

# Képfeldolgozó eljárások áttekintés

Témalabor

2017. okt.13

# Tartalomjegyzék

- **Képmanipulációs eljárások**
  - Képjavítás (kontraszt módosítás, intenzitásviszonyok módosítása-hisztogram módosítás, zajszűrés)
- **Képelemzés**
  - Éldetektálás (szűréssel, gradiens, második derivált meghatározással, Canny, stb)
  - Képszegmentálás
    - Egyszerű eljárások
      - Hisztogram (képintenzitás) alapján, textura alapján
      - régió növesztés, watershed eljárás
      - Élek, kontúrok alapján
      - Pixelértékek alapján (klaszterezés, osztályozás)
    - Komplex eljárások (csak említés szintjén)
      - Transzformációs eljárások: Hough transzformáció,
      - szegmentálás deformálható modellekkel: ASM, AAM, deformálható Fourier transzformáció
      - szegmentálás deformálható modellekkel: parametrikus. Snake,
      - szegmentálás deformálható modellekkel Geometriai: Level set módszer
      - Komplex eljárások:, edge flow, stb,
  - Morfológiai műveletek (nem tárgyalva)

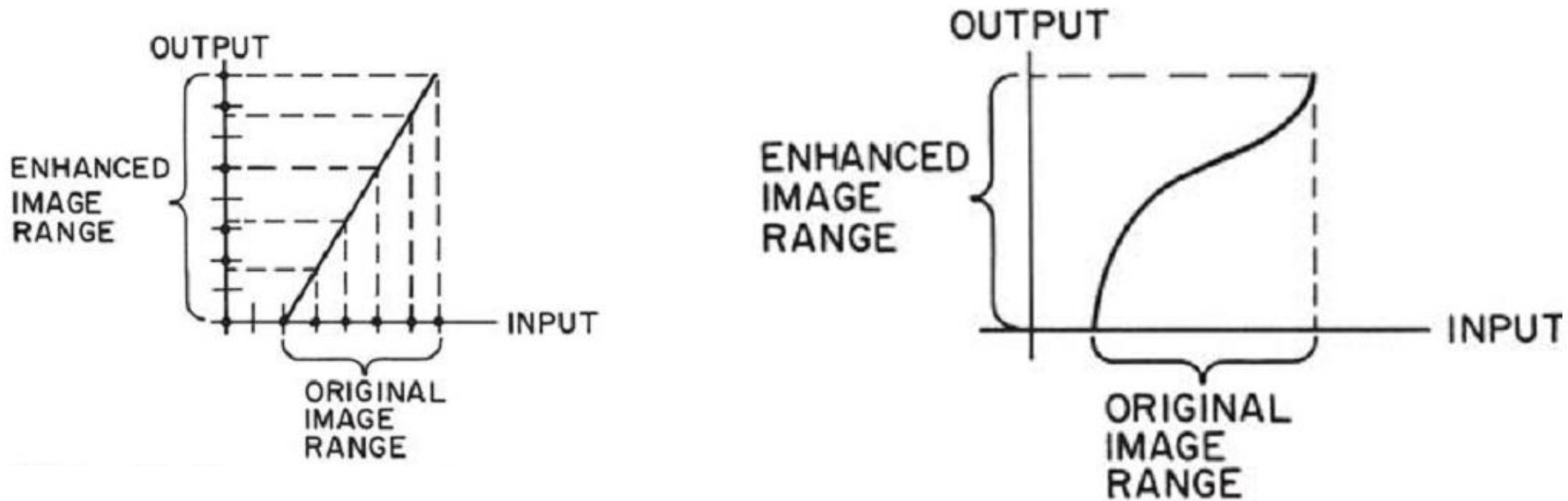
# Képjavítás

**Cél: a kép vizuális megjelenésének javítása. Alapvetően az emberi szem számára javítunk a kép megjelenésén, de segíti a gépi képelemzést is.**

Tipikus képjavítási eljárások:

