

Földhasználat-elemzés és növény-monitoring különböző adattartalmú és térbeli felbontású távérzékelt felvételek alapján

Burai Péter

Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum,
Mezőgazdaságtudományi Kar,
Víz- és Környezetgazdálkodási Tanszék, Debrecen
pburai@gissserver1.date.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A távérzékelt napjainkban egyre szélesebb körben jelenik meg az erdő- és mezőgazdaságban. A technológia gyors fejlődése lehetővé tette, hogy a korábban használt kis felbontású és adattartalmú felvételek mellett megjelenjenek a precíziós alkalmazásra is alkalmas adatforrások. A nagy felbontású hiperspektrális felvételek nem csak a különböző földhasználati kategóriák és vegetáció típusok pontos elkülönítésére, hanem a talajtulajdonságok és a növények biofizikai tulajdonságainak vizsgálatára is alkalmas (Blackburn és Steel, 1999; Condit, 1970). A tanulmányban egy alföldi gazdaságról készített multispektrális űrfelvételt (Landsat 7 ETM+) és hiperspektrális légifelvételt (DAIS 7915) dolgoztunk fel, és értékeltük a különböző képosztályozási módszereket. Vizsgálatunk során először a felvételek geometriai és radiometriai tulajdonságát vizsgáltuk, majd a tanítóterületek kijelölése után meghatároztuk a földhasználati kategóriák spektrális jellemzőit. A földhasználat ellenőrzésére multispektrális analízist végeztünk, ahol ellenőrizetlen és ellenőrzött osztályozási módszereket hasonlítottunk össze vizsgálva azok megbízhatóságát. Az osztályozás pontosítására és a számítás időtartamának csökkentésére területi és spektrális redukciókat alkalmaztunk.

Kulcsszavak: távérzékelt, térinformatika, osztályozás

SUMMARY

The use of remote sensing in forest management and agriculture is becoming more prominent. The rapid development of technology allowed the emergence of database suitable for precision application in addition to the previously used low-resolution and low data content images. The high resolution, hyperspectral images are not only suitable for separating the different land use categories and vegetation types but also for examining the soil characteristics and biophysical features of plants (Blackburn and Steel, 1999; Condit, 1970). We processed a multispectral satellite image (Landsat 7 ETM+) and a hyperspectral areal image (DAIS 7915) about a farm on the plains and evaluated the different image classification methods. During our examinations, we examined the geometrical and radiometrical characteristics of images first, then assigning the training areas, we determined the spectral characteristics of land use categories. We performed a multispectral analysis for checking land use, where we compared controlled and uncontrolled classification systems to check their reliability. We used areal and spectral reductions to make the classifications more accurate and to reduce the length of calculations.

Keywords: remote sensing, GIS, classification

BEVEZETÉS

A távérzékelt egyre szélesebb körű alkalmazása figyelhető meg napjainkban. A távérzékelt felvételek elemzésével gyorsabban és olcsóbban nyerhetünk adatokat, mint a földi mintavétel során (Sabins, 1996). A távérzékelt eredmények megbízhatóságát elsősorban a térbeli és a spektrális felbontás határozza meg, azonban a különböző adatok felhasználhatóságát a felvételek nagysága, hozzáférhetősége, a visszatérési idő nagyban befolyásolja. A hagyományos kis- és közepes felbontású űrfelvételek mellett egyre inkább a precíziós használatra is alkalmas hiperspektrális technológiák térnyerése figyelhető meg (Mucsi, 2004). Az adatok feldolgozását és kezelését nagyban segítik a különböző térinformatikai szoftverek képfeldolgozó moduljai, amelyek tartalmazzák a főbb képfeldolgozási módszereket, mint pl. a maximum likelihood, neutral networks, cluster analysis, stb. (Csornai és Dalia, 1991; Janseen et al., 1990; Carpenter et al., 1999; Running et al., 1995).

