

Eötvös Loránd Tudományegyetem
Informatikai Kar
Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék

Ungvári Zsuzsanna

**A térképi generalizálás vizsgálata különféle méretarány-
tartományokban domborzatmodelleken**

Doktori értekezés

Eötvös Loránd Tudományegyetem
Földtudományi Doktori Iskola

Iskolavezető: Dr. Nemes-Nagy József, egyetemi tanár

Térképészet Doktori Program

Programvezető: Dr. Zentai László, egyetemi tanár

Témavezető:

Dr. Márton Mátyás, professor emeritus



Budapest, 2017

A kutatás célja

A domborzat térképi ábrázolásának létrehozása mindig munka- és időigényes feladat, amelynek minőségét nagymértékben befolyásolják a térképszerkesztő földrajzi ismeretei. A legtöbb térképen szükség van a domborzat ábrázolására, azonban a szilárd földfelszín magasságait és mélységeit tartalmazó adatbázisok létrehozása korlátozott: inkább részletes adatbázisokat készítenek, ezekből vezetik le a kisméretarányú térképeken is használható domborzatrajzot. A domborzatot többféle módszerrel lehet bemutatni, ezek közül ma a leggyakrabban használt ábrázolási módszer a szint- és mélységvonalrajz, a magassági- és mélységiréteg-színezés, valamint az árnyékolt domborzatrajz, a summer.

Kutatásom céljaként a következőket tűztem ki:

- Megvizsgálni a rendelkezésre álló adatbázisokat, különös tekintettel a szabad hozzáférésű (szemi) globális és hazai domborzatmodellekre.
- Meghatározni a felbontáshoz köthető méretarány-tartományt, amelyben az egyes modellek felhasználhatók.
- Megvizsgálni, melyek alkalmasak kartográfiai célokra, illetve milyen módosítások szükségesek a térképi domborzatrajzot készítéséhez.
- Megvizsgálni a domborzatmodellekből nyert szintvonalak generalizálási kérdéseit.

- Részletesen elemezni a rendelkezésünkre álló algoritmusokat, amelyekkel a generalizálási folyamat automatizálható, és ajánlásokat adni az optimális munkafolyamatra.
- Kidolgozni a generalizálás eredményét értékelő szempontrendszert.
- Automatizált segédlet kidolgozása a megfelelő szint- és mélységvonalak kiválasztásához.
- Ajánlás összeállítása arra, hogy a feladatok megoldásához mely rendelkezésre álló szoftvereket kellene tanítani, mivel az automatizált generalizálással eddig a magyar felsőoktatásban nem foglalkoztak.

Előzmények

Habár a generalizálás alapvető kérdéseivel foglalkozó nemzetközi és hazai szakirodalom igen bőséges, a gyakorlati kivitelezést (különös tekintettel a domborzatra) kevés mű tárgyalja. A generalizálás automatizálásának kérdésköre a magyar szakirodalomban csak érintőlegesen van jelen, és az ezzel foglalkozó cikkek és vizsgálatok is legalább 15 évesek. Nemzetközi szinten a nyugat-európai országokban, az Egyesült Államokban és Kínában születettek a témát jól összefoglaló cikkek, néhány könyvfejezet és könyv. Jelenleg több kidolgozott, valamint térinformatikai szoftverekbe implementált algoritmus áll rendelkezésünkre, ezeket azonban általában nem a domborzatrajz egyszerűsítésére fejlesztették.

Márton Mátyás könyvében különbséget tesz a szintvonalak horizontális (futásirányú) és vertikális (magasságok és mélységek kiválasztása) generalizálása között (MÁRTON 2012). Munkám során követtem ezt az elvet: az izovonalas és a rétegszínezéses ábrázolásnál figyelembe vettem, hogy melyik szint- és mélységvonalakat célszerű kiválasztani adott méretarányú domborzat ábrázolásakor, illetve kisebb méretarányú térképekre miként érdemes generalizálni, hogy az izovonalrajz a legjobban kiemelje és tükrözze a terület morfológiai jellemzőit.

