

Térinformatikai oktatás és kutatás-fejlesztés az ELTE Informatikai Karán

*GIS Education and Research at Eötvös Loránd University, Faculty of Informatics*Roberto Giachetta¹, László István², Elek István³, Fekete István⁴, Gera Dávid Ákos⁵**INFO**Received 24 Sep. 2011
Accepted 09 Oct. 2011
Available on-line 28 Nov. 2011
Responsible Editor: K. Rajkai**Keywords:**

GIS, open source software systems, education, remote sensing, segmentation

ABSTRACT

In past years, geographical information systems have undergone spectacular development. Beside traditional applications some new areas have been opened by the spreading of navigation systems and the publication of geoinformation via Internet. Software products supporting geoinformatics have also undergone tremendous development. The paradigm shift should be followed by the education of professionals. This article presents several educational and research results achieved at ELTE Faculty of Informatics, supported by institutional cooperation. In 2004, one year after the Faculty had been established, the Geoinformatics educational module started as a part of software engineering education at master level. Up to now, more than 400 students have completed the module. In parallel with education, research has started as well. Its topics include the development of University Digital Map Library (EDIT), automatic raster-vector conversion of maps, and the development of an open source GIS framework called AEGIS. Another field of research, the segment-based evaluation of remote sensing images is carried out in cooperation with the Institute of Geodesy, Cartography and Remote Sensing. The theoretical results obtained were formerly used only in the thematic mapping of land cover. However, the methods investigated recently appeared in three novel applications. Beyond giving presentations in subject Analysis of Remote Sensing Images within the Geoinformatics educational module, the researchers of FÖMI provide the possibility to students to complete their professional practice in the Institute.

INFOBeérkezés 2011 Szept. 24.
Elfogadás 2011 Okt. 09.
On-line elérés 2011 Nov. 28.
Felelős szerkesztő: Rajkai K**Kulcsszavak:**

térbeli információs rendszerek (GIS), nyílt forráskódú rendszerek, oktatás, távérzékelés, szegmentálás

ÖSSZEFOGLALÓ

Az elmúlt években a térinformatika rohamos fejlődésnek indult. A hagyományos alkalmazások mellett új területek nyíltak, elsősorban a navigációs rendszerek elterjedésével és a geoinformáció internetes megjelenítésével. Erőteljes fejlődés állt elő a térinformatikát támogató szoftveres világban is. A paradigmaváltást a szakemberképzésnek is követnie kell. Ebben a cikkben olyan oktatási és kutatási eredményekről számolunk be, amelyek – intézményi együttműködéssel támogatva – az ELTE Informatikai Karán valósultak meg. A Kar 2003-as megalakulása után egy évvel, a mesterszintű informatikus képzés részeként elindult a Térinformatikai modul, amelyet eddig több mint 400 hallgató végzett el. A szakterület oktatásával együtt a kutatás is beindult, olyan témákkal, mint például az Egyetemi Digitális Térképtár (EDIT) fejlesztése, a térképek automatikus raster-vektor konverziója, vagy az AEGIS nyílt forráskódú térinformatikai rendszer fejlesztése. Egy további kutatás, a távérzékelte felvételek szegmensalapú kiértékelése, a Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI) való együttműködés keretében folyik. Az elért elméleti eredményeket korábban csak a felszínborítások térképének elkészítésében használták fel, jelenleg azonban a vizsgált módszerek három újszerű alkalmazásban is megjelentek. Az Intézet, amellyel, hogy munkatársai tartják a Térinformatikai modulban a Távérzékelte felvételek elemzése c. tantárgy előadását, minden évben több hallgatónak biztosít lehetőséget a kooperatív képzésre.

¹ groberto@inf.elte.hu² laszlo.istvan@fomi.hu³ elek@map.elte.h⁴ feket@inf.elte.hu⁵ gera.david@fomi.hu

1. Bevezetés

A térinformatika óriási fejlődésének lehetünk tanúi az elmúlt években. Már a térinformatika tradicionális területeit sem könnyű felsorolni: környezet- és természetvédelem, önkormányzatok és közművállalatok információs rendszerei (víz-, elektromos, gáz-, csatorna- és kommunikációs hálózatok), geológia, bányászat és olajipar. Az utóbbi években ugrásszerű fejlődés történt a navigációs rendszerek világában. A GPS technológia hétköznapiává válása és összekapcsolódása a mobil telefon rendszerekkel új iparágat hozott létre. A globális térbeli adatkezelés a Google-lal kezdődött, mára mindennapi eszközzé vált a Google Maps és a Google Earth. Egyre többen, a térképészettől függetlenül is, használják a Google vagy valamely másik webes térképszolgáltató API-ját.

