

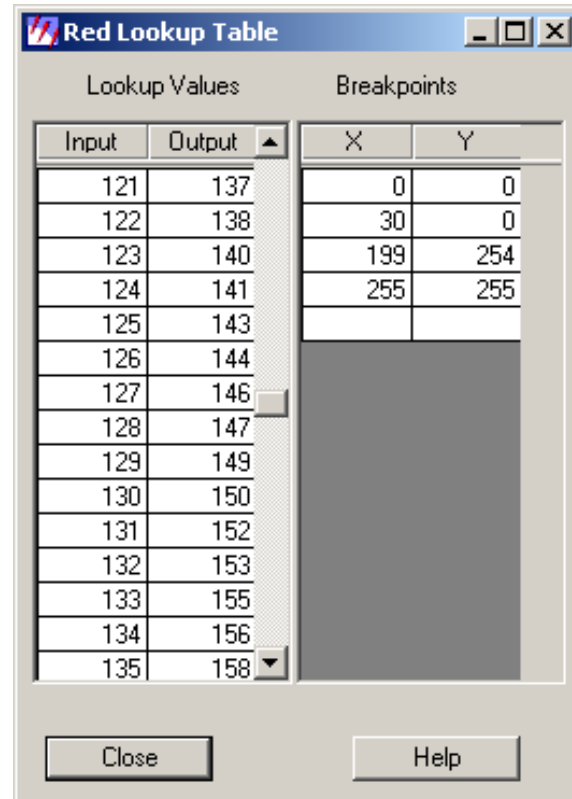
Fotogrammetria és lézerszkennelés

Offline Edition 2021

A képfeldolgozás alapjai 2
Képműveletek

A LUT fogalma

- LUT = Look Up Table = áttekintő táblázat
- szinonimák:
 - map = leképezés
 - palette = paletta
 - tone curve = tónus görbe
- diszkrét leképezés az Input (File) és Output (Monitor) között

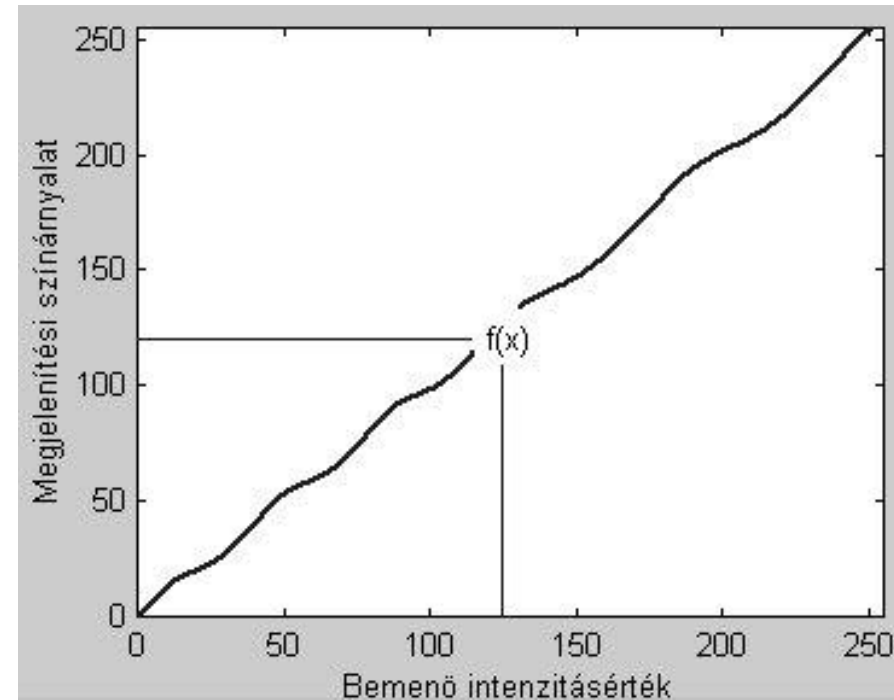


The screenshot shows a window titled "Red Lookup Table" with two main sections: "Lookup Values" and "Breakpoints".

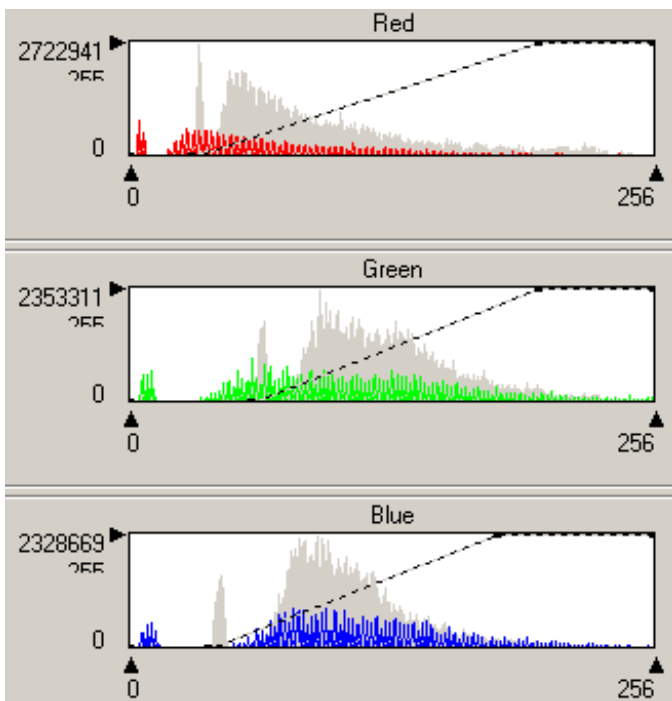
Input	Output
121	137
122	138
123	140
124	141
125	143
126	144
127	146
128	147
129	149
130	150
131	152
132	153
133	155
134	156
135	158

X	Y
0	0
30	0
199	254
255	255

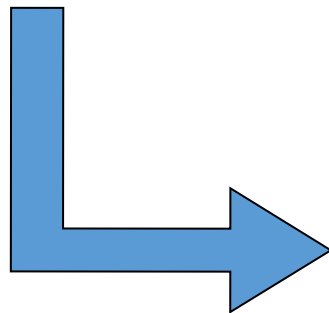
Buttons: Close, Help



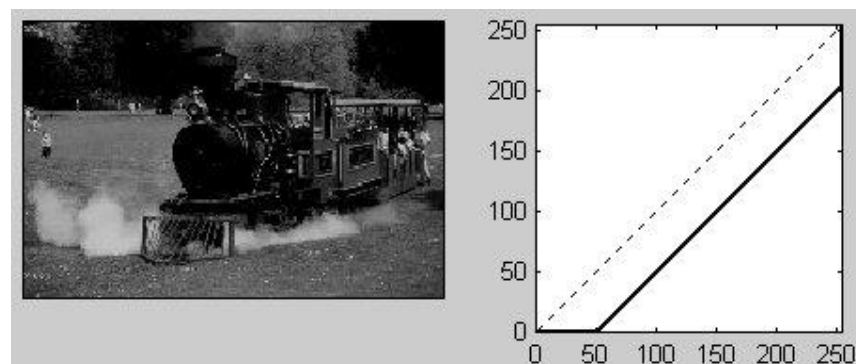
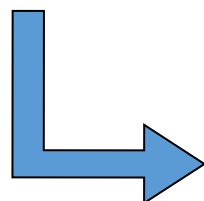
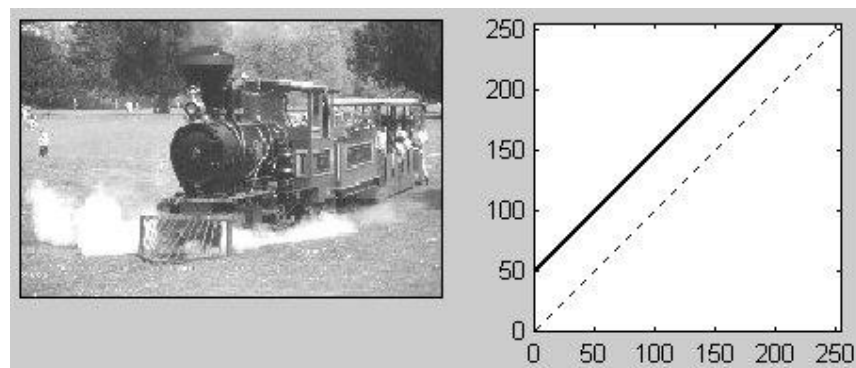
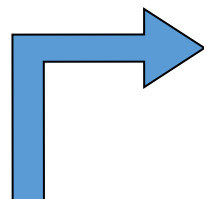
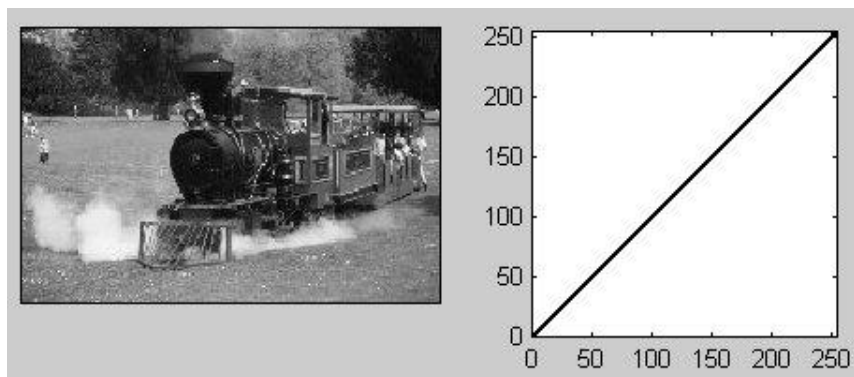
Sávonkénti LUT-ok



