

Objektum alapú vizsgálat vizes élőhelyek példáján

Kollár Szilvia

Nyugat-magyarországi Egyetem, Geoinformatikai Kar, Területfejlesztési Intézet

ÖSSZEFOGLALÁS

A tanulmány célja az objektum alapú képkéértékelő módszer bemutatása két szempontból: (a) hogyan jellemezhetjük jobban a bemeneti adatot és miképpen értékelhető ki részletesebben, több hasznos információt szolgáltatva a felhasználóknak, valamint (b) hogyan alkalmazható a leghatékonyabban további elemzésekhez.

Azáltal, hogy a bemeneti képeket felépítő pixeleknek nem csupán a spektrális tulajdonságát vesszük figyelembe, pontosabb információkhoz jutunk. A hierarchikus rendszerben létrejövő képjobjektumok lehetővé teszik, hogy a további felhasználás a különböző szakterületeknek megfelelően különböző méretarányokban folytatódjon. A létrejött poligonok, képjobjektumok rendszere pedig ideális összekötő kapocs az eddigi raster alapú távérzékelés és a vektor alapú térinformatikai rendszerek között.

A vizes élőhelyek vegetációökológiai kutatásaiban is nagy előrelépést jelent az ismertetett eljárás alkalmazása, a közepestől a nagy méretarány felé haladva. A közepes méretarányban (Landsat TM, 30 m x 30 m-es pixelméret) detektálható változások jó alapot adnak arra, hogy egy nagyobb területen kijelölhessük azon térségeket, ahol jelentős változás mutatható ki adott időszakban és ezt követően a vizsgálat részletesebb felvételek felhasználásával és terepi felvételezéssel finomítható a kutatás további szakaszában.

1. BEVEZETÉS

A távérzékelés fejlődése a térbeli és a spektrális felbontás rohamos növekedését eredményezi. Ezáltal a feldolgozandó adatok mennyisége exponenciális nő, valamint a képpontok mérete az ábrázolt objektumokhoz viszonyítva csökken. Ezekkel a tendenciákkal a képfeldolgozó eljárásoknak lépést kell tartaniuk, ami során a következő kérdések merülnek fel:

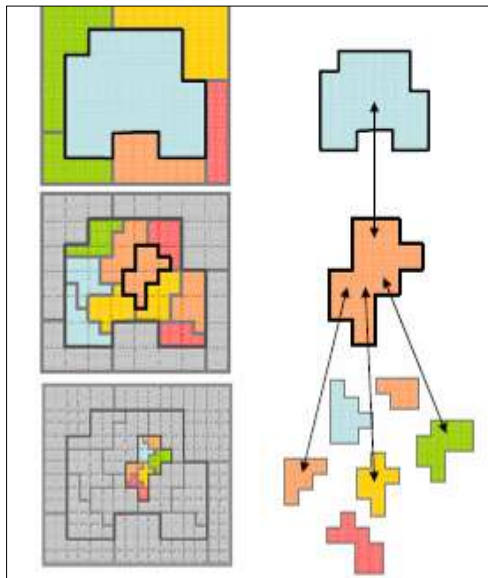
- Hogyan lehet a távérzékelésből származó bemeneti adatokat részletesebben jellemezni, mely által a kiértékelés is pontosabb lesz és a felhasználók számára több hasznos információval szolgál?
- Hogyan lehet az így kapott eredményt a leghatékonyabban felhasználni a további elemzésekhez?

A tanulmányban az objektum alapú távérzékelési képkéértékelő eljárás bemutatására kerül sor, amely a fenti kérdésekre igyekszik választ adni. A felvételt először objektumokra bontja a valóság komplex rendszerének leírására. Azt modellezi, ahogyan az emberi agy, az emberi érzékelés szűri ki a lényeges információt a képből. Ez egy olyan automatizált (vagy fél-automatizált) képelemzés, amely elsősorban nagyméretarányú felvételekre koncentrálni került kifejlesztésre, és a spektrális, szerkezeti (texturális), térbeli és topológiai szempontokat egyaránt figyelembe veszi (Lang, 2008).

