



Eötvös Loránd Tudományegyetem

Informatikai Kar

Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék

**Gede Mátyás**

# **Webkartográfia és geoinformatika a térképészeti örökség védelmében**

**Doktori értekezés tézisei**

ELTE TTK Földtudományi Doktori Iskola

Iskolavezető: dr. Gábris Gyula

Térképész Doktori Program

Programvezető: dr. Klinghammer István

**Témavezető:**

**dr. Györffy János, egyetemi docens**

Budapest, 2010

## A kutatás célja

A magyar térképészeti örökség fontos részét képezik a különböző föld- és éggömbök. Ezek korszerű archiválása, digitalizálása és pillanatnyi állapotuk rögzítése az utókor számára azonban sokkal összetettebb feladat, mint a kétdimenziós térképeké, melyeknél egyszerű szkenneléssel vagy fotózással rögzíthető az állapot.

Kutatásom célja olyan módszerek kidolgozása volt, melyek segítségével a különféle glóbuszok egyszerűen és megbízhatóan archiválhatók, és egyben a nagyközönség számára is elérhetővé tehetők egy internetes glóbuszmúzeum formájában.

## Előzmények

Bár a dolgozatban tárgyalthoz hasonló, sok gömböt bemutató internetes tárlat eddig sehol sem készült, maga a glóbuszdigitalizálás nem egyedülálló. Több helyen is foglalkoztak egy-egy gömb virtuális másának elkészítésével, különféle technikák alkalmazásával. Mindenképpen említésre méltók a következők:

- A glóbuszarchiválás legegyszerűbb példajaként a Harvard College Library weboldalán található egy Mercator-gömbpár digitalizált változata. Ebben az esetben nem készült virtuális faksimile glóbusz, csupán a különböző nézetekből készült fényképfelvételek nézhetők meg egy interaktív kezelőfelület segítségével.
- A Drezdai Műszaki Egyetem kutatói a 68 cm-es Blaeu-glóbuszról készítettek digitális faksimilét. Az alapanyag egy fekete-fehér fényképsorozat volt, melyet a számítógép képernyőjén színezték újra. A megjelenítéshez speciális képernyőt használnak, melynek segítségével valódi háromdimenziós kép tárul a néző elé. Érdekesség, hogy a glóbuszt tartó naptárkeret is a modell része.
- A Bécsi Glóbuszmúzeum virtuális Mercator-gömbje a kiállítás helyszínén az eredeti glóbusz mellett tekinthető meg. A digitális faksimile a gömb 10\*15 fokos foktrapézeiről készített fényképfelvétel-sorozat feldolgozásával készült.
- Az ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszékén egy térképész diplomamunka részeként elkészült Waldseemüller földgömbjének digitálisan újraalkotott változata. A tengelye körül körbeforgó digitális gömb Flash animációként tekinthető meg, és a korabeli partvonalak mellett a jelenlegiek is láthatók. Ez a megoldás sajnos minden interaktivitást nélkülöz, még a nézőpont sem választható meg. A munka előzményeinek tekinthetők Pápay Gyula digitális glóbuszai, melyek Sztrabón és Ptolemaiosz világképét mutatják be.

- A velencei IUAV Egyetemen Adami és Guerra állította elő Coronelli egy glóbuszának virtuális mását. A faksimile a glóbusz eredeti nyomatai alapján készült.
- A virtuális Behaim-földgömb a Bécsi Műszaki Egyetem Fotogrammetriai és Távérzékelési Intézetében. Ennek a projektnek érdekessége, hogy a glóbusz tartalmán kívül annak formáját is meghatározták fotogrammetriai módszerekkel, aminek eredményeképpen kiderült, hogy 500 év alatt a gravitáció hatására a glóbusz erősen deformálódott. A virtuális gömb (mely az eredeti, torzítatlan gömbformát mutatja) egy VRML (Virtual Reality Modeling Language) modell. A gömböt bemutató weboldal sajnos nem működik együtt tökéletesen bármilyen böngésző – VRML lejátszó párosítással. További hiányossága a pólusoknál látható textúravetítési hiba.
- A heidelbergi Karl-Theodor-földgömb restaurálásával párhuzamosan készült el a szintén VRML technikával megvalósított virtuális glóbusz. A glóbusz beszkenelt szegmensein egy speciális digitális képszűrőt alkalmaztak, és az így kapott anyagból készült a virtuális gömb.
- A David Rumsey térképgyűjtemény weboldalán látható Giovanni Maria Cassini 1790 körüli föld- és éggömbjének a Google Earth plug-in segítségével megtekinthető modellje. A leírás alapján a készítési technika gyakorlatilag megegyezik azzal, amit a dolgozatban később tárgyalni fogok, csak más szoftverek felhasználásával. Ezek a virtuális faksimilek később készültek, mint a Virtuális Glóbuszok Múzeumának első darabjai és a témában írt első publikációk, de mivel a weboldal nem tartalmaz semmiféle hivatkozást korábbi munkákra, alighanem másoktól függetlenül alakították ki a módszert.