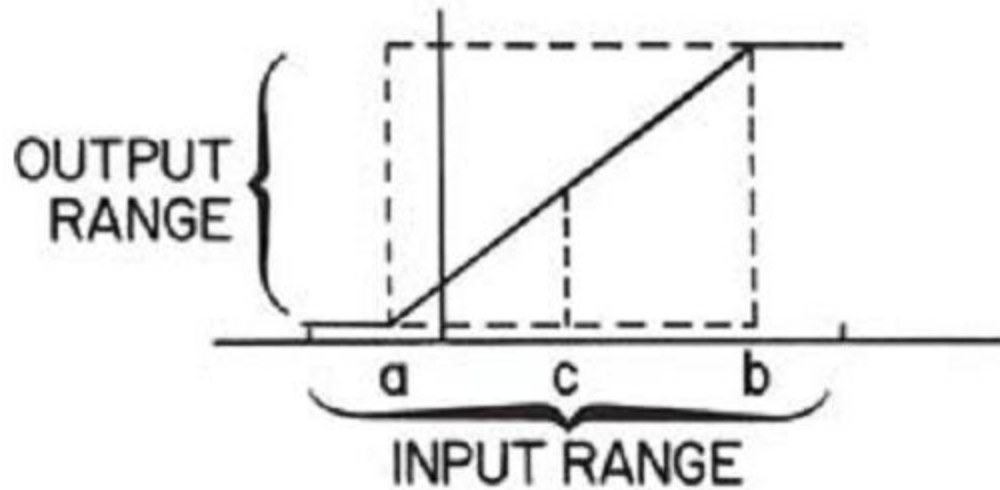
- Kontraszt módosítás
- Intenzitásviszonyok módosítása
- Szűrések:
  - lineáris szűrések,
  - nemlineáris szűrések:
    - homomorfikus feldolgozás
    - order statistics filters: median, rank és ezek variánsai.
- Élek kiemelése,
- Zajok mérséklése

# Kontraszt javítás



- Az intenzitástartomány és az intenzitásviszonyok megváltoztatása
  - lineáris vagy nemlineáris módosítás