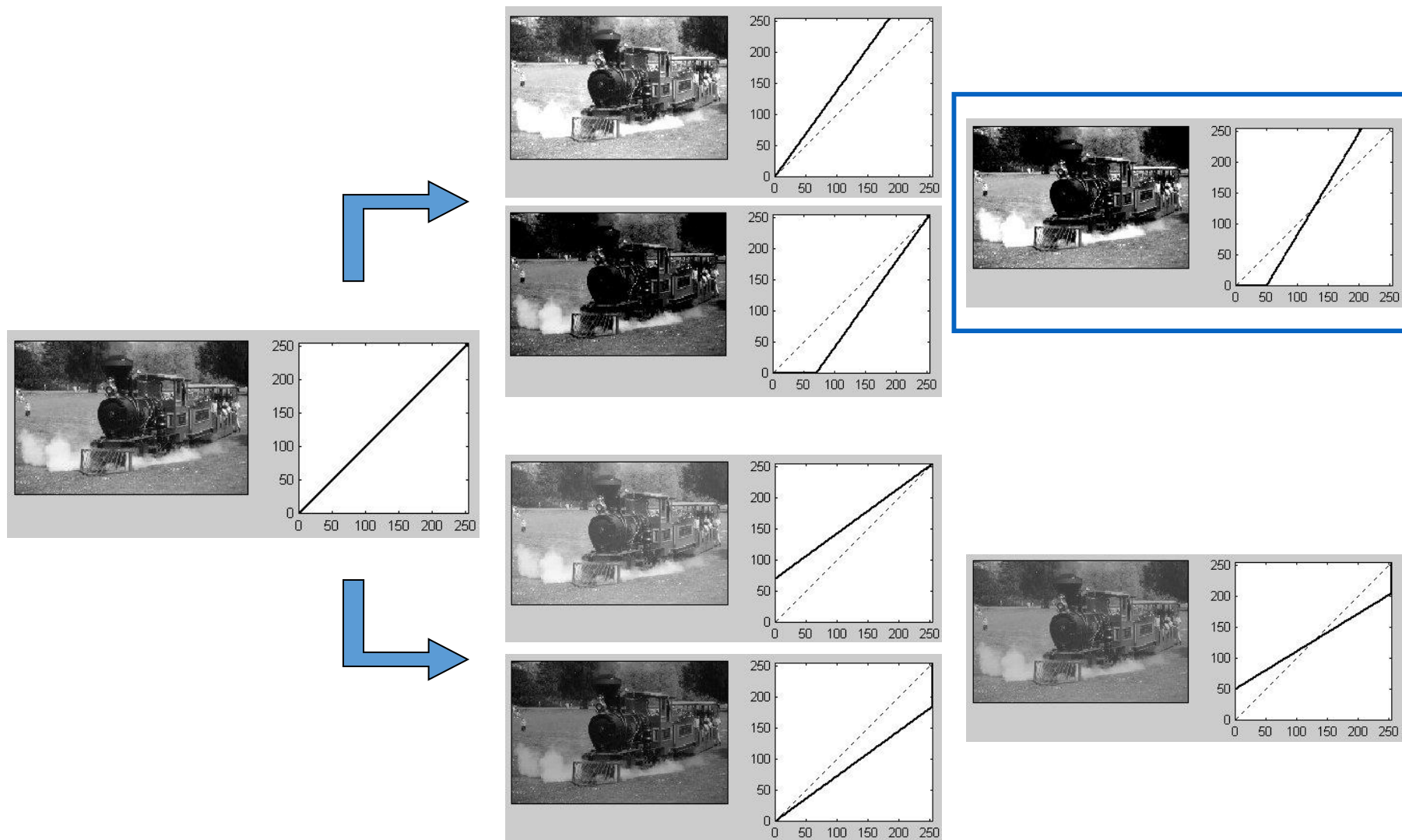
Tesztkép



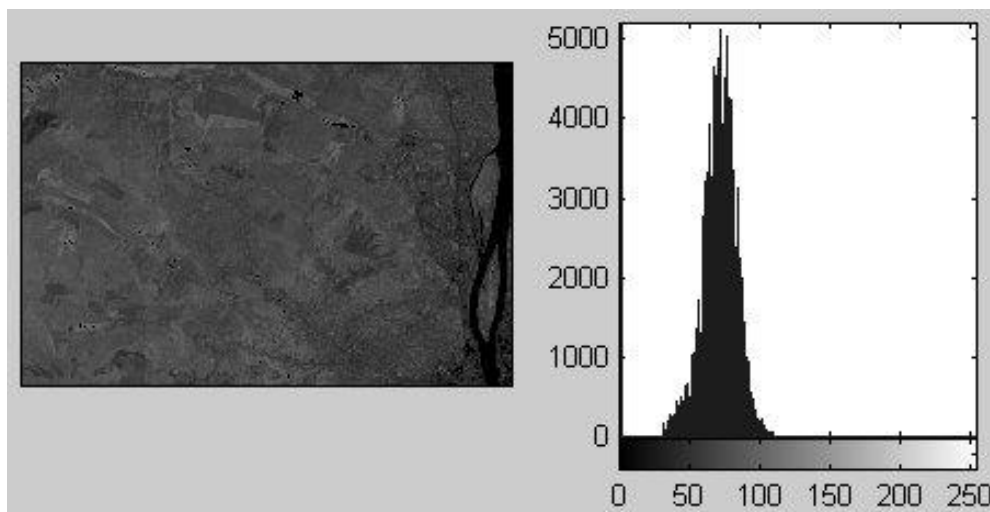
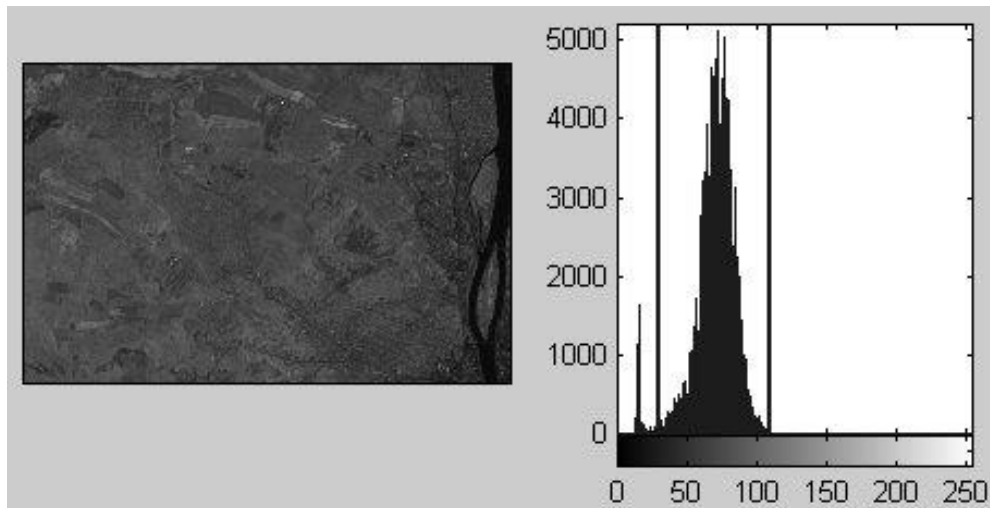
LUT-eltolások



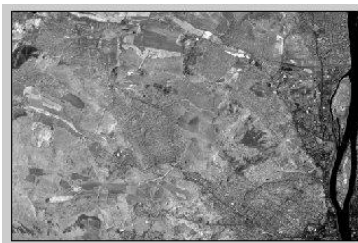
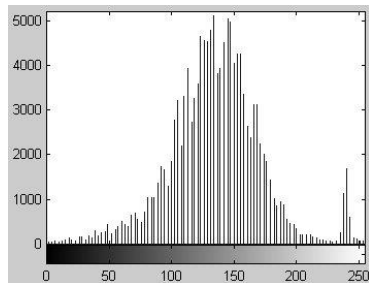
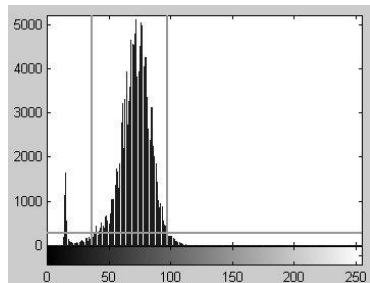
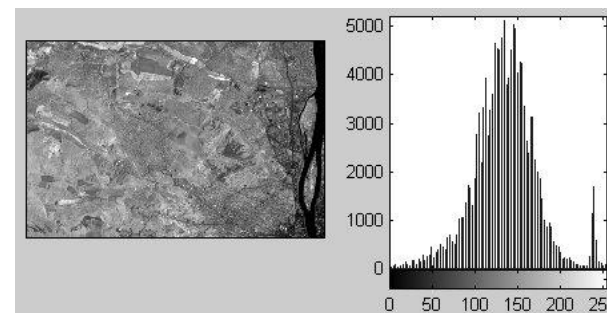
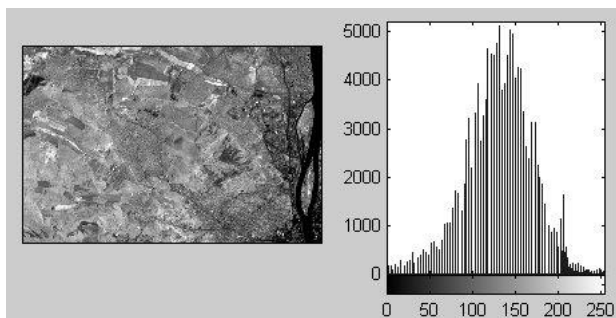
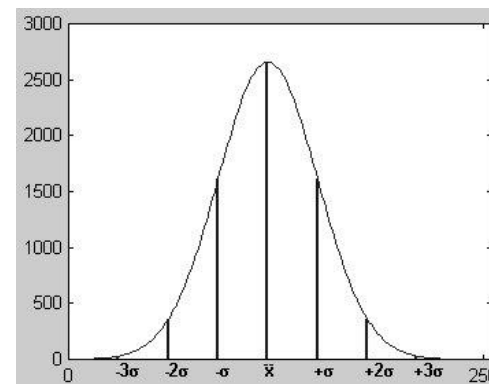
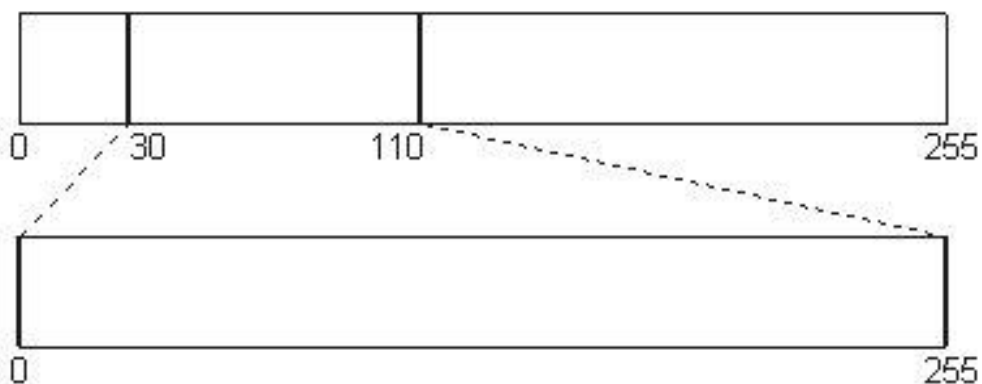
Merekség-megváltatások



Hisztogram-vágás (clip)

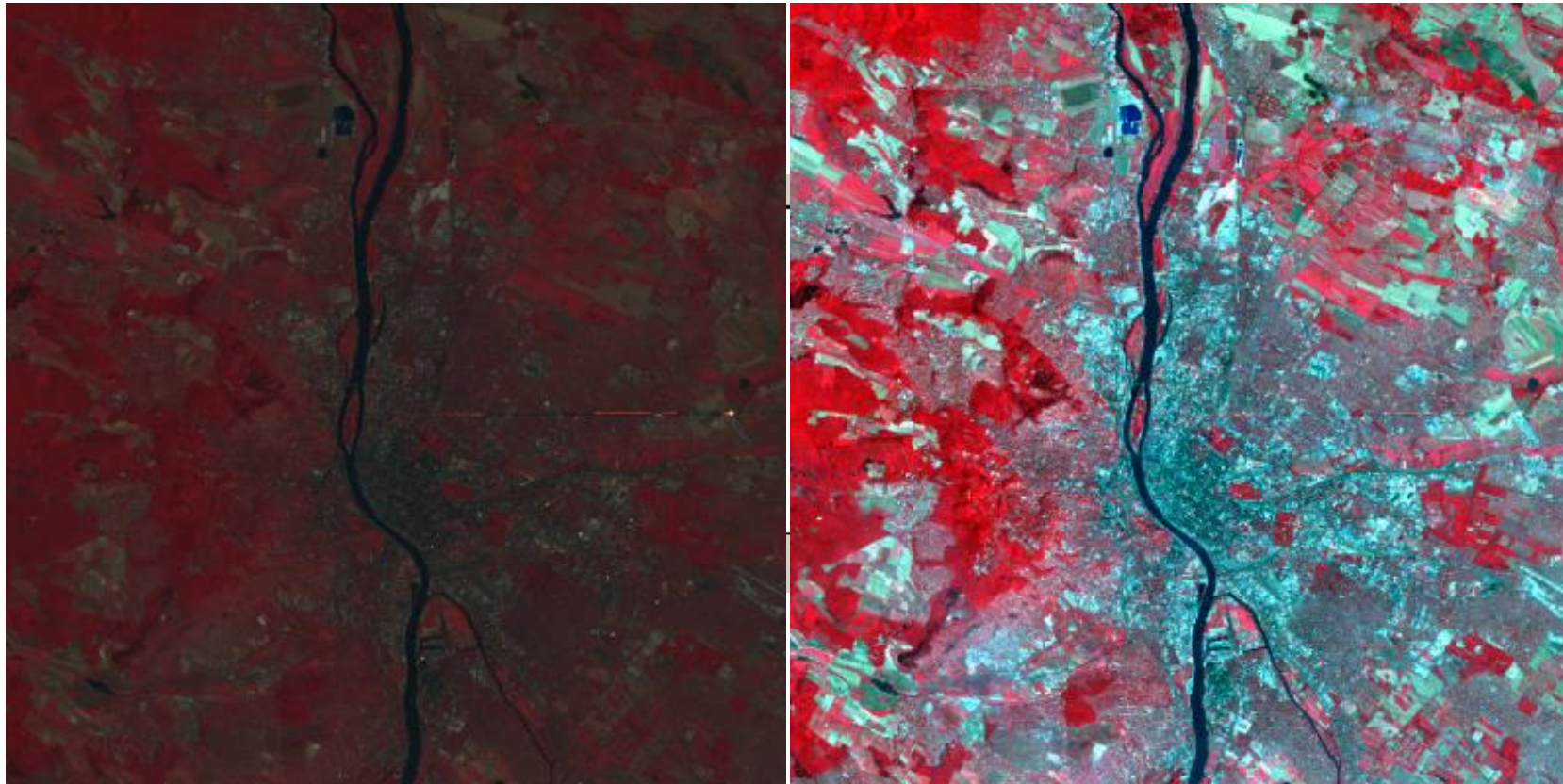


Hisztogram-széthúzás (stretch)