Tanulmányunk a távérzékeltnek az agrár-környezetvédelmi alkalmazásán belül az egyik legvitatottabb területével foglalkozik: a földhasználat ellenőrzés. A területalapú agrártámogatás ellenőrzésében napjainkban a távérzékelt alapvető eszköz, ahol a leggyakrabban használt adatforrás a légifotók és a különböző műholdak által készített felvételek. A kifizetések jogosságának ellenőrzésére a leggyorsabb, objektív ellenőrzési eszköz a távérzékelt. Az EU 13 tagországa alkalmaz távérzékelt ellenőrzést, mivel az IIER menetében az ellenőrzésre rendelkezésre álló idő a feladat méretéhez képest (a terület alapú kérelmek minimum 5%-ának ellenőrzése) nagyon rövid, és a terepi ellenőrzés költségei meglehetősen magasak.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Mintaterület

A vizsgálat helyszíne a Hajdúböszörmény mellett fekvő Tedej Rt. tulajdonában lévő 1500 ha-os Pusztaszer terület volt, ahol mintaterületnek 43 parcellát jelöltünk ki (1. ábra). A felvételek értékelését megelőzően megvizsgáltuk a vizsgálatba bevont blokkok földhasználati típusait. A 43 fizikai blokkot 6 földhasználati csoportba soroltuk: szántás, tarló, lucerna, kukorica, cukorrépa, gyep.

Előzetes vizsgálatként referenciaterületeket jelöltünk ki, ahol a 6 földhasználati kategóriára jellemző homogén foltokat határoztunk meg. A tanítótérületek méretét a vizsgált terület 5(±1)%-ban határoztuk meg.

1. ábra: A vizsgálati területen kijelölt fizikai blokkok

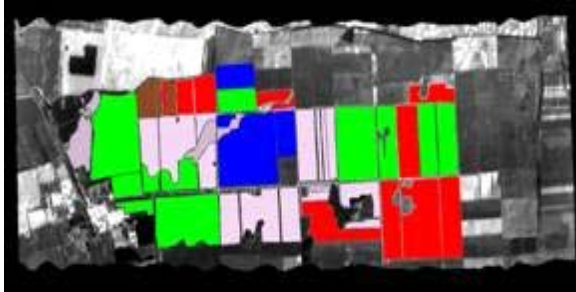


Figure 1: The appointed parcels

Távérzékelte adatok

Tanulmányunkban 2002.08.19-én készített LANDSAT 7 ETM+ és DAIS 7915 felvételt hasonlítottunk össze (1. táblázat).

Referencia adatok gyűjtése

A felvételek osztályozásához és a kvalitatív vizsgálathoz elengedhetetlen a referencia adatok gyűjtése. Előzetes adatgyűjtést a nagy felbontású ortofotóval azonosított táblahatárok vektorizálásával végeztük el. A táblatorzskönyv és a terep bejárása során gyűjtött adatokkal feltöltöttük a vektorizált állományt.

További GPS méréseket végeztünk az adatok pontosítására. A mintaterületről részletes GIS adatbázis áll rendelkezésünkre, amely tartalmazza a talajtani, növénytermesztési, tápanyag-gazdálkodási paramétereket.

1. táblázat

Technikai információk

Adattípus(1)	Képméret km(2)	Pixel méret(m)(3)	Csatorna szám(4)	Sávszélesség és a szenzorok (µm)(5)	Felvételek készítésének időpontja(6)
LANDSAT 7 TM+	170×183 km	MS: 30 m TIR: 60 m PAN: 15 m	7	1.-5.: 0,45-1,75 7.: 2,08-2,35 6. (TIR): 10,40-12,50 PAN: 0,52-0,90	16 naponként(7)
DAIS 7915	3,99 m×8,73 m*	5 m*	79	1.-32.: 0,40-1,00 (Si) 33.-40.: 1,50-1,80 (InSb) 41.-72.: 2,00 – 2,50 (InSb) 73.: 3,00-5,00 (InSb) 74.-79.: 8,00-12,60 (MCT)	Időjárástól függ(8)

* 2000 m-es repülési magasságnál(9)

Table 1: Technical information

Image type(1), image size(2), pixel size(3), bands number(4), bandwidth and sensors(5), revisit time(6), 16 day(7), depending on the weather(8), 2000 m aircraft altitude(9)

EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE

A kutatás során alkalmazott felvételek alapvető radiometriai és geometriai korrekcióját a forgalmazó cég elvégezte. A képeket először a hazánkban alkalmazott EOVS vetületi rendszerbe transzformáltuk. A LANDSAT felvételeket UTM vetületi rendszerben kaptuk, amelyet vetítéssel EOVS vetületi rendszerbe transzformáltuk. A vizuális ellenőrzés és a referenciapontokkal való összehasonlítás során jelentős geometriai eltérést tapasztaltunk, ezért további geometriai korrekciót végeztünk.