Módszerek

Domborzatmodellek vizsgálata

Meglévő, korábban elkészített, elsősorban topográfiai és atlasztérképekkel történő összehasonlítással meghatároztam, hogy a domborzatmodell felbontásából hogyan számolható ki az optimális méretarány-tartomány, amelyben a modell generalizálás nélkül használható. Az interneten szabadon elérhető domborzatmodellek többsége felszínmodell, vagyis tartalmazza a szilárd földfelszínen fekvő objektumokat pl. erdők, tavak. Ezek megjelennek a domborzatrajzban is. Az erdőfelület magasságmódosító hatásának kiszűrésére ingyenes felszínborítottsági adatbázist (Corine) használtam.

A következő munkámban, térinformatikai szoftverekben térbeli raszteres és vektoros műveletekkel megvalósítottam két, eltérő felbontású modell kombinációját, valamint a mélyföldek ábrázolását.

Ezenkívül megvizsgáltam, hogy képszűrési módszerekkel (pl. medián szűrő), hogyan lehet egyszerűsíteni domborzatmodelleket (ELEK 2004).

Horizontális generalizálás

A szintvonalak futásirányú generalizálása vonalegyszerűsítő és simító algoritmusokkal lehetséges. Mindkét esetben továbbfejlesztettem és jellemeztem az egyes algoritmusokat, majd az eredményeket összevettem valós térképek szintvonalrajzaival.

Vertikális generalizálás

Nagy és közepes méretarányban az ábrázolandó szintvonalakat a terep meredekségétől és tagoltságától függően állandó szintvonalközszel jelenítjük meg. Korábban kis méretarányban az egyes magasságok vagy mélységek kiválasztása inkább szubjektív folyamat volt, de manapság matematikai és geometriai szabályok megfogalmazásával objektívebbé tehető. A terület hipszografikus görbéjének ismeretében választhatók ki a megfelelő szintvonalértékek.

A fentebb említett számításokhoz szükséges programokat Python programozási nyelven írtam, a térbeli adatok beolvasására és az egyes elemzések végrehajtására a GDAL/OGR modult használtam. Általában a QGIS-t, a Global Mapper-t vagy az ArcGIS-t hívtam segítségül, bár megjelenítésre bármely térinformatikai szoftver alkalmas.

Az automatizált generalizálás oktatása

Nemzetközi és hazai cikkek alapján vázlatot állítottam össze, amely segítséget nyújthat az automatizált generalizálás oktatásában.

Bemutattam, hogy az egyes szoftverek milyen automatizálási lehetőségeket tartalmaznak. Tétélesen vizsgáltam a jelenleg szabadon vagy térítés ellenében elérhető szoftvereket (pl. QGIS, ArcGIS, FME, MapShaper.org, adatbázis-kezelők).

Tézisek (eredmények)

1. Összefoglaltam a legnépszerűbb globális vagy szemi globális, az internetről ingyenesen letölthető domborzatmodelleket, és bemutattam, hogy ezek mennyire alkalmasak a domborzat különféle kartográfiai módszerekkel való ábrázolására, különös tekintettel a térinformatikai szoftverek használatára.

Meghatároztam az optimális méretarány-tartomány fogalmát, amelyben a digitális domborzatmodellek generalizálás nélkül felhasználhatók. Bemutattam egy módszert, amellyel megadható a méretarányuk a térbeli felbontás ismeretében. Megvalósítottam kétféle felbontású modell kombinációját, illetve kidolgoztam egy módszert, hogyan lehet ábrázolni a mélyföldi területeket. Mivel a felszínmodellekben a Föld felszínén fekvő objektumok (pl. erdőfelületek) magasságmódosító hatásai is megjelennek, ezért térképkészítés előtt ezeket a hibákat ajánlott előfeldolgozással kiszűrni. Bemutattam egy módszert, hogyan lehet sík, ártéri területeken, valamint vízfelületeken eltüntetni a növényzet magasságtorzító hatását a felszínmodellből, ezáltal javítva a magassági pontosságot.