Erőteljes fejlődésnek indult ezen a téren az Open Source világ is. Nemcsak a komplett térinformatikai szoftverek fejlődtek nagyot, mint a GRASS vagy a QuantumGIS, hanem olyan, rész megoldást nyújtó programok is, mint a MapServer, az OpenLayers vagy a GDAL. Megnőtt az igény az informatika eszközeit professzionális szinten alkalmazó, és a térképek világában is otthonos szakemberek iránt. Talán nem túlzás, hogy ezen a szakmai területen paradigmaváltás történt. Ehhez kell alkalmazkodniuk szakembereknek és egyetemi képzéseknek egyaránt.

Ebben a cikkben átfogó képet igyekszünk nyújtani azokról az eredményekről, amelyek az ELTE Informatikai Karán a térinformatikai oktatás és kutatás terén, jórészt a Földmérési és Távérzékelési Intézzel (FÖMI) való együttműködés keretében születtek.

2. Térinformatikai képzési modul

Az ELTE Informatikai Kara (IK) 2003-ban alakult. Egy év múlva, 2004-ben a Programtervező matematikus szakon elindult az új 16 kredités Térinformatikai modul. Abban, hogy a képzési választékban ez a szakterület is megjelent, meghatározó szerepe volt az Informatikai Karhoz csatlakozó Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszéknek. A Térinformatikai modul az új bolognai rendszerű Programtervező informatikus MSc szakon, az Információs rendszerek szakiránynak is választható blokkjává vált.

A Térinformatikai modulban⁶ a hallgatók megismerkednek a térinformatika elméleti és gyakorlati alapfogalmaival, főbb ágazataival, a digitális térképművek és a távérzékelte felvételek fajtáival, valamint azok különböző felhasználási módjaival. Jártasságot szereznek továbbá néhány GIS alapszoftver használatában is. A modul elvégzésével képessé válnak térinformatikai problémák megoldására, szoftverkomponensek önálló elkészítésére, illetve vektoros, raszteres és domborzati adatbázisok tervezésére, létrehozására, karbantartására és működtetésére. Az 1. táblázatban feltüntettük a modulban oktatott tantárgyakat, a szokásos alapvető adataikkal együtt.

1. táblázat A térinformatikai modul tárgyai

Tantárgy neve	Óraszám	Felelős	Kredit
Térképészet	2 + 0	Zentai László	2
Térinformatika	2 + 2	Elek István	4
Térinformatikai adatbázisok	2 + 2	Benczúr András, Nikovits Tibor	4
Távérzékelte digitális képek elemzése	2 + 2	Csornai Gábor, László István, Giachetta Roberto, Fekete István	4
Térinformatikai alkalmazások fejlesztése	0 + 2	Elek István, Giachetta Roberto	2
Összesen	16		16

⁶ http://mapw.elte.hu/elek/pti_msc.aspx

A tantárgyak oktatásában külső intézmények szakemberei is közreműködnek. A Távérzékelte felvételek elemzése című kurzus előadását és a hozzá tartozó gyakorlatot a FÖMI munkatársai ELTE-s oktatókkal együtt tartják. A modul indulása óta az oktatók több tankönyvet (Elek 2006, 2007) és digitális oktatási anyagot⁷ publikáltak.

A laborgyakorlatokon a hallgatók kísérleti fejlesztéseket végeznek, természetesen még nem termék szinten, a térinformatika széles spektrumára kiterjedően: GPS-nyomkövetés, útvonaltervezés, 3D terepmodellek generálása, térinformatikai adatbázisokra épülő webes alkalmazások, űrfelvételek szűrési spektrális transzformációval, alakzat- és textúrafelismerés, tematikus osztályozás. A modult eddig mintegy 400 hallgató végezte el és kb. 10-15 százalékuk ezen a szakterületen is helyezkedett el. A diplomamunkák száma jelentősen nőtt ezen a területen. A térinformatika megjelent a diákköri dolgozatokban, és jelen van a Doktori Iskola témaválasztékában is.

A Programtervező informatikus MSc szakon 2004 óta a tantervi háló részét képezi a kooperatív képzés⁸ is, mint a cégekhez kihelyezett féléves szakmai gyakorlat. Például a távérzékelés iránt minden évben átlagosan 2-5 hallgató érdeklődik intenzívebben. Ők általában a FÖMI-hez jelentkeznek kooperatív képzésre, majd esetleg az Intézet jól képzett munkatársaivá válnak.

A FÖMI-nél maradva, az utóbbi időben is számos szakdolgozat, diplomamunka és egy diákköri dolgozat (Giachetta, 2008) született a nagy múltú intézményi együttműködésből.