A korrekcióra másodrendű polinominális transzformációt alkalmaztunk, mivel a mintaterület sík és viszonylag kis méretű. A transzformációhoz EOVS vetületi rendszerű 1:10.000 léptékű topográfiai térképet alkalmaztunk. A LANDSAT felvétel esetében először kivágatot készítettünk, hogy azonos területtel dolgozzunk, mint a DAIS 7915 (3990 m×8735 m).

A transzformáció során mindkét felvétel esetében pixel közeli RMS (Root Mean Square) értéket kaptunk. A DAIS esetében RMS = 1,5 m, míg a LANDSAT esetében RMS = 13,5 m.

A hiperspektrális felvétel vizsgálata során a csatornákat szisztematikusan megvizsgáltuk és a 41-72. csatorna esetében periodikus sávokat észleltünk. A zaj értéke magas volt, hogy a további vizsgálatba felhasználjuk, ezért a továbbiakban az 1-40. és a 73-79. csatornákkal dolgoztunk. A hiperspektrális vizsgálat esetében az adat csökkentéséhez PCA analízist használtunk, ahol az első 3 főkomponens mutatta a legnagyobb varianciát (2. ábra). Az első főkomponens esetében figyelhető meg a legnagyobb különbség a szürkességi értékekben a talaj és a növényzet között. A legvilágosabb területek (legnagyobb szürkességi értékű) a nagy biomaszatomegű táblákon figyelhetők meg, míg a csupasz talajfelszín mutatta a legalacsonyabb pixelértékeket. A 8. főkomponenstől már a felvételezés okozta periodikus csíkoltság jelei figyelhetők meg.

2. ábra: A főkomponens analízis (PCA) grafikus értékelése

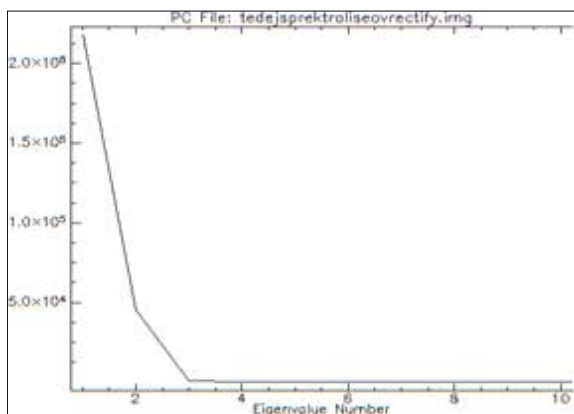


Figure 2: The plot of Principal Component Analysis (PCA)

3. ábra: A vizsgált mintaterületek spektrális görbéi LANDSAT ETM+(a.) és DAIS 7915(b.)

