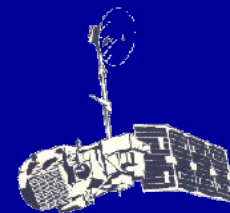


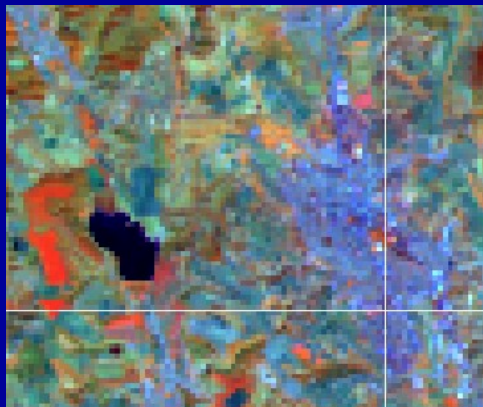
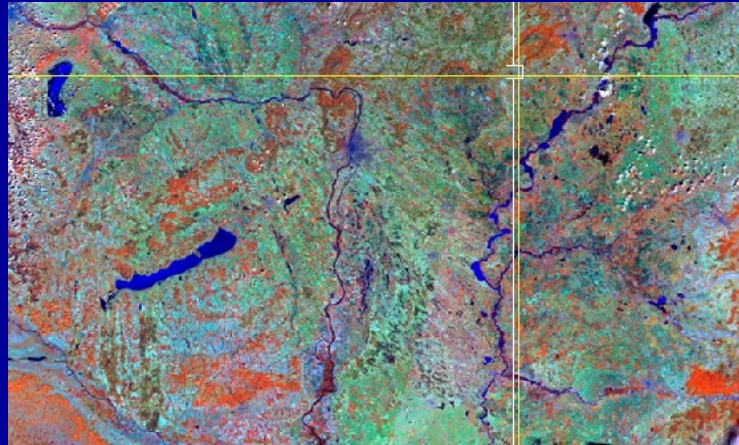
Távérzékelte felvételek előfeldolgozása






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.

Mit tartalmaz egy űrfelvétel?

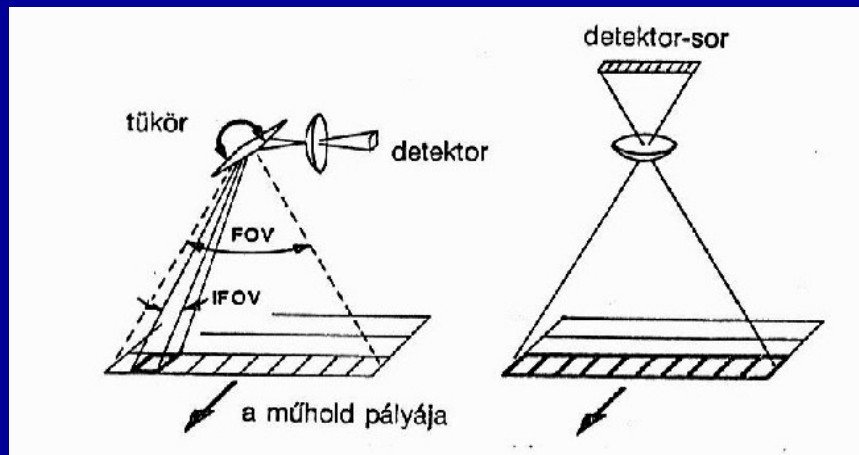
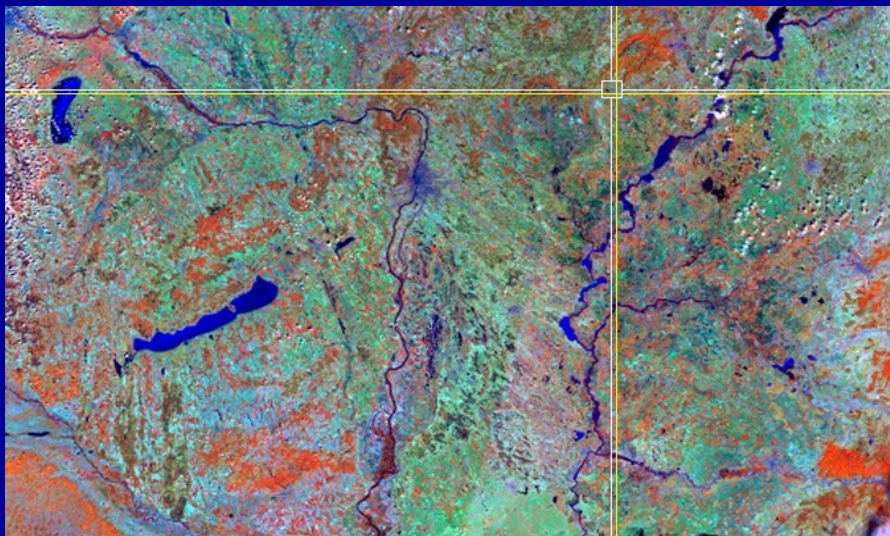


Layer	Band	FILE PIXEL	LUT VALUE	HISTOGRAM
1		81.000		234009.000
2		35.000		446877.000
3		40.000	127.000	169857.000
4		57.000	93.000	115182.000
5		70.000	112.000	139239.000
6		123.000		213597.000
7		37.000		115182.000