2. A MÓDSZER FŐBB JELLEMZŐI

A hagyományos, pixel alapú képvizsgálattal összehasonlítva, ami a spektrális tulajdonságok és a textúra (pl. 3 x 3 pixel területe) jellemzésén alapul, az objektum alapú osztályozásnál a térbeli viszonyok (alakzat, szomszédsági viszonyok, kontextus) is fontos szerepet játszanak. Egy képobjektumon belül tehát a spektrális és térbeli viszonyok egyaránt figyelembevételre kerülnek. A képobjektumot felépítő pixelek jellemzésénél közvetlenül szerepet játszik a „földrajz első törvénye”, melyet Waldo Tobler (1970) úgy fogalmazott meg, hogy az objektumok minden másik objektummal összefüggnek, de a közelebbiek kapcsolatának, összetartozásának nagyobb a valószínűsége (Lang et al., 2006). Míg a pixel alapú osztályozás esetében a fakoronák napos és árnyékos oldalai, melyek spektrális szempontból nagyon különbözőek, külön osztályba kerülnek, addig az objektum alapú osztályozás ennek kiküszöbölésére képes (Csató & Kristóf, 2002). A létrejövő pontosabb információ tartalom lehetőséget nyújt a földrajzi információk szélesebb körű felhasználására, például a globális klímaváltozás, a természetes erőforrások kezelése, a területfelhasználás, a területi fedettség elemzéséhez kapcsolódó területeken (Hay & Castilla, 2008).

Mindemellett az objektum alapú képosztályozás erősségeként említendő, hogy az így kiértékelt adatok vektoros térinformatikai rendszerekbe való integrációja technikailag könnyebben megoldható, mint a pixel alapú raszteres térképeknél (Hay & Castilla, 2008). A szegmentáció után a vektorizáló funkció teszi lehetővé a poligonoknak, illetve a képobjektumok vázainak kialakítását, különböző méretarányokban is (Benz et al., 2004), így lehetőség van több méretarány együttes kezelésére, mely előrelépést jelent az úrfelvételek kiértékelésében. A képobjektumok egy olyan „többszintes” rendszerben jönnek létre, melyben földrajzi helyzetük, szomszédsági, valamint alá- és fölérendeltségi viszonyuk meghatározott, és így a kutatás céljától, a szükséges méretaránytól függően lehetőség nyílik arra, hogy a képobjektumokat különböző felbontásokban kezeljük (Hay & Castilla, 2008). Ennek logikai háttere szorosan kapcsolódik a képobjektumok közötti hierarchikus kapcsolathoz (*1. ábra*), amely azon alapul, hogy a különböző méretarányokban szereplő képobjektumok logikus struktúrát alkotnak. Az objektumokat a velük egy szinten lévő, valamint alsó és felső szomszédai is meghatározzák (Benz et al., 2004).



1. ábra. A képojektumok közötti hierarchikus kapcsolat (Lang et al., 2006)

A felső és alsó objektumok között egy egyértelmű 1:n kapcsolat jön létre. Azon objektumok határai, melyek a méretarányoktól függetlenül objektumhatárok maradnak, nem kerülnek generalizálásra, míg a többi határ a felsőbb szintek valamelyikén eltűnik (Lang, 2008).

3. A KÉPOSZTÁLYOZÁS LÉPÉSEI

Az objektum alapú képosztályozás szegmentációra épül, majd a kialakított objektumok osztályozásra kerülnek.

3.1 Szegmentáció

Az első lépés gyakorlati célja a keletkező képojektumok és a leképzett földfelszíni objektumok közötti kapcsolat optimális leírása.

Három fő típust különböztetünk meg: a hisztogram (vagy pixel), az él, valamint a régió alapú szegmentációt.

A hisztogram alapú szegmentáció a jelenségtér vizsgálatán alapul, ami azt jelenti, hogy a spektrálisan hasonló pixelek építenek majd fel egy objektumot. Itt tehát a térbeliség bevonásáról még nincsen szó.