3. Térinformatikai kutatások

Az IK új szakterületén a kutatás is hamarosan beindult. Ezek java része a 2004-ben létrejött Térinformatikai Egyetemi Alkotó Műhely⁹ (TEAM) informális szabad kutatói társuláshoz kötődik, de azon kívül is születtek eredmények. A TEAM-hez sorolható legfontosabb kutatásokról részletes ismertetés található az előbbi honlapon. Itt most csak rövid leírásukat adjuk meg.

- A térképek raszter-vektor konverziójának automatizálása tudásalapú megközelítésben: IRIS projekt. A térinformatikában a vektoros adatok létrehozásának automatizálása teljes mértékben még ma sem megoldott. A projekt arra tett kísérletet, hogy digitális szűrő algoritmusokból, egyszerű vektorizáló eljárásokból és alkalmas heurisztikákból – az emberi szakértelmet is felhasználó – eredményes vektorizáló rendszert hozzon létre.
- Egyetemi digitális térképtár fejlesztése: EDIT projekt. Célja egy relációs elven működő adatbázis és kezelő rendszer létrehozása, amely több ezer (raszteres és vektoros) digitális térkép webes elérését teszi lehetővé az egyetemi szférában.
- Képszűrő eljárások könyvtárának fejlesztése: GEO FilterBank projekt. Ebben a kutató-fejlesztő munkában egy olyan programrendszer készül(t), amely számos digitális szűrési eljárást tartalmaz, továbbá tetszőleges, külső felhasználó által elképzelt szűrő algoritmus megvalósítását is lehetővé teszi.
- Virtuális Glóbuszok Múzeuma: VGM egy olyan speciális információs rendszer, amely földgömbök webes, 3D-s megtekintését teszi lehetővé a glóbuszok leíró adataival egyetemben. A földgömbök ugyanúgy forgathatók, mint a valós 3D-s változataik, sőt más olyan térképi világokkal is kombinálhatók, mint például a Google Earth.

Ebben a cikkben az alábbi három kutatás-fejlesztés eredményeit ismertetjük valamivel részletesebben a következő fejezetekben.

- Távérzékelte felvételek szegmentálása, szegmensalapú kiértékelése: elméleti kutatás. A több éve folyó kutatásban az ELTE és a FÖMI munkatársai a távérzékelte felvételek hatékony szegmentálási módszereit vizsgálják közösen. Eddig több algoritmus implementálása és vizsgálata történt meg, beleértve a paraméterezés és a pontosság tanulmányozását is. Az ELTE

⁷ pl. http://people.inf.elte.hu/fekete/taverzekeles/eloadasok_2011/

⁸ <http://www.inf.elte.hu/karunkrol/oktatas/kepzesek/kooperativkepzes/Lapok/altalanosleiras.aspx>

⁹ <http://team.elte.hu>

TÁMOP¹⁰ pályázatának egyik tanszéki projektjében a kutatás a távérzékelte felvételek elemzése témakörben folyik.

- A szegmentálás gyakorlati alkalmazásai. Az elmúlt időszakban a FÖMI-ben három olyan feladat is adódott, amely alapot adott a szegmensalapú megoldásra. A fák és facsoportok elkülönítése a legelő területekből, a vörösiszap elöntés meghatározása és a parlagfűvel fertőzött területek felmérése esetén a szegmentálás alapú megoldások eredményei összehasonlíthatók a hagyományos pixel-alapú eljárások pontosságával.
- Az AEGIS térinformatikai rendszer fejlesztése. A cél egy olyan .NET keretrendszerre és dokumentum-elvű adattárolásra épülő széles-körű térinformatikai platform létrehozása, amely a későbbi térinformatikai kutatások közös alapjaként szolgálna. A rendszer külön hangsúlyt fektet a gyors elérésű, központosított térképtárolásra, a webes térképelérésre, valamint a csoportmunkára, amelyhez egy elosztott, több platformos, felhő alapú architektúrát biztosít.

4. Távérzékelte felvételek szegmensalapú kiértékelése

Az ELTE-FÖMI együttműködés keretében folytatott legrégebbi kutatásban a távérzékelte felvételek szegmentáló eljárásai, a szegmensalapú osztályozás és kiértékelés módszereit vizsgáljuk. Már az 1983-1984-ben elkészült közös fejlesztésű programcsomagban megjelent ez a megközelítés, amelynek bevezetésére a képpontalapú osztályozás egy alapvető hiányának a kiküszöbölése céljából került sor.

A hagyományos pixelalapú osztályozás egy képpontról (amely pl. egy 25m x 25m-es földterületet reprezentál) önmagában dönti el, hogy melyik tematikus kategóriába (pl. búza) kell azt besorolni. A bizonytalan, vagy vitatható határesetekben ez a módszer nem képes egy – gyakran döntően fontos – információt figyelembe venni. A tapasztalat szerint ilyenkor egy képpont gyakran ugyanabba a kategóriában tartozik, mint az őt körülvevő környezete. Például, egy nem tipikus intenzitású búza pixel helyes besorolását nagyban támogatja az, ha búzatáblának a része.