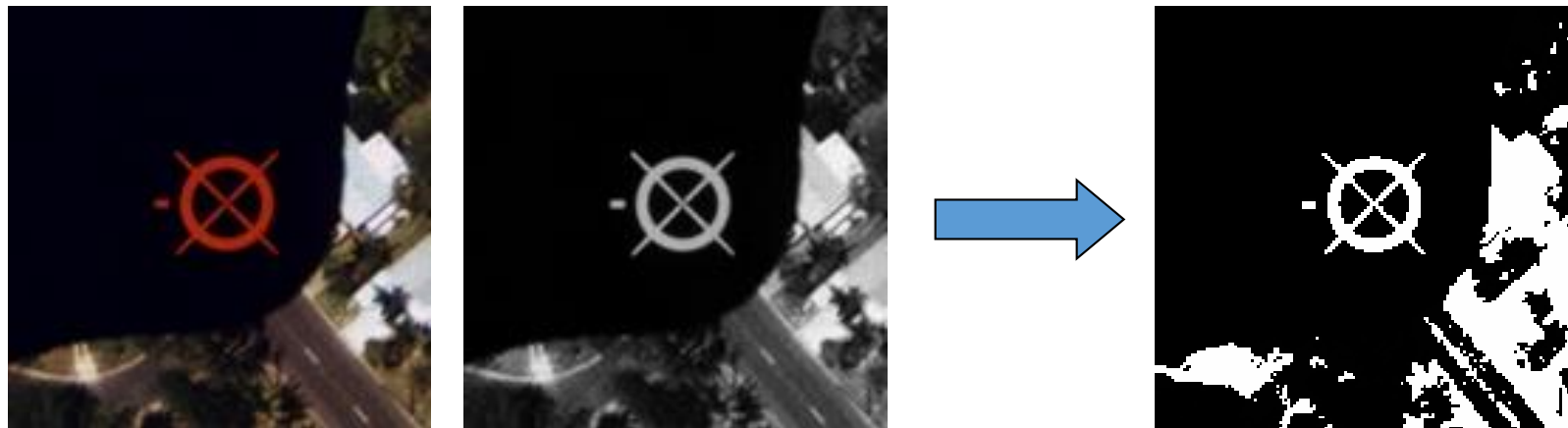
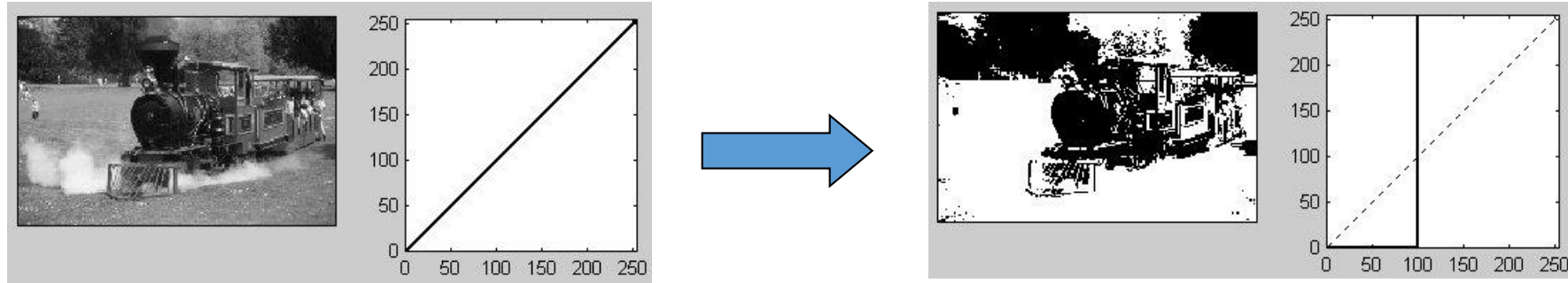


szigma clip

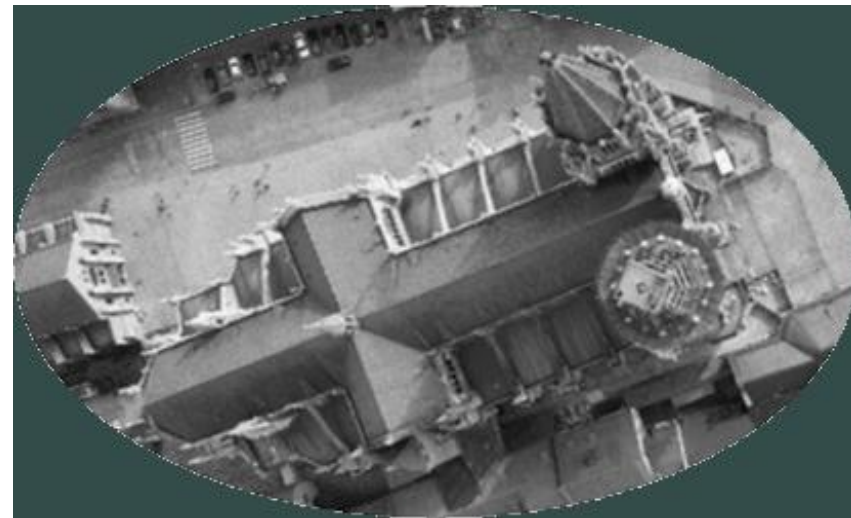
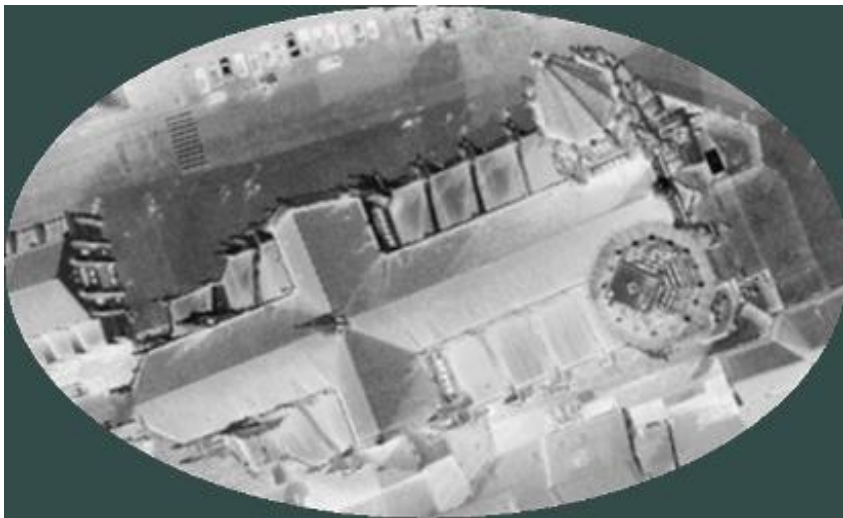
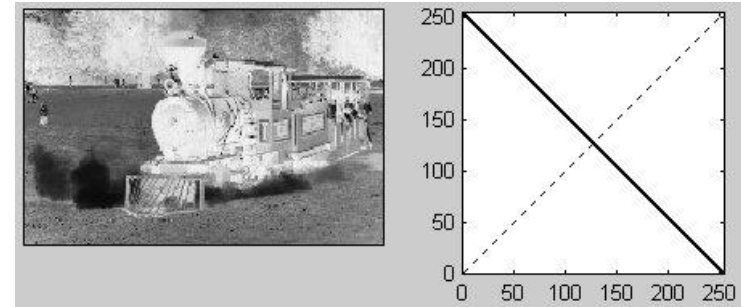
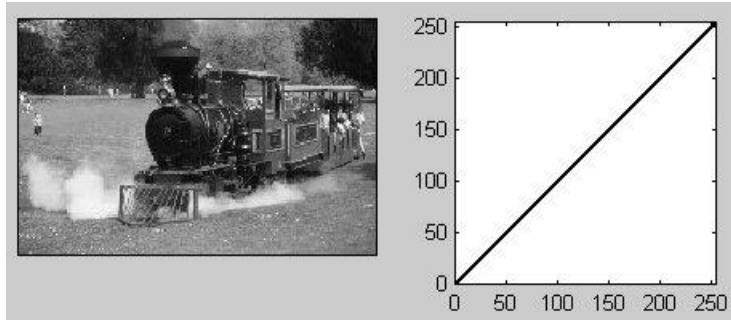
Hisztogram-széthúzás (példa)



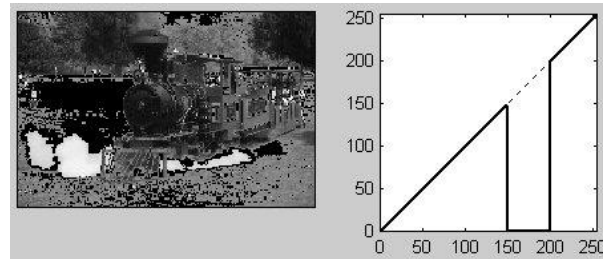
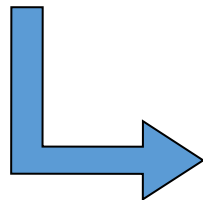
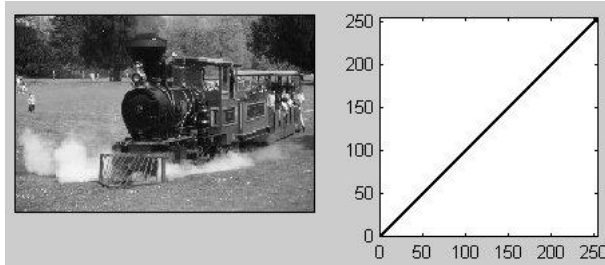
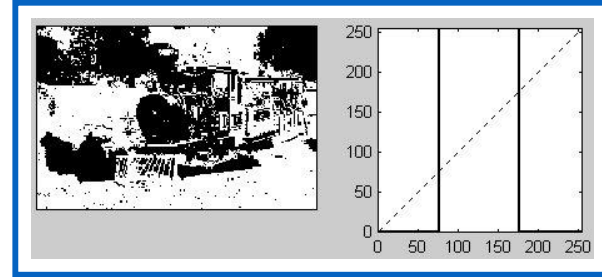
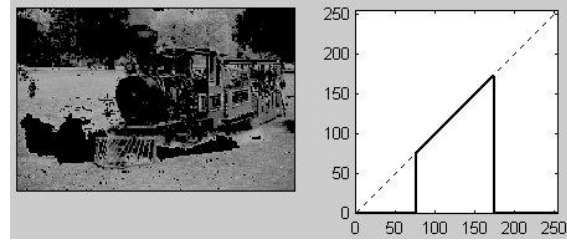
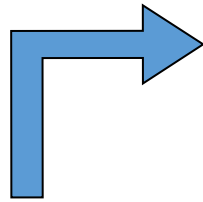
Küszöbölés (thresholding)