Az él alapú módszer a (viszonylag) homogén területeket elválasztó éleket keresi (Lang et al., 2006). A képszegmentumokat tehát a szomszédos pixelek hirtelen intenzitás-változásai definiálják. Ez általában a kép élkiemelő szűrőkkel való előzetes

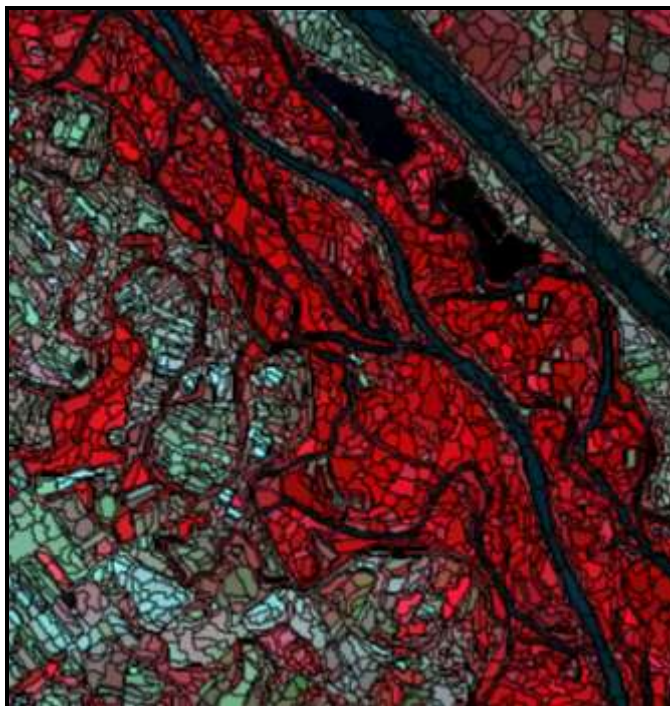
feldolgozásán alapul. A detektált élek, melyek először csupán pixelcsoportok elválasztásai, kombinálás útján válhatnak igazi határvonalakká. Gyakran hátrányt jelenthet azonban a kép túlszegmentálása (Kristóf, 2005).

A harmadik típusú eljárás a régió alapú szegmentálás, amely további három típusra bontható: régió-növelő („region growth”), régió-összevonó („region merging”) és régió-szétválasztó („region splitting”).

A régió-növelés néhány kiindulási pixellel kezdődik, melyhez a szomszéd pixelek hozzáadódnak egészen addig, amíg egy előre megadott homogenitási kritériumnak megfelelnek az így létrejövő képjelöltek. A alappixelek kiválasztása történhet véletlenszerűen („bottom-up”), illetve előismeretek alapján, előre meghatározott módon („top-down”). A homogenitási kritérium, illetve a homogenitás-heterogenitás elválasztásának lényege, hogy a képjelölten belüli heterogenitás kisebb legyen, mint a szomszédos területekkel összehasonlított heterogenitás (Lang et al., 2006). A heterogenitás leírása mellett az alaki jellemző vizsgálata is fontos, melynek leírására a kompaktság (az objektum területének és a befoglalt képpontszám négyzetgyökének hányadosa) és a simaság (az objektum területének és az objektumot befoglaló téglalap területének a hányadosa) állnak rendelkezésre (Brolly et al., 2007). A homogenitás fokát jellemzi a méretarány-tényező („scale parameter”), mely nagyobb érték esetében, nagyobb képjelölteket jelöl, akkor ugyanis az adott képjelöltekhez tartozó pixelek közötti spektrális eltérés nagyobb lehet.

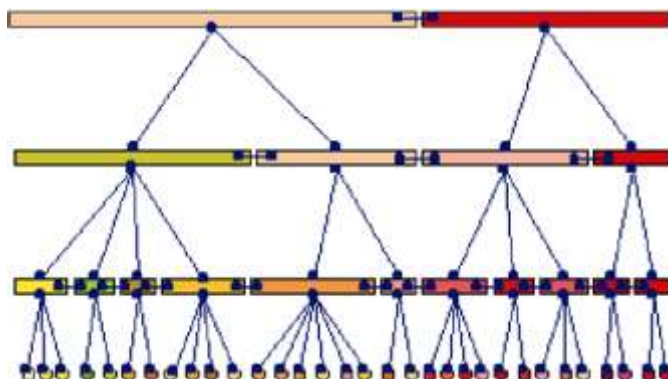
A régió alapú eljárások másik típusa a régiók összevonása, ahol a kezdeti régiók, melyeket akár egy-egy pixel is alkothat, folyamatosan összevonásra kerülnek, ameddig egy méretaránytól függő, méretbeli küszöbértéket elérnek.