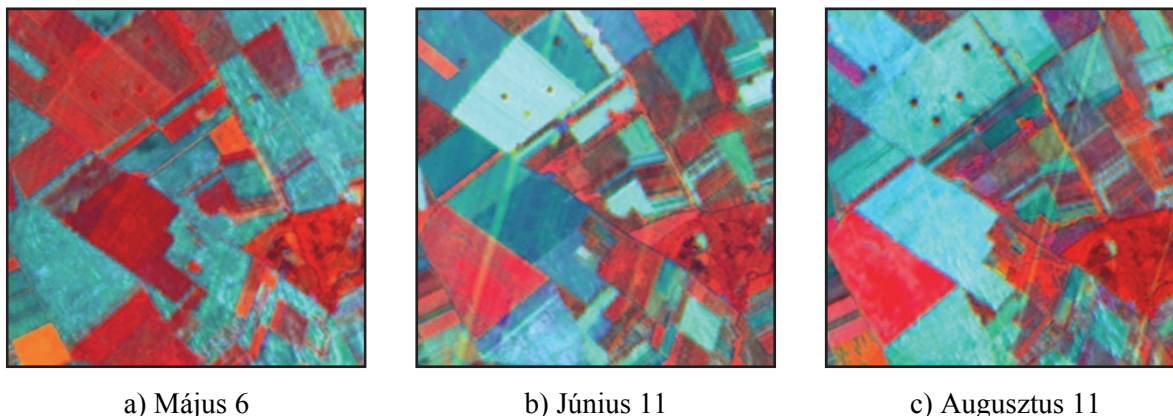
A szegmentálással éppen ezt a környezeti homogenitást juttatjuk érvényre azáltal, hogy a felvétel előzetes feldolgozása során a spektrálisan hasonló, szomszédos képpontokat kisebb-nagyobb területegységekké fogjuk össze. Az osztályozás lépéseit magukra a szegmensekre alkalmazzuk. Ez általában magába foglalja a klaszterezést is. Az osztályozást egy pontonkénti finomítás egészítheti ki, amely a szegmensek határpontjai hovatartozásának és az inhomogenitásoknak kezelését végzi.

Eddig hat különböző szegmentáló eljárást implementáltunk és vizsgáltunk nagyobb adatmennyiségen, a hozzájuk kapcsolt osztályozással együtt. Ezek a szekvenciális csatolás, a legjobb összevonás, a gráfalapú összevonás, továbbá a minimális arány alapú, a minimális átlagsúly alapú, valamint a normált minimális vágás módszere.

Példaképpen bemutatjuk a gráfalapú összevonás módszerének alkalmazását. A kiindulás, mint minden esetben, egy mintaterületről készült többsávos műholdfelvétel; a mi esetünkben most egy Tolna megyei felvétel idősor (1. ábra), hogy az eltérő vegetációs fejlődés alapján még jobban elkülöníthetők legyenek az egyes felszínborítási kategóriák.

A módszer egy olyan rácsgráfnak tekinti a felvételt, amelynek csúcsai az egyes képpontok. A kiindulásként tekintett felvétel az idősor sávjainak kombinációjából áll elő. A rácsgráfnak kezdetben nincsenek élei, minden pont izolált, vagyis külön szegmenst alkot. Ha a gráfba behúzzunk egy élet, akkor az két szegmens összevonását jelenti. Az összevonás egy heterogenitási mérték alapján, növekvő élsúly szerint történik, egy bizonyos küszöbérték alatt. Az élsúlyokat az összekötött képpontok hasonlósága adja, ahol nagyobb élsúly nagyobb homogenitást jelöl.

¹⁰ <http://kptab.elte.hu/>



1. ábra. A mintaterületről készült úrfelvétel idősor (forrás: IRS 1C/1D)

A 2. ábrán láthatjuk a módszerrel kialakított szegmenseket (1), majd a klasztertérképet (2), végül pedig az osztályzás eredményét (3). Az osztályba sorolás értelmezése egy jelkulcs alapján történik, amelyből kiolvasható az egyes színek jelentése (pl. sárga = őszi búza, piros = kukorica stb.).

A szegmentáló eljárások általában érzékenyek a paraméterezésre, 2-3 %-os pontosság-növekedés sok kísérletezéssel érhető el. A megfelelő finomhangolással 91-95%-os pontosság érhető el, ami meghaladja a pontonkénti osztályozás eredményét. A szegmentálás terén elért eddigi eredményeinkről a következő publikációkban számoltunk be: (László et al., 2001, 2004, 2009, 2011, Giachetta, 2008, Fekete et al., 2008 és Gera 2011).



