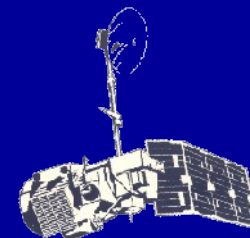


Válogatott kérdések a képelemzésből

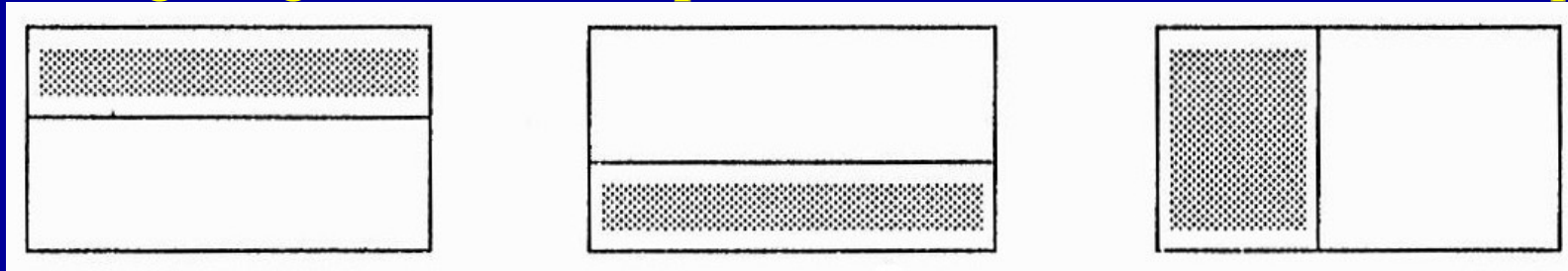


Csornai Gábor – László István
Földmérési és Távérzékelési Intézet
Távérzékelési Igazgatóság

Az előadás 2011-es átdolgozott változata
a TÁMOP 4.2.1./B-09/1/KMR-2010-0003
pályázat támogatásával készült.

1. A tematikus térképek pontosságvizsgálata

- Pontosságvizsgálat: csak a **képelemenkénti összehasonlítás** alapján.



Nem szabad a tematikus térképkészítésnél az egyes kategóriák célterületen kapott területének csupán a más forrásból nyert területértékekkel (referencia-adatok területe) összevetni.

Tévesztési mátrix:

- Durva hibát követünk el, ha a pontosságot a sorok és a megfelelő oszlopok összegének összehasonlításával helyettesítjük.
- A mátrix összes elemét kell vizsgálni!
- Külön kell tanulmányozni az első- és másodfajú hibákat!

1. A tematikus térképek pontosságvizsgálata

Példa egy nagyon jó és egy nagyon rossz osztályozási eredményre – pedig a sorok és az oszlopok összege megegyezik a két esetben!

Ref/ Eredm	Kat1	Kat2	Kat3	Össz	Pon- tosság
Kat1	30	0	0	30	100%
Kat2	0	30	0	30	100%
Kat3	0	0	30	30	100%
Össz	30	30	30	90	
Pon- tosság	100 %	100 %	100 %		100%

Ref/ Eredm	Kat1	Kat2	Kat3	Össz	Pon- tosság
Kat1	10	10	10	30	33,3%
Kat2	10	10	10	30	33,3%
Kat3	10	10	10	30	33,3%
Össz	30	30	30	90	
Pon- tosság	33,3 %	33,3 %	33,3 %		33,3%

1. A tematikus térképek pontosságvizsgálata

- A pontosság-vizsgálatot a tematikus térkép és egy ideális, a felszín inhomogenitását vissza nem tükröző referenciatérkép összehasonlításával végezzük el.
 - A pontossági/tévesztési táblázatok nemcsak osztályozási hibát, hanem terepi eltéréseket is tartalmaznak.
 - Mást tekintünk hibának egy növénytérképnél, és mást a növényfejlődés vizsgálatánál, termésbecslésnél
- Inhomogenitás miatti átosztályozás:
- előbbinél hiba (pl. tévesen meghatározott növényfaj),
utóbbinál plusz információ (pl. gyengébb termés).

1. A tematikus térképek pontosságvizsgálata

a t e s t e s t e s t e s t	az osztályozás eredménye									pix.	hiba	talá- lat%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
1	1329	0	0	0	0	0	0	0	0	1329	0	100
2	0	676	0	0	0	0	0	0	0	647	0	100
3	0	0	944	0	0	0	0	0	0	944	0	100
4	0	0	0	283	0	0	0	0	0	283	0	100
5	2	0	0	0	771	0	0	84	2	859	88	98.1
6	16	2	0	0	0	1178	0	46	4	1246	68	94.5
7	0	0	10	1	0	0	1523	1	15	1550	27	98.2
8	0	0	0	17	124	54	0	557	14	766	209	72.7

A tévesztési mátrix, ha a terepi inhomogenitásokat nem tekintjük osztályozási hibáknak

Jelkulcs: 1-búzatarló (talaj),
4-kukorica,
7-cukorrépa,

2-búza,
5-kukorica,
8-település,

3-kukorica,
6-kukorica,
9-nem felismert

1. A tematikus térképek pontosságvizsgálata

a t é n s y z l t e á g l e y s	az osztályozás eredménye									pix.	hiba	talá- lat%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
1	706	28	0	0	0	0	0	10	6	750	44	94
2	10	389	0	0	0	0	0	4	22	425	36	92
3	0	0	184	4	0	3	0	0	3	194	10	95
4	0	0	0	371	46	2	0	0	0	419	48	88
5	0	0	0	29	370	21	0	60	0	480	110	77
6	9	0	0	0	4	802	0	46	0	861	59	93
7	0	0	27	0	0	0	907	0	55	989	82	92
8	11	0	1	45	117	45	0	280	7	506	226	55

Az eredeti tévesztési mátrix, ahol a terepi inhomogenitásokat osztályozási hibáknak tekintjük

