

7. Hisztogram és hisztogram-transzformációk

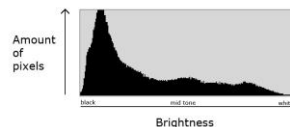
Hisztogram

Az intenzitásértékek előfordulási gyakoriságát az adott képen megadó diszkrét függvény.

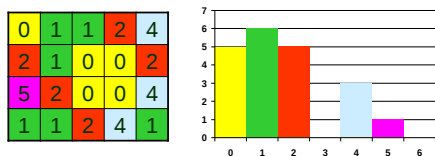
$$h(r_k) = n_k,$$

ahol

- r_k a k -adik intenzitás (kvantált érték) és
- n_k az r_k intenzitással bíró képpontok száma.



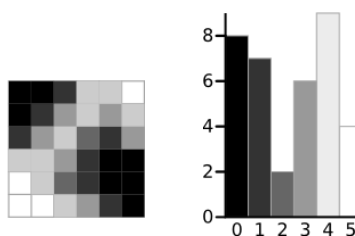
Hisztogram



kép

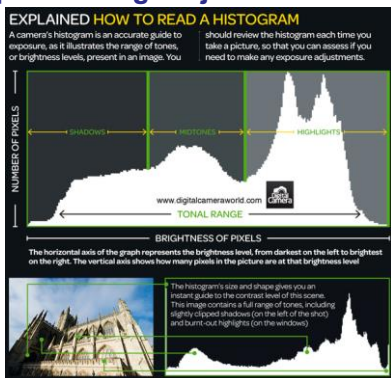
hisztogram

Hisztogram



egy 6-szintű kép és a hisztogramja

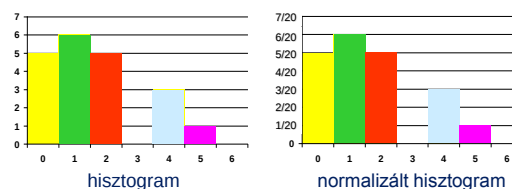
Képek hisztogramjának értelmezése



Normalizált hisztogram

$$p(r_k) = h(r_k) / n,$$

ahol n a kép pontjainak száma ($0 \leq p(r_k) \leq 1$).

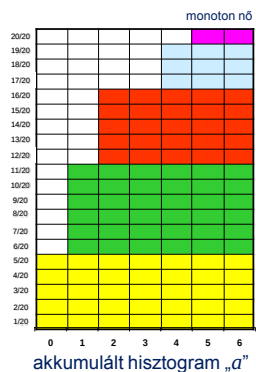
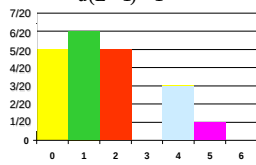


Akkumulált hisztogram

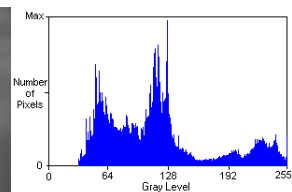
$$a(r_k) = \sum_{i=0}^k p(r_i)$$

$$(k = 0, 1, \dots, L-1)$$

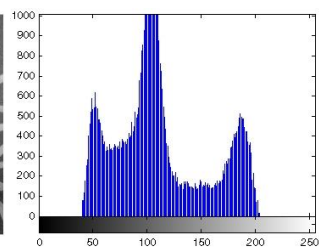
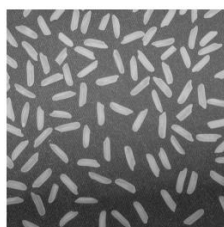
$$a(L-1) = 1$$



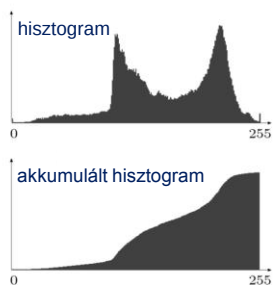
Példa hisztogramra



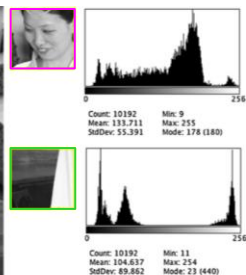
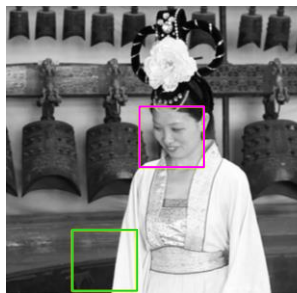
Példa hisztogramra



