

# Szuperfelbontású felvételek osztályozásának kihívásai városi környezetben

Veróné Dr. Wojtaszek Malgorzata<sup>1</sup>,

Egyetemi docens, Óbudai Egyetem AMK, Székesfehérvár; wojtaszek.malgorzata@amk.uni-obuda.hu

**Abstract**—Very high-resolution satellite imagery provides an important data source for many fields of research. This paper deals with object-oriented image analysis applied for an urban area. Very high-resolution images in conjunction with object-oriented image analysis have been used for land cover detection. Using the eCognition software with object-oriented methods, not only the spectral information but also the shape, compactness and other parameters can be used to extract meaningful objects. The spectral and geometric diversity of urban surfaces is a very complex research issue. It is the main reason why additional information is needed to improve the outcome of classification.

**Index Terms:** Remote Sensing, Image Processing, OBIA, urban environment

**Kulcsszavak:** távérzékelés, képosztályozás, OBIA, városi környezet

## 1. Bevezetés

A múlt század második felében a Föld természetes ökoszisztémáinak változása és degradációja nagymértékben felgyorsult. A környezet negatív változásainak fő oka a természeti erőforrások regeneráló képességüket meghaladó kiaknázása, az élőhelyek csökkenése, iparosodás illetve urbanizáció. A beépített területek növekedése, valamint a természetes és a természetközeli élőhelyek csökkenése, és az ezzel járó környezeti negatív változások napjaink legaktuálisabb problémái közé tartoznak. A környezet állapotának objektív felméréséhez, a változások nyomon követéséhez és a felmerülő problémák hatékony kezelése érdekében, megfelelő adatokra és vizsgálati módszerekre van szükség. A távérzékelés, mint adatforrás kiemelkedő szerepet játszik a földfelszín felmérésében és az ehhez kapcsolódó kutatásban. Az adatgyűjtő távérzékelési technológiák folyamatos fejlődése következtében egyre jobb minőségű és egyre több adat áll rendelkezésre. Ezekből az adatokból csak megfelelő osztályozási módszerekkel nyerhető tematikus információ. A képfeldolgozás és távérzékelési adatok gyakorlati alkalmazása, a képfeldolgozási technológiák és térinformatikai szoftverek állandó fejlődése, évek óta kihívást jelent a témával foglalkozók számára. Az egyre nagyobb mennyiségű adathalmaz kezeléséhez és egyre növekvő pontossági igények kielégítéséhez, új osztályozási módszerekre van szükség.

A távérzékelési felvevőrendszerek technikai fejlődésével, a szenzorok javulása – geometriai, spektrális, radiometriai és időbeli – felbontásával növekszik a feldolgozandó adatok mennyisége és

minősége. Szuper nagyfelbontású felvételek esetében a képpontok mérete az ábrázolt objektumokhoz viszonyítva csökken (Mucsi L. 2007), így egy tematikus kategórián belül igen eltérő intenzitású pixelek fordulhatnak elő (pl. úthálózat és rajta lévő útjelző festés, háztető szellőző nyílásokkal, mezőgazdasági táblán belüli növény fejlődési anomáliák). A pixel-alapú osztályozási eljárás egy ismeretlen hovatartozású képpont intenzitását önmagában vizsgálja, figyelmen kívül hagyva a pixel környezetét, vagyis a homogén területekre (pl. út, épület, mezőgazdasági tábla) eső szomszédos képpontok egymáshoz való viszonyát, térbeli kapcsolatát. A pontonkénti osztályozás tipikus tévedése, hogy a környezet átlagától eltérő pixelt nem oda sorolja be, mint ahová a szomszédjaival együtt valójában tartozik, hanem kiragadva a környezetéből - abba a kategóriába kerül, ahová önmagában nézve a legjobban illeszkedik. A nagyobb felbontás miatt célravezetőbb, ha az azonosítás és az osztályba való sorolás alapját nem egy pixel, hanem valamilyen szempont szerint összetartozó pixelek csoportjai (szegmensei) képezik. Ennek értelmében - az osztályozást megelőzően - szükséges a kép tartalmát olyan régiókra (szegmensekre) felbontani, amelyek szomszédos, összetartozó pixelekből állnak és a valós világ elemeit részben vagy teljes egészében képviselik. A numerikus képelemzés tudományában kialakult egy új irányzat, mely ellentétben a pixel-alapú módszerekkel a térbeli kapcsolatok figyelembe vételén alapul. Az ún. objektum-alapú képfeldolgozó technikák meghatározására a szakirodalomban több összefoglaló kifejezés fejlődött ki. Ezek közül a legelterjedtebb az OBIA (Object-based Image Analysis), ami objektum-alapú képelemzést jelent (Blaschke T.– Hay G.J. 2001, Blaschke T. 2010). A rendelkezésre álló képfeldolgozó eszköztár azonban ún. szegmentálási és osztályozási algoritmusok, eljárások és gyakorlati alkalmazáshoz szükséges módszertan, nem tekinthető véglegesnek és további fejlesztések szükségesek.