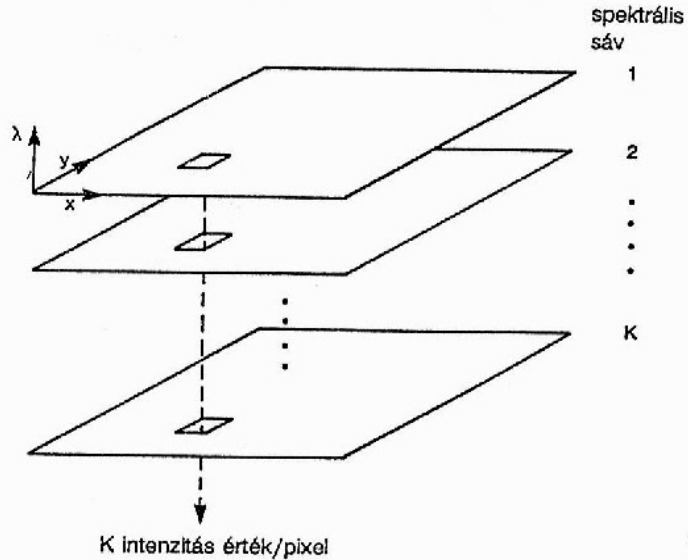
Sávértékek egy pixelen belül

Pixelek <--> a földfelszín elemei darabjai

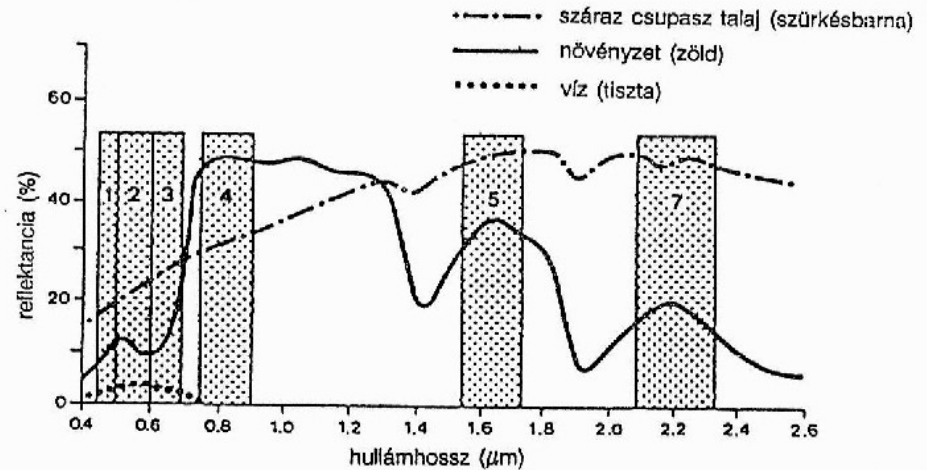
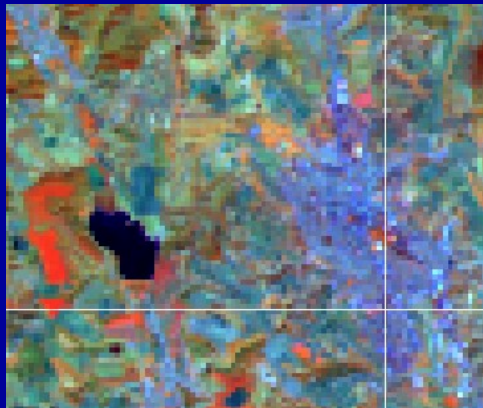
Mit tartalmaz egy űrfelvétel?



Mit tartalmaz egy űrfelvétel?



Layer	Band	FILE PIXEL	LUT VALUE	HISTOGRAM
1		81.000		234009.000
2		35.000		446877.000
3		40.000	127.000	169857.000
4		57.000	93.000	115182.000
5		70.000	112.000	139239.000
6		123.000		213597.000
7		37.000		115182.000



A műholdas felvételező-rendszerek főbb jellemzői, paraméterei

Térbeli:

- **területi lefedés:** a felvétel által lefedett földfelszín-darab mérete
- **térbeli felbontás:** terepi felbontóképesség, földi pixelméret

Spektrális:

- **spektrális felbontás:** felvételezésnél használt EM hullámsávok
- **radiometriai felbontás:** beérkező EM sugárzás intenzitásának mérése

Időbeli:

- **időbeli felbontás:** felvételezési gyakoriság, visszatérési idő
- **egyéb tényezők:** az adatokhoz való hozzáférés (gyorsaság, ár)

A digitális képeket terhelő hibaforrások

- légköri zavaró hatások (szóródás, átlátszóság, hőmérséklet-különbségek, páratartalom stb.)
- a felvevő rendszer torzításai (geometriai, radiometriai)
- a műhold mozgásának szabálytalanságai, a keringési pálya alakja
- a felszín domborzatának a reflektanciát és a felvételi geometriát megváltoztató hatása
- átsugárzás a szomszédos területekről

Előfeldolgozási műveletek

Rendszerkorrekció: a műholdképeket a földi vevőállomásokon korrigálják a felvevőrendszer adatai alapján (intenzitás+geometria)

Intenzitás-korrekció:

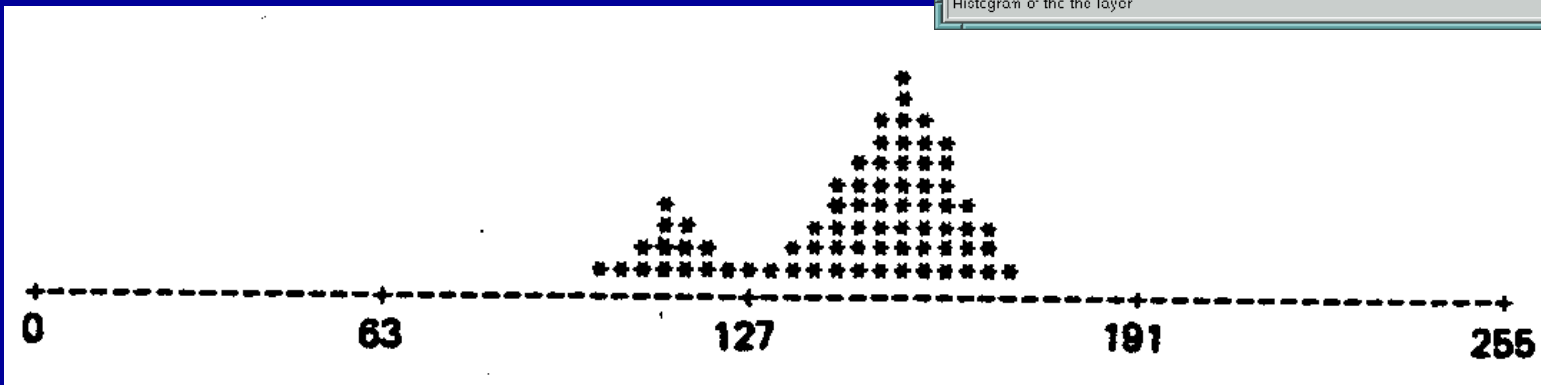
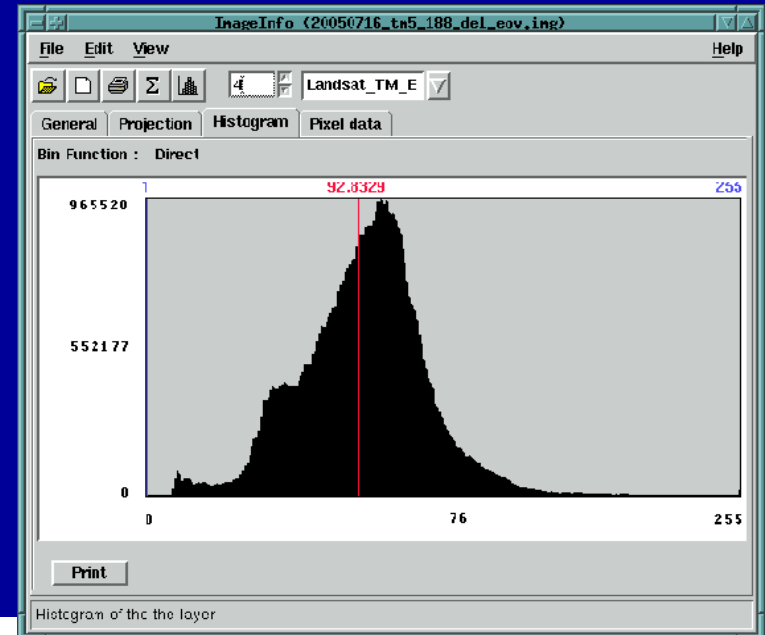
- Képhelyreállítási (*restoration*) technika, ami a felvétel fizikai hűségét segíti elő: radiometriai korrekció
- A képi látvány javítását szolgáló műveletek (*enhancement*) vizuális kiértékeléshez: kontrasztfokozás, élkiemelés, pontszerű képhiba kiszűrése, képcsík eltávolítása. Ezek után már nem végezhetőek el a digitális képanalízis egyes lépései! (numerikus, stat. feldolgozás)

Geometriai korrekció: az azonos földrajzi helyről készült felvételeket azonos geometriai alapra kell hozni!

