEE Transactions On Geoscience And Remote Sensing*, 39(1), 8–20.
- Grenerczy Gy, Kenyeres A, Fejes I (2000):** Present crustal movement and strain distribution in Central Europe inferred from GPS measurements. *Journal of Geophysical Research*, 105(B9), 21,835-21,846.
- Grenerczy Gy, Sella G, Stein S, Kenyeres A (2005):** Tectonic implications of the GPS velocity field in the northern Adriatic region. *Geophysical Research Letters*, 32, L16311, doi:10.1029/2005GL022947.
- Grenerczy Gy, Fejes I (2007):** A magyarországi GPS mozgásvizsgálatok 16 éve. *Geodézia és Kartográfia*, 59(7), 3-9.
- Grenerczy Gy, Virág, G, Frey S, Oberle Z (2008):** Budapest műholdas mozgástérképe: a PSInSAR/ASMI technika hazai bevezetése és ellenőrzése. *Geodézia és Kartográfia* 11(60), 3-9.
- Lanari R, Mora O, Manunta M, Mallorqui J J, Bernardino P, Sansosti E (2004):** A Small-Baseline Approach for Investigating Deformations on Full-Resolution Differential SAR Interferograms. *IEEE TRANSACTIONS ON Geoscience Aand Remote Sensing*, 42(7), 1377-1386.
- Massonnet D, Rossi M, Carmona C, Adragna F, Peltzer G, Feigl K, Rabaute T (1993):** The displacement field of the Landers earthquake mapped by radar interferometry. *Nature*, 364, 138–142.
- Wegmüller U, Werner C, Strozzi T, Wiesmann A (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), 136-144.

A HULLÁMFORMA KORRELÁCIÓ HASZNÁLATA MIKRORENGÉSEK ELEMZÉSÉRE – 2012. ÁPRILIS 6., VÉRTES

Kiszely Márta*



Application of the waveform correlation method in the analysis of micro-earthquake sequences – April 2012, Vértes – The present study gives a brief overview of the application of crosscorrelation technique to study the similarity of aftershocks. An earthquake with a magnitude of 2.8 on the Richter-scale occurred in the middle of the Vértes Hills on April 6, 2012. The epicentre of this mainshock was only about 2 km from the PKSG (Gánt) seismological station. This station successfully registered about 140 aftershocks till the end of April. Most of these events were detected by this closest station only. The temporal and spatial evolution of the foci was estimated with the application of the waveform correlation method.

Keywords: aftershocks, microearthquake, correlation, waveform

Jelen cikk rövid áttekintést ad a hullámforma keresztkorrelációs módszer használatára a mikrorengések hullámformájának elemzésében. 2012. április 6-án a Richter-skála szerinti M2.8 erősségű rengés pattant ki a Vértes-hegység közepén. Az epicentrum kb. 2 km-re volt a PKSG (Gánt) szeizmológiai állomástól. Ez az állomás mintegy 140 utórengést regisztrált a hónap végéig, és ezek többségét csak ez a legközelebbi állomás rögzítette. Az utórengések térbeli és időbeli eloszlását a hullámforma korrelációs módszer alkalmazásával elemeztem.

Kulcsszavak: utórengések, mikro-rengés, korreláció, hullámforma

1 Bevezetés

Magyarország szeizmicitása mérsékeltnek mondható, az ország területén évente négy-öt M2.5–3.5 magnitúdójú, az epicentrum környékén már érezhető rengés pattan ki (Tóth és társai 2008). A Vértes-hegység szűkebb környezetében 2009 óta három szeizmológiai állomás kezdett működni, aminek köszönhetően megugrott a kisméretű, esetenként negatív magnitúdójú (lokális magnitúdó – M_L) rengés-megfigyelések száma. Ezek elemzése új távlatokat nyithat meg a *memorogén* területek tektonikai folyamatainak értelmezéséhez.