Jelkulcs: 1-búzatarló (talaj),
4-kukorica,
7-cukorrépa,

2-búza,
5-kukorica,
8-település,

3-kukorica,
6-kukorica,
9-nem felismert

1. A tematikus térképek pontosságvizsgálata

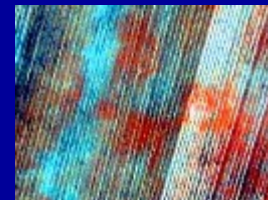
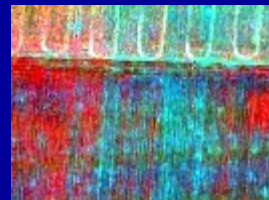
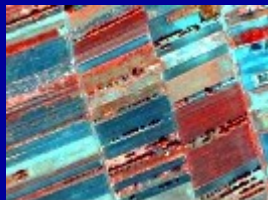
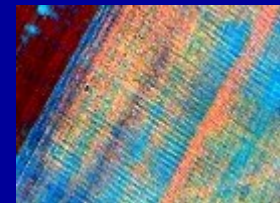
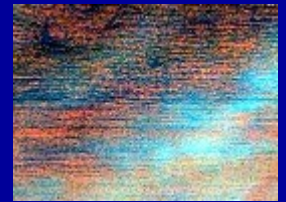
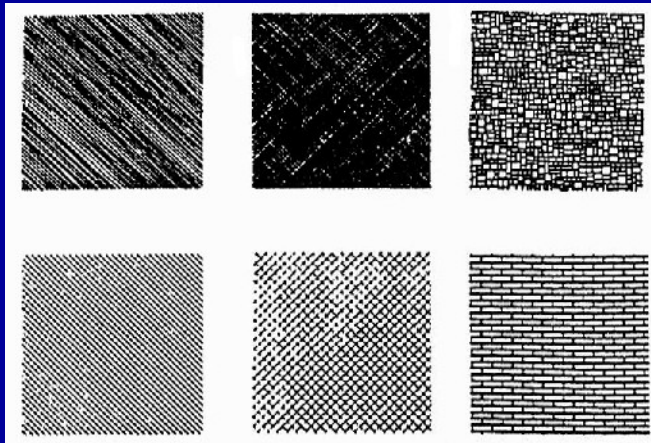
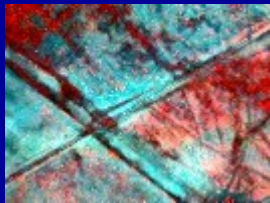
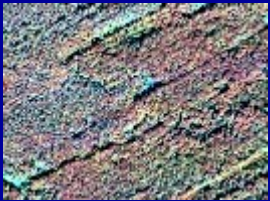
- A földhasználati tematikus térképekről többféle módon is el lehet távolítani a kategóriák tartományában lévő pontonkénti inhomogenitásokat:
 - vizuális áttekintéssel a legtöbb esetben kiszűrhetők az elszórt inhomogenitások
 - számítógéppel segített utófeldolgozási, tematikus szűrési módszerek

eredeti osztályozás			osztály	pixelszám	módosított osztályozás		
A	A	A	A	6	A	A	A
A	C	B	B	1	A	A	B
C	A	A	C	2	C	A	A

A 2. esetben a pontonkénti tematikus osztályozás után végrehajtható egy környezetfüggő tematikus újraosztályozás az elszórt hibák csökkentésére.

2. A texturális mértékek használata a tematikus térképkészítésben

- Egy elemi földfelszíndarab jellemzésére figyelembe vehetjük a környező képpontok sugárzási viszonyait.
- A pixel szabályos intenzitásváltozása a **textúra**, melynek mértékei a pixel környezetének eltérő, vagy azonos intenzitású pixeleinek arányából indulnak ki.



3. A képek szegmensenkénti osztályozása

Sok alkalmazásnál a földfelszín nagyobb homogén foltok együtteseként írható le (mezőgazdasági, erdészeti alkalmazások).

Ha meghatározzuk a felvétel homogén szegmenseit, akkor ezeket a képrészleteket együtt is osztályozhatjuk. A *szegmens* spektrálisan hasonló, szomszédos képpontok egybefüggő halmaza.

Lényeg: az osztályozásban a spektrális információ mellett a térbeli kapcsolódás, szomszédság figyelembe vétele

3. A képek szegmensenkénti osztályozása

A pontonkénti osztályozás gyakori tévedése: a pontokat nem a szomszédjaikkal együtt, hanem önmagukban vizsgálva sorolja be a legvalószínűbb osztályba.

Szegmensalapú osztályozás: a környezeti információ kinyerése. Végrehajtunk egy szegmentálást, majd a további lépéseket szegmensekre alkalmazzuk az önálló képpontok helyett.

Előny: a természetből adódó homogenitások megőrzése.

Hátrány a felszínborítások határpontjainak besorolásánál
→ javítás: *pontonkénti felülvizsgálat*

3. A képek szegmensenkénti osztályozása

A képszegmentálás néhány módszere

Összevonás-alapú (lentről fel) módszerek:

- 4.1. Szekvenciális csatolás módszere
- 4.2. Legjobb összevonás alapú szegmentálás (best merge)
- 4.3. Összevonásos gráfalapú szegmentálás

Vágás-alapú (fentről le) módszerek:

- 4.4. Minimális átlagsúly-alapú vágás
- 4.5. Minimális arány-alapú vágás
- 4.6. Normált minimális vágás

A szegmentálás eredményeként egy tematikus térképet, ún. *szegmenstérképet* kapunk.

A képpontok értéke: a képpontot tartalmazó szegmens sorszáma.

3. A képek szegmensenkénti osztályozása

3.1. A szekvenciális csatolás módszere

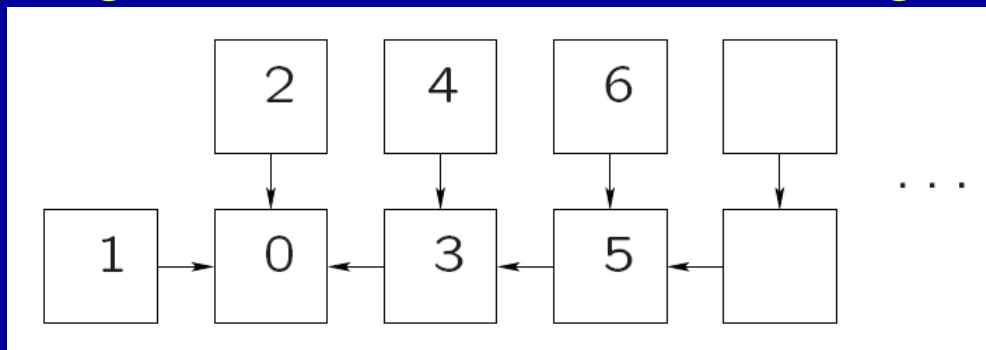
Az eljárás szekvenciálisan (sorfolytonosan) halad:

Az aktuális 2×2 -es *cella homogenitásvizsgálata* (szórás alapján)

A homogénnek bizonyult cella csatolása valamely korábbi szegmenshez, ha ez lehetséges

- akár közvetlenül, akár áthidaló cellák segítségével
→ majdnem tetszőleges állású szegmenshatár kialakítása

Illetve új szegmens kezdete, ha nem lehetséges a csatolás



A cellák bejárásának és csatolásának módja miatt az eljárás *sorrendfüggő*.

3. A képek szegmensenkénti osztályozása

3.1. A szekvenciális csatolás módszere

Szegmens-összevonás: ANOVA-kritériumok segítségével.

Legyen x egy m elemű, y egy n elemű minta, z a kettő összevonásával kapott eloszlás.

$$A_x = \sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2 \quad A_y = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad A = A_x + A_y$$

$$B_x = \sum_{i=1}^m (x_i - \bar{z})^2 \quad B_y = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{z})^2 \quad B = B_x + B_y$$

Két szegmens akkor vonható össze, ha az alábbi egyenlőtlenségek minden sávra teljesülnek (adott C_1 és C_2 értékre):

$$(A/B)^{(m+n)/2} \geq C_1 \quad \left(\frac{(A_x/m)^{m-1} (A_y/n)^{n-1}}{(A/(m+n))^{m+n-2}} \right)^{1/2} \geq C_2$$

3. A képek szegmensenkénti osztályozása

3.2. Legjobb összevonás alapú szegmentálás

Kiindulás: minden képpont önálló szegmens

Iteratív lépés: a két legközelebbi, szomszédos szegmens összevonása

Leállási feltétel: megfelelő szegmensszám elérése
vagy erősen eltérő szomszédos szegmensek

Hasonlósági kritérium: pl. divergencia, Bhattacharya-, Jeffries-Matusita-
vagy átlagos négyzetes távolság

Gráf-reprezentáció: a pixelek rácsgráfjából kiinduló csúcsösszevonó
eljárás, ahol a csúcsok szegmenseket ábrázolnak

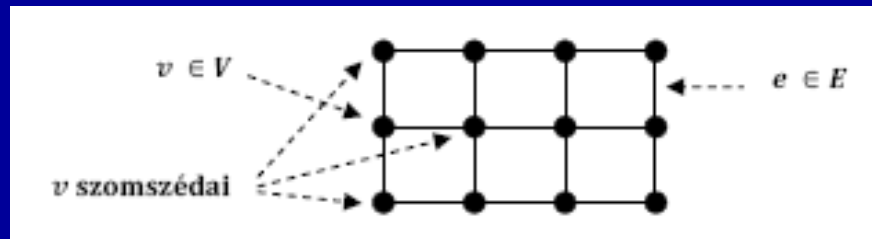
Hatékony implementáció fejlett adatstruktúrákkal

A szekvenciális csatolással szemben *nem sorrendfüggő*.