## Módszerek

### *A glóbuszok digitalizálása*

A fentebb felsorolt projektek eredményeinek elemzése után a glóbuszdigitalizálás megvalósítására két, egymástól nagyban különböző módszert dolgoztam ki:

- Amennyiben hozzáférhető egy glóbusz eredeti térképnyomata, úgy annak szkennelésével, és az így kapott állományok georeferálásával állítható elő a digitális anyag. A georeferálás ebben az esetben nem bonyolult, mivel ismertnek tekinthető a gömbszegmensek és pólussapkák vetülete (Cassini-, illetve Postel-vetület).
- Ha a nyomat nem érhető el, akkor a gömbről nagyszámú fényképfelvételt kell készíteni, majd feldolgozni. Ezeknek a fényképeknek a georeferálása már meglehetősen összetett feladat. Ha a fotózás során az optikai tengely áthaladt a glóbusz középpontján, akkor a kapott fényképek perspektív síkvetületben vannak, azonban ennek paraméterei nem ismertek.

Ezt a problémát egy segédprogram elkészítésével oldottam meg. A program a Nelder–Mead módszer alkalmazásával számítja ki a glóbuszfotók hiányzó vetületi paramétereinek közelítő értékét a képeken meghatározott illesztőpontok adatai alapján. A program be- és kimeneti formátumát úgy választottam meg, hogy jól illeszkedjen a georeferálási folyamatba: a Global Mapper program illesztőpont (.GCP) és vetületfájl (.PRJ) formátumait használja.

Bármilyen alapanyagból is indulunk ki, a georeferált glóbusztérképeket négyzetes hengervetületűvé kell alakítani, mivel ebben a vetületben lehet egyszerűen összeilleszteni a különálló darabokat.

### *Megjelenítés*

A digitalizált glóbuszok számítógépes megjelenítésére két különböző módszert is kidolgoztam:

1. Az egyik megoldás egy VRML glóbuszmodell, mely 6 részfelületből építi fel a gömböt: a  $\pm 50^\circ$ -os szélességek közti terület négy,  $90^\circ$  szélességű foktrapézra oszlik, amit két pólussapka egészít ki. A megoldás több szempontból is kedvező:
  - A poliédereket, melyek a gömbfelületet közelítik, úgy definiáltam, hogy azok élei a  $10^\circ$ -os fokhálózati vonalak mentén fussanak. Így elkerülhető az élek és a vonalak nem kívánt kölcsönhatása, mely a földgömböt a VRML beépített Sphere objektumával elkészítve jelentkezik bizonyos nézetekben.

- A részfelületek mindegyike külön textúrát kap, így az egyes textúrák mérete kisebb lehet. Ez a kisebb teljesítményű grafikus kártyák esetén (amilyen pl. a notebookok többségében, illetve a régebbi asztali konfigurációkban is található) létfontosságú, mivel ezeknél limitált az egyes textúrák maximális mérete, és ez nagyban korlátozza a modellek felbontását.
- Mivel a pólussapkák textúrája poláris helyzetű síkvetületben van, a pólusok környékén nem jelentkezik a különféle háromdimenziós gömbi ábrázolásoknál tapasztalható textúravetítési probléma.

Kihasználva, hogy VRML-ben bármilyen formájú test definiálható, a gömb alakú glóbuszok mellett két speciális modellt is létrehoztam: a Kartográfiai Vállalat 40 cm-es szétszedhető szerkezeti Föld-modelljének digitális mását és egy XIX. századi csonka éggömb modelljét.

2. A földgömbök térképi tartalmának analizálhatóságát elősegítendő kidolgoztam a glóbuszok Google Earth rétegeként való megjelenítését is. Ennek a megoldásnak nagy előnye, hogy a glóbusztérképek együtt vizsgálhatók a Google által biztosított más térképi adatokkal.

A megjelenítéshez olyan KML formátumú fájlt kell készíteni, mely a négyzetes hengervetületben tárolt földgömbtérképdarabok gömbi elhelyezkedését írja le. Erre a feladatra is írtam egy segédprogramot, melynek segítségével a KML fájlok egyszerűen és gyorsan előállíthatók.

### ***A Virtuális Glóbuszok Múzeuma weboldal***

A feldolgozott glóbuszok publikálására létrehoztam a Virtuális Glóbuszok Múzeuma című weboldalt (<http://vgm.elte.hu>), ahol a gömbök háromdimenziós, forgatható VRML modelljei mellett egy háttéradatbázisban megtalálhatók a hozzájuk tartozó háttér-információk is. Az oldal használhatóságát egyszerű kereső is segíti, és a téma iránt érdeklődők számára a legfontosabb kapcsolódó publikációk listája is megtalálható a honlapon.