A Vértes-hegység közepén, Gánton a Richter-skála szerinti M2.8 erősségű rengés pattant ki 2012. április 6-án, amit sokan éreztek az epicentrum közelében. Ez a rengés szeizmológiai szempontból azért érdekes, mert rendkívül közel pattant ki a PKSG (Gánt) állomáshoz, a hipocentrum gyakorlatilag a gánti állomás alatt volt. Április végéig 140 utórengést regisztrált ez a készülék, amelyek azonban olyan kicsik voltak, hogy többségüket csak az itt elhelyezett műszer rögzítette. Egy földrengés epicentrumának meghatározásához legalább három időadatra van szükség. Mivel itt csak egy állomás mérései álltak rendelkezésre az utórengések helyét a hullámformák keresztkorrelációja segítségével határoztam meg.

A rengések értelmezését nehezíti, hogy Gánton aktív bányaművelés folyik a Dolomit Kőbányászati Kft részéről robbantásos technikával. Április folyamán összesen 12 ilyen robbantást rögzített az állomás. Az utórengések közé ezek a robbantások is belekerültek. A robbantások elkülöníthetőségét a hullámforma korreláció alkalmazásával ellenőriztem. A főrengést követő sok, nagyon hasonló hullámformájú utórengés azt jelzi, hogy a feszültségviszonyok stabilizálódása hasonló elmozdulások sorozatából tevődik össze.

Hat nagyobb utórengés epicentrumát sikerült meghatározni (amiket legalább 3 állomás regisztrált). Ezek a PKSG állomástól keletre estek 0,9-5 km-re, és fészekmélységük 0 km és 7 km körüli volt. A főrengés napján 63, a másodikon 20, és a harmadikon 10 utórengés történt. A főrengés nap-

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

Köszönetnyilvánítás. Szeretném megköszönni a GeoRisk Földrengés Mérnöki Irodának, hogy a PKSG (Gánt) szeizmológiai állomás adatait felhasználhattam a hullámforma korreláció analízisére.

Hivatkozások

References

- Aster R C, Scott J** (1993): Comprehensive characterization of waveform similarity in microearthquake data sets. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 83, 1307–1314.
- Baisch S, Ceranna L, Harjes H-P** (2008): Earthquake Cluster: What can we learn from waveform similarity? *Bull. Seism. Soc. Am.*, 98, 6, 2806-2814.
- Cattaneo M, Augliera P, Spallarossa D** (1999): A waveform similarity approach to investigate seismicity pattern. *Natural Hazard*, 19, 123-138.
- Deichmann N, Garcia-Fernandez M** (1992): Rupture geometry from high-precision relative hypocenter locations of microearthquake clusters. *Geophy. J. Inst.*, 110, 501-517.
- Geller R J, Mueller C S** (1980): Four similar earthquakes in central California. *Geophy. Res. Lett.*, 7, no. 10, 821-824.
- Hage M, Joswig M** (2009): Mapping local microseismicity using short-term tripate small array installations – Case study: Coy region (SE Spain). *Tectonophysics*, 471, 225-231.
- Massa M, Eva E, Spallarossa D, Eva C** (2006): Detection of earthquake clusters on the basis of waveform similarity: An application in the Monferrato region (Piedmont, Italy). *Journal of Seismology*, 10, 1-22.
- Pechmann J C, Kanamori H** (1982): Waveform and spectra of preshock and aftershock sequences in Utah. *J. Geophy. Res.*, 87, 10579-10589.
- Pechmann J C, Thorbjarnardottir B S** (1990): Waveform analysis of two preshock-main shock-aftershock sequences in Utah. *J. Geophy. Res.*, 87, 10579-10589.
- Reyes C G, West M E, McNutt S R** (2009): The Waveform Suite: A robust platform for accessing and manipulating seismic waveforms in MATLAB. *Eos Trans. AGU*, 90 (52), Fall Meet. Suppl, Abstract S11B-1704
- Reyes C G, West M E** (2011): The Waveform Suite: A robust platform for manipulating waveforms in MATLAB. *Seismo. Res. Lett.*, 82, 104-110.
- Tóth L, Mónus P, Bus Z, Györi E** (2008): Earthquake Monitoring and Seismic Hazard Mitigation in Balkan Countries NATO Science Series: IV: Earth and Environmental Sciences. 2008, 81, II, 99-110, DOI: 10.1007/978-1-4020-6815-7-6.