3. A képek szegmensenkénti osztályozása

3.3-3.6. Gráfalapú szegmentálások

- A képszegmentálás tekinthető gráfelméleti problémának is, mivel a kép könnyen reprezentálható egy rácsgráf segítségével
 - A csúcsok a képpontok, vagy azok intenzitásértékei lesznek



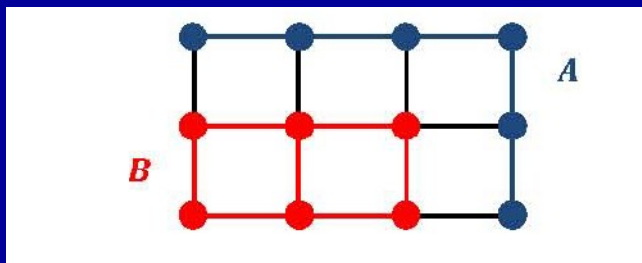
3. A képek szegmensenkénti osztályozása

3.3-3.6. Gráfalapú szegmentálások

- Az élek költsége a szomszédos képpontok viszonyát (hasonlóságát vagy különbségét) fejezi ki. Pl. az intenzitások lineáris (euklideszi) távolsága, vagy a Gauss-féle súlyfüggvény:

$$\omega(u, v) = e^{-\frac{(I(u) - I(v))^2}{\sigma^2}}$$

- A szegmensek ekkor összefüggő részgráfok lesznek



3. A képek szegmensenkénti osztályozása

3.3. Összevonásos gráfalapú szegmentálás

Gráf-reprezentáció: minden csúcs egy szegmens; kiindulás a pixelek rácsgráfjából. Az élek súlya: az összekötött pixelek távolsága

Algoritmus: a szomszédos szegmensek iteratív összevonása úgy, hogy a heterogenitás csak kis mértékben nőjön

A szegmens heterogenitása: a megfelelő részgráf minimális feszítőfájában a maximális él súlya

Összevonási kritérium:

$$\min\{het(S_i) + k / |S_i|, het(S_j) + k / |S_j|\} > het(S_i \cup S_j)$$

Megvalósítás: az éleket növekvő sorrendben vizsgáljuk → effektív összevonás nem szükséges

3. A képek szegmensenkénti osztályozása

3.4. Minimális átlagsúly-alapú vágás

- Egy vágás költsége ($G=(V,E)$, a vágás A és B részgráfokat képez)

$$Cut(A,B) = \sum_{u \in A, v \in B, (u,v) \in E} w(u,v)$$

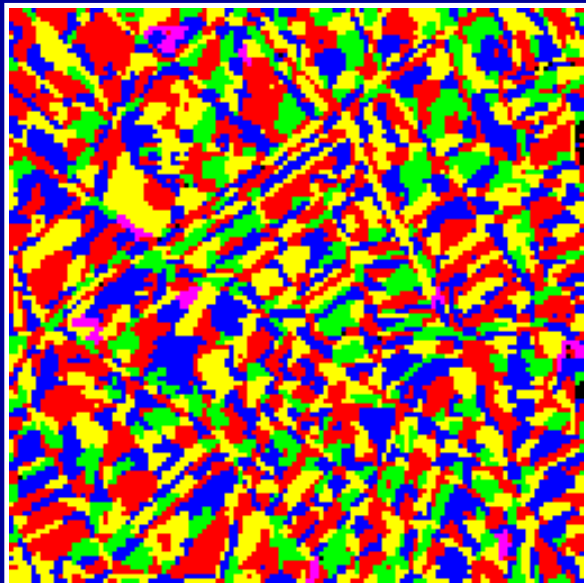
- A minimális átlagsúly megállapításához a vágás költségét elosztjuk a benne szereplő élek számával:

$$Mcut(A,B) = \frac{Cut(A,B)}{\sum_{u \in A, v \in B, (u,v) \in E} 1}$$

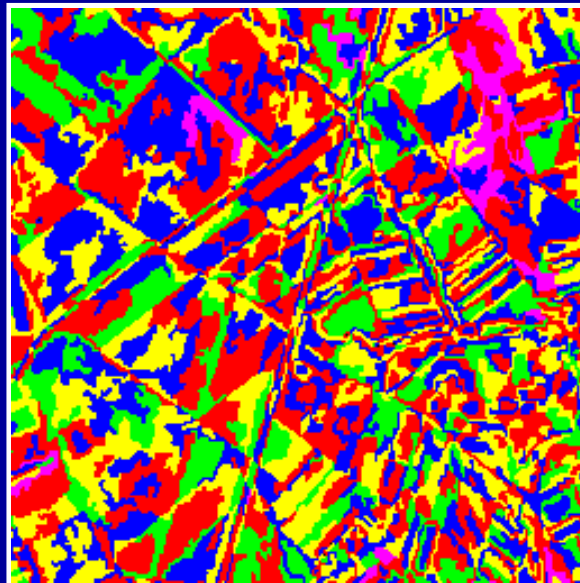
- Ez alapján minimális vágások keresése az irányítatlan gráfban NP-nehéz probléma, de van mód rá, hogy polinomiális idejű algoritmust alkalmazzuk rá megfelelő transzformációk után.

3. A képek szegmensenkénti osztályozása

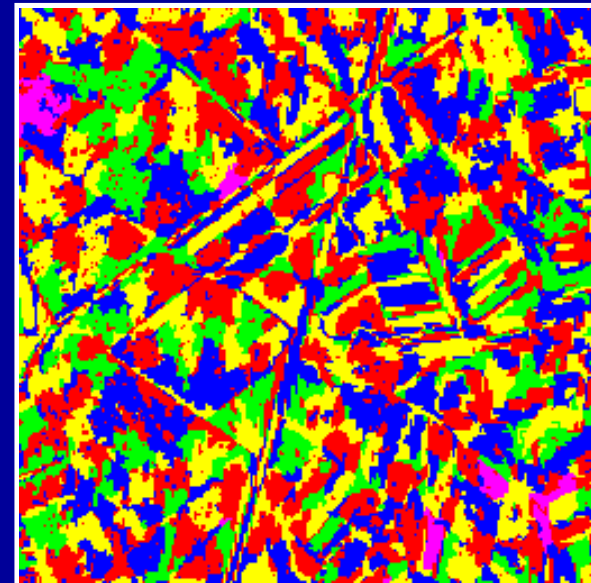
Háromféle *szegmentálás* eredményeként kapott szegmenstérképek