A felhasználói felület jelenleg háromnyelvű (magyar, angol, német), gondolva a magyarul nem értő látogatókra is, de az oldal kialakítása lehetővé teszi további nyelvek egyszerű hozzáadását is.

## Eredmények

### 1.

**Kifejlesztettem egy kedvező tulajdonságokkal bíró VRML glóbuszmodellt.** Ez a modell 6 részfelületből építi fel a gömböt: a  $\pm 50^\circ$ -os szélességek közti terület négy,  $90^\circ$  szélességű foktrapézra oszlik, amelyet két pólussapka egészít ki. Az egyenlítő menti területekre négyzetes hengervetületű, míg a pólussapkákra Postel-féle síkvetületben tárolt textúra kerül. Ezzel a megoldással minimalizálhatók a textúravetítési problémák.

A VRML glóbuszhoz különféle nézőpontok is rendelkezhetők, melyek használata egyszerűsíti a gömbön való navigációt. Az általam készített segédprogram a vizsgálandó terület földrajzi koordinátáinak és egyéb paramétereinek megadása után elkészíti az adott nézőpontot definiáló kódrészletet. Ez a program lehetővé teszi, hogy a különböző témájú gömbök (melyeknek emiatt más és más területei tarthatnak számot érdeklődésre) egyedi nézőpontkészletet kaphassanak.

A VRML adta lehetőségeket kihasználva megoldottam olyan nem gömb alakú glóbuszok megjelenítését is, mint amilyen a Kartográfiai Vállalat szétszedhető szerkezeti Föld-modellje.

### 2.

**Megoldottam a különféle glóbuszok Google Earth rétegeként való megjelenítését.** Ennek előnye, hogy a gömbök tartalma egyszerre vizsgálható a Google által biztosított egyéb vektoros adatokkal, így lehetővé téve például egyes földgömbök geometriai pontosságának szemléletes vizsgálatát, bemutatását.

A Google Earthben való megjelenítés egyszerű megvalósítására készítettem egy könnyen használható segédprogramot, mely tetszőlegesen felosztott földgömbtérképhez elkészíti a részletképek mindegyikét a gömb megfelelő helyére vetítő KML fájlt.

### 3.

**Kidolgoztam a glóbuszokról készült fotók georeferálásának technikáját.** Készítettem egy segédprogramot, mely a digitális fotón megadott illesztőpontok alapján kiszámolja a fénykép mint perspektív síkvetület vetületi paramétereit. E program segítségével vált lehetővé nagy pontosságú modellek készítése a gömbökről készült fotósorozatok alapján.

4.

**Kidolgoztam a faksimileglóbuszok készítéséhez szükséges földgömbtérkép előállításának menetét a virtuális modellek készítése során létrehozott digitális térképi állományok digitális vetületi transzformációjával.** A digitális faksimilekészítés megkönnyítéséhez elkészítettem egy raszteres vetületkonverter programot, mely egy földgömb négyzetes hengervetületű térképéből előállítja bármelyik glóbuszkészítési technológia által megkívánt képet. Ezen képek elkészítése a program nélkül nem, vagy csak nagyon hosszadalmas munkával lehetséges.

## **Következtetések**

A glóbuszdigitalizálás és a gömbök virtuális modelljeinek internetes megjelenítése nagy segítség lehet minden olyan intézménynek, amely föld- és éggömböket őriz, hiszen e módszerek segítségével a gömbök tartalma úgy válik egyszerűen vizsgálhatóvá, hogy közben nem áll fenn az eredeti példányok sérülésének veszélye.

A dolgozatban bemutatott faksimileglóbusz-készítési módszerrel valódi, kézzelfogható másolatok is létrehozhatók, ráadásul a kiindulási glóbusztól eltérő méretben és készítési technológiával is.

Egy gömb restaurálása esetén a tényleges fizikai beavatkozást megelőzően célszerű lenne a gömbökről készült digitális modelleken a dolgozatban vázolt virtuális restaurálást végrehajtani. Az eredmény elemzésével elkerülhetők az olyan meggondolatlan beavatkozások, melyek az eredeti példány esetleges visszafordíthatatlan károsodásával járnának..