2. Megvizsgáltam a domborzatmodellek generalizálási problémáit. A domborzatmodellek képszűrési módszerekkel is egyszerűsíthetők. Elemeztem a keletkező hibákat, megvizsgáltam, hogy az egyszerűsített domborzatmodellek milyen térképi ábrázolási módszereknél használhatók. Kidolgoztam egy módosított képszűrési algoritmust, amellyel a vízrajzi elemek is bevonhatók a generalizálásba, a módszert összehangolt generalizálásnak neveztem.

3. Bizonyítottam, hogy a szintvonalak, mint vonalláncok, horizontálisan vonalegyszerűsítő és simító algoritmusokkal generalizálhatók. Bemutattam, rendszereztem és leírtam a legújabb ismereteink alapján az egyszerűsítő és simító algoritmusokat. Kipróbáltam többféle módszert a szintvonalak generalizálására, ezek eredményét értékeltem egy általam kidolgozott szempontrendszer alapján. Megvizsgáltam az algoritmusokkal generalizált szintvonalrajz minőségét nagy, közepes és kis méretarányban. Mintatérképet készítettem a tengeri és szárazföldi területekről egyaránt. Összevettem a képszűrés és a vonalgeneralizálás eredményét, és ajánlásokat adtam használatukra. Megvizsgáltam, hogy mennyire lehet megőrizni az egyes algoritmusokkal az egyes felszínformák morfológiai jellemzőit kis méretarányban. Összegyűjtöttem, milyen törekvések születtek a kiegészítő domborzati elemek generalizálásának automatizálására. Elemeztem a domborzatrajz készítése során elkövethető jellegzetes hibákat.

4. Kidolgoztam egy módszert, amely egy adott terület magasság- és mélységviszonyainak figyelembevételével végzi el a vertikális generalizálást. A térképek vertikális generalizálásának vizsgálata során a kisméretarányú térképekre fókuszáltam, de összegyűjtöttem a hazai topográfiai térképeken használt szintvonalközöket is. A Föld felszínét magassági és mélységi réteglépcsőkbe soroltam, és domborzatmodelleken térinformatikai módszerekkel ellenőriztem Márton Mátyás számításait, vagyis mekkora területek fekszenek az egyes réteglépcsőkben. Ezek a réteglépcsők képezték további vizsgálataim tárgyát: megvizsgáltam, hogy rétegszínezéses vagy izovonalas ábrázolás esetén melyik szint- vagy mélységvonalakat érdemes megjeleníteni egy tetszőleges területen a megadott méretarányban. Ezenkívül bemutattam, hogyan lehetséges kódot tartalmazó adatbázis létrehozása és generalizálása.

5. Kidolgoztam az automatizált generalizálás oktatásának módszerét és bemutattam a jelenleg elérhető szoftvereket. Összegyűjtöttem a témában eddig megjelent magyar, valamint az oktatás szempontjából fontos angol nyelvű szakirodalmat, alap-, illetve haladó szintű oktatáshoz. Összegyűjtöttem és bemutattam a jelenleg szabadon vagy térítés ellenében elérhető szoftvereket, amelyekben automatizálási algoritmus található. Tematikát állítottam össze a generalizálás és annak automatizálásának oktatásához.

Következtetések

A térképi generalizálás, lévén erősen szubjektív folyamat, tökéletesen sohasem lesz automatizálható. A térképszerkesztőnek a rendelkezésre álló eszközök és alapanyagok ismeretében döntenie kell, milyen automatizálási lehetőséggel él, melyik módszer, algoritmus lehet a legalkalmasabb számára a feladat elvégzéséhez. Az automatizálás lényegesen lerövidíti a térképszerkesztés idejét, és csökkentheti a befektetett munkát, de utána mindenképpen szükség van az eredmény ellenőrzésére, kézi javítására. Ennek mértéke függ a választott módszertől és a generalizálás fokától, a kiindulás és célméretarány közötti különbségtől, a forrásadatok minőségétől.