Szekvenciális
csatolás

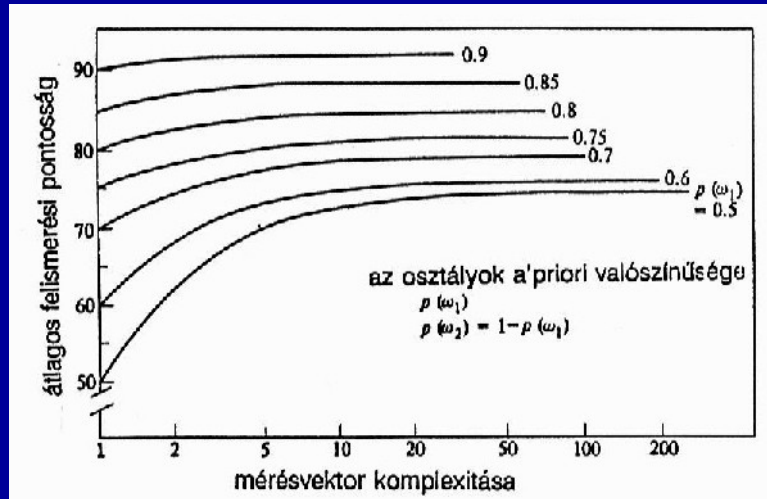


Legjobb
összevonás



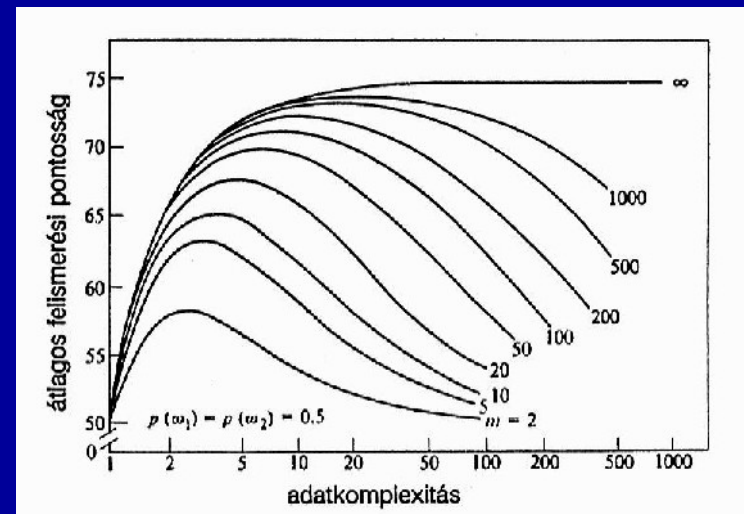
Összevonásos
gráfalapú

4. Összefüggés az adatok dimenziószáma és a tematikus osztályozás pontossága között



Összefüggés az átlagos osztályozási pontosság és a mérési adatvektor komplexitása között végtelen tananyag esetén

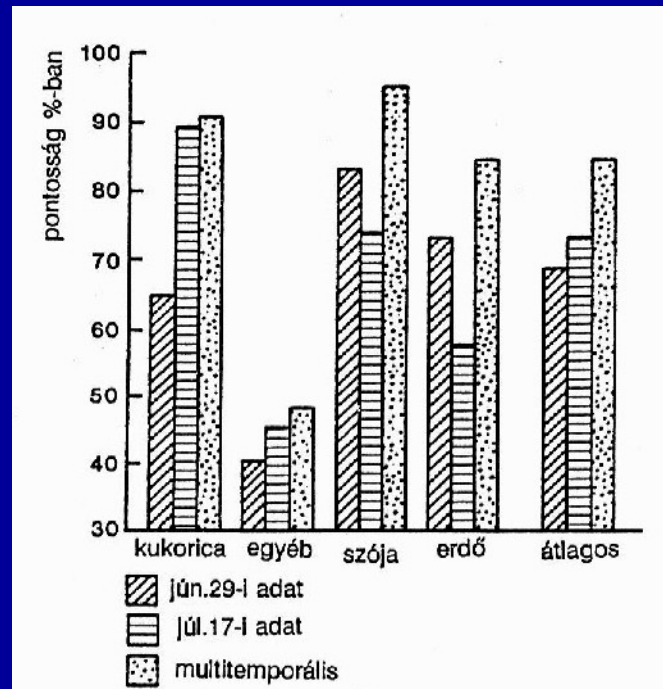
A gyakorlatban, véges tananyag mellett az osztályozási pontosságnak optimuma van bizonyos adatkomplexitás mellett



5. Több időpontban készített felvételek feldolgozása

- Az időpontokat külön-külön kiértékeljük, majd az eredményeket a feladathoz illő logikai megfeleltetés szerint összevonjuk
- Az egyes időpontok adatait egyesítjük (szükség szerint csökkenthetjük a dimenziószámot), majd az így kapott adatrendszeret kiértékeljük
- A több időpont spektrális értékeihez modell segítségével egy görbét illesztünk; a görbék paraméterei lesznek az osztályozás bemenő adatai

5. Több időpontban készített felvételek feldolgozása



A többidőpontú felvételek alapján általában nagyobb tematikus pontosság érhető el, mint egy felvétel alapján

5. Több időpontban készített felvételek feldolgozása

Radiometriai korrekció és intenzitás-műveletek (emlékeztető)

- a zavaró légköri hatások és a felvevő műszer torzításainak csökkentése
- a felvétel fizikai jellemzőinek a legjobbra állítása

- 1, *Radiometriai korrekció:* a felvételi sávokban észlelt energia-intenzitás, közeli felszínek elkülönülése a felvételen, detektorok összkalibráltsága
- 2, *Intenzitás-műveletek:* a szisztematikus és a véletlenszerű zajok csökkentése az értelmezés pontossága érdekében

5. Több időpontban készített felvételek feldolgozása

Radiometriai korrekció

(emlékeztető)