Elemi képpontstatisztikák készítése

1) Képsávonkénti statisztikák:

- képpontok száma,
minimális és maximális értéke,
átlagértéke, szórása, mediánja,
hisztogram



Példa: egy felvételi sáv intenzitásértékeinek hisztogramja

Elemi képpontstatisztikák készítése

2) Több képsáv együttes figyelembevételével kiszámolható statisztikák: több képsáv együttesét B-dimenziós, a kép oszlopai és sorai szerint rendezett adathalmaznak tekintjük

a) *Kovariancia-mátrix:*

a képsávok $N \times M$ -es mátrixok, ahol

az a. képsáv i . sorának j . eleme: v_{ija}

a b. képsáv i . sorának j . eleme: v_{ijb}

az a. képsáv átlaga m_a

a b. képsáv átlaga m_b

$$\sum_{ab} = \frac{1}{N * M - 1} * \sum_{i,j=1}^{N*M} (v_{ija} - \mu_a) * (v_{ijb} - \mu_b)$$

11.83	15.71	13.34	26.39
15.71	56.18	-67.89	-116.74
13.34	-67.89	275.02	371.35
26.39	-116.74	371.35	563.36

Példa: 4 sávos Landsat felvétel kovariancia-mátrixa

Elemi képpontstatisztikák készítése

b, *Korrelációs mátrix*: elemeinek értékei a $[-1, 1]$ zárt intervallumba esnek.

a. és b. sáv: a szórás σ_a ill. σ_b ; a korrelációs mátrix a. sorának b. eleme:

$$\text{cor}(a, b) = \frac{\text{cov}(a, b)}{\sigma_a * \sigma_b}$$

c, *B-dimenziós hisztogram*: számítása az adathalmazt alkotó elemek

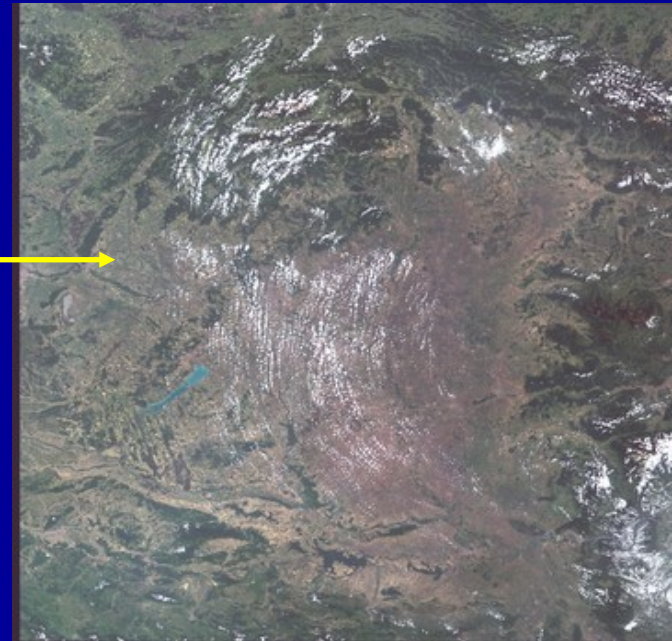
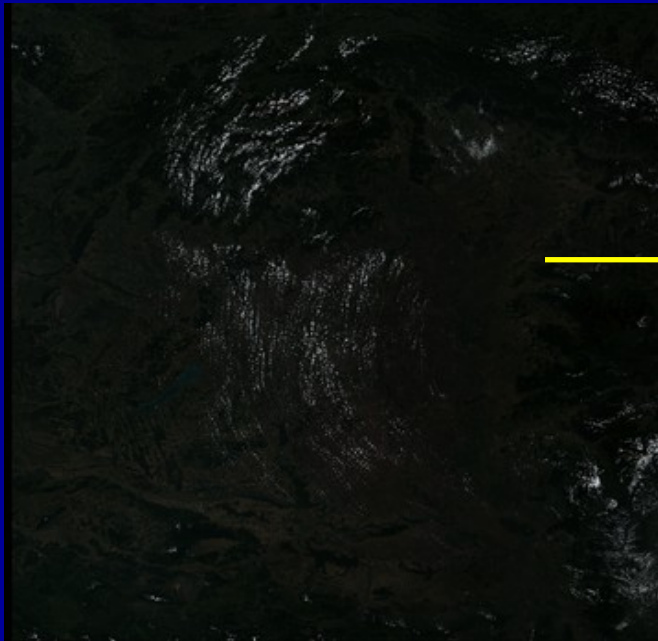
(B-dimenziós vektorok) számbavételével

9								2	3
8						2	2	3	2
7					2	2	3	2	2
6					2	3	2	2	
5				2	3	2			
4		2	2	3	2	2			
3	2	2	3	2	2				
2	2	3	2						
1	3	2							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Intenzitás az 1.sávban									