# Kontraszt javítás



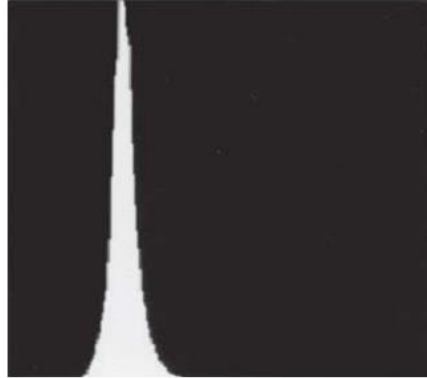
Window-level transzformáció

ablak: a lineáris meredek szakasz tartománya,

Level: a lineáris szakasz középső pontja



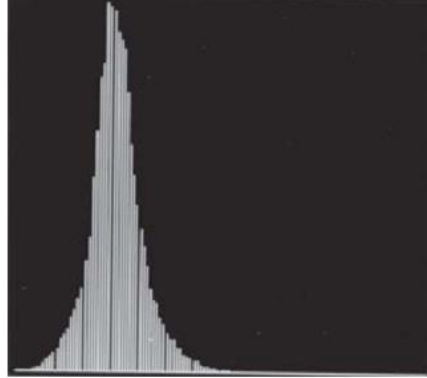
(a) Original



(b) Original histogram



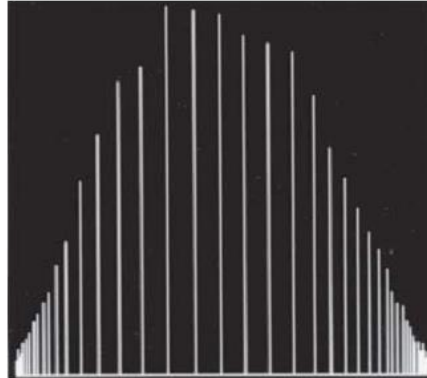
(c) Min. clip = 0.17, max. clip = 0.64



(d) Enhancement histogram



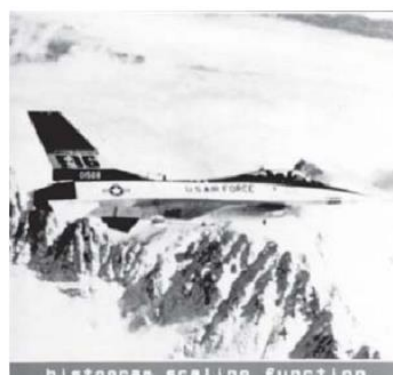
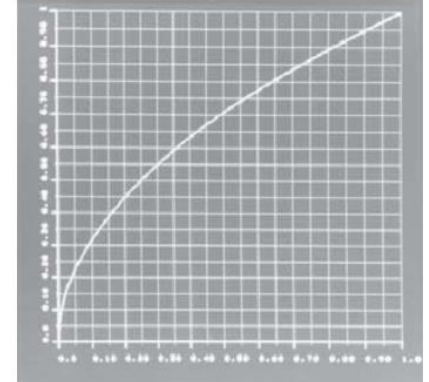
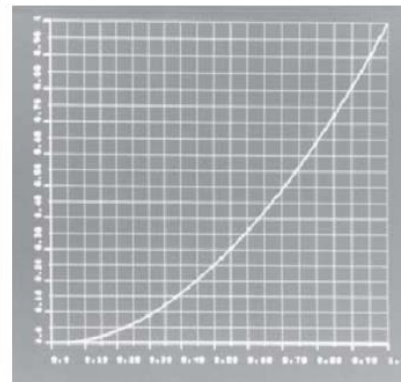
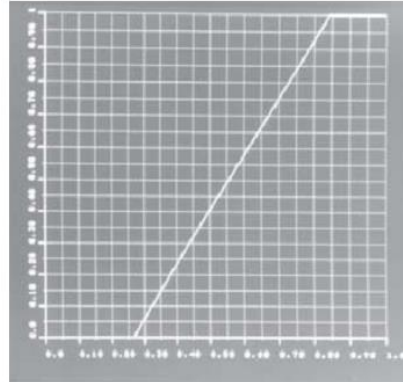
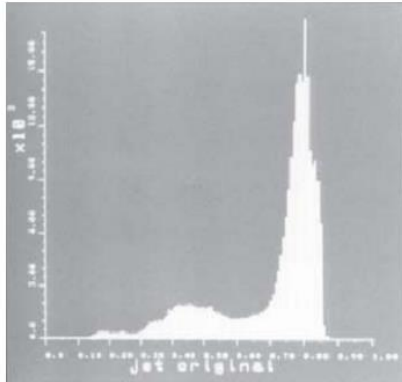
(e) Min. clip = 0.24, max. clip = 0.35



(f) Enhancement histogram

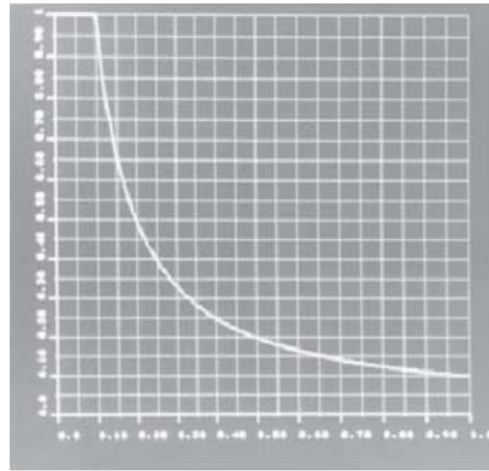
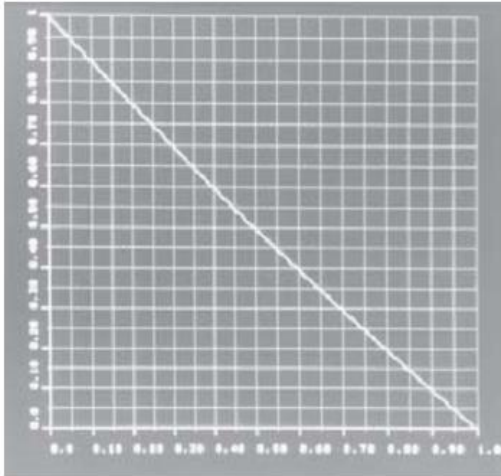
## A hisztogram széthúzása