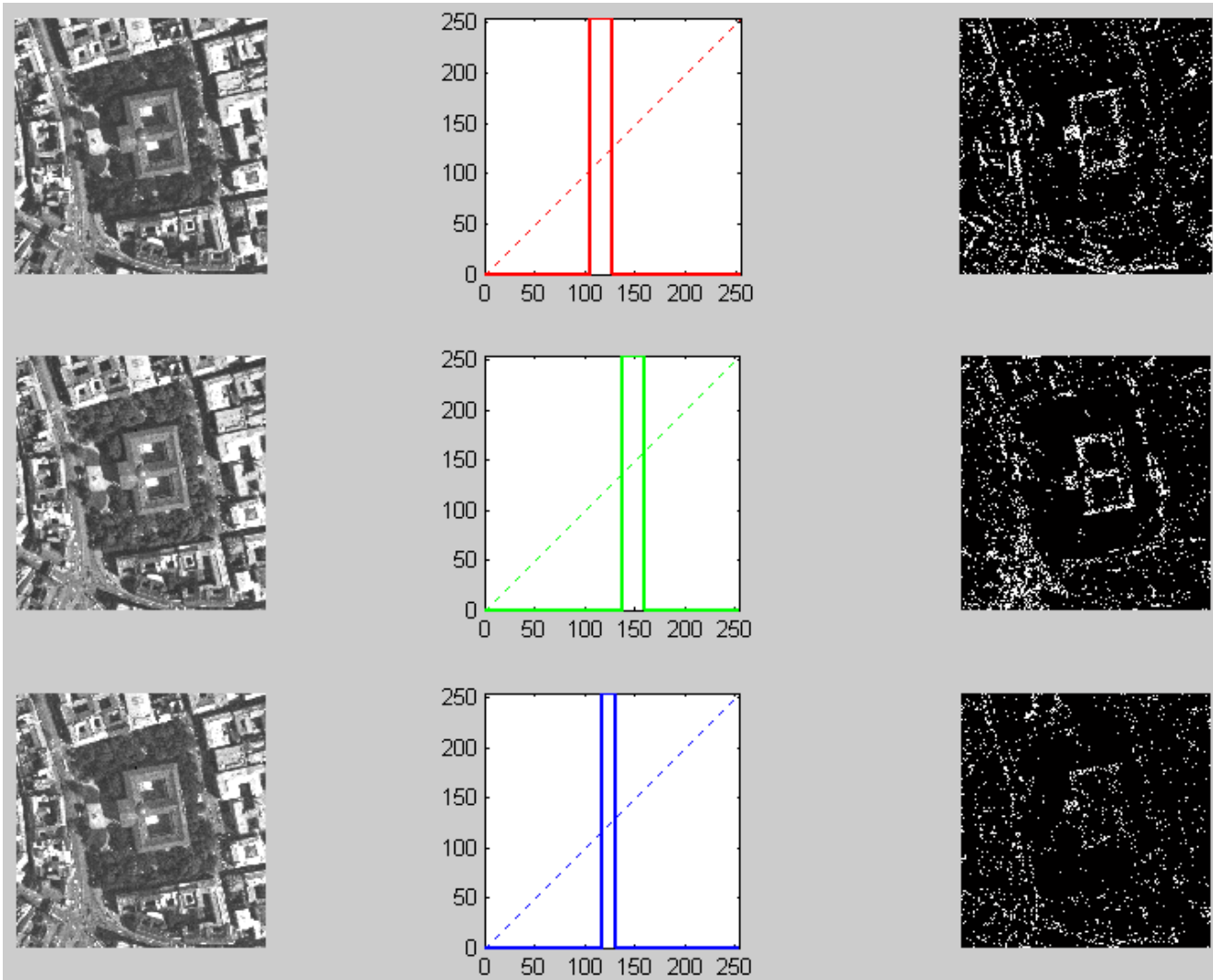
Invertálás



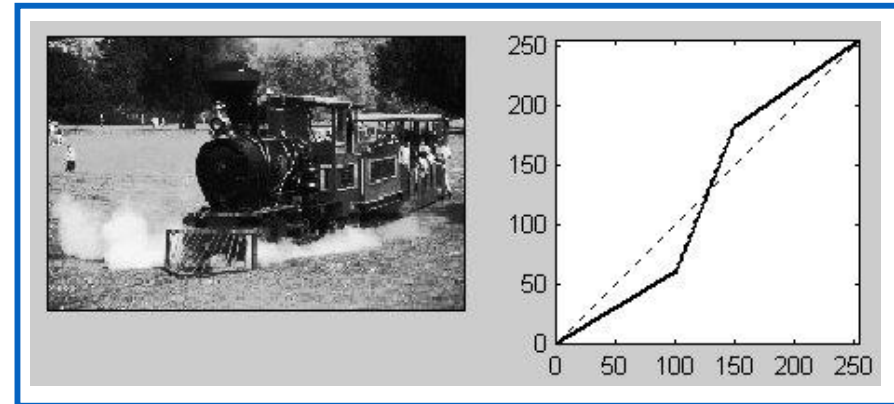
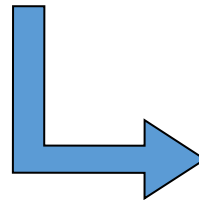
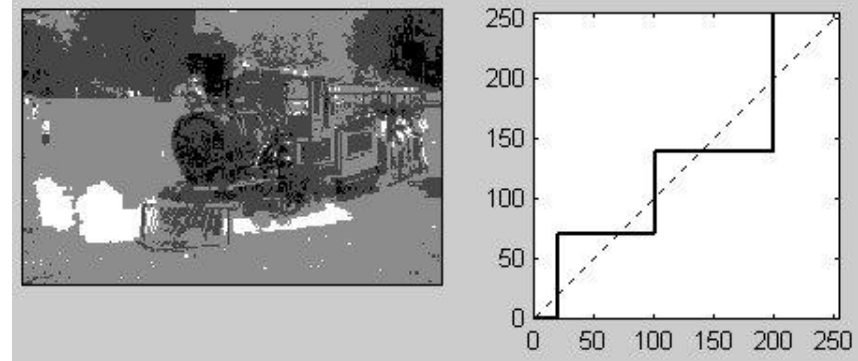
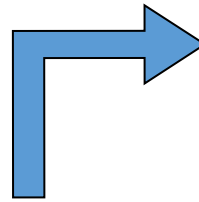
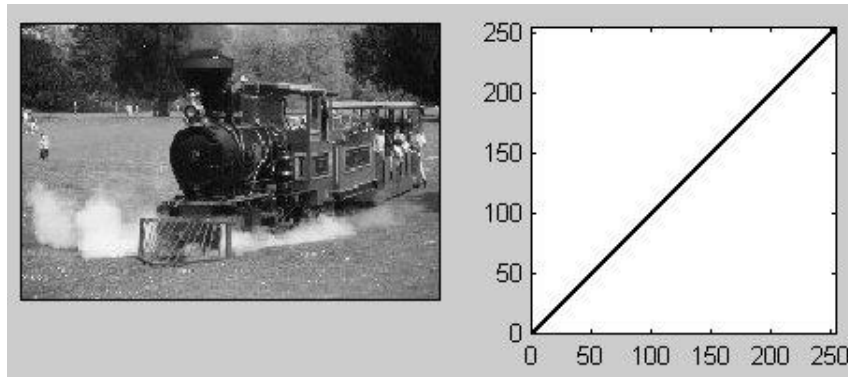
Szakaszos LUT-ok



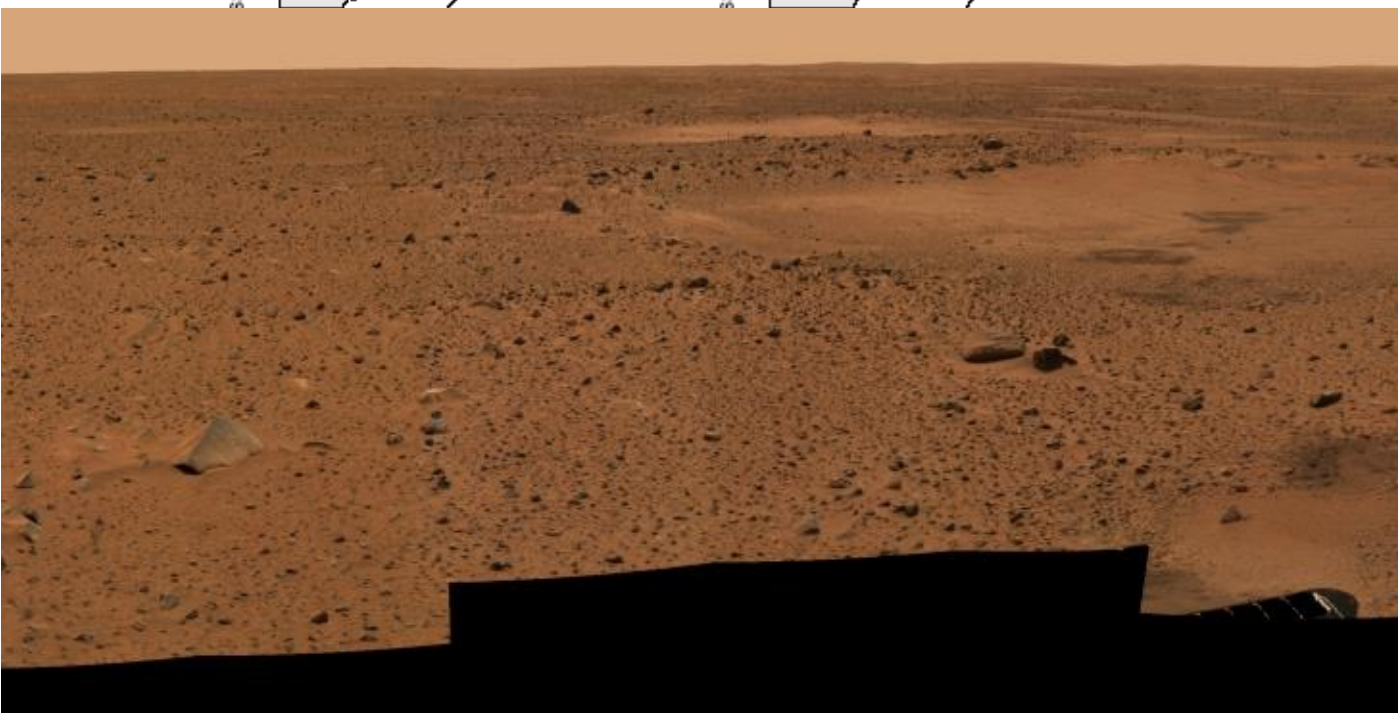
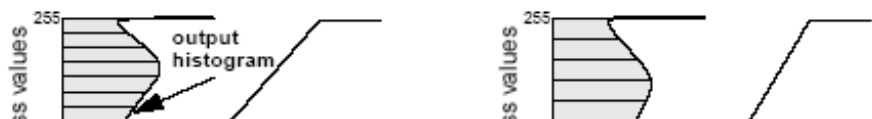
Szegmentálás LUT-tal



Szakaszos LUT



Hisztogram-illesztés (matching)

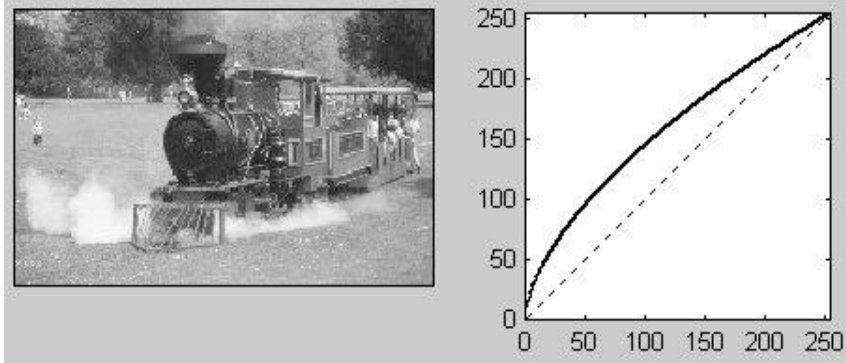


3. Another breakpoint added. Contrast at the peak of the histogram continues to increase.

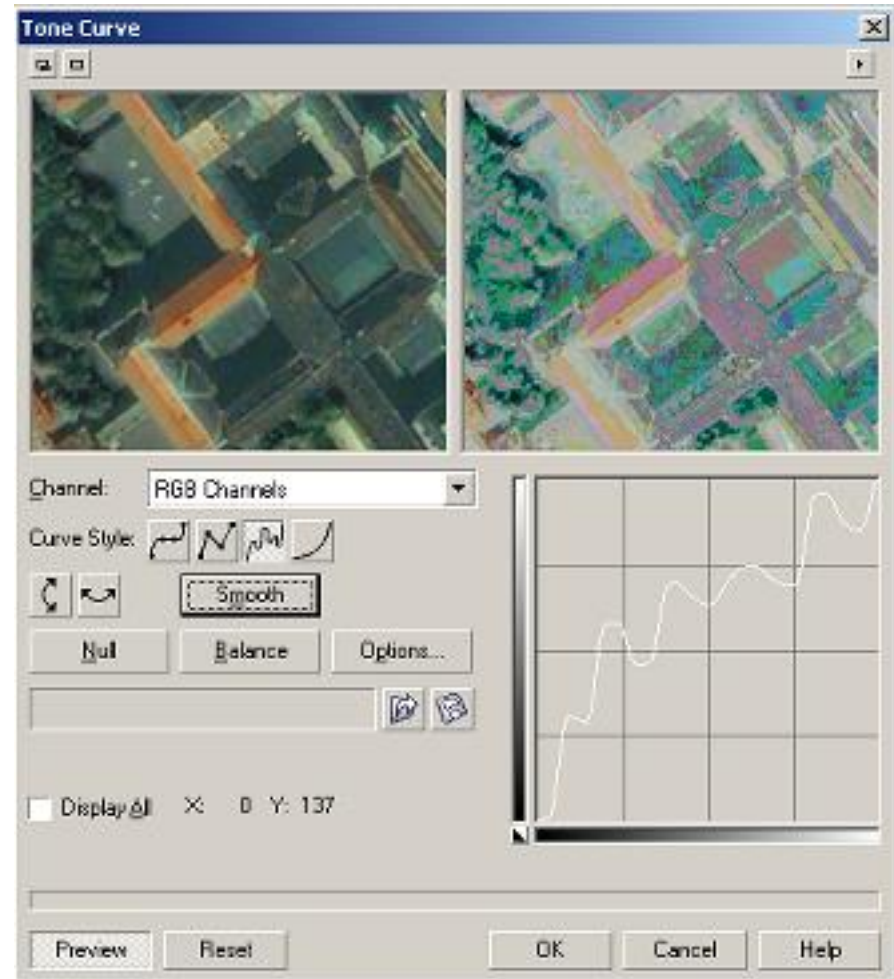
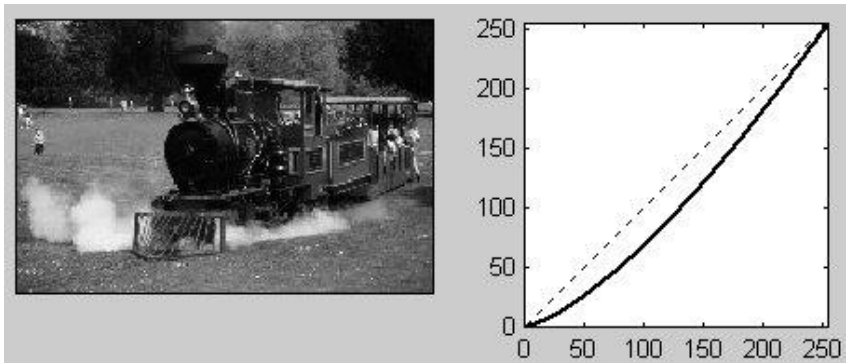