A tézisfüzetben hivatkozott publikációk

MÁRTON 2012. Márton Mátyás: A Világtenger kartográfus szemmel. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Informatikai Kar, Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, Budapest, 2012. 111–174. oldal.

ELEK 2004. Elek István: Domborzati modellek és a mintavételi tétel I. rész. In: Geodézia és Kartográfia 10: pp. 21–24. (2004).

A témában megjelent publikációim

Folyóiratcikkek

Ungvári Zsuzsanna: Domborzatmodellek alkalmazása a térképkészítésben. In: *Geodézia és Kartográfia 2015/11–12.* pp. 23–28. (2015)

Ungvári Zsuzsanna: Vonalak automatizált generalizálása az elméletben és a gyakorlatban (Vonalegyszerűsítő és simító eljárások). *Közlésre elfogadott cikk a Geodézia és Kartográfia folyóiratban (2017).*

Konferenciaközlemények

Ungvári Zsuzsanna: Az automatizált térképi generalizálás bevezetésének lehetőségei a szakmai, felsőfokú oktatásban: eddigi tapasztalatok, jövőbeli célok. In: Balázs Boglárka (szerk.): Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában: Theory meets practice in GIS 575 pp. Konferencia helye, ideje: Debrecen, Magyarország, 2016.05.26.–2016.05.27. Debrecen: Debreceni Egyetemi Kiadó, 2016. pp. 479–486. (Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VII.) (ISBN:978-963-318-570-4)

Ungvári Zsuzsanna: Valós tengerszint feletti magasságok meghatározása erdőfelületek alatt SRTM és CORINE adatok alapján. In: Boda J. (szerk.): Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában: Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás VI.

495 pp. Konferencia helye, ideje: Debrecen, Magyarország, 2015.05.28.–2015.05.29. Debrecen: Debreceni Egyetemi Kiadó, 2015. pp. 429–436.

Agárdi Norbert–**Ungvári Zsuzsanna**–Zentai László:

Domborzatmodellből nyert szintvonalak automatizált generalizálása
In: Lóki József (szerk.): Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában IV.: Térinformatika Konferencia és Szakkiállítás. 532 p. Konferencia helye, ideje: Debrecen, Magyarország, 2013.05.23.–2013.05.24. Debrecen: Debreceni Egyetemi Kiadó, 2013. pp. 37–44. (ISBN:978-963-318-334-2)

Előadások és poszterek

Ungvári Zsuzsanna–Gede Mátyás: Estimation of the real elevation values on flood basins and lowlands based on SRTM and CORINE data In: International Cartographic Association (szerk.): Proceedings of the 27th International Cartographic Conference, ICC 2015: 16th General Assembly. Konferencia helye, ideje: Rio de Janeiro, Brazília, 2015.08.23.–2015.08.28. (International Cartographic Association) Rio de Janeiro: International Cartographic Association, 2015. Paper 822. (ISBN:978-85-88783-11-9)

Ungvári Zsuzsanna–Szabó Renáta: Some aspects of the generalization of small-scale digital elevation models In: Manfred F. Buchroithner (szerk.): Proceedings of the 26th International Cartographic Conference. Konferencia helye, ideje: Dresden,

Németország, 2013.08.25.–2013.08.30. Dresden: International Cartographic Association, 2013. Paper 724. (ISBN:978-1-907075-06-3)

Ungvári Zsuzsanna–Agárdi Norbert–Zentai László: A comparison of methods for automatic generalization of contour lines generated from digital elevation models. 16th ICA Generalisation Workshop, Drezda, 2013.

Népszerűsítő cikk

Ungvári Zsuzsanna: A térképi generalizálás automatizálása - Hogyan készítsünk jó térképet? TERMÉSZET VILÁGA 145:(6) pp. 260–262. (2014)