A régió-szétválasztó módszernél pedig a kép szabályos alrégiókra (például négyzetekre) való felosztása történik, mely alrégiók a homogenitási kritériumnak megfelelően továbbbontódhatnak. Ez az ún. quadtree (négyfás) szegmentáció. A régió-összevonó és régió-szétválasztó eljárások kombinációja során az első lépés a meghatározott méretű négyzetekre való felosztás, melynek során a homogén négyzetek összevonásra kerülnek, a heterogének továbbbontódnak (Lang et al., 2006).



2. ábra. Példa szegmentációra (a Szigetközben, Landsat-felvételen: 2007.06.11. TM5, 189, észak, Forrás: FÖMI, Nemzeti Úrfelvétel Archivum)

A piacon megjelent első, általános jellegű objektum orientált képelemző szoftver az eCognition volt (Benz et al., 2004), melynek 2009 november elején jelent meg a legújabb, 8-as verziója. Ezen szoftveren belül a leggyakrabban használt képszegmentáció régió alapú (régió-összevonó, „bottom-up”) algoritmusra épül (2. ábra), ahol a spektrális tulajdonságok és az alak-koncepció kombinációjáról van szó. Ez az ún. „multiresolution segmentation”, melyre példa a 2. ábrán látható. Itt lehetőség van a „többszintes” rendszer kialakítására egyetlen kép esetében is (Lang et al., 2006). Mindemellett kézi „átdolgozásra” is lehetőséget nyújt a program. A régió-összevonás mellett lehetőség van másik típusú szegmentációra is, ahol az egész kép felbontása történik meg először a sakktáblás (chessboard) vagy a négyesfa (quadtree) szegmentációval. Ebben az esetben kis méretarány felől közelítünk, „top-down” eljárásról beszélünk. (A program 8-as verziójában ezeken kívül további eljárások is bevezetésre kerültek, mind a „bottom-up”, mind a „top-down” módszert tekintve, melyeket most a jobb átláthatóság érdekében nem kerülnek bemutatásra.) A „multiresolution” szegmentációnál létrejövő hierarchia létrehozása érdekében (valamennyi objektum térbeli kiterjedésére vonatkozóan) a szegmentációs eljárás során a következőknek kell teljesülniük: az egyes képjelöltek határainak követniük kell az alattuk lévő szint objektumhatárait, és meghatározóak a következő (fentebbi) szint objektumhatárai is. (3. ábra)



3.ábra: A hierarchia-szintek absztrakt megjelenítése (Benz et al., 2004)

3.2 Az objektumok osztályozása

A második fő lépés a képszegmentáció eredményeként kapott képjelöltek osztályozásba sorolása. Az osztályozás előre meghatározott szabályokon alapul, melyeket a spektrális, térbeli és/vagy hierarchikus viszonyok leírása határoz meg. Az eCognition Developer 8 kétféleképpen indítható, QuickMap és RuleSet Mode-ban, ahol a QuickMap Mode a bonyolultabb szabályok, osztályozási módszerek felépítése helyett egyszerűbb elemzésekre ad lehetőséget. Az osztályozás alapját képezheti mintaobjektumok megadása vagy egyszerű szabály felépítése küszöbérték megadásával. Mintaobjektumok alapján működik a „Nearest Neighbor” algoritmus, ahol az egyes osztályokhoz kiválasztott minták alapján szín vagy szín és textúra vagy szín és kontextus vizsgálata történik meg és kerülnek meghatározásra a mintákhoz e tekintetben közel eső további képjelöltek. Szabályhoz rendelt küszöbérték képezi az osztályozás alapját, amikor a fényerő határértékeinek („Brightness Threshold”) megadásáról van szó.