4. The breakpoint at the top of the function is moved so that values are not clipped.

A LUT, mint görbe



$$f(x) = 255 \cdot \left(\frac{x}{255} \right)^{\gamma}$$

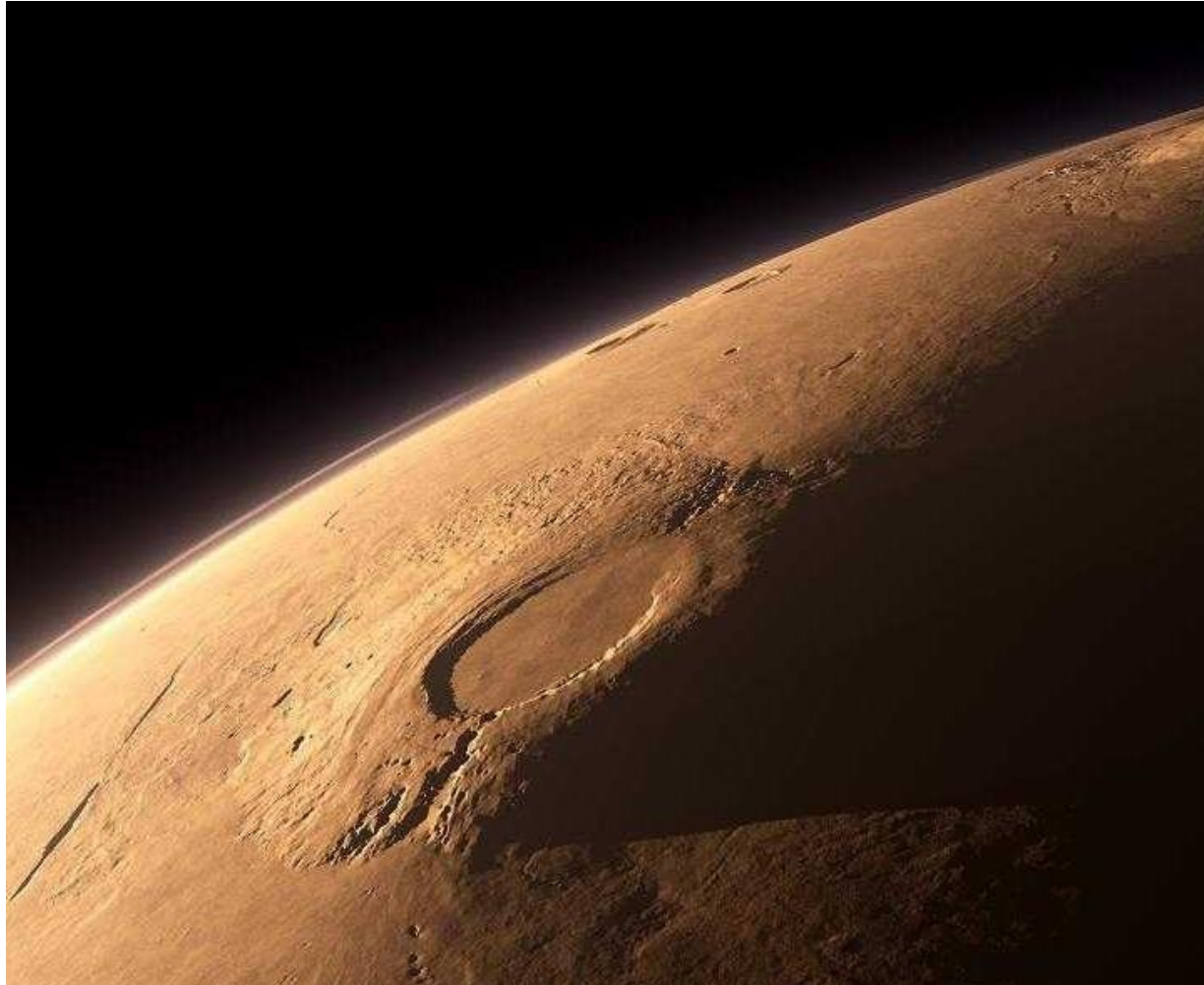


Gamma-képjavítás

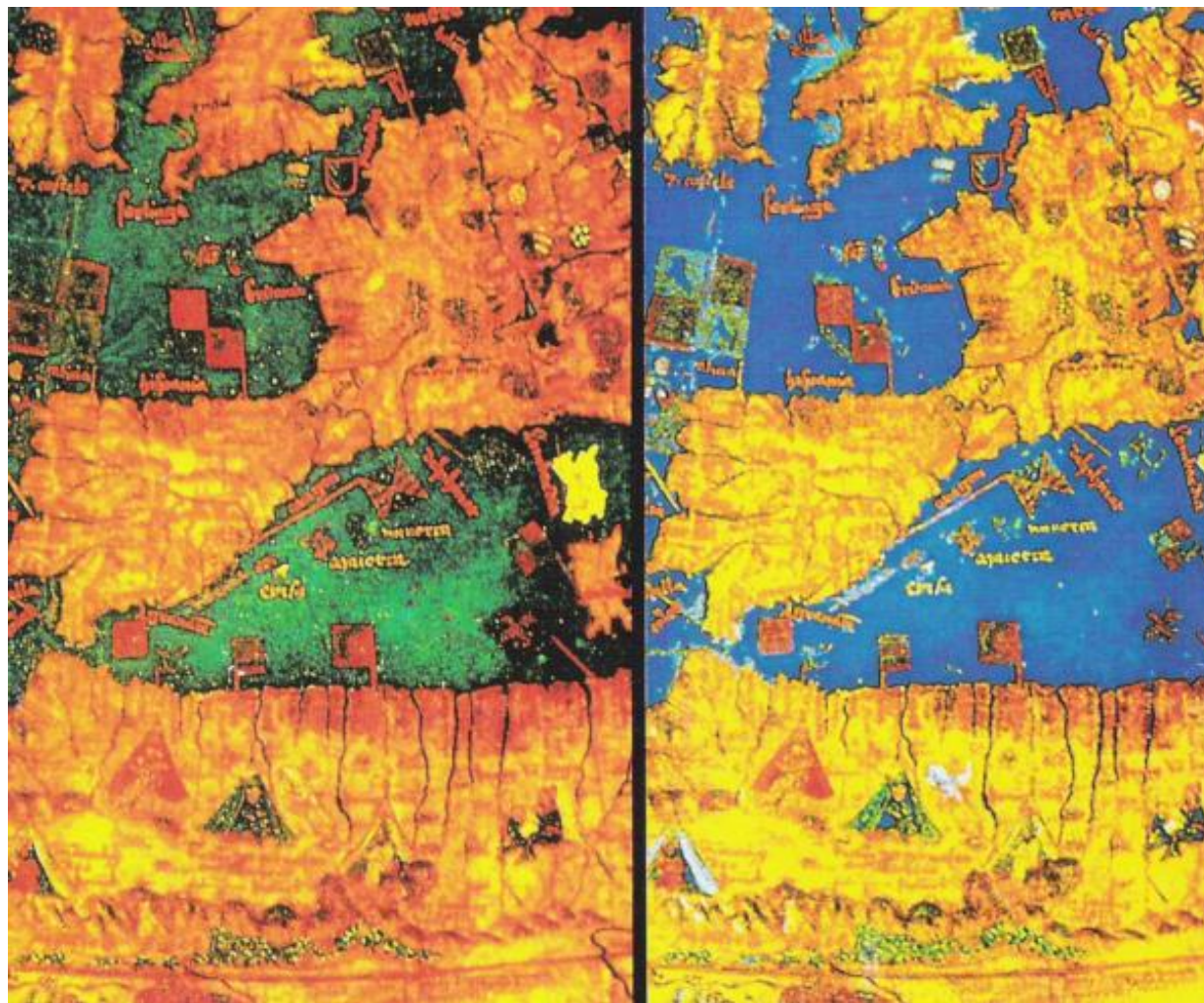


$\gamma = 2.0$

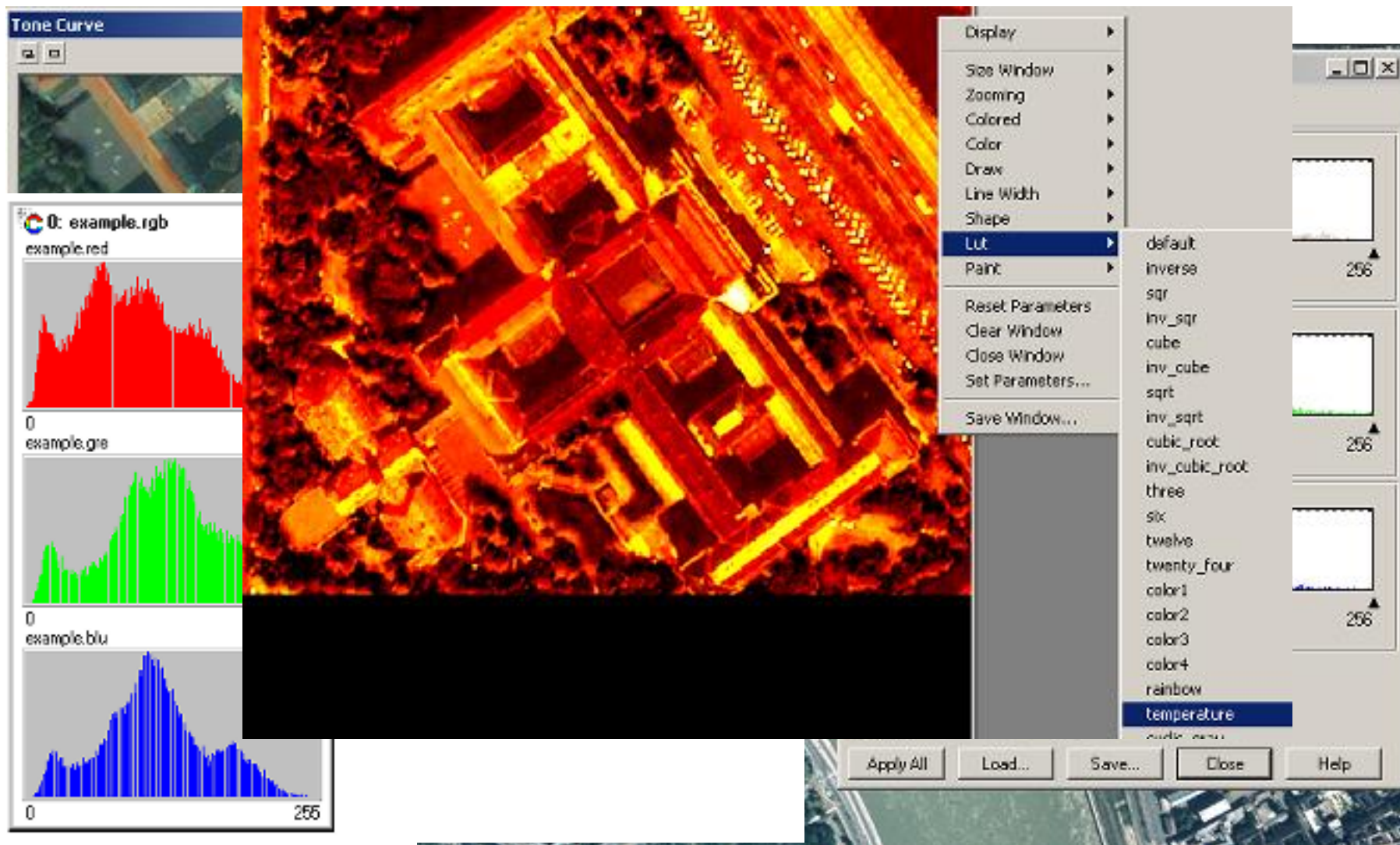
Veszélyek a LUT alkalmazásában



A LUT maszkolással együtt



A LUT néhány szoftverben



A LUT értékelése

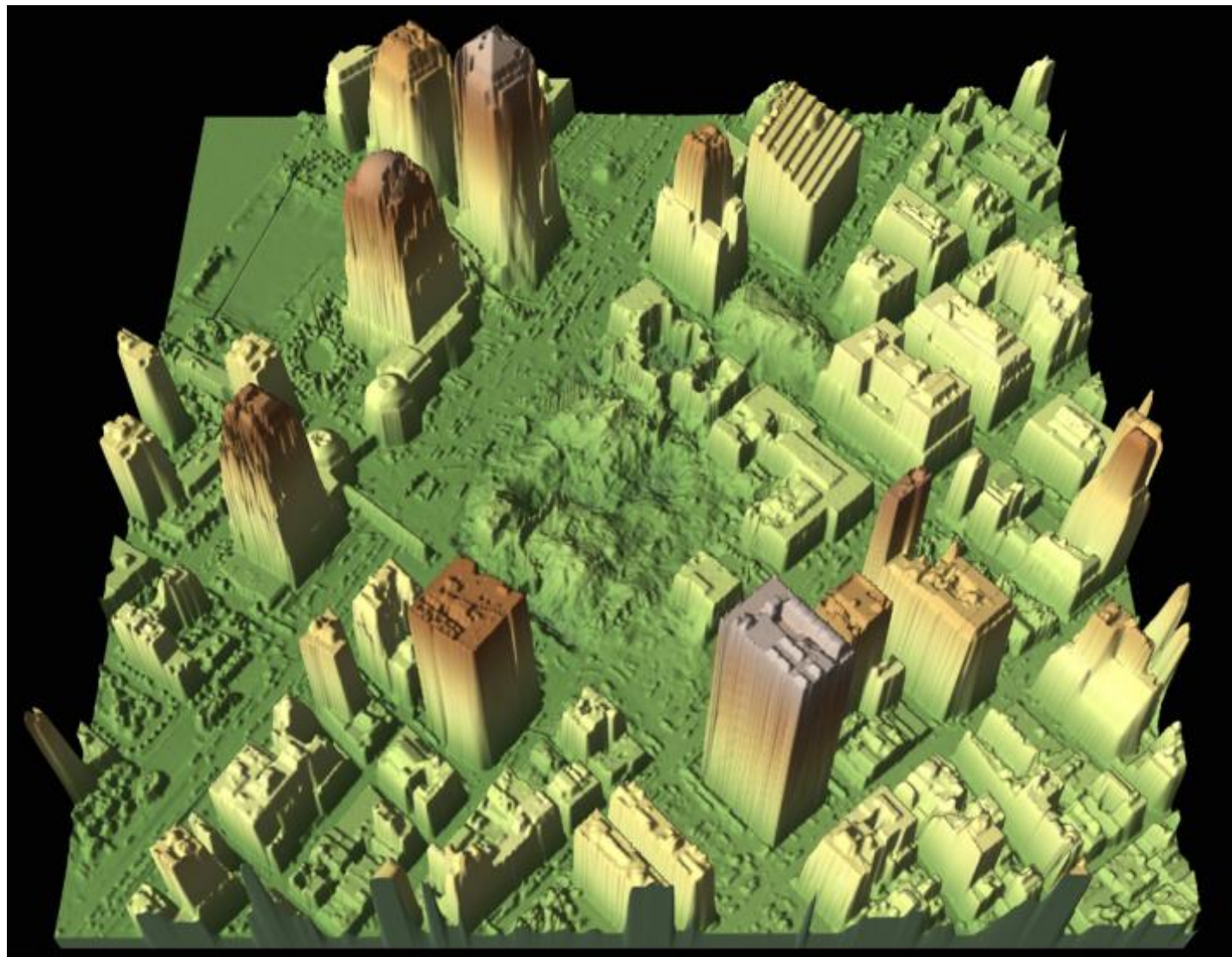
- **Előnyei**

- Egyszerű
- Kevés helyigényű
- Gyors (képpiramis!)

- **Hátrányai**

- Kevésbé szofisztikált
- Többnyire globális (maszkolás!)