# Kontraszt javítás



$$G(j, k) = [F(j, k)]^p$$

# Kontraszt javítás



$$G(j, k) = 1.0 - F(j, k)$$

$$G(j, k) = 1.0$$

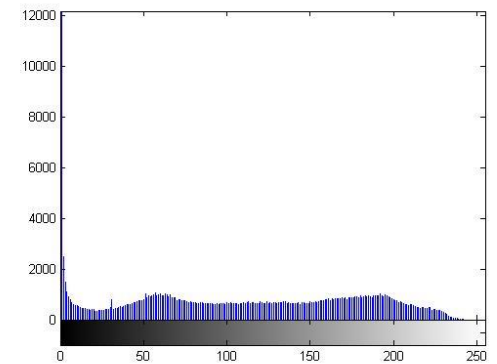
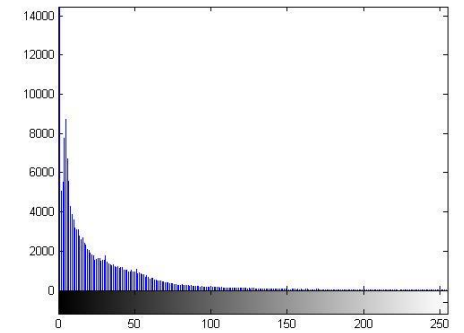
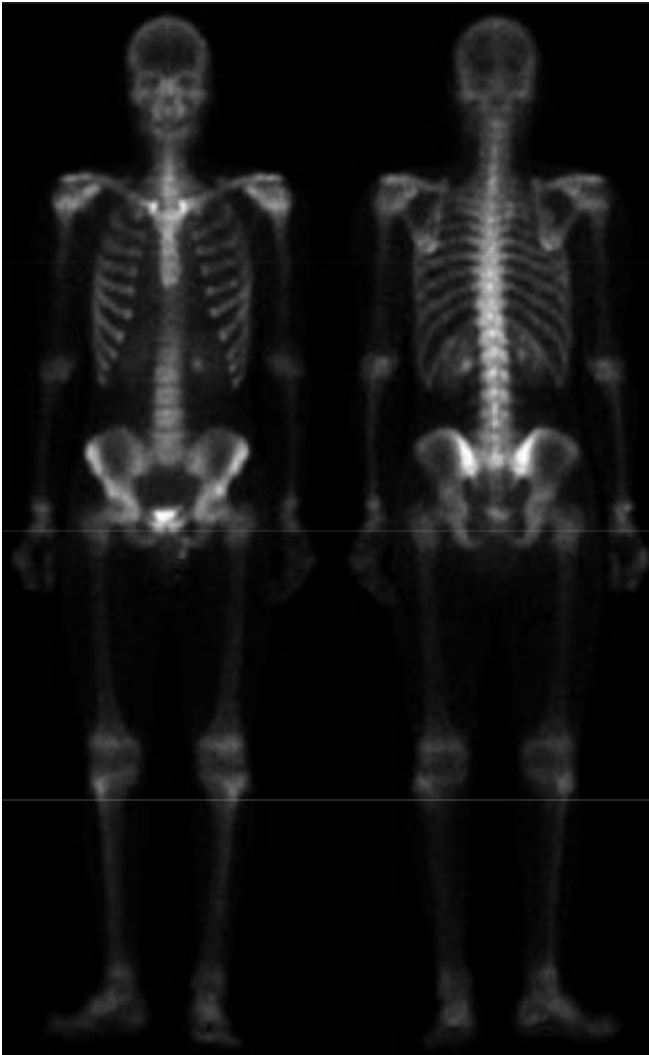
for  $0.0 \leq F(j, k) < 0.1$