Kétdimenziós hisztogram-táblázat

A felvételek átfogó statisztikai vizsgálata, áttekintés, tájékozódás

- Általános tájékozódás
- Vizuális javítás
- Hisztogramelemzés



Radiometriai korrekció és intenzitás-műveletek

- 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

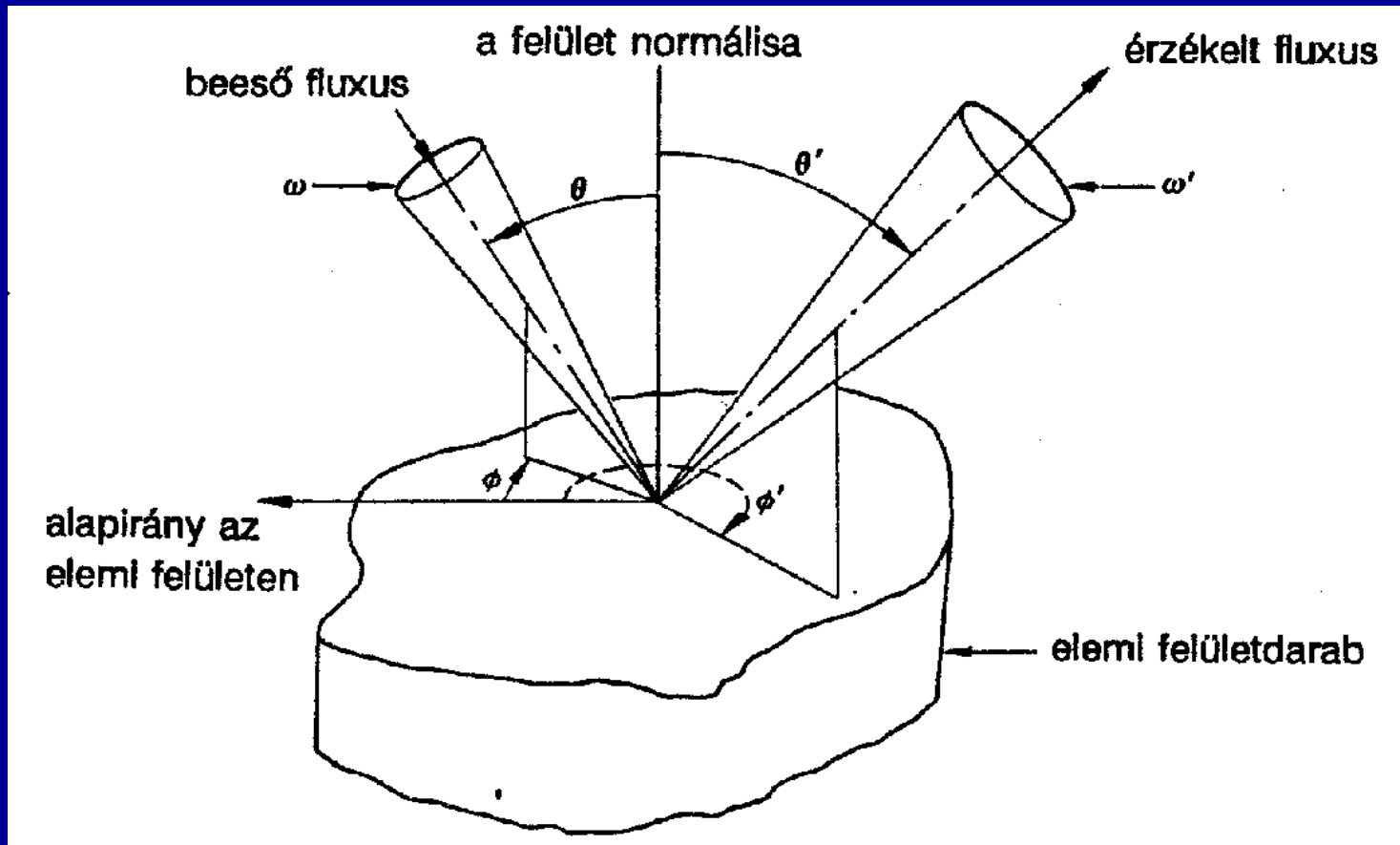
Radiometriai korrekció

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)

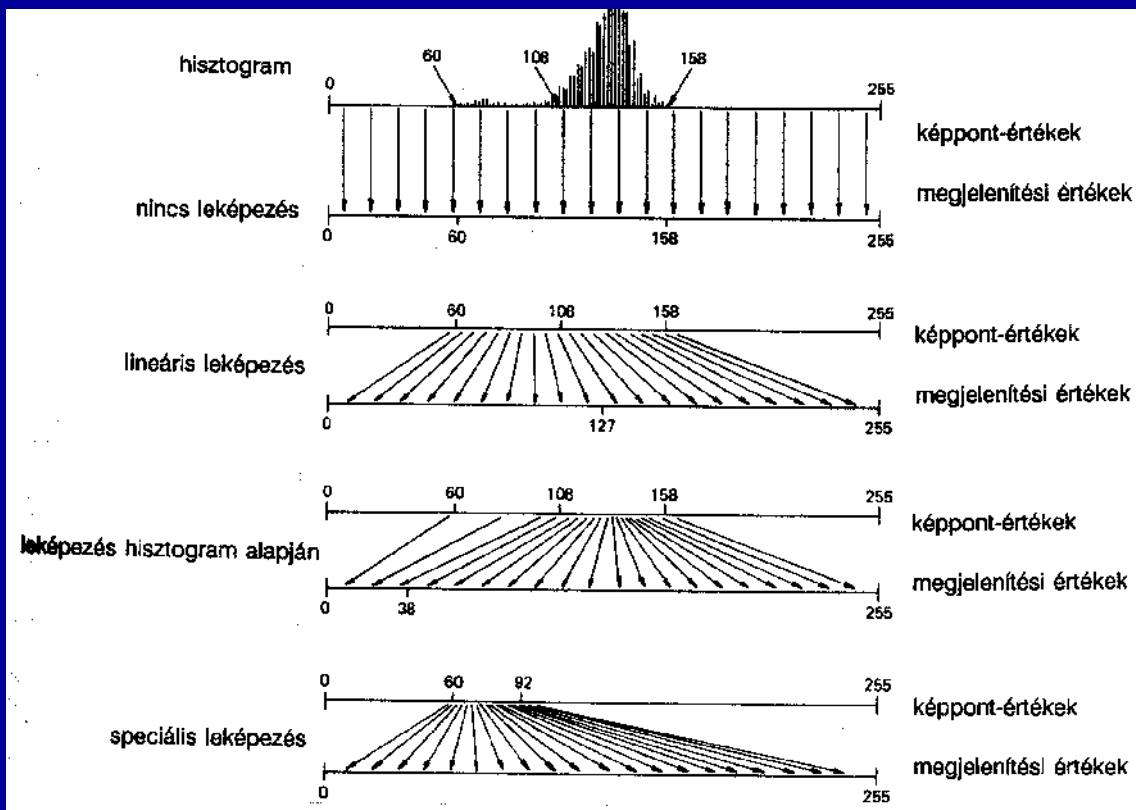
Radiometriai korrekció



A földfelszíni visszaverés

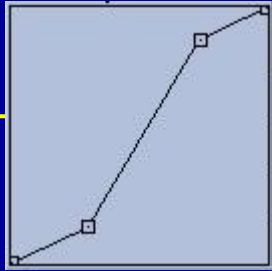
Intenzitás-műveletek

a, **Hisztogram-transzformáció:** a kép nagyobb intenzitás-dinamikával való, kontrasztosabb megjelenítése (**globális**)

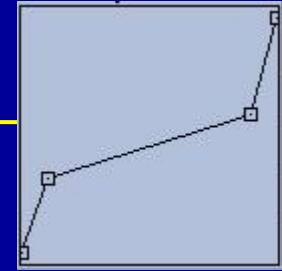


A digitális kép intenzitás-transzformációja

Különböző intenzitás-dinamikájú felvételek átalakítása hisztogram-transzformációval



Kontrasztfokozás

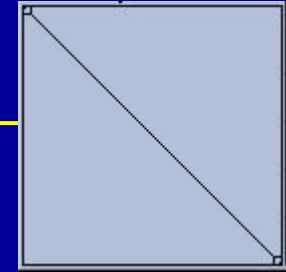


Kontrasztcsökkentés

Különböző intenzitás-dinamikájú felvételek átalakítása hisztogram-transzformációval