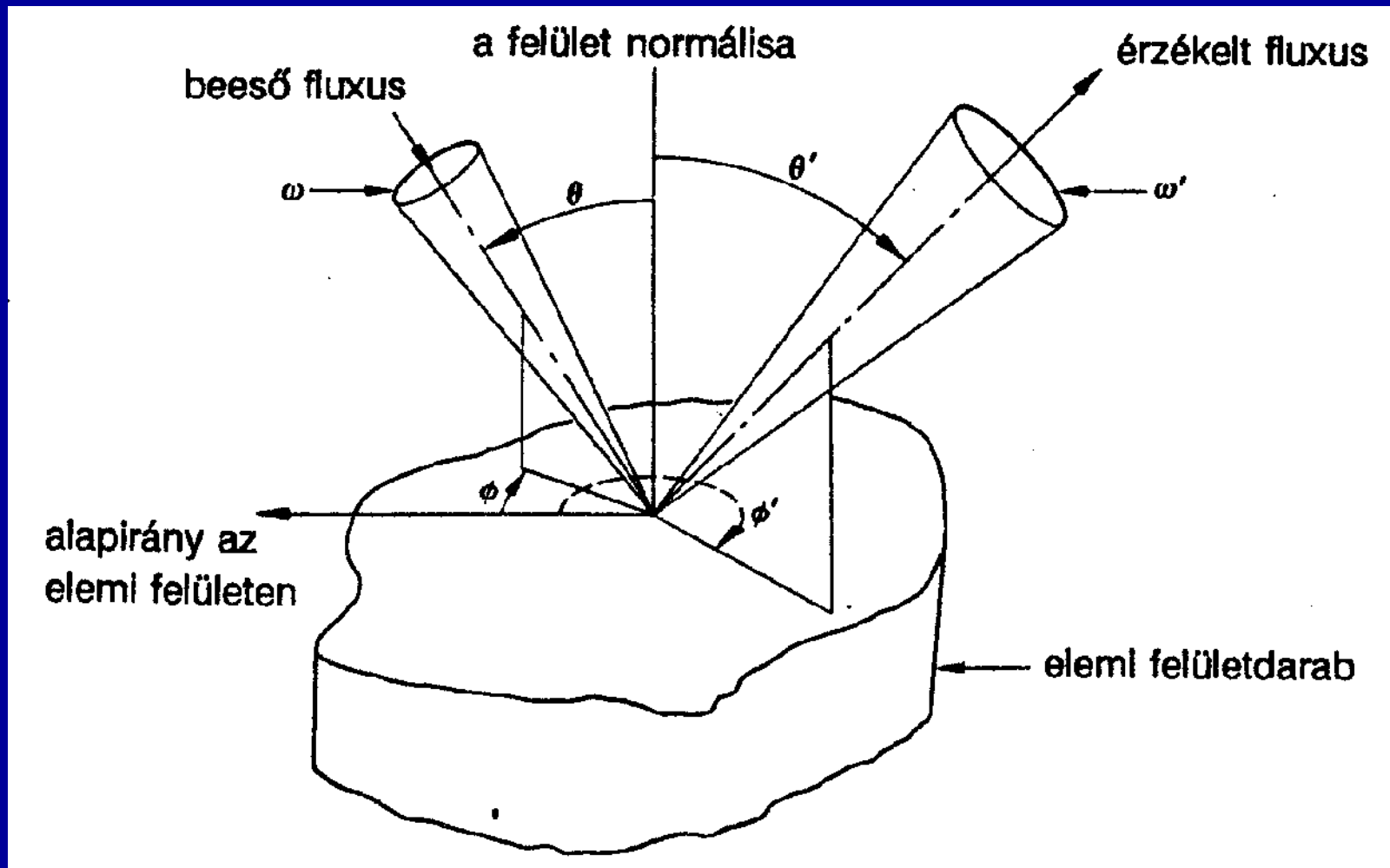
Hogyan alakul ki a képpontokhoz tartozó digitális érték?

- Beeső napsugárzás (irradiancia)
- A légkör elnyelése és szórása (↓)
- A földfelszín visszaverésének mértéke (felszíni reflektancia)
- A napállás és a szenzorállás viszonya (zenitszög, azimutszög)
- A légkör elnyelése és szórása (↑)
- A szenzorra beeső sugárzás (radiancia)
- Analóg/digitális konverzió

(szenzorkalibrációs paraméterek: gain, offset)

5. Több időpontban készített felvételek feldolgozása

Radiometriai korrekció



A földfelszíni visszaverés

5. Több időpontban készített felvételek feldolgozása

Current research activity: the integration of dimensions

Dimensions of RS images:

- Spectral and quantization
- Spatial (the size of a grid cell)
- Temporal (recurrence time)

Goal:

- To investigate the integration of the dimensions
- To exploit frequent availability (high temporal resolution)

5. Több időpontban készített felvételek feldolgozása

Significance

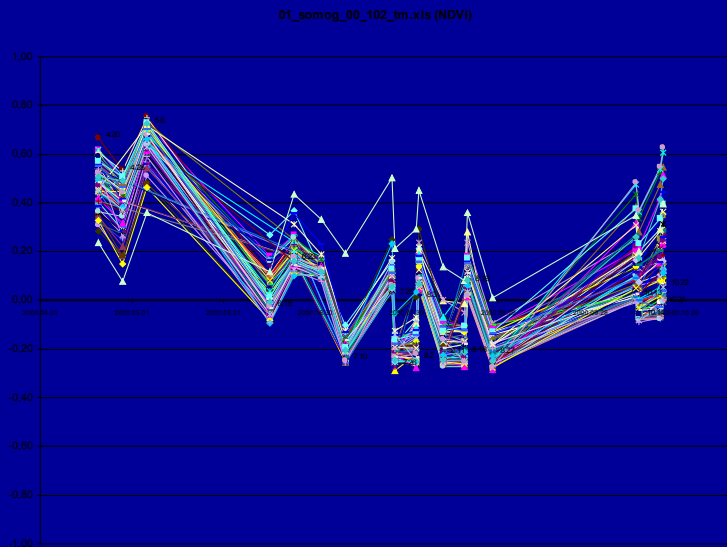
- Compensate large pixel size (low spatial resolution)
- Decrease cost: use of less expensive data sources
(AVHRR receiving station at FÖMI RSC!)
- Provide wider choice of available images
- Serve as a basis for a more robust classification scheme

5. Több időpontban készített felvételek feldolgozása

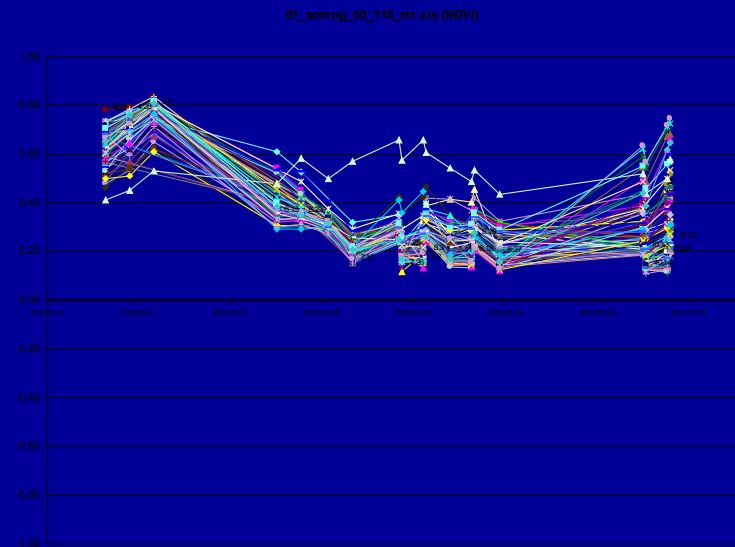
Better utilization of the time dimension: an example

Simultaneous use of Landsat 5 TM and Landsat 7 ETM+
Need for transformation into a uniform system

- Co-calibration
- Atmospheric correction



Raw



Corrected

6. Speciális spektrális transzformációk és ezek időfüggvényei

Az eredeti sávokban mért intenzitásértékek helyett gyakran használnak különböző sávkombinációkat, ún. spektrális indexeket, legtöbbször a vizuális áttekintés segítésére.

Például: hányados-vegetációs index $R_{IR,R} = \frac{I_{IR}}{I_R}$

Azaz az infravörös és vörös hullámhossztartományban érzékelt intenzitások aránya. (Ld. fizikai alapok: a jól fejlett növényzet visszaverése a közeli infravörös tartományban magas, a látható vörös fény sávjában alacsony.)