SARKKÖRI FOLYÓK JÉGOLVADÁSI VÁLTOZÁSAINAK VIZSGÁLATA PASSZÍV MIKROHULLÁMÚ ŰRFELVÉTELEK FELHASZNÁLÁSÁVAL

Kugler Zsófia*



Analysis of ice break-up changes on arctic river ice from passive microwave images – A remarkable effect of the global climate change is the shrinking of permanent ice cover on the Earth's surface. The monitoring of sea ice cover and ice shield extent serves as well-known impact indicator for long time. On the contrary, no regular observations are carried out on continental arctic and subarctic rivers even though their annual spring ice break-up and freezing would also present a notable sign for climate change processes. The analysis of arctic regions can contribute to the quantitative and qualitative estimation of the global impact. The lack of traditional hydrological measurements in those remote, inaccessible regions makes the use of satellite data a key technique in obtaining information on the hydrological cycle of the rivers. For this reason research was conducted on passive microwave satellite data to monitor arctic river ice conditions in Siberia and North-America. The time of seasonal ice breaking and freezing is well recognisable on the time series of satellite observations. Temporal changes in these periods could be indicators of the global climate change impact.

Keywords: global climate change, remote sensing, GFDS, AMSR-E, SSM/I, ice break-up, arctic rivers

Az éghajlatváltozás egyik látványos következménye a földfelszíni jégborítás megváltozása. A tengeri jég kiterjedésének és a jégtakaró jelenlétének folyamatos nyomon követése, tudományos elemzése széles körű gyakorlattal bír. Ezzel szemben a sarkköri, állandón fagyott talajú, szárazföldi területek folyóinak (Észak-Amerika, Szibéria) szezonális jégolvadás változására nincs ismert tanulmány. Pedig ezen jelenség tanulmányozása mind kvantitatív, mind pedig kvalitatív eredményekkel szolgálhat a globális folyamat mértékének meghatározására. A sarkköri folyók téli jégborításának és tavaszi olvadásának periodikus változása – felszíni mérések hiányában – földmegfigyelő műholdak segítségével nyomon követhető. Ezen cikk a sarkvidéki folyók, passzív mikrohullámú űrfelvételek alapján levezetett, hidrológiai idősorainak tanulmányozásából kapott eredményeket mutatja be. A vizsgálatba bevont folyók műholdas idősoraiban markáns változás jelzi a jégolvadás tavaszi-kora nyári kezdetét. Ezen időpont eltolódása a globális klímaváltozás egy fontos mutatója lehet.

Kulcsszavak: globális éghajlatváltozás, műholdas távérzékelés, GFDS, AMSR-E, SSM/I, sarkköri folyók, jégolvadás

1 Bevezetés

2009 szeptemberében két német kereskedelmi hajó, jégtörök segítsége nélkül, sikeresen kelt át a Jeges-tenger észak-keleti átjáróján. Az Ázsiát Európával összekötő tengeri út a hagyományos ázsiai szállítási útvonalhoz képest jelentősen rövidebb. Felmerül tehát a kérdés, hogy a tengerjég ilyen mértékű visszahúzódása egyszeri, véletlenszerűen bekövetkezett környezeti esemény eredménye, vagy valamilyen éghajlati, melegezési folyamat következménye?