A felvételek geometriai felbontásának növelésével a tematikus osztályokon belüli különbségek oly mértékben megnövekedhetnek, hogy ez zavarhatja a feldolgozást és csökkentheti az osztályozás pontosságát. További gondot jelent, hogy a városi felszínborítás egyes kategóriái hasonló vagy azonos spektrális jellemzőkkel rendelkeznek, vagy egy kategórián belül spektrális eltérések lépnek fel. A mesterséges anyagkeverékek spektrális tulajdonságai koruk és pozíciójuk függvényében ugyanazon anyag esetében a felszínen jelentősen eltérhetnek. Jelen publikáció a városi környezet osztályozás egyes kérdéseivel foglalkozik. Egyes kérdések tárgyalásában szoftver specifikus megoldásokat mutat be.

## 2. Szegmentálás egyes kérdései

Az objektum orientált osztályozás egyik kritikus lépése a szegmentálás, melynek során a képet alkotó pixelekből szegmenseket építünk ki. Az előállított szegmenseket (objektumokat) az osztályozás további lépéseiben input adatként használjuk. A szegmentálás eredménye döntően befolyásolja az osztályozás pontosságát, hiszen az osztályozás alapját a

szegmensekre (objektumokra) számított jellemzők (spektrális, geometriai, térbeli, stb.) képezik.

Szegmentálás során az összetartozó és egy előre meghatározott hasonlósági kritériumot teljesítő pixelek egy objektumba (szegmensbe) kerülnek. A szegmensek olyan régiók, amelyek egy vagy több dimenziós tulajdonságtérben (featurespace) a homogenitás egy vagy több kritériumának eleget tesznek (Blaschke T. 2010). A szegmensek (objektumok) legfontosabb tulajdonsága, hogy a megadott jellemzők szempontjából közel homogén egységeket képeznek, vagyis a szegmens spektrálisan hasonló, szomszédos képpontok egybefüggő halmaza. A szegmentálással szembeni elvárások a következőkben foglalhatók össze:

- egy szegmens egységes és homogén legyen valamilyen jellemző szerint
- egyszerű és tömör legyen
- különbözzön a szomszédos szegmenstől
- a határvonala ne legyen töredezett.

Továbbá a szegmensek lefedik a teljes képet, nincsenek átfedésben, minden szegmens kielégíti a homogenitási kritériumot és a szomszédos régiók uniója nem elégíti ki a homogenitási kritériumot (heterogének!).

Az eCognition szoftver környezetében több szegmentáló algoritmus található, a legegyszerűbb ún. sakktablás eljárástól kezdve az összetett régió-orientált módszerig terjedően. Ezeknek a módszereknek a döntő többsége a szegmenseket nem csak spektrális tulajdonságaik alapján határozza meg, hanem figyelembe veszi az alak, geometriai összefüggéseket, a szomszédos viszonyokat, valamint az objektumok hierarchiáját (az objektumokat fölé- és alárendeltségét) is. Az eltérő, de hierarchikusan egymásra épülő szegmentálási szintek objektumai olyan rendszert képeznek, amely lehetőséget biztosít a vizsgált jelenség észlelésére, azonosítására, egyedi (optimális) léptékben (1. ábra). Például a földrészleten belüli beépítettség térképezése esetén a földrészlet azonosítása és kategorizálása kisebb léptékben, az ún. superobjektum szintjén oldható meg a legkönnyebben. A superobjektum szintje alá rendezett réteg - részletesebb, nagyobb léptékű objektumok révén - a vegetáció és mesterséges felületek elemzését teszi lehetővé (2. ábra). A szoftver továbbá lehetőséget ad eltérő geometriai felbontású (több forrásból származó) adatok együttes szegmentálására, valamint egyéb tematikus térképek figyelembe vételére az objektumok meghatározása során. Az input adatok (egyes sávok) súlyozhatók.

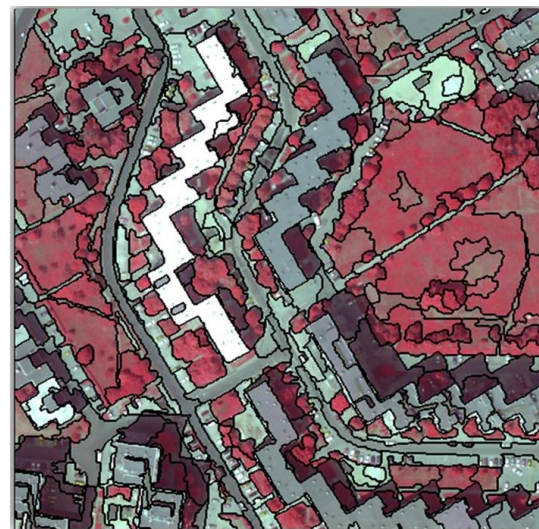


1. ábra Hierarchikus szegmentálás folyamatára.