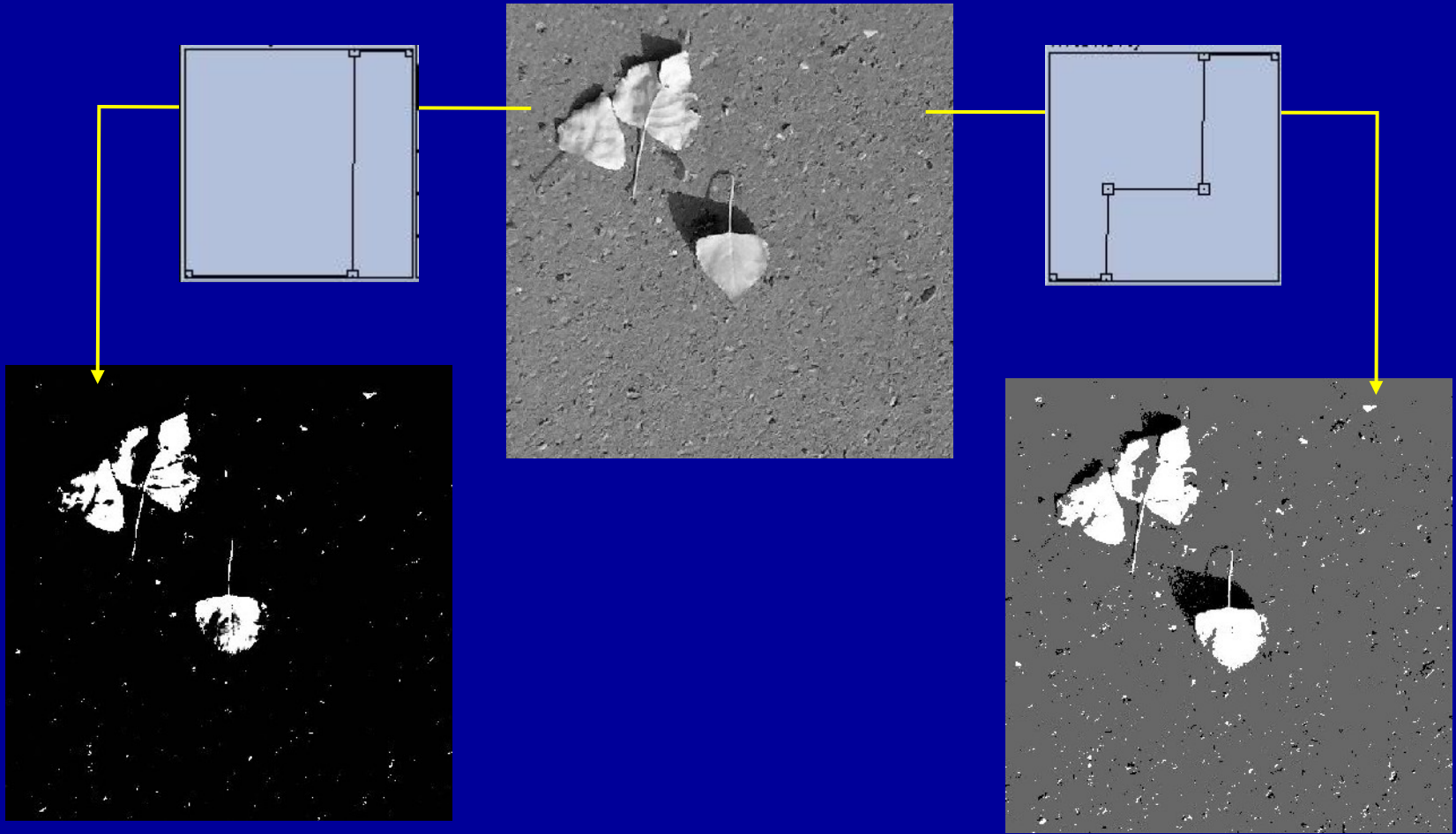
Hisztogram-kiegyenlítés



Negatív kép



Küszöbölés a hisztogram alapján (az objektumfelismerés egyszerű módja)



2 szint (1 küszöbérték)

3 szint (2 küszöbérték)

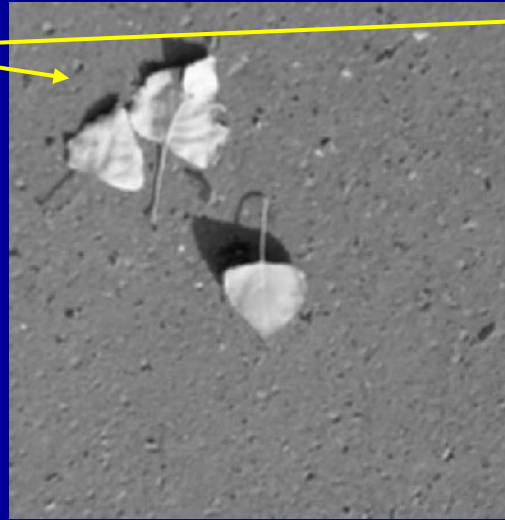
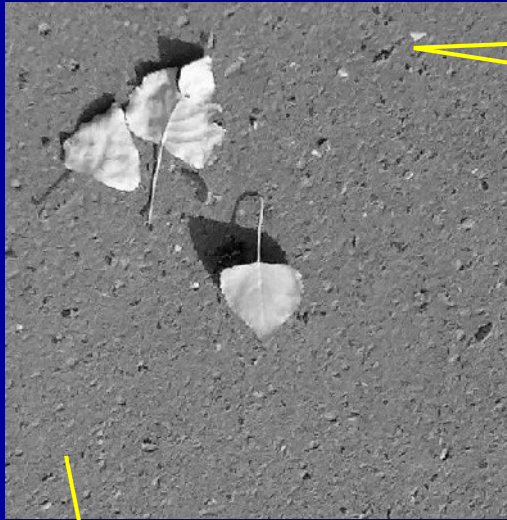
Intenzitás-műveletek

b, **Szűrések:** környezetfüggő műveletek a különböző zajok, ill. képhibák eltávolítására különböző méretű súlymátrixszal (**lokális**)

$$G(i, j) = \sum_{p=-n}^n \sum_{q=-m}^m F(i+p, j+q) * M(p, q)$$

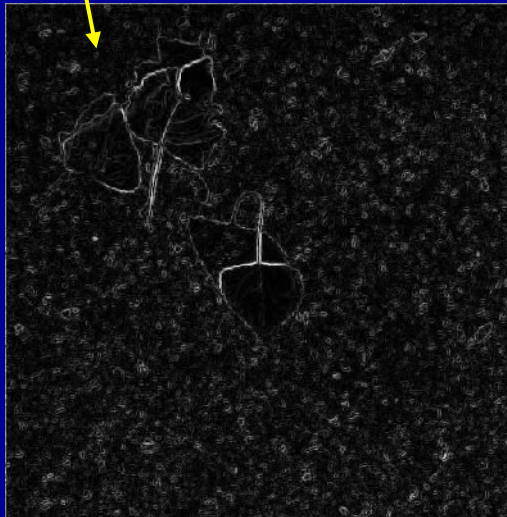
1 1 1	1 0 -1	1 1 1	-1 2 -1	-1 -1 -1
1 1 1	1 0 -1	1 -4 1	-1 2 -1	2 2 2
1 1 1	1 0 -1	1 1 1	-1 2 -1	-1 -1 -1
átlagoló	élkiemelő	deriváló	függőleges élkiemelő	vízszintes élkiemelő