A program korábban említett másik alkalmazási módjában (Rule Set Mode) bonyolult szabályrendszerek felépítésére van már lehetőség azáltal, hogy különböző tulajdonságok vonhatóak be az osztályozásba, a logikai operátorok és a hierarchikus osztály leírásával komplex jellemzők vizsgálhatók. Itt kerül előtérbe a „fuzzy” osztályozási módszer, mely nem éles határokat használ, és ezáltal képes az emberi gondolkodás „mintázására” és „finom” osztályozási eredmények elérését teszi lehetővé. A fuzzy logika a programban „Membership” funkcióként jelenik meg. (Lang et al., 2006)

4. VIZES ÉLŐHELYEK VIZSGÁLATA

A vizes élőhelyek Földünk legkomplexebb ökoszisztémái közé tartoznak és számos antropogén hatás (vízelvezetés, átalakítás, szennyezés és kiaknázás)

következtében a legveszélyeztetettebbek is. A biodiverzitás megőrzésének és a fenntartható fejlődés biztosításának (Ramsari Egyezmény, 1971) támogatása csak a vizes élőhelyek pontosabb monitorozása útján lehetséges (Davidson & Finlayson, 2007). Napjainkban ezeken az igen érzékeny, gyakran bejárhatatlan, védett területeken a monitorozás költséghatékonyan végezhető el az egyre több és jobb felbontású távérzékelési felvételek (űrfelvételek, légifelvételek, LiDAR-felvételek) automatizált vagy fél-automatizált elemzésével.

4.1 Vizsgálat objektum alapú módszerrel

Az objektum alapú módszert általános előnyei mellett számos specifikus tulajdonság teszi alkalmassá a vizes élőhelyek monitorozására.

A vizes élőhelyek ökoszisztéma-kutatásának fontos része a tájegységek térbeli eloszlásváltozásainak követése, különösképp nagy méretarányban. Ennek például légifényképek idősoros elemzése lehet az alapja, melynek során a légifelvételek idősorából előállítható a képjelöltek hierarchikus rendszere az adott ökoszisztéma komplexitásának jó közelítésével (Langanke et al., 2007).

Ha általában véve a körülöttünk lévő természet hierarchikus felépítését vesszük alapul, legalább három hierarchia-szint használata javasolt (Lang et al., 2006 hivatkozása alapján: O'Neill et al., 1986), melynek segítségével jelentős mértékben leegyszerűsíthető az ökológiai rendszer komplexitása. Itt meg kell említeni a földtudományok egyik fontos és nagy kihívást jelentő kérdését, a méretarányok közötti átjárhatóságot (Wu, 1999). Ennek részletes elemzése azonban már túlmutatna a tanulmány keretein.