Az éghajlatváltozás egyik látványos következménye a földi jégborítás megváltozása. Ezen jelenség tanulmányozása mind kvantitatív, mind pedig kvalitatív eredményeket hozhat a globális folyamat mértékének meghatározására. Felmelegedéskor azonban nemcsak a jól ismert gleccserjég (Bolch 2007, Molnia 2007, Farinotti et al. 2009) és tengeri jég mennyisége csökken (Worby és Comiso 2004, Bareiss és Gørgen 2005, Cavalieri és Parkinson 2008, Mahoney et al. 2008), hanem a szárazföldi vízjég jelenléte is kisebb területű és rövidebb idejű lehet. A sarkköri, szárazföldi folyók,

*BME Fotogrammetria és Térinformatika tanszék
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.
E-mail: zsofia.kugler@mail.bme.hu

Köszönetnyilvánítás. Ezen cikk a Magyary Zoltán Közalapítvány posztdoktori kutatásainak keretében valósult meg. A szerző hálás köszönettel tartozik a Közalapítványnak a bizalomért és a támogatásért, mely a Norvég Alap segítségével valósult meg. Továbbá a munka szakmai tartalma kapcsolódik a "Minőségorientált, összehangolt oktatási és K+F+I stratégia, valamint működési modell kidolgozása a Műegyetemen" c. projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projekt megvalósítását az ÚMFT TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0002 programja támogatja.

Hivatkozások

References

- Bareiss J, Görgen K** (2005): Spatial and temporal variability of sea ice in the Laptev Sea: Analyses and review of satellite passive-microwave data and model results, 1979 to 2002. *Global and Planetary Change*, 48(1–3), 28-54.
- Brakenridge G R, Nghiem S V, Anderson E, Mic R** (2007): Orbital Microwave Measurement of River Discharge and Ice Status. *Water Resources Research*, 43, 1-16.
- Bolch T** (2007): Climate Change and Glacier Retreat in Northern Tien Shan (Kasachstan/Kyrgyzstan) using Remote Sensing Data. *Global and Planetary Change* 56, 1-12,
- Cavalieri D J, Parkinson C L** (2008): Antarctic sea ice variability and trends, 1979–2006. *Journal of Geophysical Research Oceans*, 113, C07004.
- Hansen J, Ruedy R, Sato M, Lo K** (2010): Global surface temperature change. *Reviews of Geophysics*, 48, 1-29.
- Farinotti D, Huss M, Bauder A, Funk M, Truffer M** (2009): A method to estimate the ice volume and ice-thickness distribution of alpine glaciers. *Journal of Glaciology*, 55(191), 422-430.
- Groeve T D, Riva P** (2009): Global real-time detection of major floods using passive microwave remote sensing. *Proceedings of the 33rd ISRSE Conference*, II. 587-590.
- Kugler Zs, De Groeve T, Brakenridge G R, Anderson E** (2007): Towards Near-real Time Global Flood Detection System. *International Archives Of Photogrammetry And Remote Sensing*, 36(7/C50), 1-8.
- Mahoney A R, Barry R G, Smolyanitsky V, Fetterer F** (2008): Observed sea ice extent in the Russian Arctic, 1933–2006. *Journal of Geophysical Research*, 113, C11005.
- Molnia B F** (2007): Late nineteenth to early twenty-first century behavior of Alaskan glaciers as indicators of changing regional climate. *Global and Planetary Change*, 56(1–2), 23-56.
- Overland E, Wang M, Salo S** (2008): The recent Arctic warm period, Series A. *Dynamic Meteorology and Oceanography Tellus A*, 60(4), 589–597.
- Shiklomanov A I, Lammers R B, Vörösmarty C J** (2002): Widespread Decline in Hydrological Monitoring Threatens Pan-Arctic Research. *EOS Transactions, American Geophysical Union*, 83(2), 13-17.
- Turner J, Overland J E, John E** (2007): An Arctic and antarctic perspective on recent climate change. *International Journal of Climatology*, 27(3), 277–293.
- Vuglinsky V** (2000): Russian river ice thickness and duration. Boulder, CO: National Snow and Ice Data Center/World Data Center for Glaciology. Digital media.
http://nsidc.org/data/docs/noaa/g01187_russian_river_ice_thickness/index.html
- Wan Z, Li L** (1997): A physics-based algorithm for retrieving land-surface emissivity and temperature from EOS/MODIS data, *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, 35(4), 980-996.
- Worby A P, Comiso J C** (2004): Studies of the Antarctic sea ice edge and ice extent from satellite and ship observations. *Remote Sensing of Environment*, 92(1), 98-111.