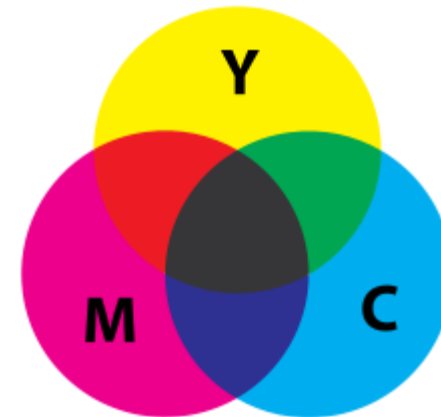
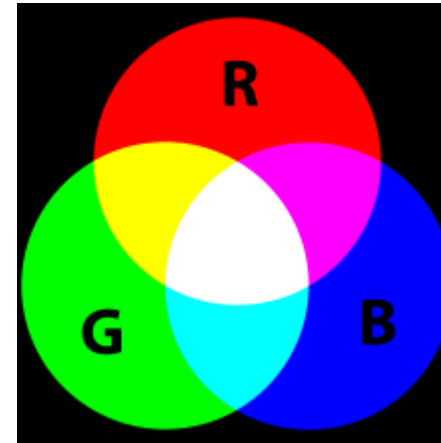
A LUT kiterjesztése: DEM-vizualizáció



Színkeverés

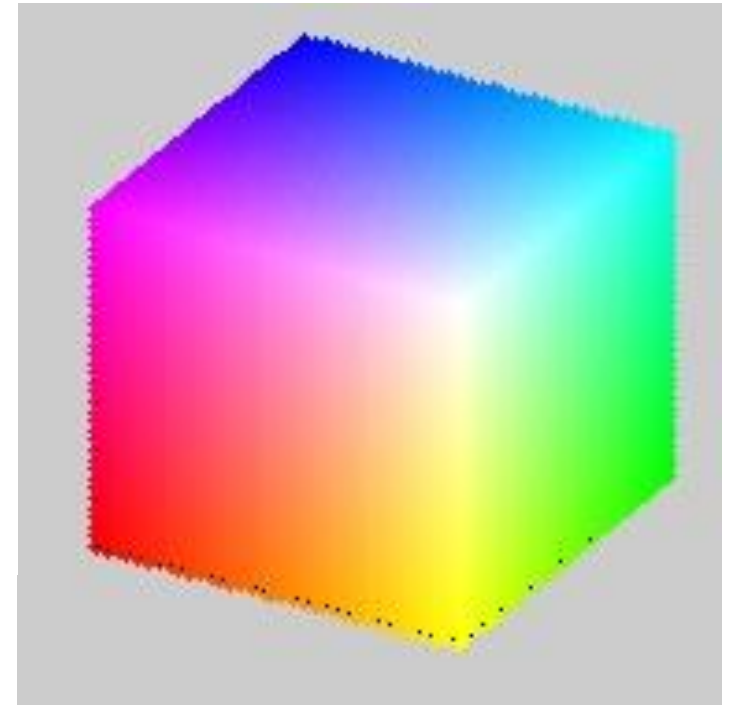
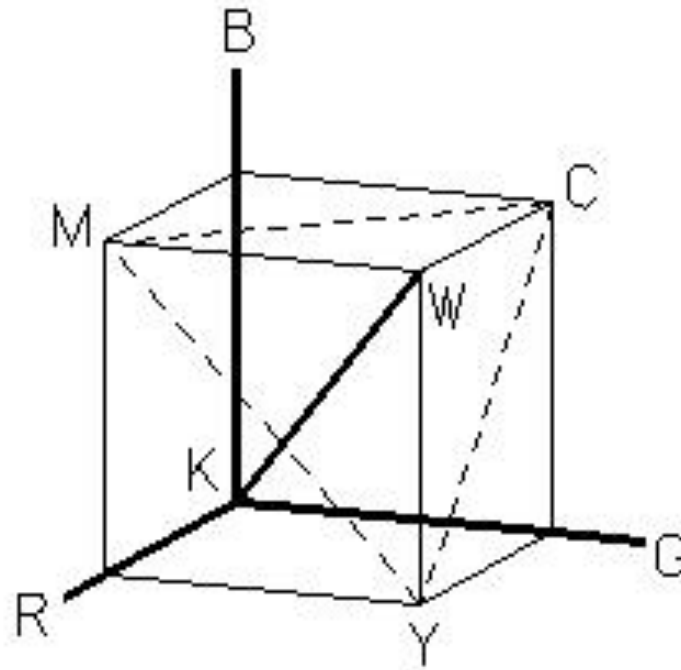
- Additív (összeadó):
 - spektrumgörbék összeadása
 - pl. egymásravezített fényforrások

- Szubsztraktív (kivonó)
 - spektrumgörbék kivonása
 - elnyelések (abszorpció) összeadása
 - pl. festékek összeöntése



RGB-színmodell

- alap (elsődleges) színek:
 - vörös (R), zöld (G), kék (B)
- másodlagos színek:
 - cián (C), magenta (M), sárga (Y)
- további fontos színek:
 - fehér (W), fekete (K)