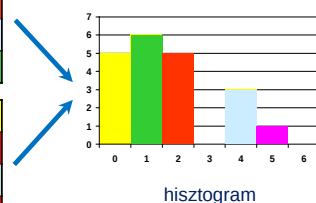
Példa hisztogramra



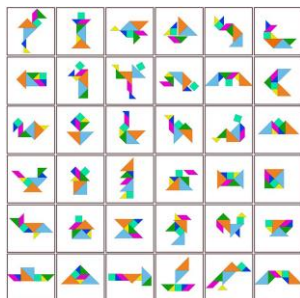
Lokális hisztogram



A hisztogram és a képtartalom



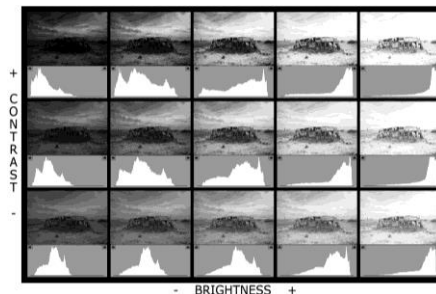
A hisztogram és a képtartalom



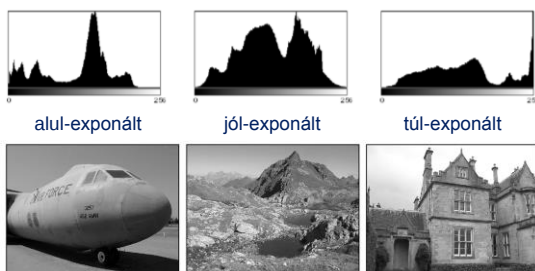
A képpontok „összerázásával” a hisztogram nem változik, tehát a hisztogramból nem következtethetünk a „látványra”.



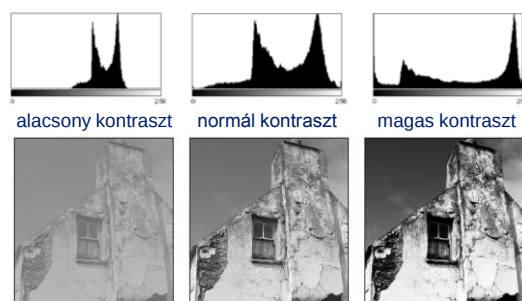
Kép megítélése a hisztogram alapján



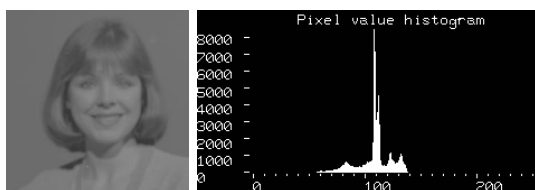
Kép megítélése a hisztogram alapján



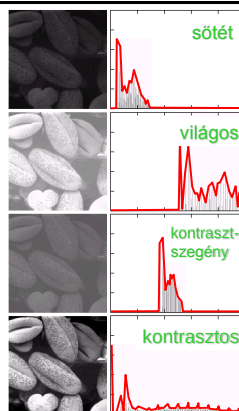
Kép megítélése a hisztogram alapján



Kép megítélése a hisztogram alapján

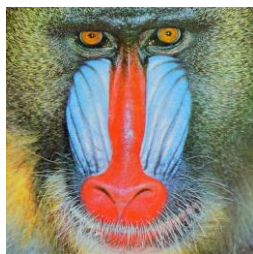


Gyenge kontraszt:
nincs kihasználva a teljes értékkészlet

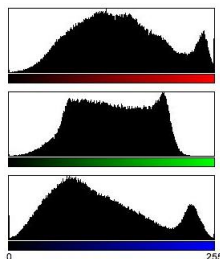


Kép megítélése
a hisztogram
alapján

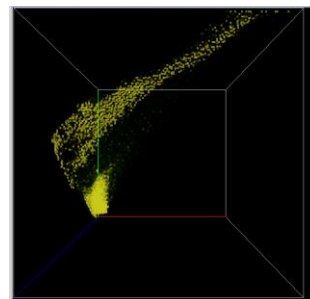
Színes kép histogramja – 1.