RADIOLÓGIAI MONITORING TÉRINFORMATIKAI MODELLJE

Dr. Bartha Gábor^{*}, Szabó Géza^{**}, Benő Dávid^{***}, Kocsis Sándor^{****}



GIS model of a radiological monitoring system – The top level of the Geographical Information Systems (GIS) is represented by the expert systems which store, visualize and analyze data depending on geographical location. The decision support system is a sort of the expert systems, it claims special knowledge to handle and it supports the work of experts. The scope of this kind of systems is to determine those territories where the measured data satisfy a predetermined target value. The general features of the expert systems in earth sciences are reviewed in the paper and an example of an experimental GIS based decision support system for the evaluation of monitoring data in the underground radioactive waste disposal in Bataapáti, Hungary is given.

Keywords: Decision Support System

A térinformatikai rendszerek legfejlettebb formája a szakértői rendszer, amely a földrajzi helyzettől függő adatokat nem csak tárolja, és grafikus formában megjeleníti, hanem az adatok magas szintű szakmai analizálására is képes. A döntéstámogató rendszer a szakértői rendszereknek az egyik típusa, amelynek kezeléséhez szakértői ismeretek szükségesek és szakértők munkáját támogatják. Földtudományi térinformatikai rendszerek esetében ez egy olyan célfeladat érdekében végzett mérések analizését jelenti, amely azt vizsgálja, hogy melyek azok a területek, ahol a mérési adatok kielégítenek valamilyen célfeladatot. A tanulmányban áttekintjük a földtudományi szakértői rendszerek általános tulajdonságait és ismertetjük a Bataapáti felszín alatti radioaktív hulladéktároló vizsgálata során kifejlesztett kísérleti térinformatikai döntéstámogató rendszert.

Kulcsszavak: Döntéstámogató rendszer

1 Bevezetés

A mesterséges intelligencia az a tudományterület, amely a számítógép emberi intelligenciát igénylő alkalmazásainak fejlesztésével foglalkozik. A fogalom John McCarthy-tól származik, és az 1956-ban Dartmouthban tartott "Artificial Intelligence" konferencián hangzott el. Nagy remények fűződtek ehhez a számítógépi alkalmazáshoz. Marvin Minsky a Life magazinban 1970-ben megjelent cikkében még így fogalmazott: "In from three to eight years we will have a machine with the general intelligence of an average human being." (Crevier 1993). Newell pedig párhuzamot vont az emberi és a mesterséges intelligencia között (Newell 1980).

Bár ezt az optimista jóslatot a 70-es években sok neves kutató osztotta, mégsem sikerült a mesterséges intelligenciát kifejleszteni. Így a 80-as évektől a kutatás pénzforrásai elapadtak, az érdeklődés speciális tudást igénylő feladatok megoldása felé fordult, felhasználva a korábbi kutatások eredményeit (logikai programozás, PROLOG nyelv, stb.). Megszületett a mesterséges intelligencia kutatás egyetlen igazi sikertörténete, a szakértői rendszer (Expert System).

A szakértői rendszer definíciója a rendszer atyjának tartott Edward Feigenbaumtól származik: "A szakértői rendszer olyan számítógépi program, amelyik ismeretet (tudást) és következtetési módszert használ fel emberi szakértőket igénylő feladatok megoldására" (Kurzveil 1990). A szakértői rendszerek legelterjedtebb típusa a tudásbázisú technológián (Knowledge Base Technology) alapuló programok. Ezek a rendszerek az adott feladat megoldásához szükséges szakértelmet HA → AKKOR (IF → THEN) szabályok formájában tárolják, ezért gyakran szabályokra alapozott rendszernek (Rule Based System) is nevezik ezeket a programokat.