2. ábra. A szegmensalapú osztályozás folyamata (gráfalapú összevonás módszere)

5. A szegmentálás alkalmazásai

A FÖMI-ben a szegmentálást hosszabb ideig csak a növénytakaró térképének elkészítéséhez használták. Az elméleti kutatásban a szegmentáló eljárások pontosságvizsgálata is ebben a környezetben valósult meg, hiszen közvetlenül a szegmenstérkép alapján nehéz lenne azt becsülni. Az elmúlt időszakban három olyan feladat is adódott a FÖMI TÁI-ban, amelyek megoldásában sikerrel lehetett alkalmazni a szegmentálást, illetve az objektumalapú felvétel-kiértékelést. A projektek eredményeiről két EARSeL konferencián is beszámoltunk (László, 2010, 2011). Itt két projektet ismertetünk.

Az objektum-alapú megközelítés kulcslépése a szegmentálás. A feldolgozás folyamán a szegmensek a további műveletek egységei. Az objektum-alapú szemléletben a szegmensekhez hozzátartoznak az attribútumaik, így statisztikai adataik mellett a texturális és geometriai jellemzőik is.

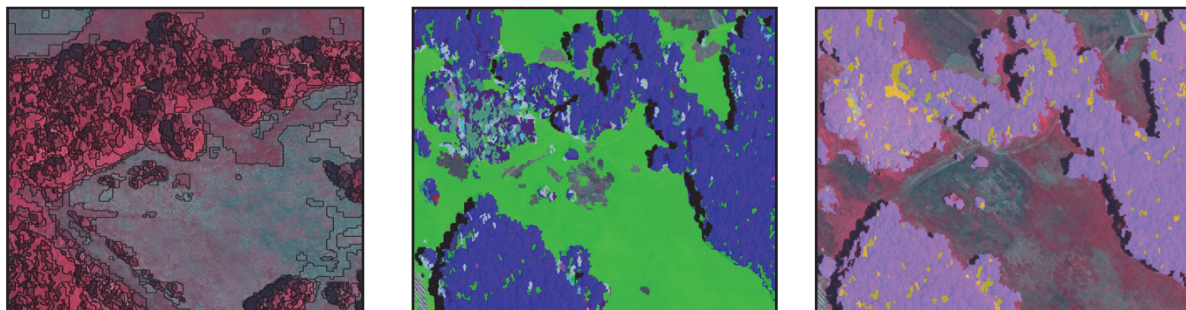
A kiértékeléseket a Definiens / eCognition képfeldolgozó programrendszerrel végeztük, amely más szegmentálási módszereket tartalmaz, mint amelyek a korábbi kutatásunkban szerepeltek. Mégis, az

ott megszerzett tudás és tapasztalat hamar felhasználhatónak bizonyult az új eljárások alkalmazásában, noha az eCognition szegmentáló algoritmusainak matematikai leírása nem hozzáférhető.

5.1. Fák és facsoportok lehatárolása

Az első probléma a jelenleg érvényes EU-s területalapú támogatások informatikai rendszerében fogalmazódott meg. A feladat a fák, facsoportok és bokros területek lehatárolása és elkülönítése volt, a támogatható legelő területéből. Mivel a keresett objektum képi egysége nagyobb, mint a felhasznált felvétel geometriai felbontása (40-50cm), így a pixel-alapú megközelítés nem használható. A szuperfelbontású (VHR) úrfelvételek kiértékelésénél is gyakran fellép ez a jelenség.

A szegmentálás több lépésben, finom paraméterezéssel történt, a vegetációs index (NDVI) és texturális, valamint geometriai jellemzők bevonásával. Az osztályozás tanuló terület mintavételezésével és maximum likelihood módszerrel történt, a megfelelő pontosság eléréséhez geometriai utófeldolgozásra volt szükség. A lehatárolás folyamatának főbb lépéseit a 3. ábra érzékelteti. A b) ábrán zölddel jelöltük a támogatható területeket, kékkel a nem támogathatóakat, feketével az árnyékokat. Ennek finomítása a c) ábra, amelyen lila jelöli a spektrális alapon megjelölt faterületeket, míg sárga az alaki kritériumok alapján megjelölt faterületeket.



a) Szegmenstérkép (részlet)

b) Nyers osztályozás

c) Javított osztályozás

3. ábra. Fák és facsoportok lehatárolásának folyamata (forrás: 2009-es orthofotó)