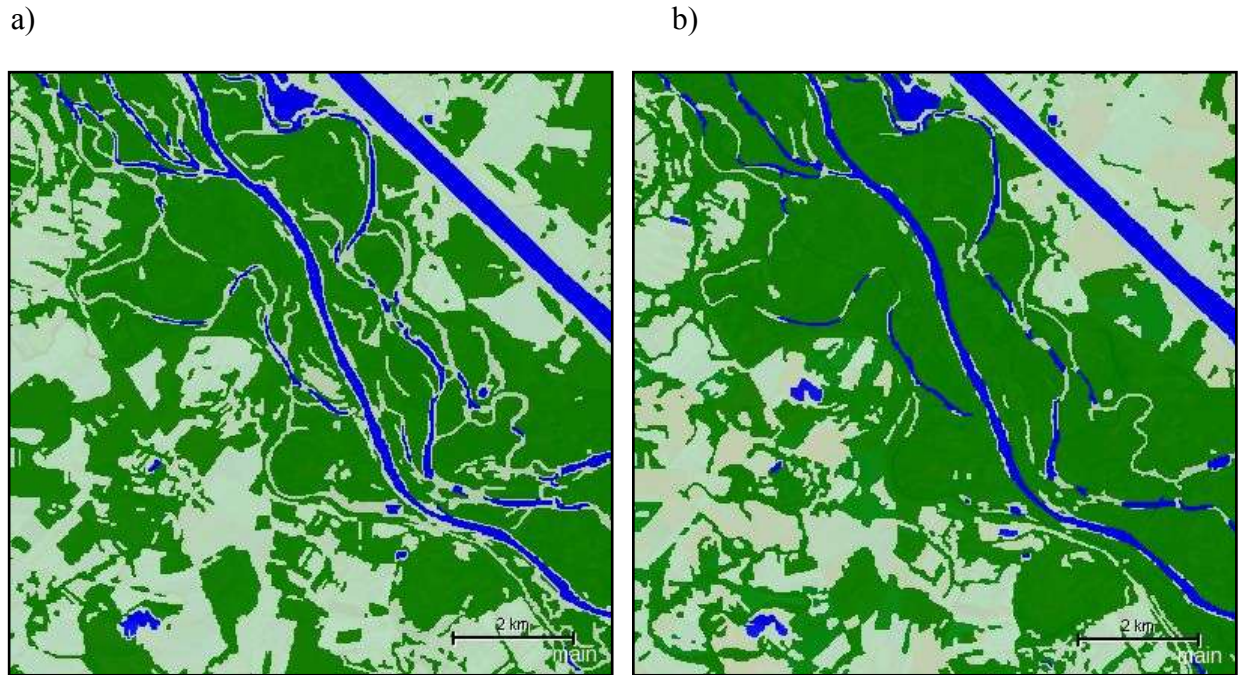
A többméretarányú szegmentáció és az ehhez köthető objektum-kapcsolatok modellezése (eredetileg: „multi-scale segmentation/object-relationship modelling”, Burnett & Blaschke, 2003) megoldást jelent az „ökoszisztéma-elemek” (a képosztályozásban: képjelöltek) méretarányokon átnyúló kapcsolatrendszerének leírására.

Légifelvételek helyett (vagy mellett) nagyfelbontású űrfelvételek (mint például IKONOS vagy Quickbird) is megfelelő alapjai lehetnek egy vizes élőhely feltárásának. Egy folyómenti terület Quickbird-képeinek elemzésével foglalkozó tanulmányban Gergel és társai (2007) különös hangsúlyt fektettek a térképezési pontosságra, amely az adott ökoszisztémák megfelelő menedzsmentjének, megőrzésének és restaurációs tevékenységeinek alapja, valamint a költségeket is jelentősen befolyásolja. Ennek megfelelően összehasonlító elemzést is készítettek, az eredeti felvétel csökkentett méretarányban (2,8 m/pixel helyett 30m/pixel) való kiértékelésének elvégzésével, amivel a nagy felbontás pontossági előnyeit egyértelműen bizonyították.

Az objektum alapú módszerrel foglalkozó tanulmányok többsége ugyan a nagyméretarányú felvételek feldolgozásán alapul, mégis fontos kiemelnünk a közepes és kis méretarányú feldolgozások eredményeit is.

Az iraki mélyföldeket megfigyelő rendszer (Iraqi Marshlands Observation System) esetében a képkéértékelés a közepes felbontású IRS és Landsat ETM, valamint a kisfelbontású MODIS felvételeken alapul (UNEP, 2006). A MODIS felvételek időbeli felbontása (naponkénti) meglehetősen jobb, mint a Landsat és az IRS felvételeké, míg az utóbbi két műhold felvételeinek sokkal jobb térbeli felbontása segít a durvább felbontású felvételek kiértékelésének validációjában. Itt az objektum alapú kiértékelés előnyei között kiemelték a pixel alapú technikánál előforduló „só és bors” hatás kiküszöbölését a felszínborítás ábrázolásában. Előny továbbá az objektum alapú módszer által biztosított osztályozási lehetőségek gazdag tárháza, valamint az, hogy a felszínborítási kategóriák megfelelő logikai és hierarchiai rendbe állítása is megvalósulhatott. Fontos megemlíteni, hogy a megfigyelt terület nagysága több ezer négyzetkilométer.