RGB kép

histogram
színkomponensenként

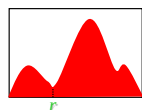
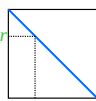
Színes kép histogramja – 2.

A 3D RGB histogram
megjelenítése:

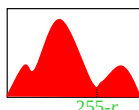
Pont operációk hatása a histogramra



komplementálás

 r 

függvény

 $255-r$

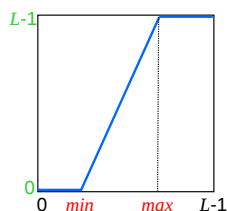
A histogram transzformációk

... olyan pont-operációk, amelyek függvényét az input kép histogramjából vagy az output kép histogramjára vonatkozó elvárások alapján határozzák meg.

Ilyen pl.:

- a histogram/kontraszt széthúzás,
- a histogram kiegyenlítés és a
- a histogram specifikáció.

Histogram széthúzás



A pont-operáció függvénye egy lineáris skála-transzformáció: a képen előforduló intenzitástartományt, a $[min, max]$ intervallumot skálázza a $[0, L-1]$ (a teljes) intervallumba.

A pont-operáció függvénye
 $s=T(r)=a \cdot r+b$.

Tudjuk, hogy

$$0=a \cdot min+b$$

és

$$L-1=a \cdot max+b,$$

ennélfogva:

$$a=(L-1)/(max-min)$$

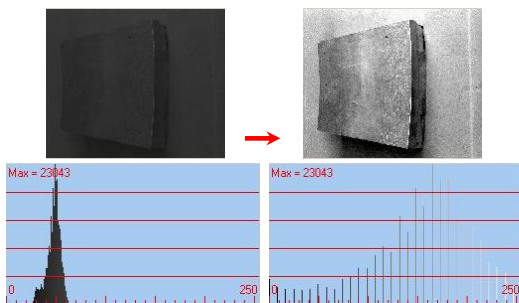
$$b=-min \cdot a=-min \cdot (L-1)/(max-min).$$

Tehát:

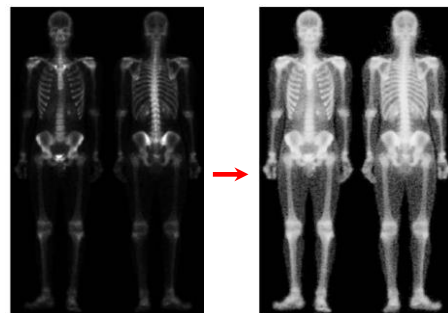
$$s=T(r)=(L-1)(r-min)/(max-min).$$

Histogram széthúzás

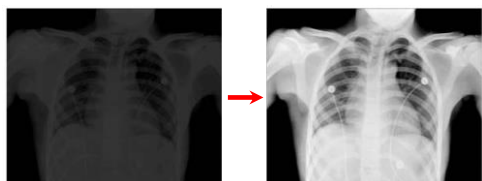
Példa hisztogram széthúzásra



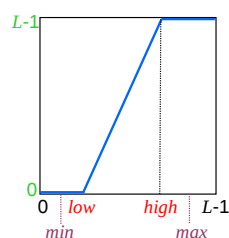
Példa hisztogram széthúzásra



Példa hisztogram széthúzásra

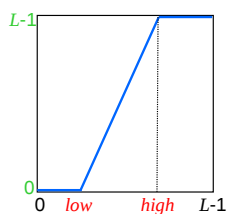


Kontraszt széthúzás



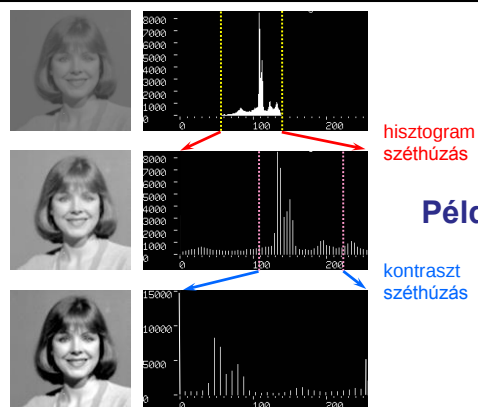
A hisztogram széthúzásához hasonló, de az intenzitások egy megadott **[low, high]** intervallumát skálázza a **[0, L-1]**-be.