Példák: átlagoló szűrés, élkiemelés



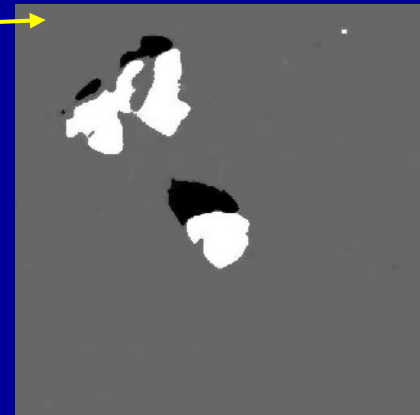
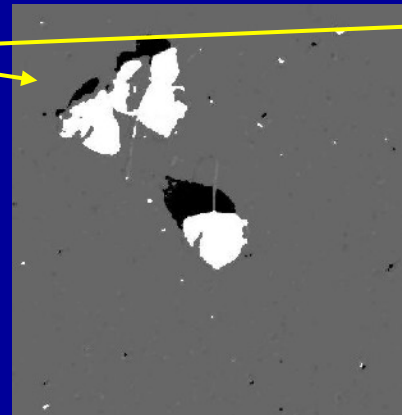
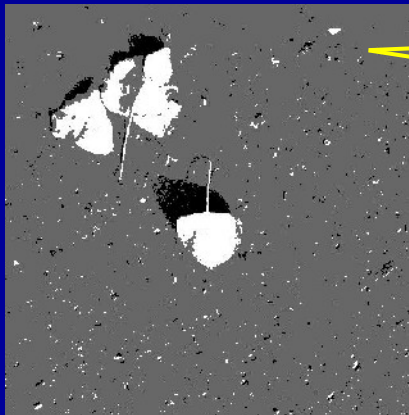
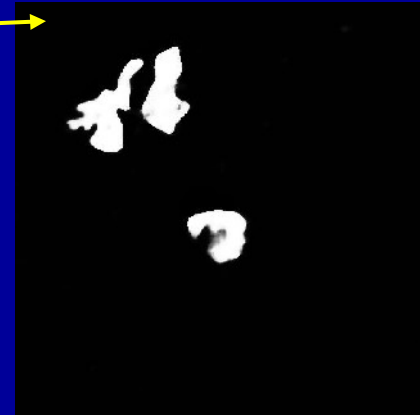
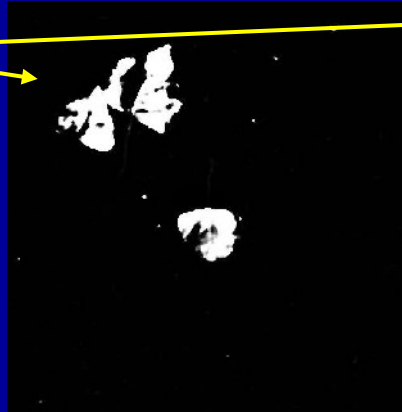
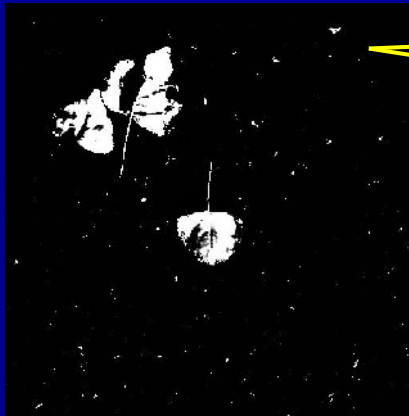
Átlagolás
5x5-ös mátrix-szal

Átlagolás
11x11-es mátrix-szal



Élkiemelés (több irány kombinációja)

Példák: küszöbölt képek további feldolgozása mediánszűréssel
(élmegőrző simítás: az objektumfelismerés finomítása)



Küszöbölt kép
(2, illetve 3 szint)