Egy kép és RGB-komponensei



R



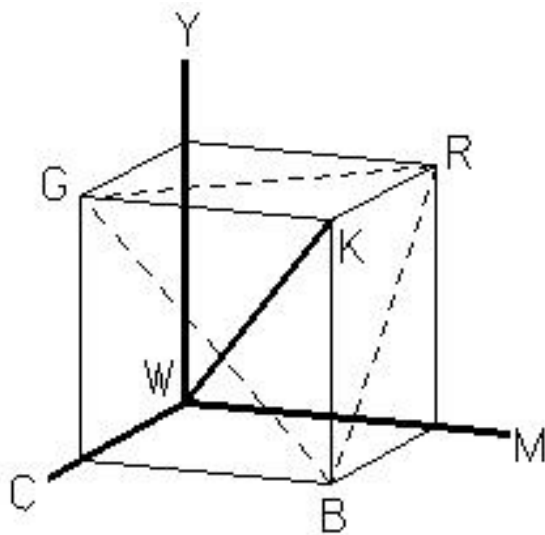
G



B

CMY és CMYK-modellek

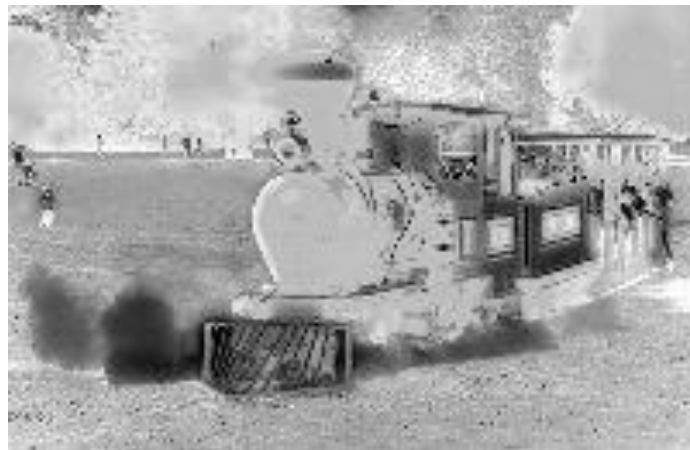
- alapszínek: C, M, Y



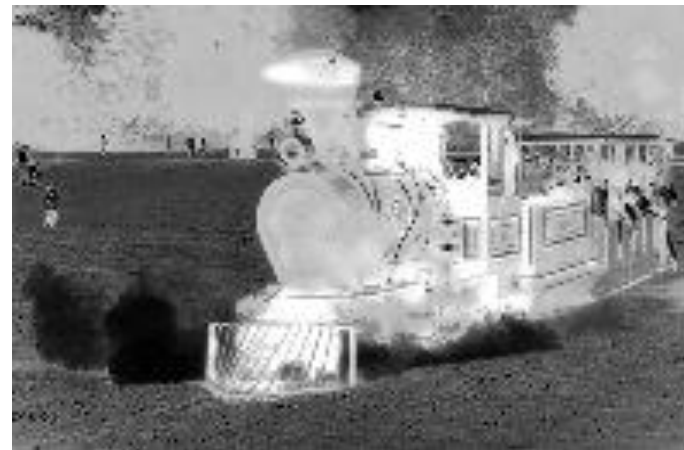
CMYK-komponentsek



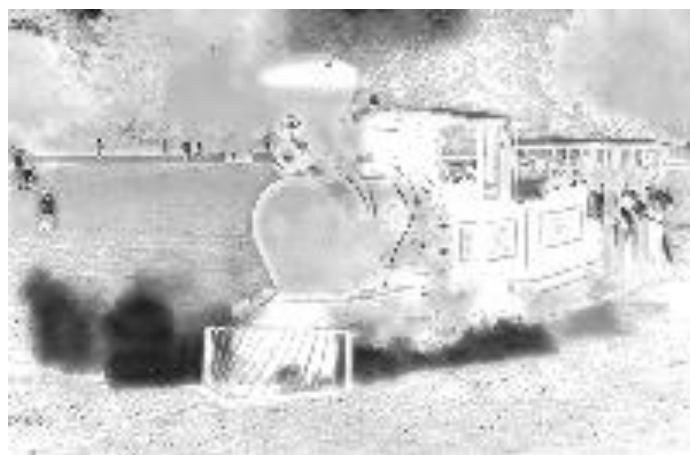
C



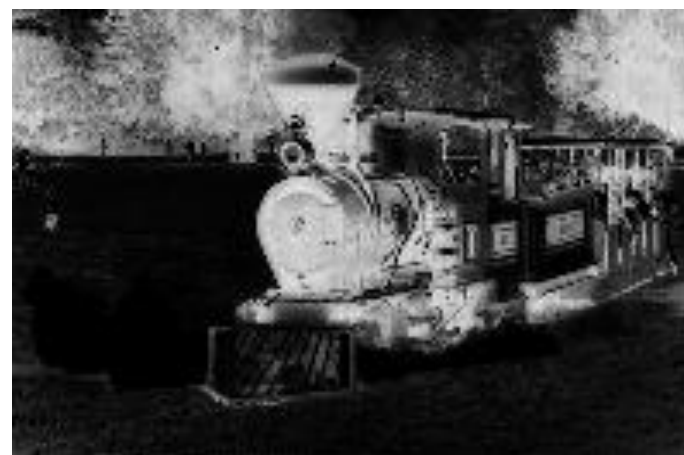
M



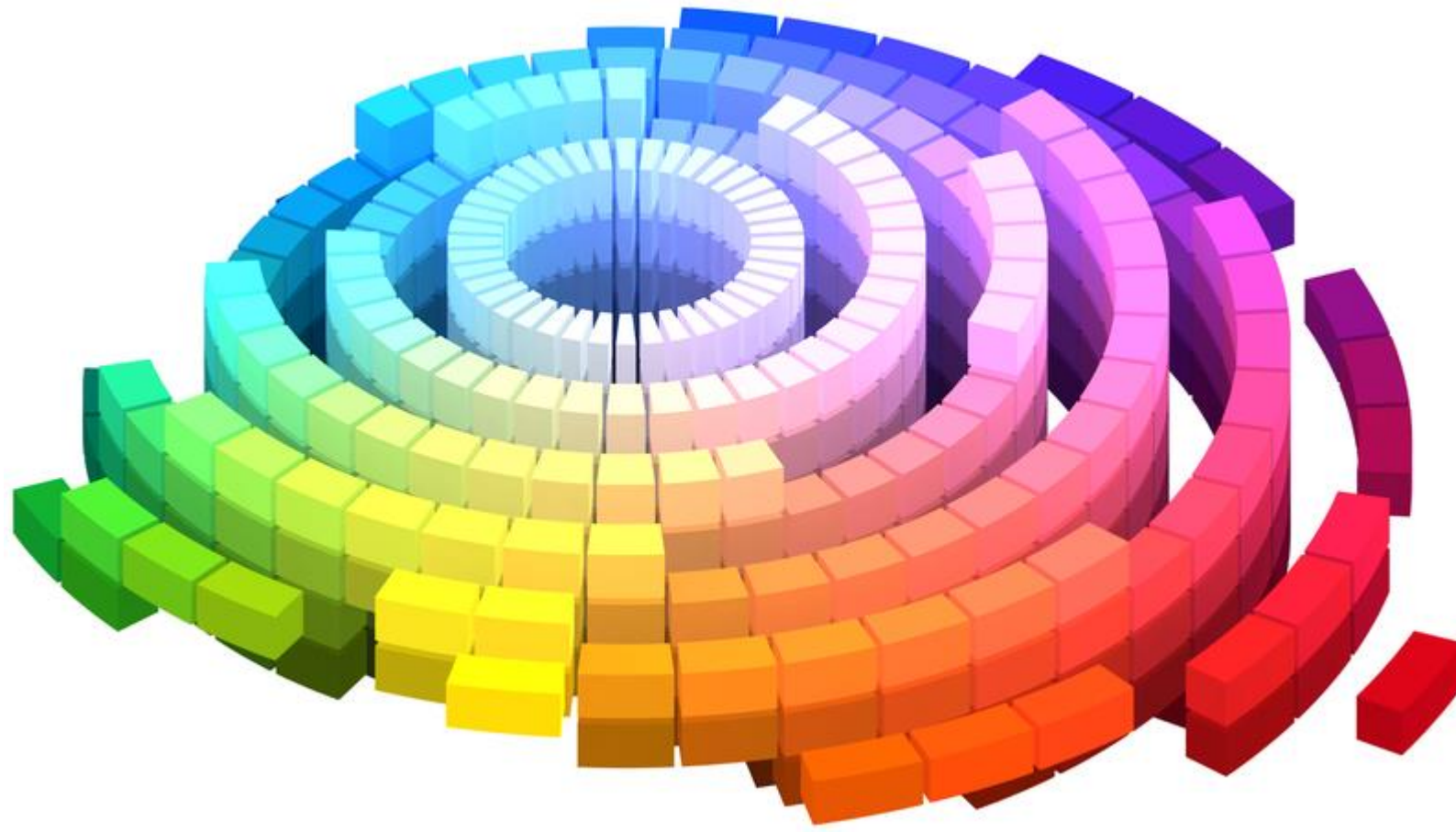
Y



K



Színekűpök



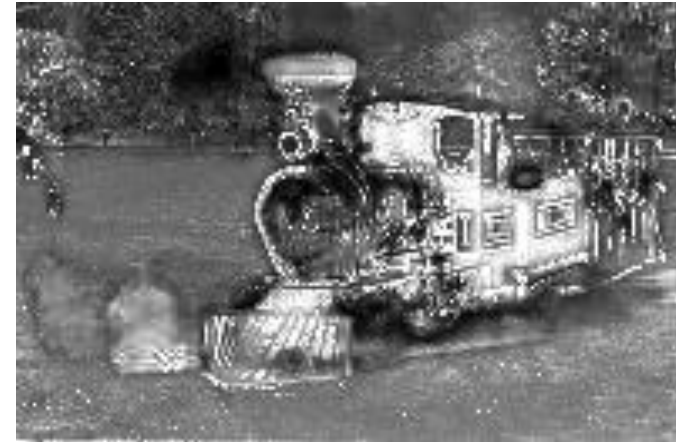
HSV-komponentsek



H



S

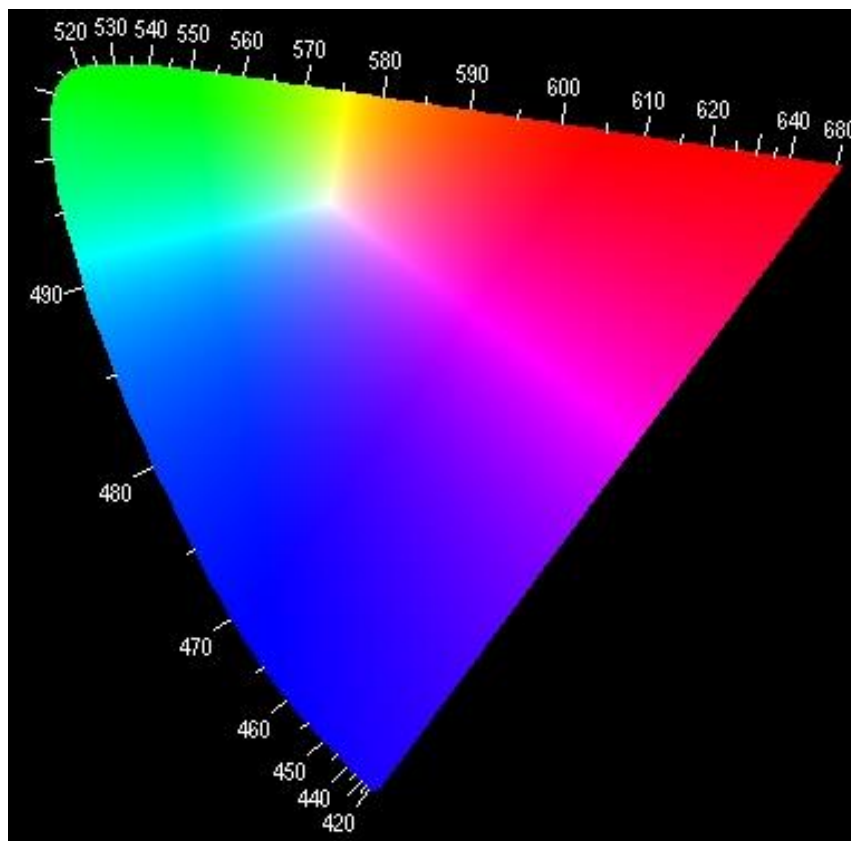


V



HSV=HSB=HSI=IHS

A látható spektrum színei



kromaticitási diagram

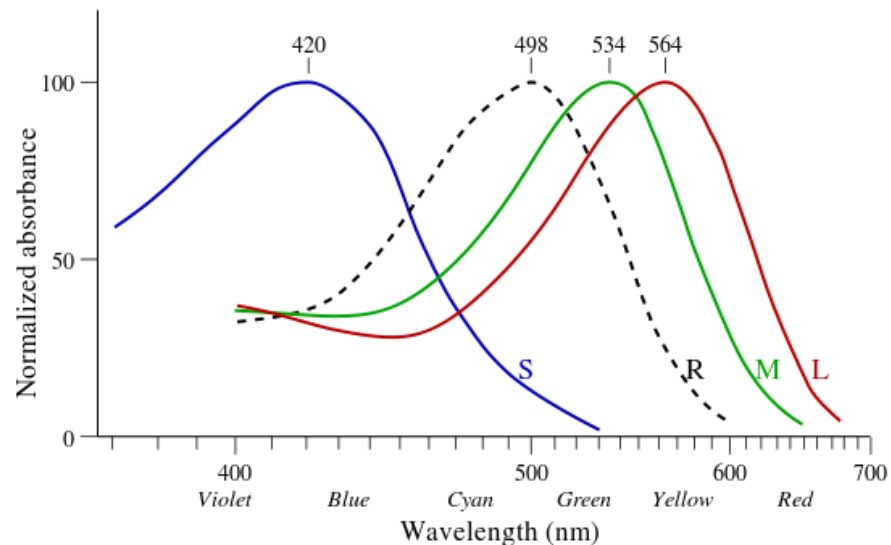
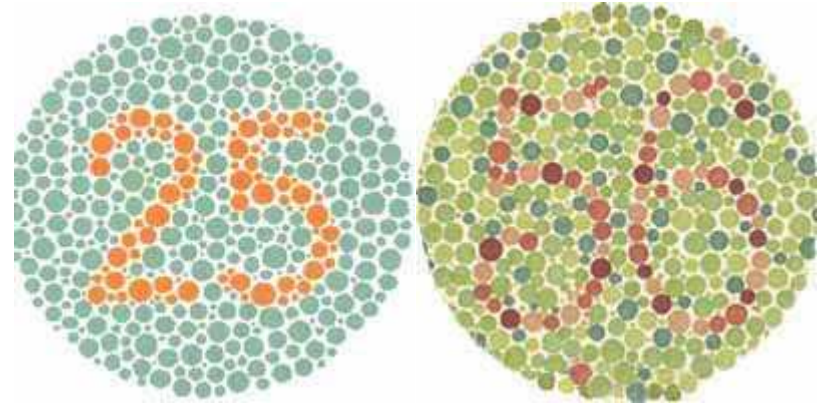
Színnevezési rendszerek

- angolul: Color Naming System
- pl.
 - Natural Colour System
 - Pantone
 - Trumatch
 - Focoltone
 - ...



Látásunk

- pálcikák (kb. 100-120 millió)
 - alak-, formalátás
- csapok (kb. 6-6.5 millió)
 - színlátás
 - csaptípusok:
 - vörösérzékeny (P típus)
 - zöldérzékeny (D típus)
 - kékérzékeny (T típus)



Alapműveletek

- főként kétoperandusú műveletek
- összetartozó operandusok kérdése
 - pixelpár
 - sor-oszlop pozícióval
 - koordináta megadással (pl. EOVB-ban)
 - eltérő-azonos képméret kérdése
- alapműveletek:
 - összeadás
 - kivonás
 - szorzás
 - Osztás

Átskálázás szükségessége

- Összeadás és szorzás (pozitív „túlcsordulás”)
 - Pl. $128+242$

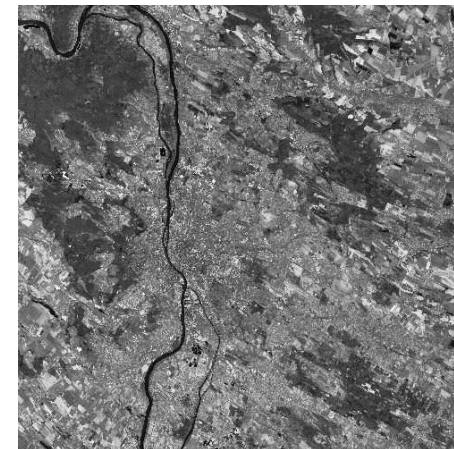
- Kivonás (negatív „túlcsordulás”)
 - Pl. 37-255