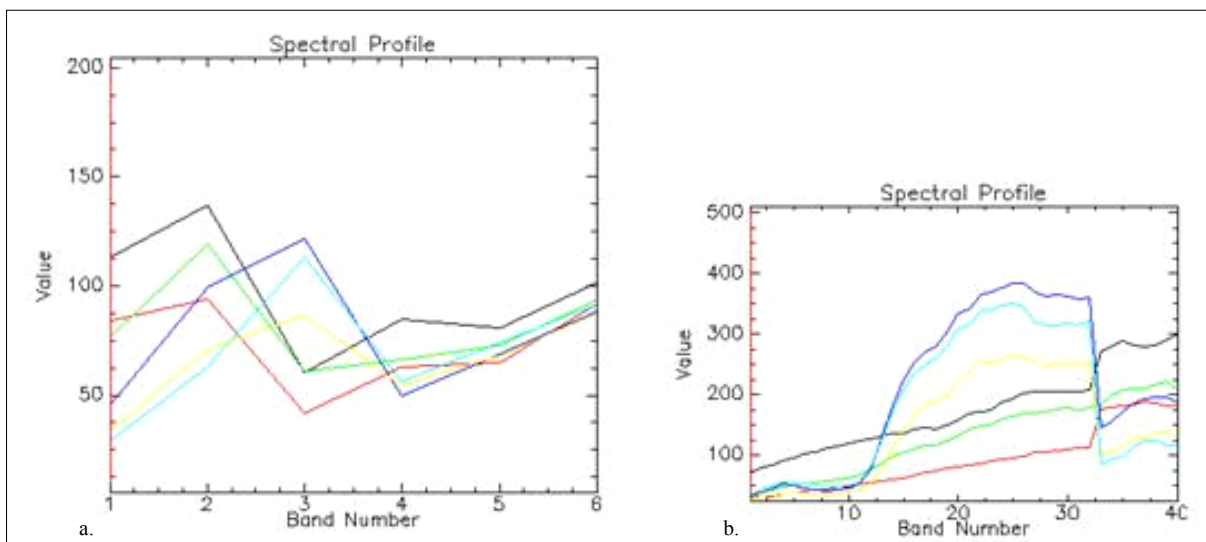


Figure 3: Plots of spectral profile (a. LANDSAT ETM+; b. DAIS-7915)

A felvételek osztályozására ellenőrzött és ellenőrizetlen osztálybesorolást alkalmaztunk ENVI4.0 szoftverkörnyezetben. Az ellenőrizetlen osztálybesorolásra a „K-means”-módszert alkalmaztuk (Tou et al., 1974). Első lépésben a teljes területet bevontuk a vizsgálatba, azonban az osztályozott képen a kis területi kiterjedésű, de változatos anyagi jellemzőjű egyéb objektumok (épületek, természetes vegetációs foltok, erdősáv, stb.) nagyobb spektrális változatosságot mutattak, így az osztályozott kép a mezőgazdaságilag hasznosított parcellákra értékelhetetlen volt. A zavaró spektrális tulajdonságok csökkentését a terület maszkolásával oldottuk meg. A maszkkal kitartható kép osztályozásával már értékelhető csoportokat kaptunk, azonban a módszer megbízhatósága még mindig alacsony szintű volt.

A vegetáció és a talaj állapotára vonatkozó információk a 400-2500 nm hullámhosszúság tartományban vizsgálhatók leginkább, amely a légköri ablak miatt a távérzékelte felvételek esetében is jól alkalmazható (Zilinyi, 1995; Turner et al., 1999). A DAIS 7915 hiperspektrális felvétel és a LANDSAT ETM+ esetében is a közeli infra és a látható tartományban tapasztaltuk a legnagyobb variációt (3. ábra).

A mintaterület spektrális tulajdonságait SPSS programmal vizsgáltuk a hiperspektrális felvétel esetében, ahol azt kerestük, hogy mely sávok mutatják a legnagyobb variációt. A legnagyobb variációt a 623-657 nm és 814-904 nm-es sávoknál tapasztaltuk. Abban az esetben, ha csak a növényvel borított területeket vizsgáltuk, a 762-886 nm-es sávban tapasztaltunk magas variancia értéket (CV=0,30-0,33).

Az osztályozás pontosításához 10× ismétlést használtunk, amivel már nagyobb pontosságot kaptunk (további növelés nem okozott számottevő változást). A DAIS hiperspektrális felvétel esetében az ismétlés növelése nem okozott pontosság növekedést, és a nagy csatornaszám miatt hosszú időt vett igénybe a számítás. A DAIS 7915 esetében a korábban elkészített PCA-val számított felvétel legnagyobb variációs értékét tartalmazó csatornáival (az első 3 főkomponens) is elvégeztük az osztályozást. A számítási idő jelentősen csökkent, és a pontosság is számottevően nőtt. A LANDSAT (4. ábra) és a DAIS 7915 (5. ábra) felvételeknél az ellenőrzött osztályba sorolásra a maximum likelihood módszert alkalmaztuk, azonos tanítóterületeket használatával.