(A megadott intervallum szűkebb lehet, mint az előforduló intenzitások **[min, max]** sávja.)



Kontraszt széthúzás

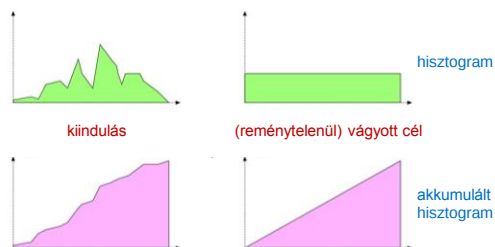
$$s = T(r) = \begin{cases} 0 & \text{ha } r < low \\ \frac{(L-1)(r-low)}{high-low} & \text{ha } low \leq r \leq high \\ L-1 & \text{ha } r > high \end{cases}$$



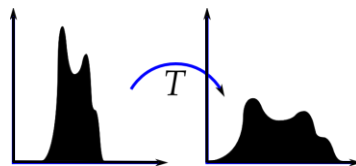
Példa

Hisztogram kiegyenlítés

„közel” konstans hisztogramú képet eredményező pont-operáció

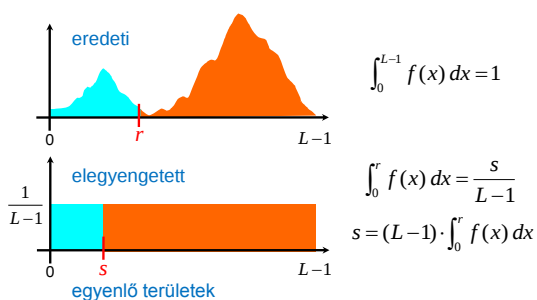


Hisztogram kiegyenlítés

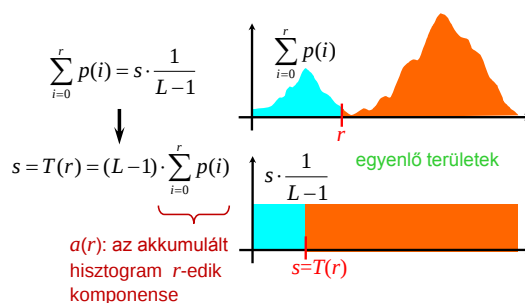


A gyakorlatban (a bemenő kép diszkrét mivolta miatt) konstans hisztogramú eredménykép nem érhető el.

Folytonos függvény elegyengetése



Hisztogram kiegyenlítés



A hisztogram kiegyenlítés tulajdonságai

- a pont-operáció függvénye monoton nő :

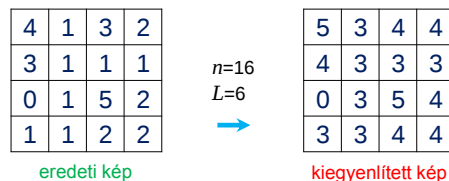
$$r_1 > r_2 \Rightarrow$$

$$T(r_1) = (L-1) \cdot \sum_{i=0}^{r_1} p_A(i) > (L-1) \cdot \sum_{i=0}^{r_2} p_A(i) = T(r_2)$$