5.2. A vörösiszap-elöntés felmérése

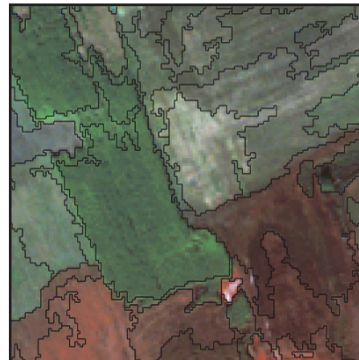
A távérzékelés egyik fontos feladata a környezet- és katasztrófavédelem támogatása. A FÖMI-ben az árvíz- és belvízfelmérés, az aszályfelmérés rendszeres feladatok. Egyedi eseményként tartjuk számon a 2010. október 4-én történt vörösiszap elöntést. A FÖMI-ben végrehajtott katasztrófa-felmérés többek között a terület méretét, az elöntött mezőgazdasági parcellák jellemzőit vizsgálta.

A vörösiszap elöntést 5m-es felbontású, 5 sávú RapidEye, és 2m-es felbontású, 8 sávú WorldView2 felvételen vizsgáltuk. A WV2 felbontásának spektrális és térbeli gazdagsága az NDVI mellett további indexek használatát is lehetővé tette, és végül igen pontos lehatárolást eredményezett. Munkánk elsősorban kutató jellegű, nem operatív felhasználásra készült, de összehasonlítható terepi felmérésekből, légi felvételezésből nyert adatokkal.

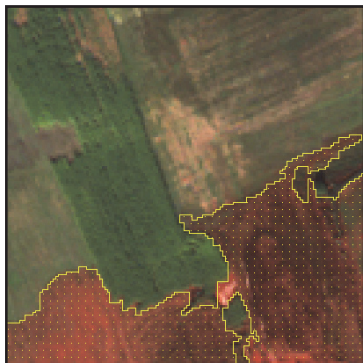
A szegmentálás három lépésben, több tapasztalati eljárásbeli heurisztika figyelembe vételével történt. Érdekessége az eljárásnak, hogy bár végeredménye egyetlen elöntöttségi térkép, ám annak pontos kialakításához három kategóriát (elöntött talaj, átítított talaj, elöntött növény) is fel kellett venni, és a kialakult szegmenseket azokba kellett osztályozni. Az osztályozás néhány lépése a 4. ábrán látható.



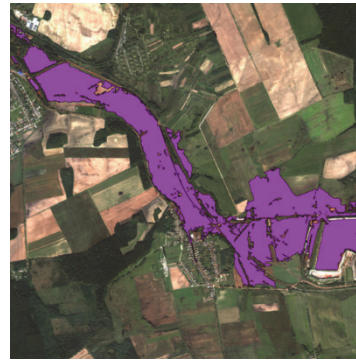
a) Eredeti felvétel (teljes célterület, a kinagyított terület jelölve)



b) Szegmentálás (kinagyított terület)



c) Osztyályozás (kinagyított terület)



d) Osztyályozás (teljes célterület)

4. ábra. A vörösiszap-elöntés felmérésének folyamata (forrás: WorldView2)

6. Az AEGIS térinformatikai rendszer

Az AEGIS térinformatikai programcsomag fejlesztési célja egy olyan nyílt forráskódú, több platformos kliens-szerver architektúrában működő rendszer létrehozása, amelyet sokoldalú adatkezelés és funkcionalitás jellemez, továbbá erős böngészési és szerkesztési támogatással rendelkezik (Giachetta et al., 2011). A fejlesztés fő célja a térinformatikai és távérzékelési kutatási és fejlesztési projektek számára egy egységes keretrendszer biztosítása, amely a jövőben a szakdolgozatok és diplomamunkák elkészítését is elő tudja segíteni.