## Publikációk

### Könyvfejezet

**Gede, M., Márton, M., 2010:** Globes on the Web – the Technical Background and the First Items of the Virtual Globes Museum. *In: Cartography in Central and Eastern Europe – Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. pp. 279–290. Springer, Berlin, Heidelberg, 2010.*

### Folyóiratcikkek

**Gede, M., 2007:** Internetes térképi alkalmazások készítése script nyelvek használatával. *In: Geodézia és Kartográfia, 2007/12. pp. 14–17. Budapest*

**Gede, M., 2008:** Glóbuszok publikálása az Interneten. *In: Geodézia és Kartográfia, 2008/4. pp. 35–36. Budapest*

**Gede M., 2009:** Publishing Globes on the Internet. *In: Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica Vol. 44/I (2009) pp. 141–148 – Akadémiai Kiadó, Budapest*

**Gede M., 2010:** The Use of the Nelder–Mead Method in Estimating Projection Parameters for Globe Photographs. *In: Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica Vol. 45/I (2010) pp. 17–23 – Akadémiai Kiadó, Budapest [in print]*

**Gede, M., Márton, M., Plihál, K., 2008:** A Blaeu-glóbuszpár és más föld- és éggömbök 3D-s előállítására. A „Virtuális Glóbuszok Múzeuma” első darabjai. *In: A Földgömb, 2008/4., 2008. Budapest*

**Márton, M., Gede, M., Zentai, L., 2008:** Föld- (és ég-) gömbök 3D-s előállítására – Virtuális Földgömbök Múzeuma és digitális virtuális restaurálás. *In: Geodézia és Kartográfia, 2008/1–2. pp. 36–42. Budapest*

**Márton M., Gede M., Zentai L., 2008a:** Glóbuszok 3D-s előállítására. *In: Térinformatika online, 2008.05.07.*  
[http://terinformatika-online.hu/index.php?option=com\\_content&task=view&id=215&Itemid=46](http://terinformatika-online.hu/index.php?option=com_content&task=view&id=215&Itemid=46)

### Előadások és poszterek

**Gede, M., 2009b:** The Use of the Nelder–Mead Method in Determining Projection Parameters for Globe Photographs. *Poszter. European Geosciences Union General Assembly, Wien, 19–24th, April, 2009.*

**Gede M., 2009c:** The Projection Aspects of Digitising Globes. *Előadás. 24th International Cartographic Conference, Santiago, Chile, 15–21th, November, 2009.*



- Gede, M., Márton, M., 2008:** Virtual Globes Museum. *Poszter és előadás. European Geosciences Union General Assembly, Wien, 2008. április 13–18.*
- Gede, M., Márton, M., 2008b:** 3D-s glóbuszok az Interneten. *Előadás. HUNGEO 2008, Budapest, 2008.08.20–24.*
- Gede, M., Márton, M., 2008c:** 3D-s glóbuszok az Interneten – A Virtuális Glóbuszok Múzeuma. *Előadás. MTESZ Országos Ankét, Budapest, 2008.11.19–21.*
- Gede, M., Márton, M., 2009:** Globes on the Web – The Technical Background and the First Items of the Virtual Globes Museum. *Előadás. ICA Symposium on Cartography for Central and Eastern Europe. 2009, Wien, Austria, 2009.02.16-17.*
- Gede M., Ungvári Zs., 2009:** Földgömbből földgömböt – egy régi glóbusz archiválása és újraalkotása a térinformatika segítségével. *Előadás. ELTE IK Neumann-nap 2009, Budapest, 2009.05.07.*
- Gede M., Ungvári Zs., 2009b:** Blurring Boundaries Between Real and Digital/Virtual Globes – Creating Virtual Globes from Real Ones nd Vica Versa. *Előadás. ICA Symposium True-3D in Cartography. 2009, Dresden, Germany, 2009.08.24–28.*
- Hargitai H., Gede M., 2009:** Multilingual virtual globes of Venus and Mars. *Poszter. 24th International Cartographic Conference, Santiago, Chile, 2009. november 15–21.*
- Hargitai, H., Gede, M., 2009b:** Three virtual globes of Mars: topographic, albedo and a historic globe. *Poszter. European Planetary Science Congress 2009.*
- Hargitai, H., Shingareva, K. B., Golodnikova, I. Y., Gede, M., 2009:** Historic Soviet planetary maps digitized in the international planetary cartography database. *Poszter. ISPRS Working Group IV/7 Extraterrestrial Mapping Advances in Planetary Mapping 2009 Berlin, September 18–19, 2009*
- Márton, M., Gede, M., 2008:** A Virtuális Glóbuszok Múzeuma – az oktatás, az ismeretterjesztés és a kulturálisérték-mentés eszköze. *Előadás. HUNGEO 2008, Budapest, 2008.08.20–24.*
- Márton, M., Gede, M., 2008b:** A 40 cm átmérőjű szétszedhető Föld-modell „újraélesztése” – Internetes lehetőségek. *Előadás. „Tudomány az élhető Földért” – MÁFI, 2008, Budapest, 2008.11.13.*