4. ábra: Maximum likelihood módszerrel osztályozott LANDSAT ETM+ felvétel

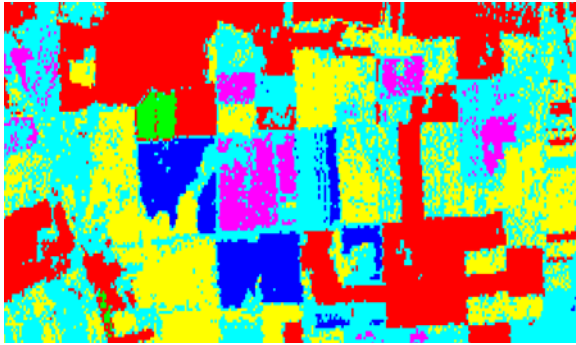


Figure 4: Classified DAIS-7915 images by maximum likelihood classification

5. ábra: Maximum likelihood módszerrel osztályozott DAIS-7915 felvétel

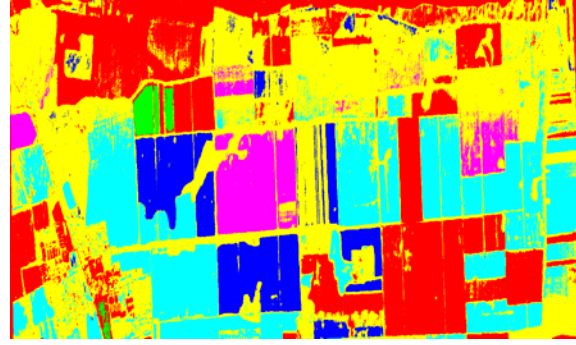


Figure 5: Classified DAIS-7915 images by maximum likelihood classification

Az eredmények értékeléséhez hibamatrixot készítettünk. A hibamatrixot (confusion matrix) elsősorban az osztályozott területek ellenőrzésére alkalmazzák (Foody, 2002), abban az esetben, ha ismert referenciaterülettel rendelkezünk. A hibamatrix segítségével különböző osztályozási módszerek megbízhatóságát hasonlíthatjuk össze és optimalizálhatjuk az alkalmazott módszert.

A hibamatrix a leggyakrabban alkalmazott pontosság-értékelési eljárás, aminek előnye, hogy az egyes osztályok közötti kapcsolatokra is rámutat (Lark, 1995). A maximum likelihood módszerrel osztályozott felvételek hibamatrixait a 2. és 3. táblázat tartalmazza.

2. táblázat

A maximum likelihood módszerrel osztályozott LANDSAT felvétel hibamatrixa

Image: LANDSAT ETM+
Overall Accuracy = 78,22%
Kappa Coefficient = 0,72

Osztályok(1)	tarló (%) (2)	szántás (%) (3)	lucerna (%) (4)	gyep (%) (5)	kukorica (%) (6)	cukorrépa (%) (7)
Tarló(2)	94,62	12,77	3,09	0,38	0,46	0,23
Szántás(3)	1,41	81,83	0	0	0	0
Lucerna(4)	0,01	0,14	73,11	0,36	1,55	0,06
Gyep(5)	0,12	0,8	0,32	70,67	12,27	0,23
Kukorica(6)	3,85	4,45	23,47	28,57	85,72	25,99
Cukorrépa(7)	0	0	0,01	0,02	0	73,48
Összesen(8)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Osztályok(1)	Production Accuracy (%)	User Accuracy (%)
Tarló(2)	94,62	95
Szántás(3)	81,83	85,52
Lucerna(4)	73,11	98,85
Gyep(5)	70,67	97,5
Kukorica(6)	85,72	14,55
cukorrépa(7)	73,48	99,88

Overall Accuracy = 78,22%; Kappa Coefficient = 0,72%

Table 2: Confusion matrix of the maximum likelihood classification (LANDSAT)
Classes (1), stubble(2), bare field(3), alfalfa(4), meadow(5), maize(6), sugar beet(7), total(8)