$$G(j, k) = \frac{0.1}{F(j, k)}$$

for  $0.1 \leq F(j, k) \leq 1.0$

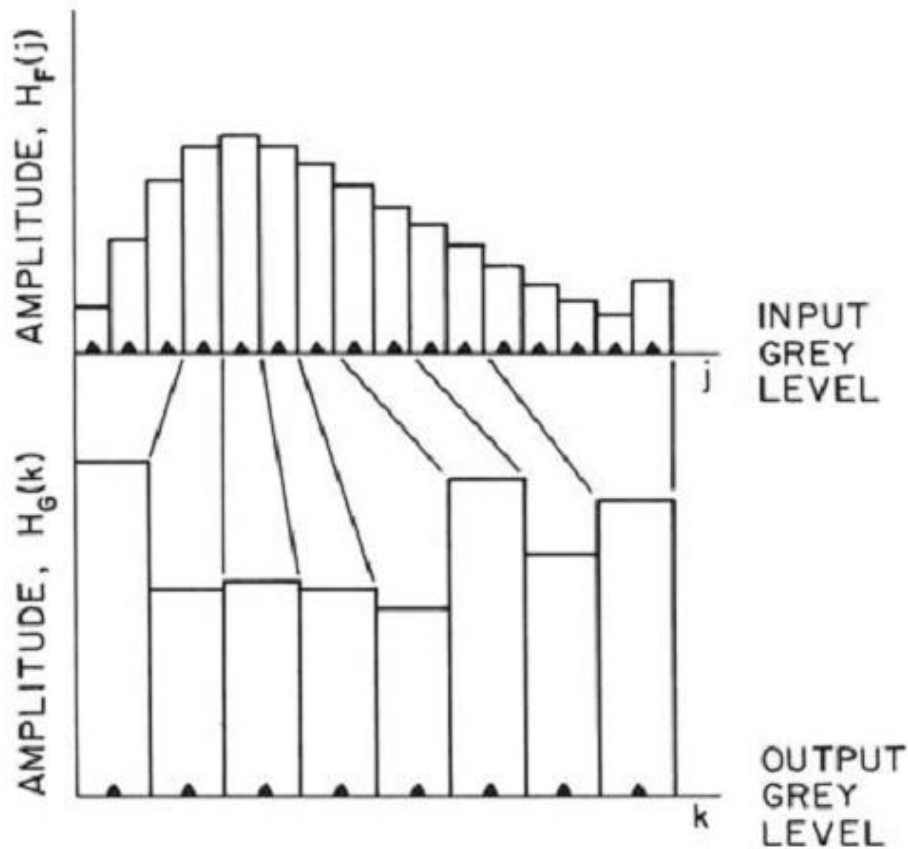


# Hisztogram módosítás



# Hisztogram módosítás

- Hisztogram kiegyenlítés



# Hisztogram módosítás

- Olyan transzformáció, hogy az intenzitásértékek egyenletes eloszlásúakká váljanak

## A (lépcsős) transzformációs függvény létrehozása :

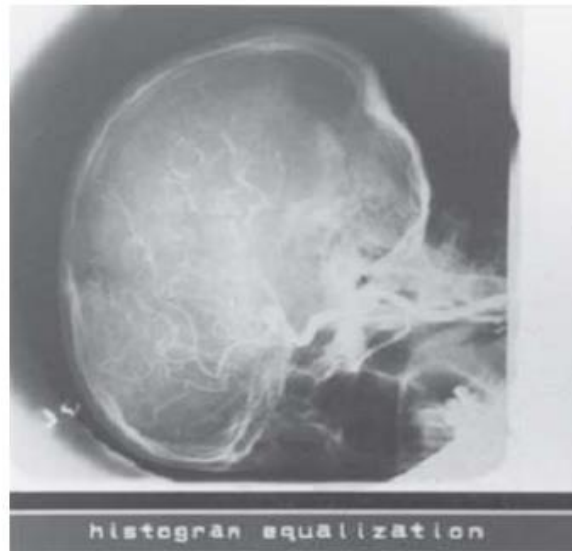
- a bemeneti hisztogram elejétől indulva elkezdjük összegezni a hisztogram-értékeket, egészen addig, amíg az összeg túl nem lépi a  $c=(x\_meret \times y\_meret)/oszlopszam$  értéket.
- Ha ez  $x=m$ -nél következik be, akkor a transzformációs függvényértékét  $m$ -ig nullára állítjuk és folytatjuk az összegzést, de nem nulláról, hanem az *elért összeg*- $c$  értéktől, a következő átlag-túllépésig, legyen ez a pont  $n$ .
- Ekkor a függvény minden  $m$  - től  $n$ -ig terjedő értéket  $256/oszlopszam$  annyiadik többszörösére állítjuk, amelyik oszlopnál tartunk a transzformációban (az első oszlopnál  $256/oszlopszam$ , a másodiknál  $2 \cdot (256/oszlopszam)$  és így tovább).
- Majd a megszerkesztett átviteli függvény segítségével előállítjuk a kimeneti képet, melynek hisztogramja vonalas lesz.