A városi környezet osztályozásának alapját képező objektumok összetett, több lépésből álló szegmentálással érhető el. Megfelelő eredmény több algoritmus kombinálásával érhető el, a szegmentálás kritériumainak véglegesítése a kísérletezés és tesztelés útján lehetséges. Fontos megjegyezni, hogy ugyanazon kép esetében a szegmentálás paramétereinek beállításánál is célszerű figyelembe venni a vizsgálandó területek beépítési jellegét. Azok a paraméterek, amelyek tömbház övezetben jó eredményt adnak, nem biztos, hogy alkalmasak családi házas övezet felméréséhez. Szegmentálás optimális eredménye a 3. ábrán látható. A homogén felületek jól elkülöníthetők.



2. ábra Elemzések szub-objektum szinten: A) földrészleten belüli szegmentálás eredménye, B) földrészleten belüli mesterséges területek osztályozásának az eredménye.



3. ábra Szegmentálás optimális eredménye.

### 3. Osztályozás egyes kérdései

A városi környezet térképezése távérzékelési adatok osztályozásával, különösen a mesterséges területek elkülönítése a természetes környezettől, viszonylag egyszerű feladatnak tekinthető. Amennyiben megfelelő adatok állnak rendelkezésre (multispektrális felvételek), akkor vegetációs indexek (pl. NDVI) segítségével a növényzet nagy pontossággal elkülöníthető. Természetesen a pontosság a felhasznált adatok geometriai, spektrális felbontásától függ, továbbá a felvétel készítés ideje is hatással van az ilyen jellegű felmérésekre. Abban az esetben, amikor a felmérés tárgyát alkategóriák, mint pl. épületek, utak, különböző borítású városi terek, stb. képezik, a feladat jóval nehezebbé válik. Egyes mesterséges alkategóriák elkülönítése csupán spektrális jellemzők alapján nehezen, vagy egyáltalán nem oldható meg. A városra jellemző felszínborítási kategóriák sokasága és egyes kategóriák spektrális heterogenitása, valamint a távérzékelés fizikai törvényszerűségei miatt a városi környezet osztályozása csak spektrális jellemzők alapján nem egyértelmű és mellőosztályozáshoz vezet, különösen az épületek és utak esetén. Egyes szegmensek, amelyek valójában egyéb mesterséges osztályhoz (utak, parkolók, betonozott területek) tartoznak, a spektrális hasonlóság miatt tévesen az épületek kategóriában

jelenhetnek meg. A melléosztályozások egy része a geometriai jellemzők, mint pl. az objektum mérete, térbeli eloszlása, szabályos alakzatra való illeszkedése alapján javítható. Azonban sem a tető alakja, sem pedig mérete nem tekinthető stabil tulajdonságnak, ami azt jelenti, hogy az épület, mint osztályozási kategória csak spektrális és geometriai jellemzőkkel nem írható le egyértelműen. Az épületek legstabilabb és legmegbízhatóbb tulajdonsága a magasság. A felszíni objektumok magasságára vonatkozó információt a vizsgált terület digitális domborzatmodellje és a digitális felszínmodell különbségéből számított érték adja. Amennyiben magassági adatok állnak rendelkezésre, célszerű ezeket a multispektrális adatokkal együtt inputként a szegmentálás folyamatába is beépíteni. Az épületek magasság alapján történő leválogatása lényegesen pontosabb eredményt ad, de nem csökkenti a spektrális adatok fontosságát (Verőné Wojtaszek M. et al. 2015). Elmondható, hogy több forrásból származó adatok együttes használatával érhető el a megfelelő eredmény. A 4. ábra az épületek leválogatásának egyes lépéseit és eredményeit mutatja (Verőné Wojtaszek M. – Ronczyk L. 2012).



**4. ábra** Épületek leválogatásának szempontjai és eredményei.

Egyes esetekben, mint például a földrészleten belüli beépítettség térképezése vagy földrészletek osztályozása a beépítettség százalékos aránya függvényében a hierarchiarendszernek az osztályozás folyamatába való figyelembe vétele segítséget jelent a feladat megoldásában. A hierarchiarendszer egyes szintjein lévő objektumok tulajdonságai, kapcsolatai, valamint a szub-objektumok és szuper-objektumok viszonyára építve az objektumorientált osztályozás alkalmassá válik a tematikus osztályozásra, földrészleten belüli térképezésre (2. ábra).