A maximum likelihood módszerrel osztályozott hiperspektrális felvétel (DAIS7915) hibamátrixa

Osztályok(1)	tarló (%) (2)	szántás (%) (3)	lucerna (%) (4)	gyep (%) (5)	kukorica (%) (6)	cukorrépa (%) (7)
Tarló(2)	93,14	10,29	0,03	0,03	0,01	0
Szántás(3)	0	81,22	0	0	0	0
Lucerna(4)	0,02	0	78,51	0,86	0,04	0,03
Gyep(5)	6,84	8,49	21,45	91,43	15,11	15,29
Kukorica(6)	0	0,01	0,02	7,44	84,84	0
Cukorrépa(7)	0	0	0	0,24	0,01	84,68
Összesen(8)	100	100	100	100	100	100

Osztályok(1)	Production Accuracy (%)	User Accuracy (%)
Tarló(2)	93,14	98,84
Szántás(3)	81,22	100
Lucerna(4)	78,51	99,7
Gyep(5)	91,43	20,28
Kukorica(6)	84,84	99,01
Cukorrépa(7)	84,68	99,89

Overall Accuracy = 85,52%; Kappa Coefficient = 0,814

Table 3: Confusion matrix of the maximum likelihood classification (DAIS 7915)
Classes(1), stubble(2), bare field(3), alfalfa(4), meadow(5), maize(6), sugar beet(7), total(8)

A maximum likelihood osztályozás eredményei alapján megállapítható, hogy mindkét felvétel jól alkalmazható a mezőgazdasági táblák osztályozására. A LANDSAT felvétel átlagos pontossága alacsonyabb volt, mint a hiperspektrális esetében. A LANDSAT osztályozása során a lucerna, gyep és

cukorrépa esetén alacsonyabb, kb. 70%-pontosságot értünk el, a többi osztály pontossága a DAIS 7915-hez hasonló értékeket mutatott (4. táblázat). Elsősorban a kisebb geometriai felbontás miatt a LANDSAT a 3 ha alatti parcellák esetében nem adott megbízható eredményt.

Az osztályozott felvételek hibamátrixa

Osztályozási módszerek(1)	Felvétel típusa(2)	Pontosság(3)	Tarló(4)	Szántás(5)	Lucerna(6)	Gyep(7)	Kukorica(8)	Cukorrépa(9)	Teljes pontosság (10)	Kappa érték(11)
K-Means * +mask	LANDSAT	Production	89,04	73,44	50,65	0,69	92,52	0,15	66,97	0,56
		User	96,85	10,46	83,49	15,72	71,95	0,89		
K-Means * +mask	DAIS	Production	86,00	9,96	38,64	19,00	71,69	20,71	57,87	0,43
		User	89,63	7,57	99,56	27,66	55,35	14,21		
K-Means ** +mask	LANDSAT	Production	96,29	35,79	59,84	72,43	98,84	92,26	74,97	0,68
		User	45,73	16,89	93,55	98,24	53,01	96,68		
K-Means ** +mask	DAIS	Production	69,98	21,10	67,30	27,74	64,33	3,22	56,64	0,43
		User	91,48	9,77	95,38	21,30	59,70	2,15		
K-Means * +mask	DAIS***	Production	98,01	96,37	67,27	37,85	68,18	89,69	77,27	0,71
		User	97,67	41,01	94,27	10,76	88,34	80,34		
Maximum likelihood	LANDSAT	Production	94,62	81,83	73,11	70,67	85,72	73,48	78,22	0,72
		User	95	85,55	98,85	97,5	14,55	99,88		
Maximum likelihood	DAIS	Production	93,14	81,22	78,51	91,43	84,84	84,68	85,52	0,81
		User	98,84	100	99,7	20,28	99,01	99,89		

*ismétlés(12)= 1, **ismétlés(12)= 10, ***Főkomponens analízis(13)

Table 4: Confusion matrix of analysed images
Classification methods(1), RS data(2), accuracy(3), stubble(4), bare field(5), alfalfa(6), meadow(7), maize(8), sugar beet(9), overall accuracy(10), kappa coefficient(11), repeat(12), Principal Component Analysis(13)