# Adaptív hisztogram módosítás

Tartományokhoz (egyes ablakhoz) eltérő hisztogram módosítást rendelünk



eredeti



nemadaptív



adaptív

# Zajszűrés

- Lineáris szűrések, szűrőkernel
  - szűrés a képtartományban
- Szűrés transzformált tartományban
  - (bázisfüggvények terében végezzük el a szűrést: Fourier, stb)
- Nemlineáris szűrések:
  - homomorfikus jelfeldolgozás
  - order statistics szűrés: median szűrés, egyéb OSF eljárások

# Lineáris szűrések

Pl. aluláteresztő szűrő

$$G(j, k) = \sum \sum F(m, n)H(m + j + C, n + k + C)$$

$$\mathbf{H} = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

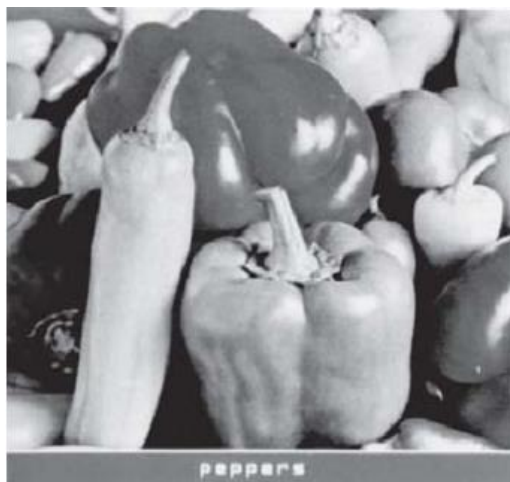
$$\mathbf{H} = \frac{1}{10} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{H} = \frac{1}{16} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{H} = \left( \frac{1}{b+2} \right)^2 \begin{bmatrix} 1 & b & 1 \\ b & b^2 & b \\ 1 & b & 1 \end{bmatrix}$$

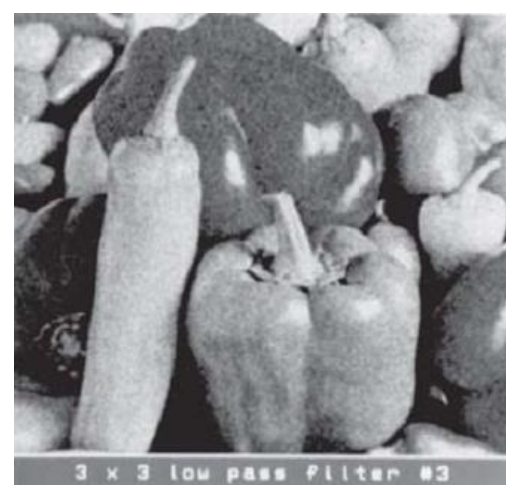
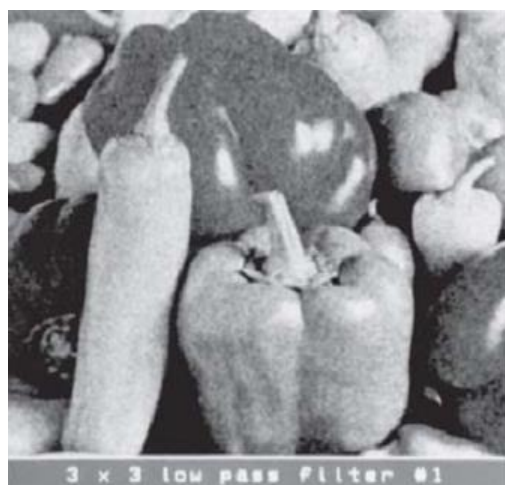
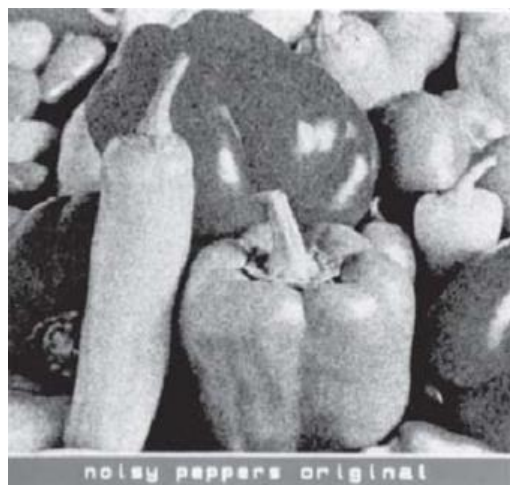
# Lineáris szűrés