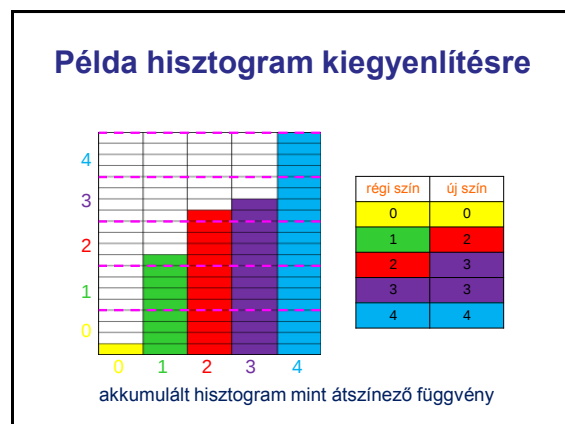
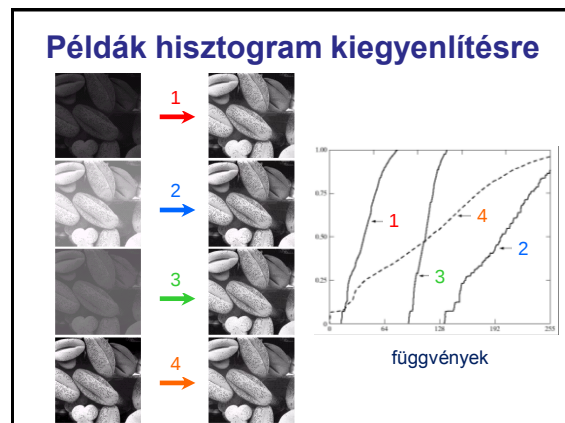
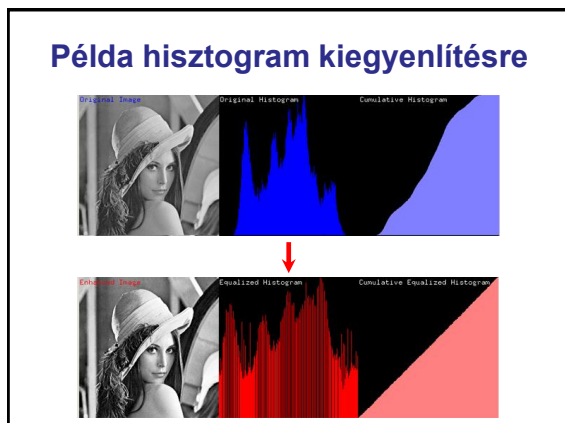
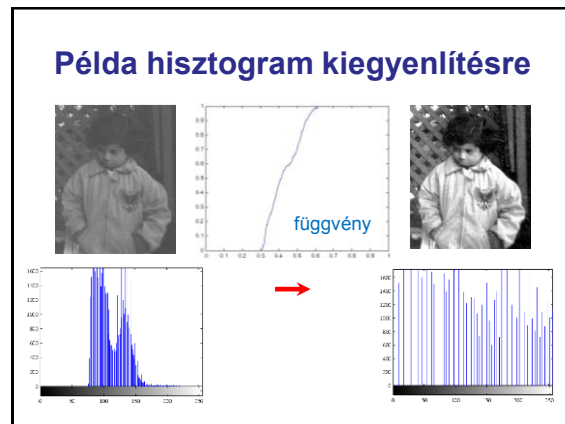
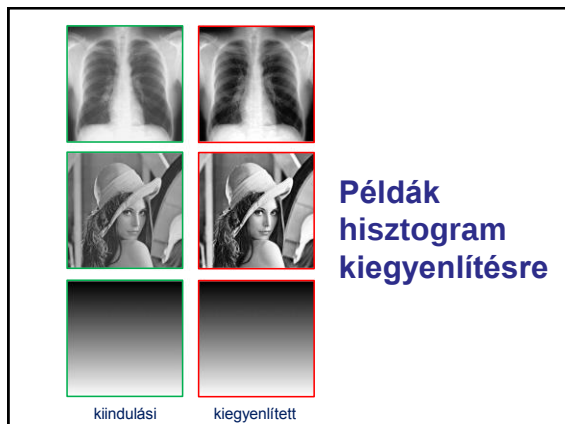
- eléri a maximális intenzitás-értéket, mivel:

$$T(L-1) = (L-1) \cdot \sum_{i=0}^{L-1} p_A(i) = (L-1) \cdot 1 = L-1$$

Példa hisztogram kiegyenlítésre



intensity	norm.hist.	acc.hist.	$(L-1) \cdot \text{acc.hist.}$	rounded
0	1/16	1/16	0,3125	0
1	7/16	8/16	2,5	3
2	4/16	12/16	3,75	4
3	2/16	14/16	4,375	4
4	1/16	15/16	4,6875	5
5	1/16	16/16	5	5