Lényeges lehet, hogy egy nagyobb területet először átfogóan vizsgáljunk, a költséghatékonyságot is figyelembe véve, melyhez a közepes méretarány (pl. a 30 m x 30 m-es pixelméret) alkalmas. Ilyen átfogó, nagyobb területre (375 km²) kiterjedő vizsgálatot végeztem űrfelvételen, a Földmérési és Távérzékelési Intézetnél, az eCognition 8-as verziójával, melynek célja a hullámtéri növényzet változásainak detektálása volt a Szigetközben. Az űrfelvételek közül Landsatból (28,5 m x 28,5 m) állt rendelkezésre megfelelő idősor. Két időpontot hasonlítottam össze: a 2004.08.05-én és 2007.08.14-én készült felvételek azonos vegetációs időszakokat mutatnak három éves eltéréssel. Az első lépés a szegmentáció elkészítése volt. Ezt követően az osztályozáshoz a vegetációs indexek közül az NDVI-t (Normalized Difference Vegetation Index) használtam, mely a vegetációváltozás jellemzésének általánosan elfogadott és robusztus mutatója (Jensen, 2005). Mindkét időpontra, három kategória (vízfelület, ritka és sűrű növényzet) alkalmazásával elkészültek az osztályozott térképek. Ezután a sűrű vegetációra vonatkozó változások detektálása következett. Az eredményt jelentős mértékben befolyásolta a szegmentáció módszere. A mezőgazdasági területeken a művelésből származó változások szembetűnőek, a hullámtéren pedig legjellemzőbb a növényzet térhódítása az egykori holtágokban. (4. ábra)

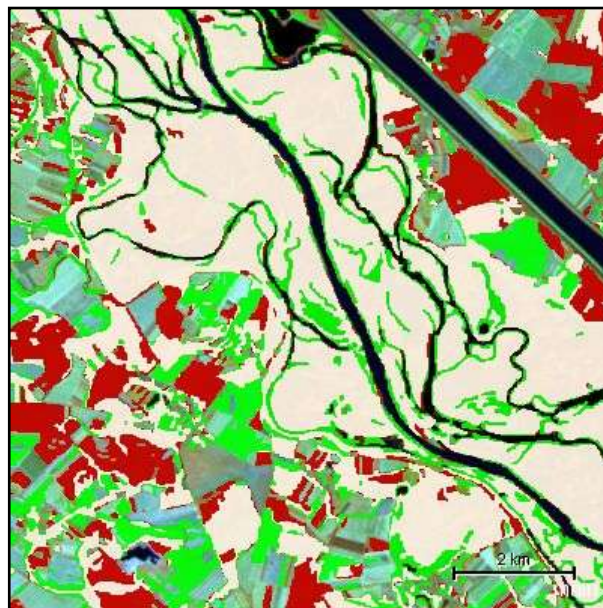
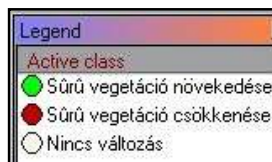


c)

Jelmagyarázat (a,b)



Jelmagyarázat (c)



4. ábra: Kiértékelés eCognition Developer 8 szoftverben a Szigetköz egy részletére vonatkozóan

a) 2004-es állapot (vízfelület, ritka és sűrű vegetáció) b) 2007-es állapot (vízfelület, ritka és sűrű vegetáció) c) Változásdetektálás a sűrű vegetáció esetében (2004-2007)

4.2 A vizsgálatok folytatása

Az eddigi vizsgálat alkalmasnak bizonyult a vegetációváltozás kimutatására közepes méretarányban. Ezt követően van lehetőség azon területek kiemelésére, melyeket

nagyobb változás ért: a hullámtérre koncentrálna ez az egykori folyókanyarulatok térségét jelenti elsősorban. A vizsgálat tehát kisebb területre fókuszálva, nagyobb méretarányban folytatható, mely különös jelentőséggel bír a komplex vegetációval rendelkező területek térképezhetősége szempontjából. Ez a komplexitás különösen ott jellemző, ahol a vízelöntés alá került és a szárazon maradt területek találkoznak. Ez az ökotonok előfordulási helye, melyek két társulás határterületén kialakult élőhelyek, többnyire néhány speciális (reliktum) fajjal is kiegészülve. Komplex mintázattal rendelkező ökológiai rendszert alkotnak (Szabó, 2006), melyek részletes elemzését a nagyobb térbeli és/vagy spektrális felbontású felvételek vizsgálata teszi lehetővé.