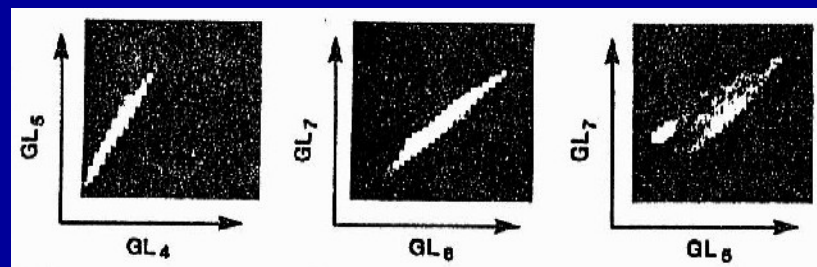
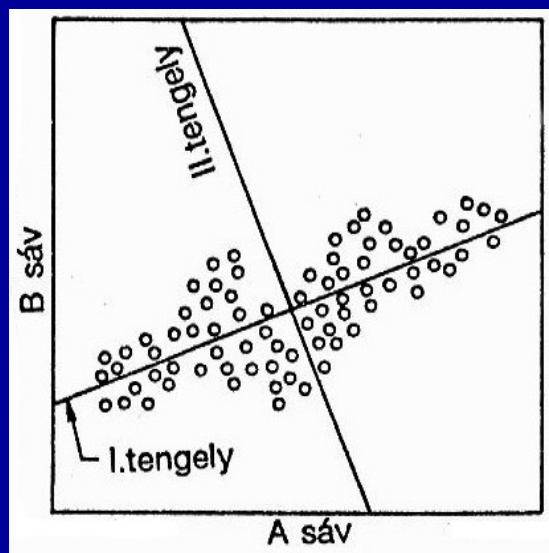
Leggyakrabban: (normalizált) különbségi vegetációs index

$$DVI = I_{IR} - I_R \qquad NDVI = \frac{I_{IR} - I_R}{I_{IR} + I_R}$$

6. Speciális spektrális transzformációk és ezek időfüggvényei

Egy adatcsökkentő eljárás: a főkomponens-transzformáció (Karhunen—Loeve-transzformáció)

Feladata úgy csökkenteni a később osztályozandó elemi adatok dimenzióját, hogy az osztályozás pontossága minél kevésbé csökkenjen. A többsávós felvételek intenzitásvektorai gyakran nem egyenletesen oszlanak el az egyes sávpárokbán:



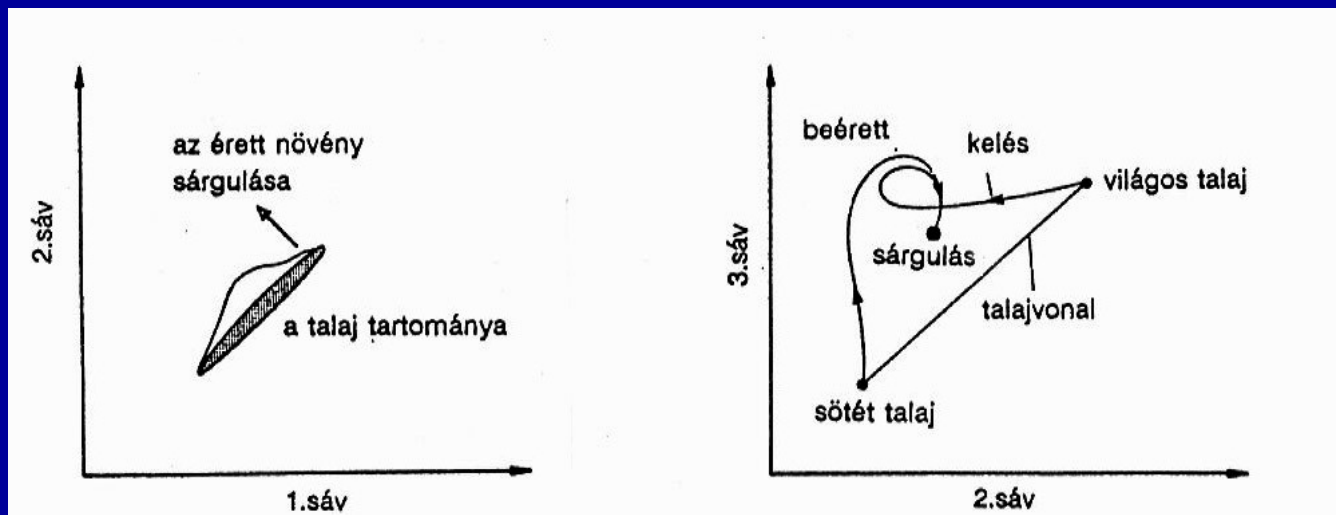
A főkomponens-transzformáció lényege:
a transzformált koordináta-rendszer az
adatokhoz illeszkedő sajátrendszer

6. Speciális spektrális transzformációk és ezek időfüggvényei

Kauth-Thomas (K-T) vagy Tasseled Cap (TC) intenzitás-transzformáció

Növénymegfigyelésnél használják.

Lényege: a talajfelszínhez tartozó képpontok az ábrán látható ellipszisbe esnek az intenzitástérben, míg a zöld növényzet erre nagyjából merőleges irányba.



A K-T transzformációval a talaj világosságát és a zöld növényzet mennyiségét jól leíró értékeket kaphatunk.

6. Speciális spektrális transzformációk és ezek időfüggvényei

A Tasseled Cap (TC) intenzitás-transzformációval kapott vegetációs indexek és együtthatók a Landsat 5 TM szenzor esetén