Példa hisztogram kiegyenlítésre

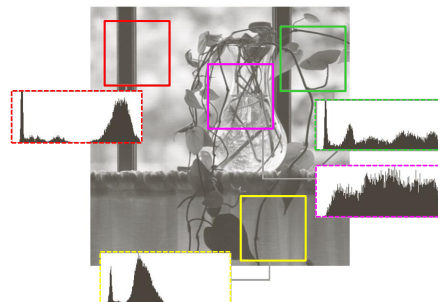


input kép

függvény

output kép

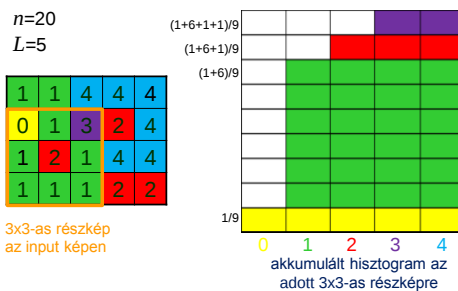
Lokális hisztogram



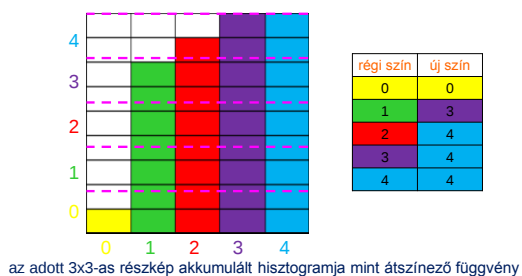
Lokális hisztogram kiegyenlítés

Míg a (globális) hisztogram kiegyenlítésnél az átszínező függvény a teljes kép akkumulált hisztogramja, úgy a *lokális hisztogramkiegyenlítés* esetén minden egyes pontnak vesszük a lokális környezetét (pl. a 7x7-eset az adott pont körül) és az egyes környezet (mint önálló kép) akkumulált hisztogramjával végrehajtott hisztogramkiegyenlítés adja meg a kérdéses pont új intenzitását.