IRODALOM

1. Benz, U. C., Hofmann, P., Willhauck, G., Lingenfelder, I., Heynen, M. (2004): Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing* 58. 239-258.
2. Brolly G., Király G., Márkus I. (2007): Légi lézerszkennelés és QuickBird űrfelvétel integrált elemzése határon átnyúló területeken. *Geomatikai Közlemények X. MTA GGKI, Sopron.* 251-256.
3. Burnett, C., Blaschke, T. (2003): A multi-scale segmentation/object relationship modelling methodology for landscape analysis. *Ecological Modelling* 168. 233-249.
4. Csató É., Kristóf D. (2002): Űrfelvételek felhasználása az erdőgazdálkodásban. *Geodézia & Kartográfia*, 2002/09. 10-21.
5. Davidson, N. C., Finlayson, C. M. (2007): Earth Observation for wetland inventory, assessment and monitoring. *Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems* 17(3): 219-228.
6. Gergel, S., Stange, Y., Coops, N., Johansen, K., Kirby, K. (2007): What is the Value of a Good Map? An Example Using High Spatial Resolution Imagery to Aid Riparian Restoration. *Ecosystems* 10. 688-702.
7. Hay, G. J., Castilla, G. (2008): Geographic Object-Based Image Analysis (GEOBIA): A new name for a new discipline. In Blaschke, T. – Lang, S. – Hay, G. J. (Eds.): *Object-Based Image Analysis – Spatial Concepts for Knowledge-Driven Remote Sensing Applications*. 2008 Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 77-83.
8. Jensen, J.R. (2005): *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*. 3rd Edition. Pearson Prentice Hall.
9. Kristóf D. (2005): *Távérzékelési módszerek a környezetgazdálkodásban*. Szent István Egyetem. Gödöllő. Doktori értekezés. 1-146.
10. Lang, S., Albrecht, F., Blaschke, T. (2006): *Introduction to Object-based Image Analysis – OBIA-Tutorial V 1.0*, Salzburg. 1-96.
11. Lang, S. (2008): Object-based image analysis for remote sensing applications: modeling reality – dealing with complexity. In Blaschke, T. – Lang, S. – Hay, G. J. (Eds.): *Object-Based Image Analysis – Spatial Concepts for Knowledge-*

- Driven Remote Sensing Applications. 2008 Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 3-28.
12. Langanke, T., Burnett, Ch., Lang, S. (2007): Assessing the mire conservation status of a raised bog site in Salzburg using object-based monitoring and structural analysis. *Landscape and Urban Planning* 79. 160-169.
 13. Szabó M. (2006): Tájszerkezeti változások a Szigetközben a mező- és erdőgazdálkodás, és a Duna elterelésének hatására. *Táj, környezet és társadalom. Ünnepi tanulmányok Keveiné Bárány Ilona tiszteletére.* Szeged. 643-655.
 14. Tobler, W. (1970): A computer model simulating urban growth in the Detroit region. *Economic Geography*, 46(2): 234-240.
 15. UNEP (2006): Iraqi Marshlands Observation System. International Environmental Technology Centre (DTIE/IETC). <http://imos.grid.unep.ch/> 2009.12.15.
 16. Wu, J. (1999): Hierarchy and scaling: Extrapolating information along a scaling ladder. *Canadian Journal of Remote Sensing* 25. 367-380.

A szerző elérési adatai

Kollár Szilvia, II.évf.doktorandusz
Nyugat-Magyarországi Egyetem
Geoinformatikai Kar
8000 Székesfehérvár
Budai út 43.
Email: ksz@geo.info.hu