^{*}Miskolci Egyetem, Geodéziai és Bányamérési Intézet Tanszék. E-mail: iitgabor@uni-miskolc.hu

^{**}Mecsekérc Zrt. 7633 Pécs, Esztergár Lajos u. 19. E-mail: szabogeza@mecsekerc.hu

^{***}Miskolci Egyetem, Geodéziai és Bányamérési Intézet Tanszék. E-mail: gbmbd@uni-miskolc.hu

^{****}Miskolci Egyetem, Geodéziai és Bányamérési Intézet Tanszék. E-mail: alexander.kocsis@yahoo.com

Köszönetnyilvánítás. A szerzők köszönetet mondanak a Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft.-nak a Bábaapáti felszín alatti radioaktív hulladéktároló cikkben közölt adatainak publikálási engedélyezéséért.

A tanulmány a TÁMOP - 4.2.1.B - 10/2/KONV - 2010 - 0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Hivatkozások

References

- Bódizs D** (1997): Félvezető Detektoros Gamma Spektroszkópia. <http://mf2002.uw.hu/anyagok/gamma.pdf> (2011.08.14.)
- Crevier D** (1993): The Tumultuous Search for Artificial Intelligence. Basic Books, New York. 109.
- Demeter M I** (2008): Visual Studio 2005-2008. Panem Könyvkiadó, Budapest. 15-624.
- Johnson L, Keravnou E T** (1985): Expert System Technology. Abacus Press, Cambridge. 184.
- Kurzveil R** (1990): The age of intelligent machines. MIT Press, Cambridge. 580.
- Lenanun S, Kawtrakul A, Mairaing W, Suksart V** (2000): A Development of Expert System Shell for Slope Stability Analysis. WAINS 7 : E-Business for the new Millennium. Bangkok, Thailand. 1-9.
- McCarthy J, Graniero P, Rozic S** (2008): An Integrated GIS-Expert System Framework for Live Hazard Monitoring and Detection. Sensors, 2008, 8, 830-846.
- Newell A** (1980): Physical Symbol Systems. In: Cognitive Science 4 Ed. Clark, A Carnegie Mellon. University 133-183.
- Szebényi G, Kovács G P, Kovács L O** (2008a): Exploration methodology as a factor of geological uncertainty in evaluation of Recsk Deep's ore mineralizations. In Földessy J, Hartai É (eds.): GEOSCIENCES Publications of the University of Miskolc Series A, Mining, Volume 73, Miskolc University Press, 145-166.
- Szebényi G, Gorjánác Z, Várhegyi A** (2008b): Gammáspektrometriai elemzések kiértékelése. In: Balla Z (szerk.), Császár G, Földvári M, Gulácsi Z, Gyalog L, Horváth I, Kaiser M, Király E, Koloszar L, Koroknai B, Magyarai Á, Maros Gy, Marsi I, Musitz B, Rálich E, Rotárné Szalkai Á, Szöcs T, Tóth Gy (MÁFI); Berta J, Csapó Á, Csurgó G, Gorjánác Z, Hámos G, Hogyor Z, Jakab A, Molnos I, Ország J, Simoncsics G, Szamos I, Szebényi G, Szűcs I, Turger Z, Várhegyi A (Mecsekérc Zrt.); Benedek K, Molnár P, Szegő I, Tunli Gy (Golder); Madarasi A, Mártonné Szalay E, Prónay Zs, Tildy P (ELGI); Szongoth G (Geo-Log); Gacsályi M, Moskó K (Geopárd); Kovács L (Kútfej); Mónus P (GeoRisk); Vásárhelyi B (Vásárhelyi és Tsa Bt.): Bábaapáti hulladéktároló felszín alatti létesítményeinek előkészítési munkái 2004–2007. A felszín alatti földtani kutatás zárójelentése. 3. kötet, X. függelék, 35. Kézirat, 2008. május, Magyar Állami Földtani Intézet–Mecsekérc Zrt., Budapest–Pécs, RHK Kft. Adattára, Paks, RHK-K-082/08.