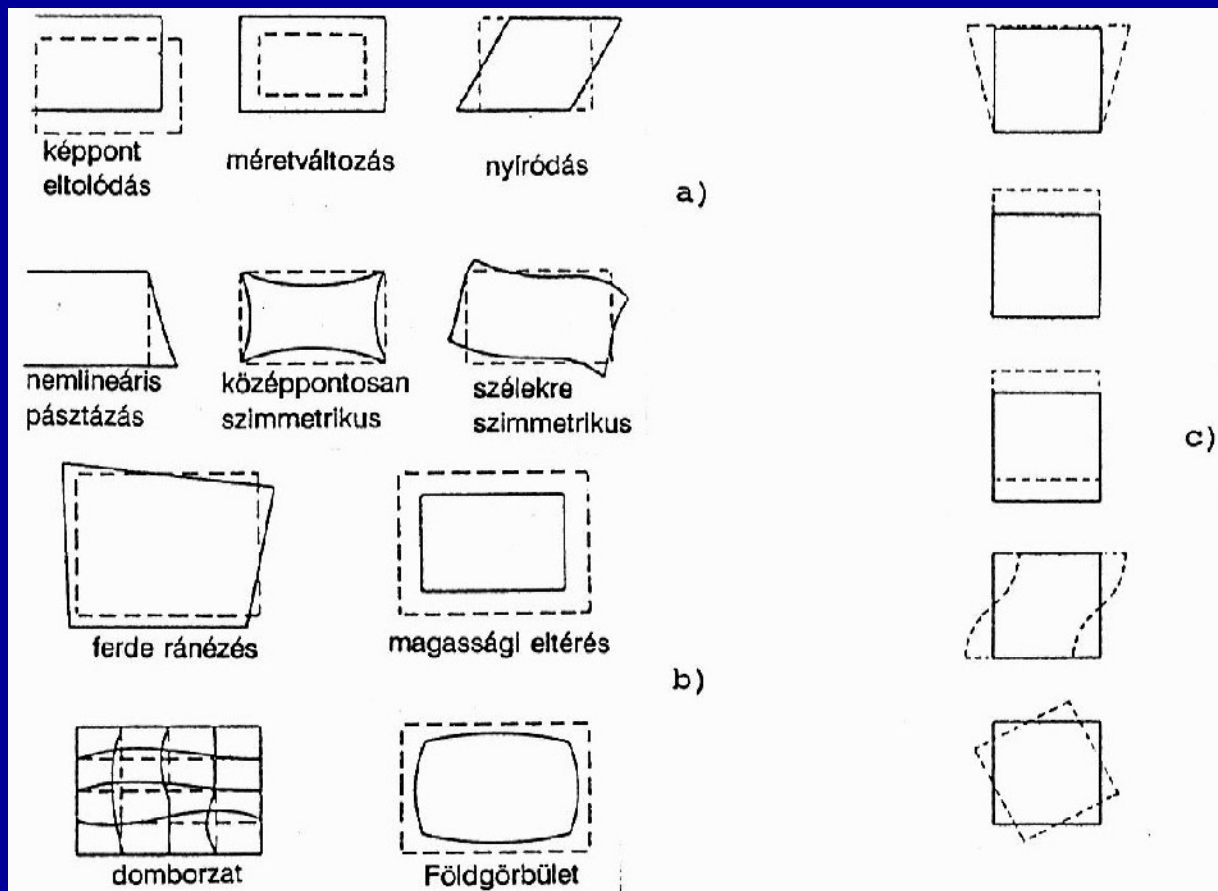
Mediánszűrés
5x5-ös mátrix-szal

Mediánszűrés
11x11-es mátrix-szal

Távérzékelte felvételek geometriai transzformációja

A digitális képek nem egy időpillanatban történő előállítása miatti hibák:

- a Föld forgásából adódó soreltolódás
- a nagyobb látószögekből adódó panoramikus torzítás
- a Föld görbületéből adódó képtorzítás
- egy képsor letapogatása (pásztázás) során történő felvevőmozgás
- a felvevőt hordozó eszközök mozgási egyenetlenségei
(sebességváltozás, magasságváltozás, billegés)
- a letapogató mozgás nemlinearitása



Különböző geometriai hibák: a, a felvevő hibái; b, a földgörbületből, domborzatból adódó hibák; c, a felszínre nem merőleges irány hibái

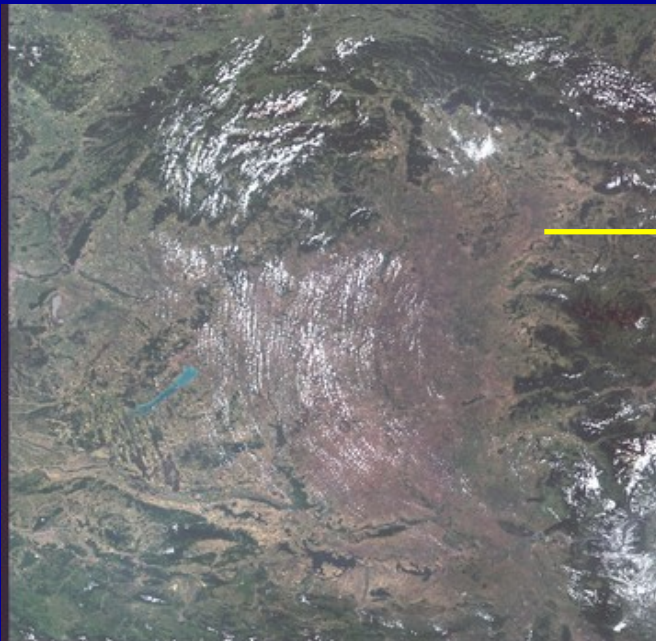
Távérzékelte felvételek geometriai transzformációja

- a térképekhez való képtranszformálás a földrajzi információs rendszerhez (GIS) való kapcsolat megteremtése (geokódolás, térképi vetületbe való illesztés)
- a különböző fajtájú felvevőkkel és/vagy különböző időpontokban, esetleg különböző felbontással készített felvételek azonos koordináta-rendszerbe helyezése

A felvételek közös térképi rendszerhez illesztése

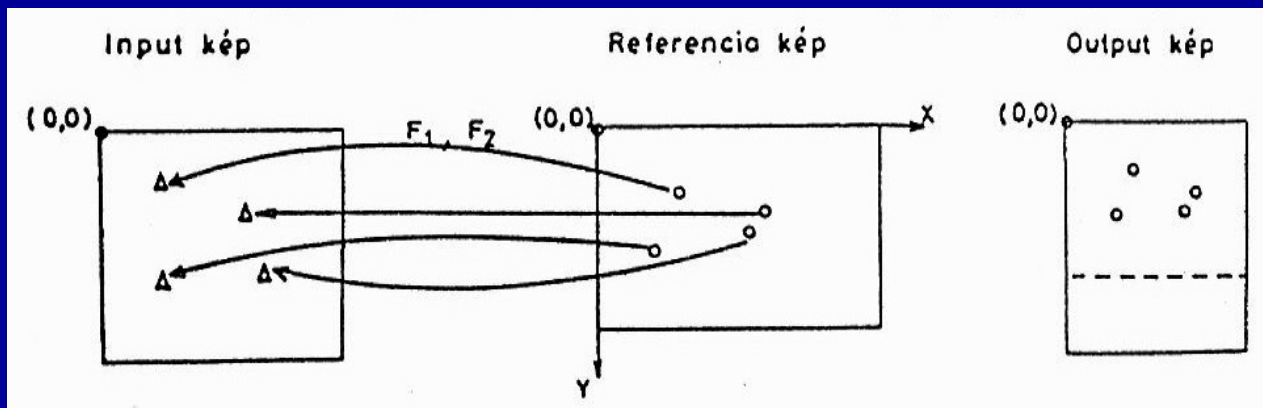
Geometriai korrekció:

Esetünkben legtöbbször: EOV (Egységes Országos Vetület),
képtípustól függő standard befoglalódobozzal



A geometriai transzformáció módszerei

A transzformációs függvény alakja: feladata különböző koordinátarendszerek közötti függvénykapcsolat megadása



Az input (transzformálandó) kép, a referencia-térkép, és a referencia-képhez geometriailag illesztett (output-) kép kapcsolata

A geometriai transzformáció módszerei

Legyen a transzformálandó kép koordinátarendszere (XY), a transzformált képé (UV). A két rendszer közötti kapcsolat:

$$x = F_1(u, v)$$

$$y = F_2(u, v), \text{ ahol } (x, y) \text{ (XY)-beli, } (u, v) \text{ (UV)-beli pont}$$