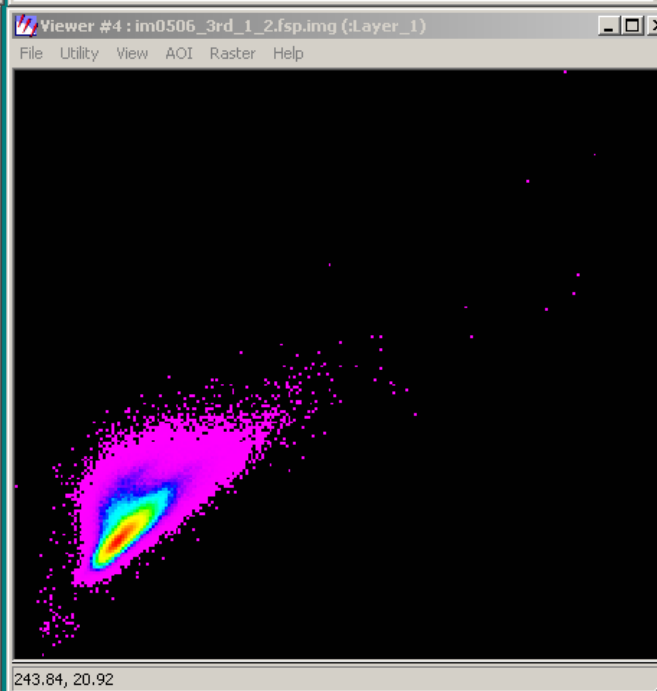
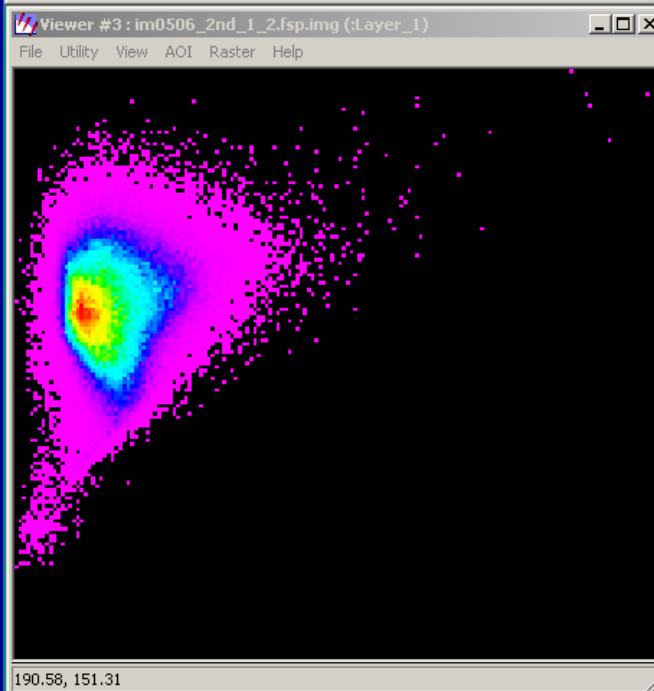
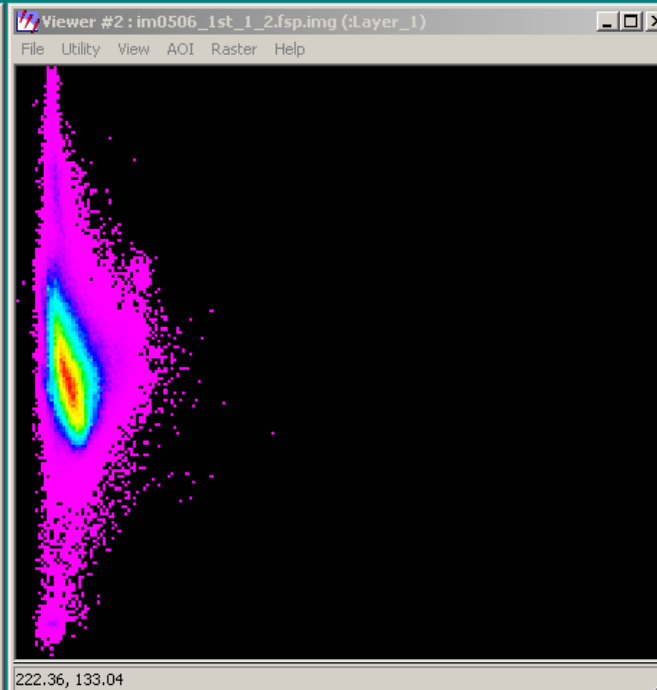
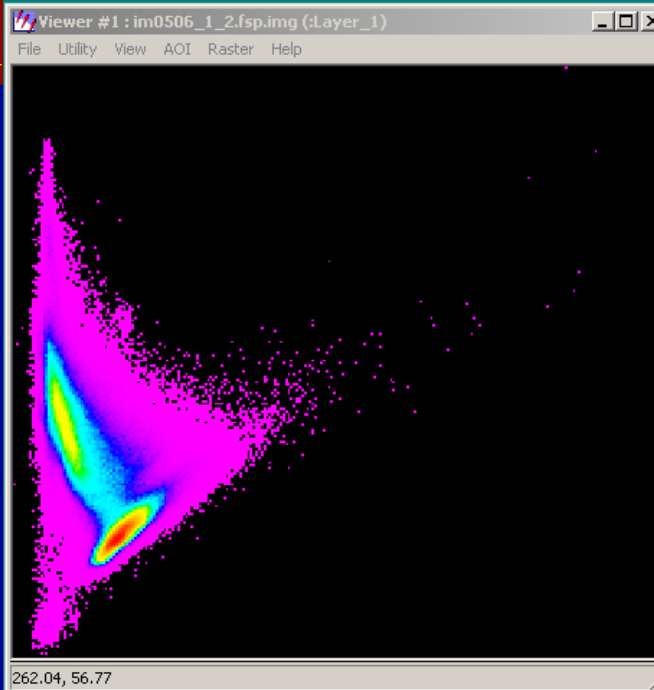
Index rövidítése		Index neve					
* TM1	* TM2	* TM3	* TM4	* TM5	* TM6	* TM7	Additív
BR (SBI)		Fényesség / Brightness (Soil Brightness Index)					
0.291	0.249	0.480	0.557	0.444	0.000	0.171	10.370
GN (GVI)		Zölderősség / Greenness (Greenness Vegetation Index)					
-0.2728	-0.2174	-0.5508	0.7221	0.0733	0.000	-0.1648	-0.7310
WN		Nedvesség / Wetness					
0.145	0.176	0.332	0.340	-0.621	0.000	-0.419	-3.383
HZ		Páráság / Haziness					
0.846	-0.073	-0.464	-0.003	-0.049	0.000	0.012	0.788

Teljes

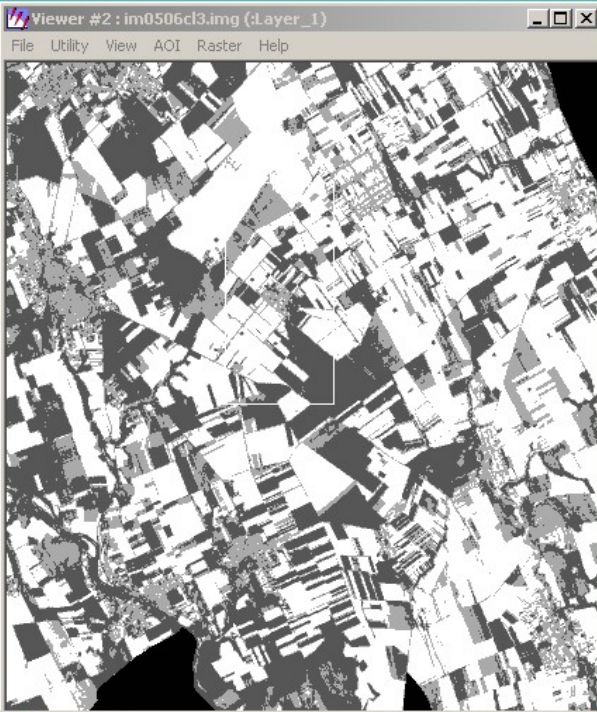
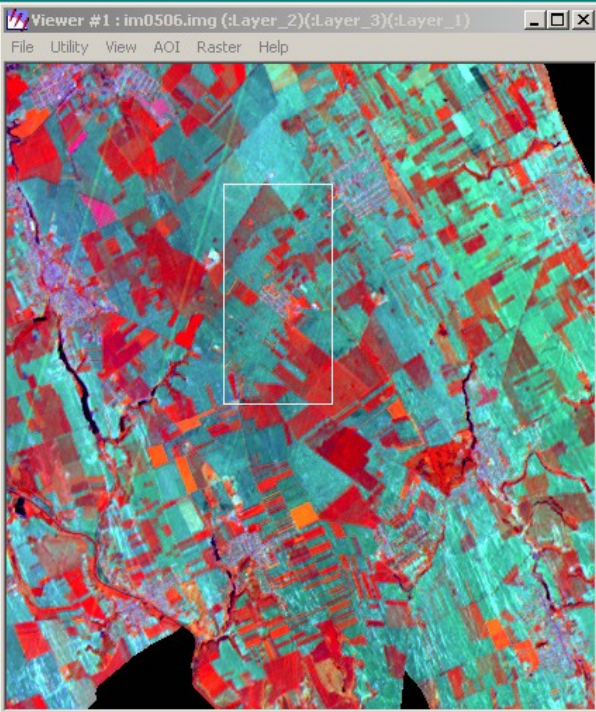
1.cluster
növényzet

2.cluster
maradék

3.cluster
talaj



6.