#### 4. Összefoglalás

A távérzékelési adatok felhasználása és az objektum-alapú osztályozási eljárások alkalmazása a városi területek tematikus térképeinek olyan lehetőségeket biztosít pl. a városi vegetáció térkép, mesterséges felszínborítás térkép, BGA index (Blue-Green Area Index), stb. elkészítésére, amely jelenleg más módszerekkel nem valósítható meg. A település pillanatnyi állapotáról gyorsan és nagy pontossággal szolgáltat adatokat különböző szakterületek számára, melyek fontos információkat tartalmaznak mind a rövid, mind a hosszú távú várostervezéshez. Emellett hatékonyan támogatják a városüzemeltetést. Segítségükkel olyan statisztikai adatok nyerhetők, amelyek a térinformatikai elemzésekben input adatként használhatók fel. Az elért eredmények a megjelenítő és lekérdező GIS modulban a térinformatikai rendszerbe integrálva hasznosíthatók. Az osztályozás pontossága azonban nem csak az adatok geometriai és spektrális tulajdonságaitól függ, de az alkalmazott képfeldolgozási eljárás is befolyásolja az osztályozás eredményességét. Az

objektum orientált osztályozás egyik kritikus lépése a szegmentálás, melynek eredményét az osztályozás további lépéseiben input adatként használjuk. A szegmentálási eredmény javítható (az optimális szegmensek elérése), ha a folyamat elején a bemenő adatok összeállításánál a következő szempontokat vesszük figyelembe:

- több forrásból származó adatok integrálása (műholdas képek spektrális információ, LIDAR - magassági adatok)
- eredeti sávok és azokból levezetett értékek: PC, indexek (az adatok súlyozhatók)
- kataszteri és tematikus térképi adatok figyelembe vétele.

Városi környezetben egyes tematikus kategórián belül gyakoriak a spektrális eltérések és a heterogén objektumok sokasága pl.: tetőkre jellemző különböző héjazat, anyag, továbbá a méret és az alak. A tematikus kategóriákra jellemző tulajdonságok kiválasztása nem könnyű feladat és az osztályozás pontosságát döntően befolyásolhatja. Az objektum orientált osztályozás figyelembe veszi az előre definiált szegmensek tulajdonságait (pl. spektrális, geometriai) és kapcsolatait (pl. egymáshoz, szegmens osztályhoz). Ezzel a módszerrel a város felszínborításának térképezése lehetővé válik. Az adatok integrálásával, hierarchia rendszerek beépítésével és különböző szegmentáló és osztályozó algoritmusok figyelembe vételével növelhető a beépített területek térképezésének pontossága.

#### Irodalomjegyzék

Blaschke T. - Hay G.J. 2001. Object-oriented image analysis and scale-space: Theory and methods for modeling and evaluating multiscale landscape structure. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing* 34 (4/W5), 22–29.

Blaschke T. 2010. Object-based image analysis for remote sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 65 (1), 2–16.

19. Mucci, L. et al. (2007): Városi földhasználat és felszínborítás vizsgálata távérzékelési módszerekkel. *Földrajzi tanulmányok Vol.1, Városökológia* pp.:19-42, JATEPress

Verőné Wojtaszek M. - Ronczyk L. (2012): Object-based Classification of Urban Land Cover Extraction Using High Spatial Resolution Imagery, *International Scientific Conference on Sustainable Development & Ecological Footprint (NymE TÁMOP 4.2.1/B), Proceedings*, ISBN 978-963-334-047-9, 7 pp.

Verőné Wojtaszek M. et al. (2015): Képosztályozási módszerek összehasonlítása városi környezetben. *Geodézia és Kartográfia*. 3-4 (67. évf.), pp.11-17.

A nyilatkozat: A beküldött kézirat a feltüntetett szerzők munkája, a benne szereplő, mástól átvett információk, ábrák és egyéb anyagok szerzői mindenhol meg lettek jelölve. A cikk jelen formájában nem jelent meg más folyóiratban. A cikk Távérzékelési technológiák és térinformatika szakfolyóiratban történő publikálásával minden szerző, közreműködő és támogató egyetért. A kézirat nem tartalmaz valótlan információt, a szerzőknek nincs tudomásuk összeférhetlenségről és a kézirat feldolgozását, lektorálását, publikálását gátló tényezőről, továbbá hozzájárulnak, hogy az RS@GIS online fényképes szerzői adatbázisában szerepeljenek.

© 2015 by the authors; licensee RS&GIS, Hungary.

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license

(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).