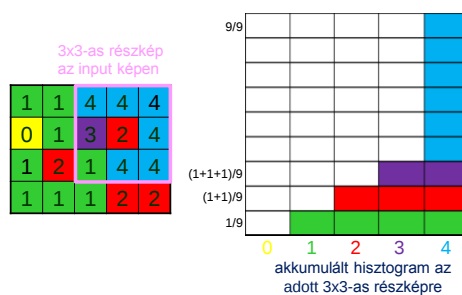
Példa lokális hisztogram kiegyenlítésre



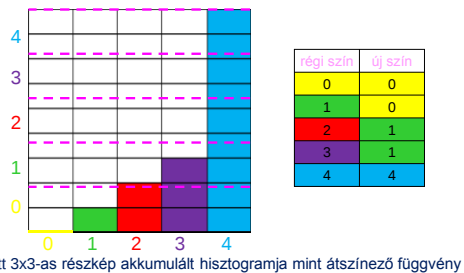
Példa lokális hisztogram kiegyenlítésre



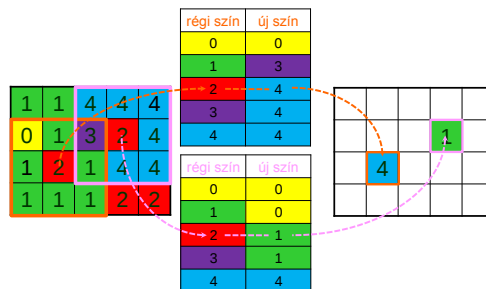
Példa lokális hisztogram kiegyenlítésre



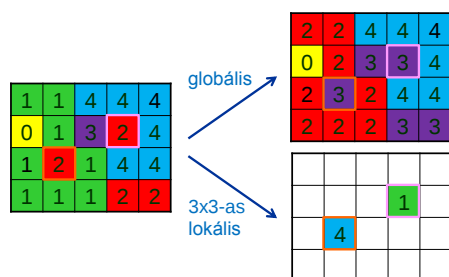
Példa lokális hisztogram kiegyenlítésre



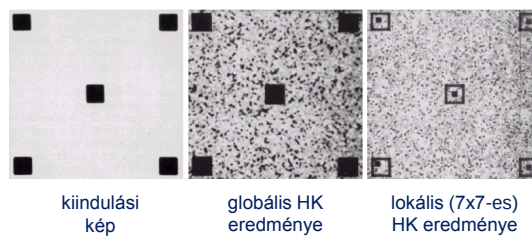
Példa lokális hisztogram kiegyenlítésre



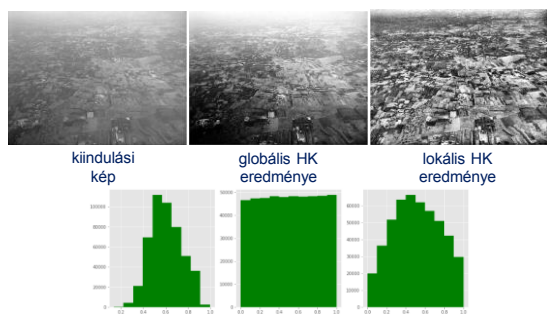
Példa globális és lokális hisztogram kiegyenlítésre



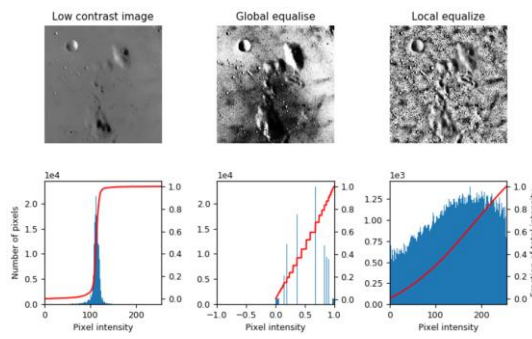
Lokális hisztogram kiegyenlítés



Lokális hisztogram kiegyenlítés



Lokális hisztogram kiegyenlítés



HK színes (RGB) képeken



kiindulási kép



HK az R-csatorna alapján



HK az G-csatorna alapján



HK az B-csatorna alapján

HK színes (HSV) képeken



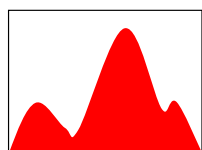
kiindulási kép



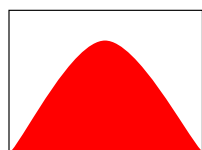
HK a V csatorna alapján

Hisztogram specifikáció / illesztés (*histogram specification / matching*)

Pont-operáció, amely a kiindulási képből az előre megadott hisztogrammal bíró képet szeretné (megközelítőleg és reménytelenül) előállítani.

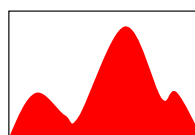
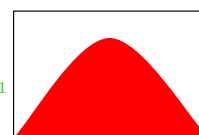


eredeti hisztogram

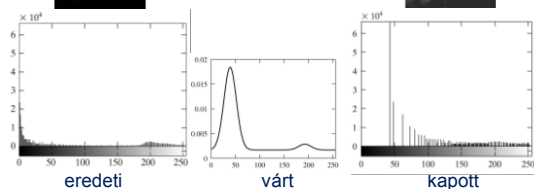
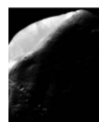


várt hisztogram

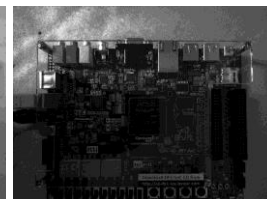
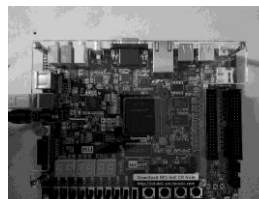
Hisztogram specifikáció


 $T_1 \downarrow$
 $T = T_1 \cdot T_2^{-1}$

 $T_2 \downarrow \uparrow T_2^{-1}$


Példa hisztogram specifikációra



Példa hisztogram specifikációra



eredeti

várt

kapott