- Osztás (zéró osztó)
 - Pl. $47/0$

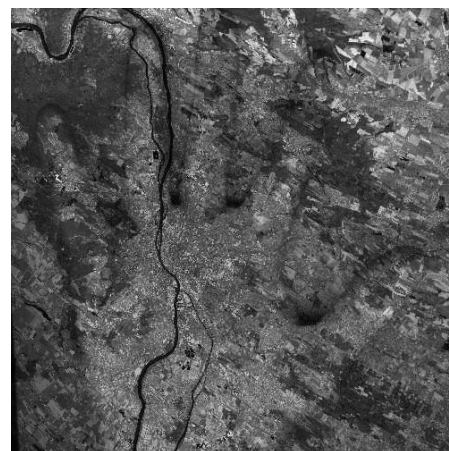
Alapműveleti példák



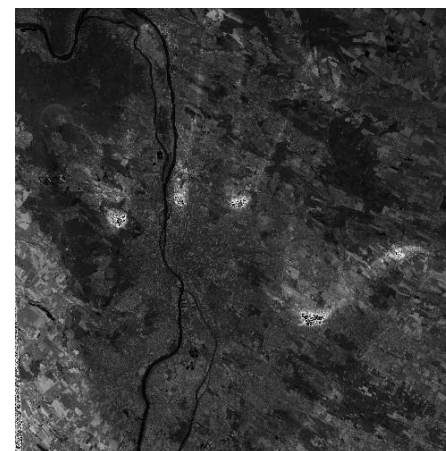
összeadás



kivonás

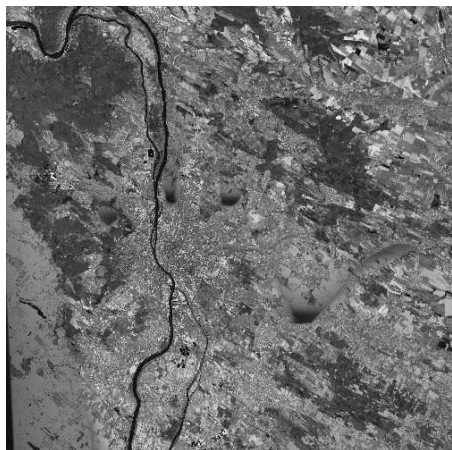


szorzás



osztás

További műveleti példák



minimum



maximum



átlag



difference

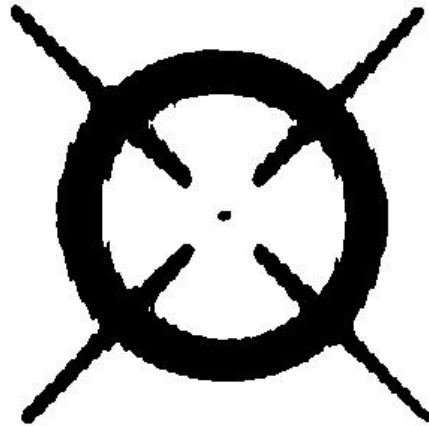
Logikai műveletek

- bináris bemenet
- típusai:
 - NOT
 - AND
 - OR
 - XOR

Logikai műveleti példák



NOT



OR



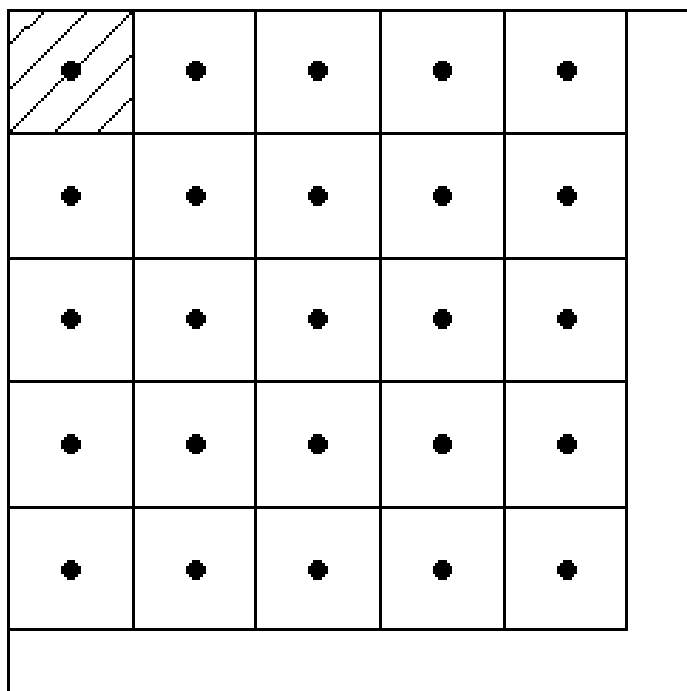
XOR



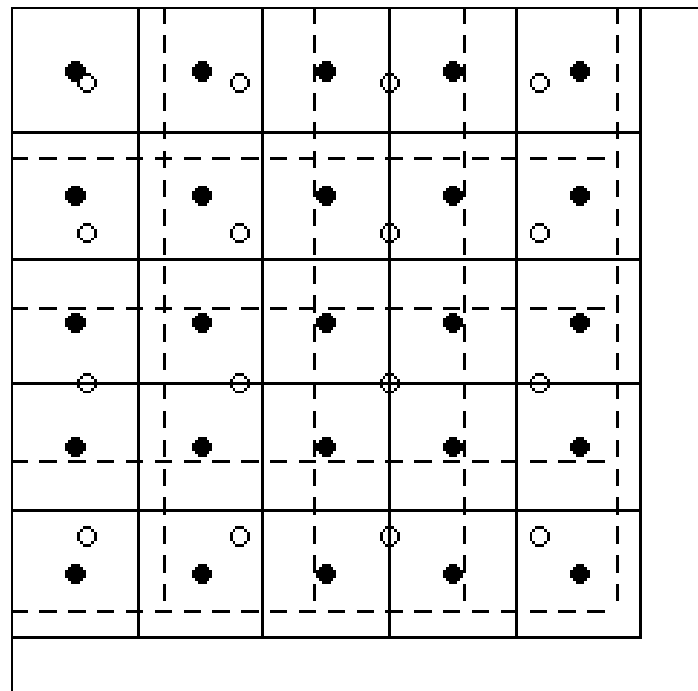
AND



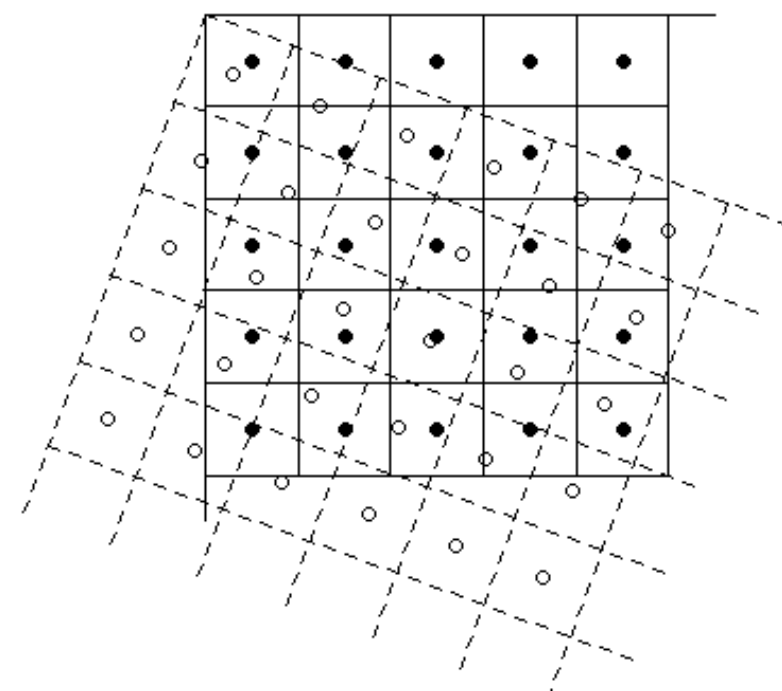
Amikor „a pixelek változnak”



Eredeti kép, pixelek jelentése



Geom. felbontás megváltoztatása

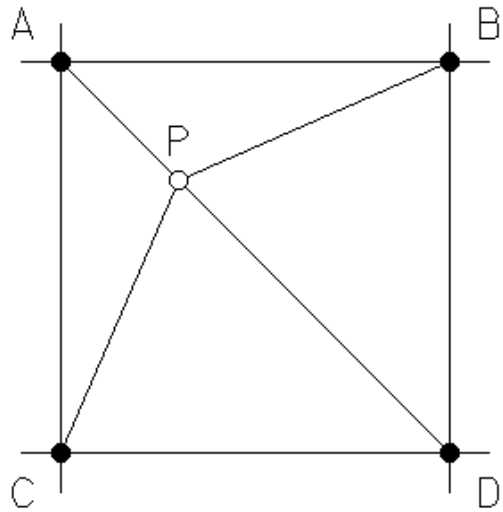


Kép elforgatása

Az újramintavételezés (resampling)

- Kérdések:
 - Milyen intenzitásérték legyen az ÚJ pixelekben?
 - Hogyan számíthatjuk ki a RÉGI pixelek alapján?
- Módszerek:
 - Legközelebbi szomszéd módszer (Nearest neighbor)
 - Bilineáris interpoláció (Bilinear interpolation)
 - Bikubikus interpoláció (Bicubic interpolation)

A legközelebbi szomszéd-módszer



$$I_P = I_{d_{\min}}$$

$$d_{PA} = d_{\min}$$

$$I_P = I_A$$

$$d_E = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \sqrt{(x_Q - x_P)^2 + (y_Q - y_P)^2}$$

$$d_M = |\Delta x| + |\Delta y| = |x_Q - x_P| + |y_Q - y_P|$$

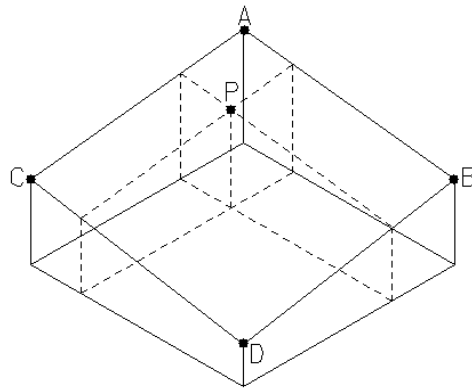
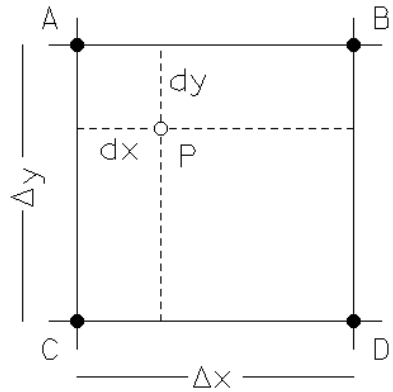
- Előnyök:

- eredeti intenzitások megmaradnak
 - pl. tematikus térképezés!
- gyors eljárás

- Hátrányok:

- lépcsős „kinézet” (alias effektus)

Bilineáris interpoláció

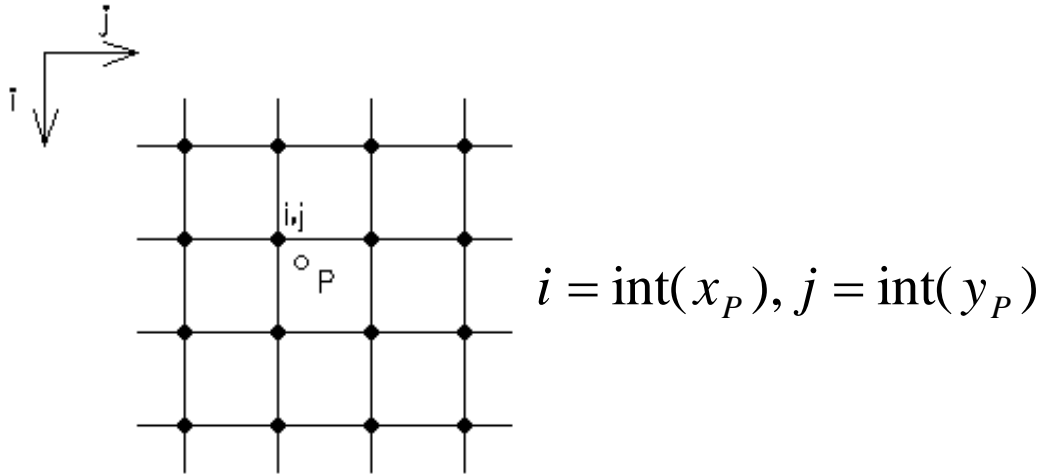


$$\Delta x = \Delta y = 1 \quad 0 \leq dx, dy \leq 1$$

$$I_P = I_A + dx \cdot (I_B - I_A) + dy \cdot (I_C - I_A) + dx \cdot dy \cdot (I_A - I_B - I_C + I_D)$$

- Előnyök:
 - viszonylag egyszerű (gyors) számítás
 - sima átmenetek (vs. lépcsősség)
- Hátrányok:
 - homályosodás
 - eredeti intenzitásértékek módosulása

Bikubikus interpoláció



$$I_P = \sum_{k=1}^4 [I_{i-1, j+k-2} \cdot f(d_{i-1, j+k-2} + 1) +$$

$$+ I_{i, j+k-2} \cdot f(d_{i, j+k-2}) +$$

$$+ I_{i+1, j+k-2} \cdot f(d_{i+1, j+k-2} - 1) +$$

$$+ I_{i+2, j+k-2} \cdot f(d_{i+2, j+k-2} - 2)]$$

$$f(x) = \begin{cases} (a+2)|x|^3 - (a+3)|x|^2 + 1 & \text{ha } |x| < 1 \\ a|x|^3 - 5a|x|^2 + 8a|x| - 4a & \text{ha } 1 < |x| < 2 \\ 0 & \text{egyébként} \end{cases}$$

- Előnyök:
 - élesebb, sima átmenetes kép
- Hátrányok:
 - lassabb eljárás
 - eredeti intenzitásértékek megváltoznak

A három újramintavételezési mód összehasonlítása



legközelebbi szomszéd

bilineáris interpoláció

harmadfokú interpoláció

Köszönöm a figyelmet!