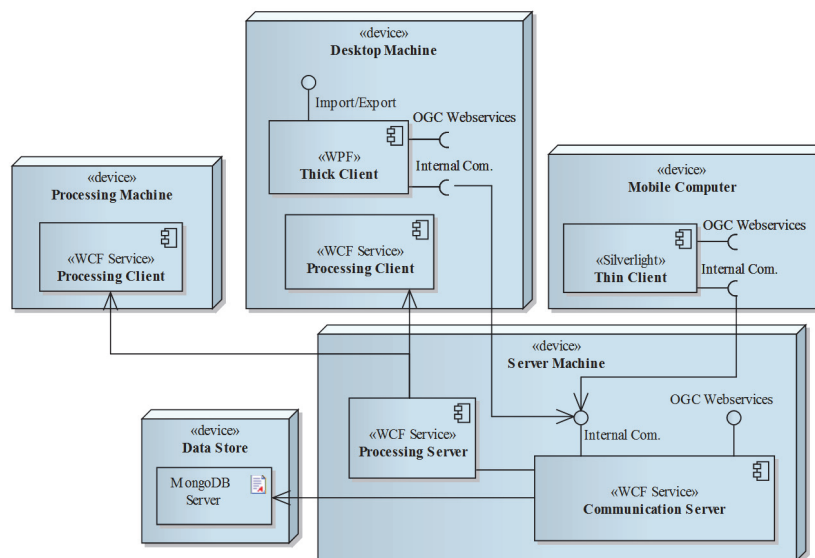
A rendszer egy egységes felületet biztosít térinformatikai adatkezelésre, szerkesztésre, szimulációs folyamatok végrehajtására és adatelemzésre mind a raszteres, mind a vektoros adatformátumok támogatásával. A lényegi funkciókon felül a platform úgy kerül megvalósításra, hogy a későbbiekben könnyen kiterjeszhető legyen újabb funkciókkal. Ezen felül az erőforrás-igényes műveletek számára biztosít egy elosztott végrehajtási lehetőséget, amely asztali gépekből álló rács (grid) segítségével felgyorsítja a feladat-végrehajtást, így akár mobil kliensek is alkalmassá válnak komoly elemzési tevékenységek végrehajtására. A kommunikációban és az adatelérésben fontos szerepet kap a titkosítás, valamint a felhasználói és szerzői jogok részletes kezelési lehetősége.

Az AEGIS-ben tárolt tér-idő adatokat projektekbe csoportosítjuk, amiket verziókezeléssel látunk el. Továbbá a gyors kezelés érdekében piramisszerkezetbe szervezzük őket, a felsőbb szinteken a vektoros alakzatok struktúráját egyszerűsítjük, a felvételek térbeli felbontását redukáljuk. A vektoros, vagy raszteres adatokat számtalan térinformatikai formátumból, valamint webszolgáltatáson keresztül is betölthetjük. Az adatokat központilag, adatbázisban tároljuk. Az adatbázishátteret elsődlegesen biztosító MongoDB lehetőséget ad az adatok sémafüggetlen, hierarchikus tárolására (Giachetta és Mária, 2010), ugyanakkor a platform a későbbiekben további adatbáziskezelőket is támogatni fog.

6.1. Rendszerkomponensek

A keretrendszert az alábbi négy fő komponens alkotja, ahogy az a kihelyezési diagramon is látható (5. ábra).

- Teljes funkcionalitású kliens (vastagkliens): egy komplex térinformatikai szerkesztő- és böngészőprogram, amely támogatja a szabványos fájl-, valamint webes formátumokat, továbbá teljes körű szerkesztési és adatelemzési lehetőségeket biztosít.
- Csökkentett funkcionalitású kliens (vékonykliens): egy egyszerűsített szerkesztő- és böngészőprogram, amely megvalósításra kerül web-böngészőben, illetve mobil platformon történő alkalmazásra is.
- Feldolgozó szolgáltatások: az erőforrás-igényes szerkesztési, elemzési és szimulációs műveletek elosztott végrehajtását biztosítja. Kiosztja az adatokat a feldolgozó gépek számára, végrehajtja a résztevékenységeket és összeállítja az eredményt.
- Szerver oldali szolgáltatás-felület: biztosítja a kliensek közötti kommunikációt, valamint a webszolgáltatásokat a külső adathozzáféréshez.



5. ábra. Az AEGIS rendszer komponensei

6.2. Adatkezelés

Az adatokat egy 4 dimenziós tér-idő modell segítségével írjuk le annak érdekében, hogy a térbeli vonatkozások, valamint a leíró adatok időbeli változása könnyen követhető legyen. Ez a szimulációk és elemzések mellett olyan esetekben is hasznos, amikor a geometriák, vagy felvételek csak megadott időpontban, vagy időintervallumban érvényesek.

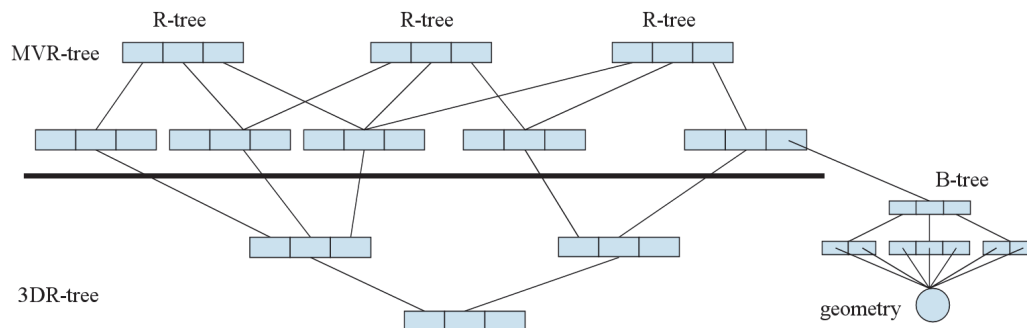
Mivel adatbázis-szinten nem megoldott ilyen összetettségu adatmodell kezelése, a rendszerben kódszinten valósítottuk meg az adatok reprezentációját. Ennek alapja az Open Geospatial Consortium Simple Features Specification¹¹, amely definiálja az egyszerű vektoros adatok kezelésének módját. Ezt az architektúrát egészítettük ki a raszteres adatok tárolásával, valamint a tér-idő adatok indexelését és könnyű kezelését biztosító adatszerkezetekkel. Így biztosítottuk, hogy a raszteres és vektoros tartalom kezelése egységesen történjen.