KÖVETKEZTETÉSEK

A LANDSAT ETM+ és DAIS-7915 felvételek elemzésére ellenőrzött és az ellenőrizetlen osztálybasorolást alkalmaztunk. Az ellenőrizetlen osztálybasorolás során K-Means osztályozást alkalmaztunk. A pontosságot a vizsgálatba bevont területek maszkolásával és az ismétlés emelésével növeltük. Ha a közbülső területeket nem maszkoltuk, a K-Means osztályozás által létrehozott kép értékelhetetlen volt. A LANDSAT felvétel esetében viszonylag megbízható eredményt kaptunk az ellenőrizetlen osztálybasorolás alkalmával (overall accuracy=74,97%).

A hiper-spektrális felvétel esetében a főkomponens analízissel számított (PCA) saját értékkel nem csak

az adatfeldolgozás sebességét növeltük, hanem az osztályozás pontosságát 56,6%-ról 77,27%-ra növeltük. Az ellenőrzött osztálybasorolást a kijelölt mintaterületek adatai alapján maximum-likelihood elemzéssel végeztük el.

A két felvételt összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy a nagyobb geometriai felbontású és csatornaszámú hiperspektrális felvételek alkalmazásával pontosabb eredményt kapunk a földhasználat meghatározásban. A két felvétel maximum-likelihood osztályozása során az átlagos pontosság a LANDSAT esetében 78,22% volt, míg a DAIS 7915 esetében 85,52%. A felvételek geometriai felbontásának a különbsége elsősorban a kis táblaméretű osztályozása esetében mutatott jelentős különbséget.

IRODALOM

- Blackburn, G.A.-Steel, C.M. (1999): Towards the remote sensing of matorral vegetation physiology: Relationships between spectral reflectance, pigment, and biophysical characteristics of semiarid bushland canopies. *Remote Sensing of Environment*, 70. 278-292.
- Carpenter, G.A.-Gopal, S.-Macomber, S.-Woodcock, C.E.-Franklin, J. (1999): A neural network method for efficient vegetation mapping. *Remote Sensing of Environment*, 70. 326-338.
- Condit, L. (1970): The spectral reflectance of American soils. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 36. 955-966.
- Csornai G.-Dalia O. (1991): Távérzékelés. Főiskolai jegyzet. Erdészeti és Faipari Egyetem Földmérési és Földrendezői Főiskolai Kar, Székesfehérvár.
- Foody, G.M. (2002): Status of land cover classification accuracy assesmen. *Remote Sensing of Environment*, 80. 185-201.
- Janseen, L.L.F.-Jaarsma, M.N.-van der Linden, E.T.M. (1990): Integrating Topographic data with Remote Sensing for Land-Cover Classification. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 56. 11. 1503-1506.
- Lark, R.M. (1995): Components of accuracy of maps with special reference to discriminant analysis on remote sensing data. *International Journal of Remote Sensing*, 16. 1461-1480.
- Mucsi L. (2004): Műholdas távérzékelés. Libellus Kiadó, Szeged.
- Running, S.W.-Loveland, T.R.-Pierce, L.L.-Nemani, R.R.-Hunt Jr., E.R. (1995): A remote sensing classification logic for global land cover analysis. *Remote Sensing of Environment*, 51. 39-48.
- Sabins, F.F. (1996): *Remote Sensing. Principles and Interpretation.* W. H. Freeman and Co. Los Angeles.
- Tou, J.T.-Gonzalez, R.C. (1974): *Pattern Recognition Principles,* Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts.
- Turner, D.P.-Cohen, W.B.-Kennedy, R.E.-Fassnacht, K.S.-Briggs, J.M. (1999): Relationships between Leaf Area Index and Landsat TM Spectral Vegetation Indices across three temperate zone sites: *Remote Sensing of Environment*, 70. 52-68.
- Zilinyi V. (1995): Természetes felszínek spektrális reflexiós tulajdonságai, és hasznosításuk az optikai távérzékelés interpretációjában. Egyetemi Doktori Értekezés, DATE, MTK, Debrecen, 24-43.