Viewer #3: im0506_1st.img

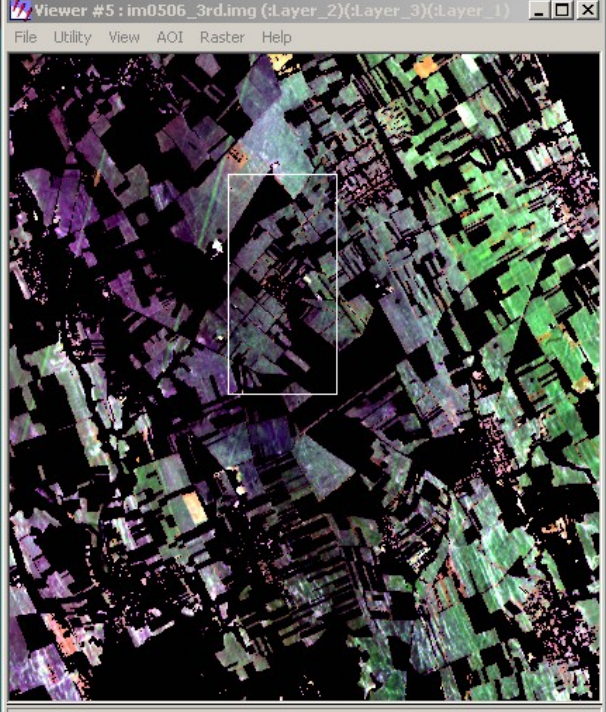
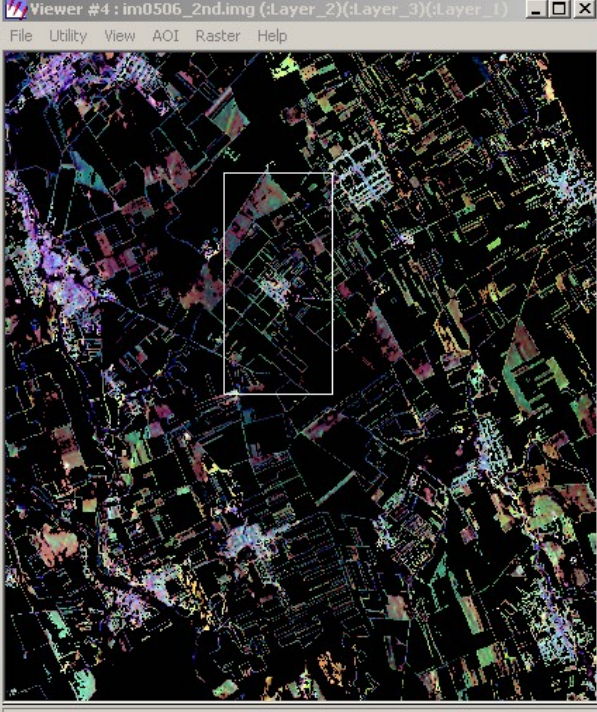
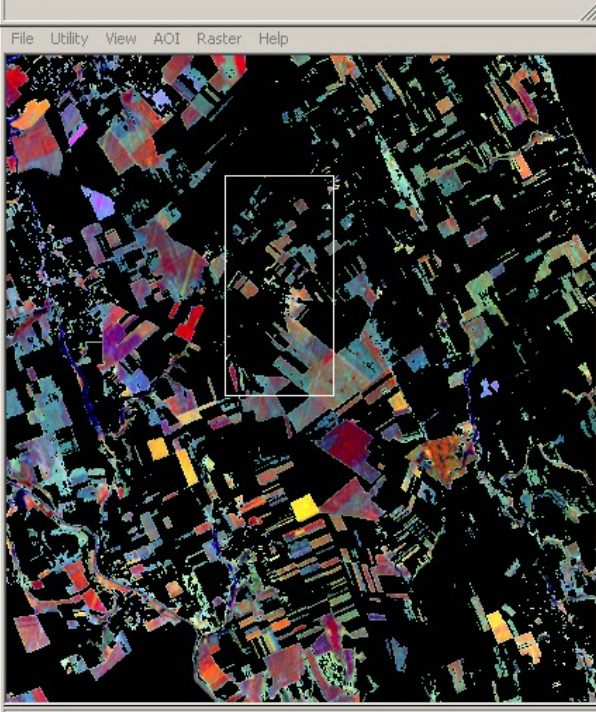
ULX: 594775.000000 LRX: 598650.000000

ULY: 179725.000000 LRY: 171875.000000

Type: Map Units: other

☒ Snap to Raster Box Color:

Apply Fit to AOI Close Help



6. Speciális spektrális transzformációk és ezek időfüggvényei

A főkomponens-transzformáció és a Tasseled Cap-transzformáció kapcsolata

Főkomponens-transzformáció:

- Minden felvételre külön számítjuk a transzformációs mátrixot
- Számításigényesebb
- Az új koordinátarendszer első néhány (2-3) tengelye meghatározó a tárolt információtartalomra nézve; ilyen szempontból optimális a tengelyek megválasztása.

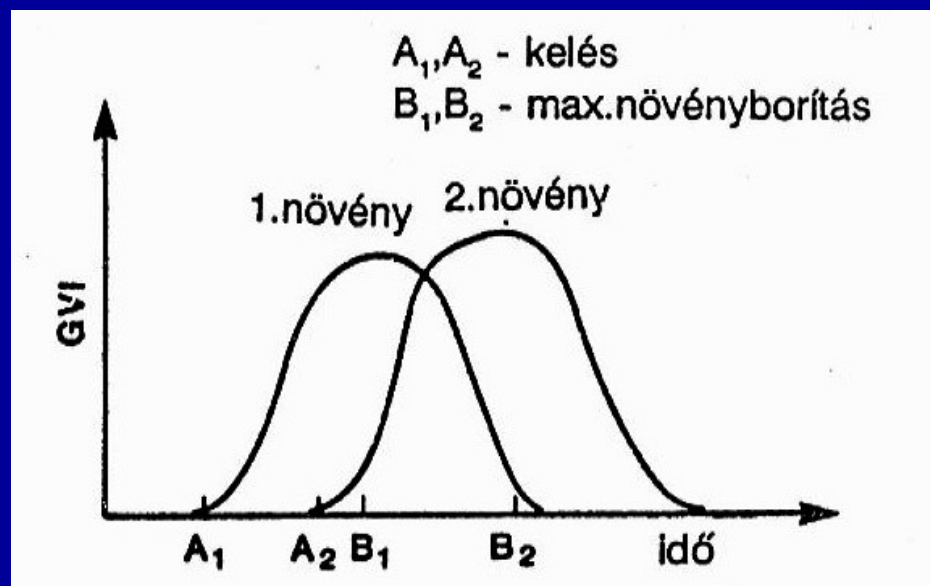
Tasseled Cap-transzformáció:

- (Adott szenzorra) egységes transzformációs mátrix
- Egyszerű számítás
- Az új koordinátarendszer tengelyei „kézzelfogható” fizikai jellemzőknek felelnek meg. Megválasztásuk „átlagos” felvételeknél közel optimális az információtartalomra nézve.

6. Speciális spektrális transzformációk és ezek időfüggvényei

A zöldesség időbeli változása két különböző növényre

A zöldesség (GVI) időbeli változása nagyon jól leírja a növények fejlődését, és az időgörbék jellegzetes pontjai megfeleltethetők fontos növényfejllettségi állapotoknak.



A GVI görbéknek a növényfejlődés vizsgálatában és a termés-előrejelzésben kiemelkedő szerepük van.