Ekkor a kétváltozós m -ed fokú polinom alakja:

$$F_m(u, v) = \sum_{k=0}^m \sum_{l=0}^k a_{kl} * u^{k-l} * v^l \quad m = 0, 1, \dots, 6$$

vagy másképpen:

$$F_m(u, v) = \sum_{j=1}^n B_j * \omega_j(u, v) \quad n = (m+1)*(m+2) / 2$$

ahol

$$B_j = a_{kl}, \quad j = \frac{(k+1)^2 - (k+1)}{2} + k + 2*1 + 1$$

A geometriai transzformáció módszerei

v foka $\rightarrow 1$

	0	1	2	3	4	5	6
u	$\omega_1 = 1$ $B_1 (=a_{11})$	$\omega_3 = v$ $B_3 (=a_{21})$	$\omega_6 = v^2$ B_6	$\omega_{10} = v^3$ B_{10}	$\omega_{15} = v^4$ B_{15}	$\omega_{21} = v^5$ B_{21}	$\omega_{28} = v^6$ B_{28}
f							
o							
k							
a							
↓							
k							
2	$\omega_2 = u$ $B_2 (=a_{12})$	$\omega_5 = uv$ B_5	$\omega_9 = uv^2$ B_9	$\omega_{14} = uv^3$ B_{14}	$\omega_{20} = uv^4$ B_{20}	$\omega_{27} = uv^5$ B_{27}	
3	$\omega_4 = u^2$ $B_4 (=a_{13})$	$\omega_8 = u^2v$ B_8	$\omega_{13} = u^2v^2$ B_{13}	$\omega_{19} = u^2v^3$ B_{19}	$\omega_{26} = u^2v^4$ B_{26}		
4	$\omega_7 = u^3$ B_7	$\omega_{12} = u^3v$ B_{12}	$\omega_{18} = u^3v^2$ B_{18}	$\omega_{25} = u^3v^3$ B_{25}			
5	$\omega_{11} = u^4$ B_{11}	$\omega_{17} = u^4v$ B_{17}	$\omega_{24} = u^4v^2$ B_{24}				
6	$\omega_{16} = u^5$ B_{16}	$\omega_{23} = u^5v$ B_{23}					
7	$\omega_{22} = u^6$ B_{22}						

Az ω_j -k (alfüggvények) alakjai. Az ω_j -khez tartozó B_j együtthatók is szerepelnek a megfelelő négyzetben

A geometriai transzformáció módszerei

Az együtthatók definiálásának két módja:

- Direkt, analitikus számítás és korrekció
(pl. a rendszerkorrekciónál; szenzormodell)
- Illesztőpontok alkalmazása: a két rendszerben megtalálható azonos pontok megfeleltetése egymásnak
(Ground control point, GCP)

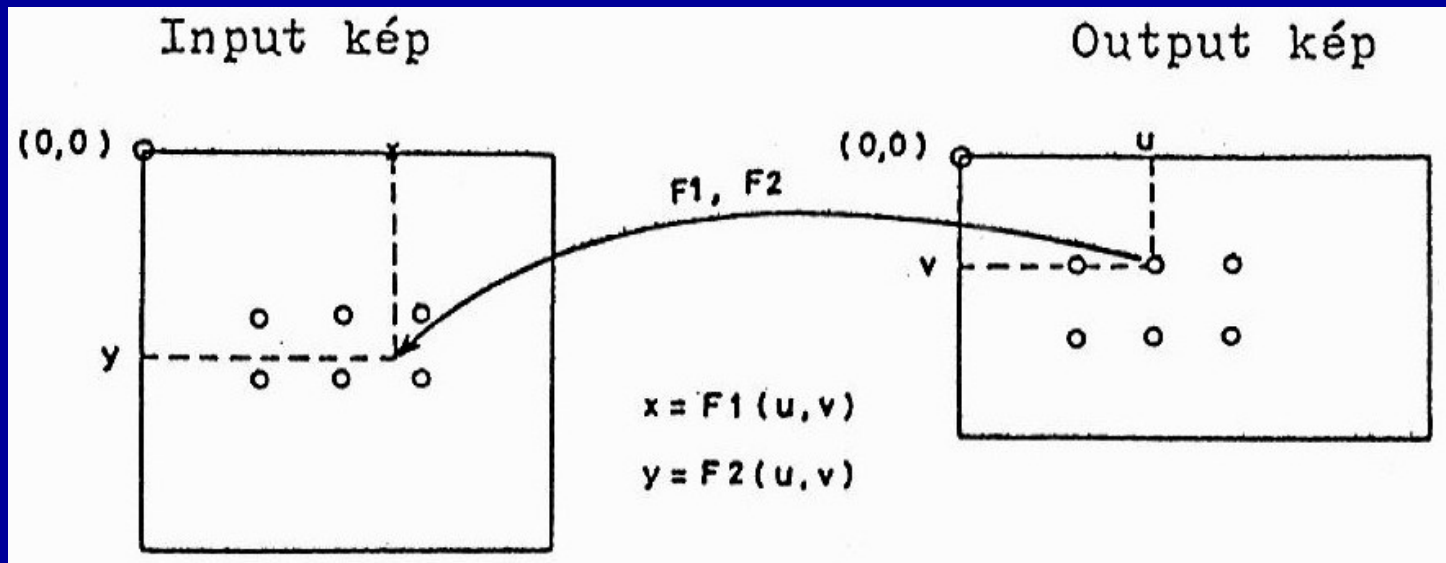
A geometriai transzformáció módszerei

GCP sz.	K é p		T é r			k é p		
	Oszl. szám	Sor- szám	K-i koord.	K-i koord. becslés	Maradék hiba	É-i koord.	É-i koord. becslés	Maradék hiba
1	1909,	1473,	432279,	432230,1	49,4	836471,	836410,1	60,7
2	1950,	1625,	431288,	431418,0	-130,1	822844,	822901,4	-56,9
3	1951,	1747,	428981,	428867,9	112,6	812515,	812418,2	96,8
4	1959,	1851,	427164,	427196,9	-33,2	803313,	803359,4	-46,7
5	1797,	1847,	417151,	417170,3	-18,9	805816,	805759,3	57,1
6	1496,	1862,	397860,	397871,6	-11,2	808128,	808187,2	-59,6
7	1555,	1705,	404964,	404925,8	38,6	821084,	820962,6	121,6
8	1599,	1548,	411149,	411138,5	10,5	833796,	833857,3	-61,1
9	1675,	1584,	415057,	415129,0	-72,4	829871,	829851,1	19,8
10	1829,	1713,	422019,	421986,6	32,7	816836,	816884,5	-48,1
11	1823,	1625,	423530,	423507,8	22,0	824422,	824504,8	-83,2
Átlagos hiba K-re = 55,92 m Átlagos hiba É-ra = 63,06 m								

Landsat MSS képi és térképi illesztőpontok kapcsolata és a maradékhiba, másodfokú polinom alkalmazásával

A geometriai transzformáció módszerei

Újramintavételezés:



A torz kép pontjainak intenzitásaiból interpolációval kell a korrigált képpont intenzitásértékét meghatározni.

A geometriai transzformáció módszerei

Az újramintavételezés megoldásai:

- a leképezett ponthoz legközelebbi pont intenzitásértékét választjuk (legközelebbi szomszéd, NN)
- a környező 4 pont intenzitásértékeiből a távolság függvényében (bilineáris interpoláció, BI)
- kétváltozós, harmadfokú polinom illesztése a pont környezetére (kübös konvolúció, CC)

A felvételek közös térképi rendszerbe illesztése