A tér-idő adatok eléréséhez MV3R-fa alapú indexelést használunk, amely biztosítja az adatok térbeli változásának követését. Ez a szerkezet kiegészül a leíró adatok időbeli változását követő B-

¹¹ <http://www.opengeospatial.org/standards/sfa>

fával, amelynek valamennyi levele ugyanazon térbeli elemre mutat, viszont lehetőséget biztosít a leíró adatok időintervallumtól függő felülírására. Az indexelés sematikus képe látható a 6. ábrán.

Jelenleg folyik a módszer hatékonysági és továbbfejlesztési vizsgálata, valamint az adatmodell alapos tesztelése.



6. ábra. Az AEGIS-ben használt indexelési struktúra

7. Összegzés

Az elmúlt években a térinformatika robbanásszerű fejlődésnek indult. A hagyományos alkalmazások mellett új területek nyíltak, elsősorban a navigációs rendszerek elterjedésével és a geoinformáció internetes megjelenítésével. Erőteljes fejlődésnek indult a térinformatikát támogató szoftveres világ is. A paradigmaváltást a szakemberképzésnek is követnie kell. Ebben a cikkben olyan oktatási és kutatás-fejlesztési eredményekről számoltunk be, amelyek – intézményi együttműködéssel támogatva – az ELTE Informatikai Karán valósultak meg.

Köszönetnyilvánítás

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg (a támogatás száma TÁMOP 4.2.1./B-09/1/KMR-2010-0003).

Hivatkozások

- Elek, I. 2006. Bevezetés a geoinformatikába. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 365 p.
- Elek, I. et al. 2007. Térinformatikai gyakorlatok. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 560 p.
- Fekete, I., Dezső, B., László, I., Ócsai, K. 2008. A szegmentálás szerepe az űrfelvételek tematikus osztályozásában. Informatika a felsőoktatásban 2008, DE Informatikai Kar, Debrecen.
- Giachetta, R. 2008. Gráf alapú módszerek műholdfelvételek tematikus osztályozásában. TDK-dolgozat, ELTE Informatikai Kar, Budapest.
- Giachetta, R., Máriás, Zs. 2010. Performance Evaluation of Storing Inhomogeneous Descriptive Data of Digital Maps, Conference of PhD students in Computer Science (CSCS), Szeged.
- Giachetta, R., Ginál, E., Boldizsár, Sz. 2011. Az AEGIS térinformatikai keretrendszer tervezése és fejlesztése, poszter, ELTE Informatikai Kar, Neumann-Nap, Budapest.
- László, I., Nádor, G., Fekete, I., Csornai, G., Kocsis, A. 2001. A Segment-based Classification Method for Satellite Images. In: Proc. of the 5th Int. Conf. of Applied Informatics, Eger, pp. 151-163.
- László, I., Pröhle, T., Fekete, I., Csornai, G. 2004. A Method for Classifying Satellite Images Using Segments. Annales Univ. Sci. Budapest, Sectio Computatorica 23, pp. 163-178.
- László, I., Dezső, B., Fekete, I., Pröhle, T. 2009. A Fully Segment-based Method for the Classification of Satellite Images. Annales Univ. Sci. Budapest, Sectio Computatorica 30, pp. 157-174.

László, I., Csornai, G., Mikus, G., Nádor, G., Hubik, I., Lipták, K., Antal, M., Ócsai, K., Fekete, I. and Gera, D. Á. 2010. The Possibilities of New Satellite Image Types in the Control of Area-based Subsidies and in Ragweed Monitoring System. 30th EARSeL Symposium "Remote Sensing for Science, Education, and Natural and Cultural Heritage", UNESCO, Paris, 31 May - 4 June. Proceedings of EARSeL Symposium 2010.

László, I., Ócsai, K., Gera, D. Á., Giachetta, R., Fekete, I. 2011. Object-based Image Analysis of Pasture with Trees and Red Mud Spill. 31th EARSeL Symposium, Prague, Czech Rep., 30 May – 2 June.