Eredeti



$$\mathbf{H} = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{H} = \frac{1}{16} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$



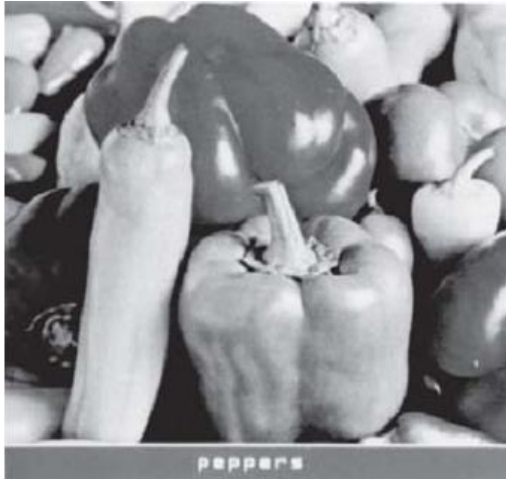
Egyenletes zaj

mask 1

mask 3

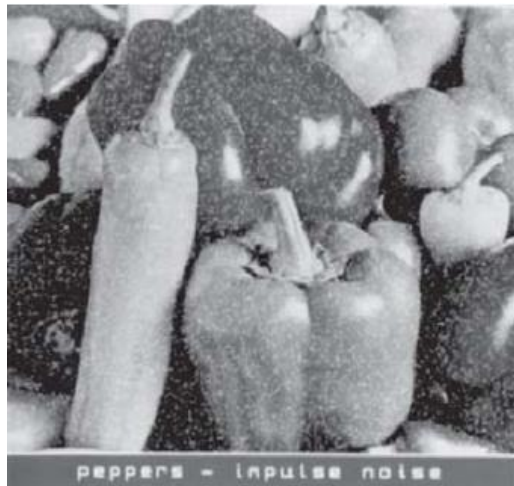
# Lineáris szűrés

Eredeti

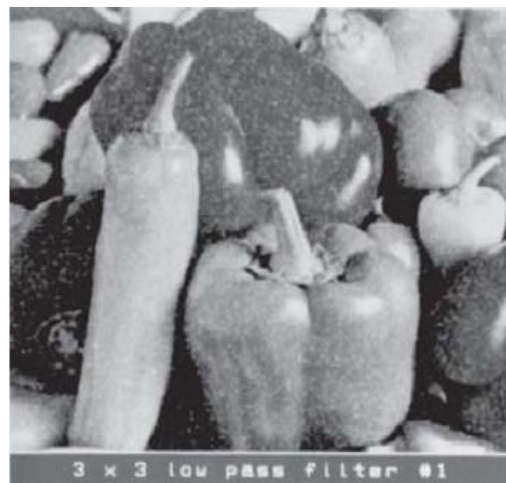


$$\mathbf{H} = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

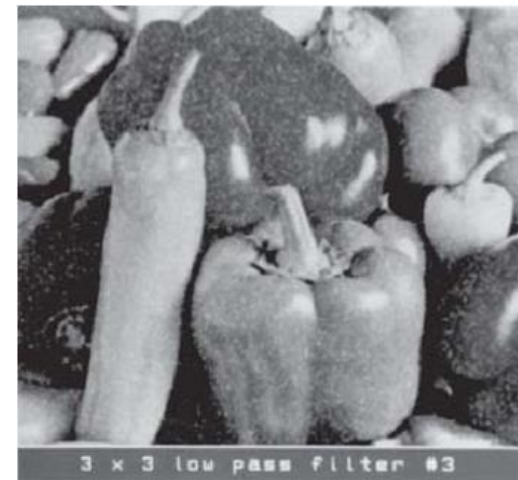
$$\mathbf{H} = \frac{1}{16} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$



Impulzus zaj



mask 1



mask 3



# Éldetektáló szűrők

-1	0	+1
-2	0	+2
-1	0	+1

Gx

+1	+2	+1
0	0	0
-1	-2	-1

Gy

Sobel

$$|G| = \sqrt{Gx^2 + Gy^2} \quad \theta = \arctan(Gy/Gx)$$

-1	0	+1
-1	0	+1
-1	0	+1

Gx

+1	+1	+1
0	0	0
-1	-1	-1

Gy

Prewitt

Egyebek:

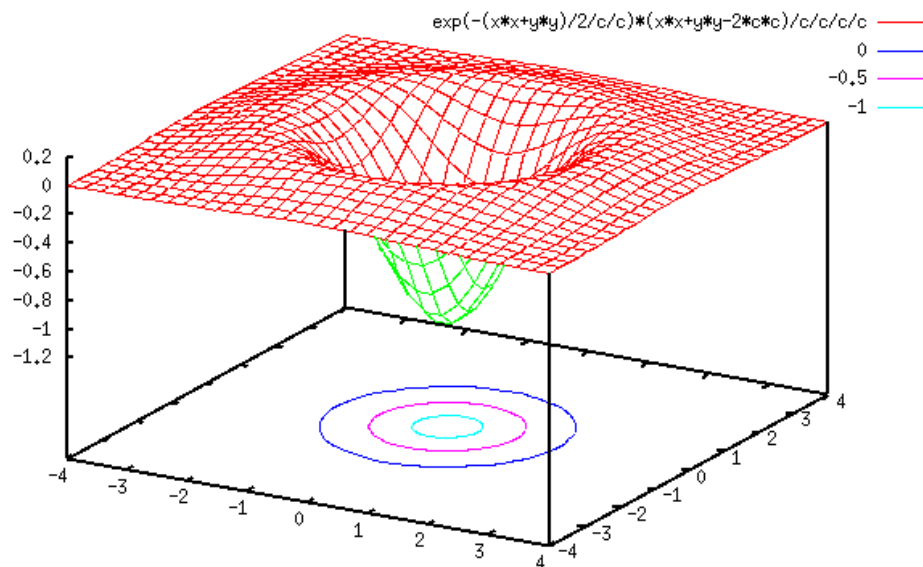
Roberts, Kirsch, DoG, LoG

$$|G| = \sqrt{Gx^2 + Gy^2} \quad (|G| = |Gx| + |Gy|)$$

# Egyéb fontosabb szűrők

## 2D LoG és közelítő kernele

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & -16 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$



$$LoG \triangleq \Delta G_{\sigma}(x, y) = \frac{\partial^2}{\partial x^2} G_{\sigma}(x, y) + \frac{\partial^2}{\partial y^2} G_{\sigma}(x, y) = \frac{x^2 + y^2 - 2\sigma^2}{\sigma^4} e^{-(x^2 + y^2)/2\sigma^2}$$

LoG alkalmazása, nullátmenetek detektálására  
Küszöbözés (csak a nagy átmeneteket tartja meg)

# Lineáris szűrés transzformált tartományban

- Frekvenciatartomány
- Egyéb bázisrendszer
  - Fix bázisrendszerek (Haar, Hadamard, Walsh, stb.)
  - Bázisrendszer család (Wavelet)
  - Képfüggő bázisrendszer (KLT)

# Lineáris szűrés transzformált tartományban

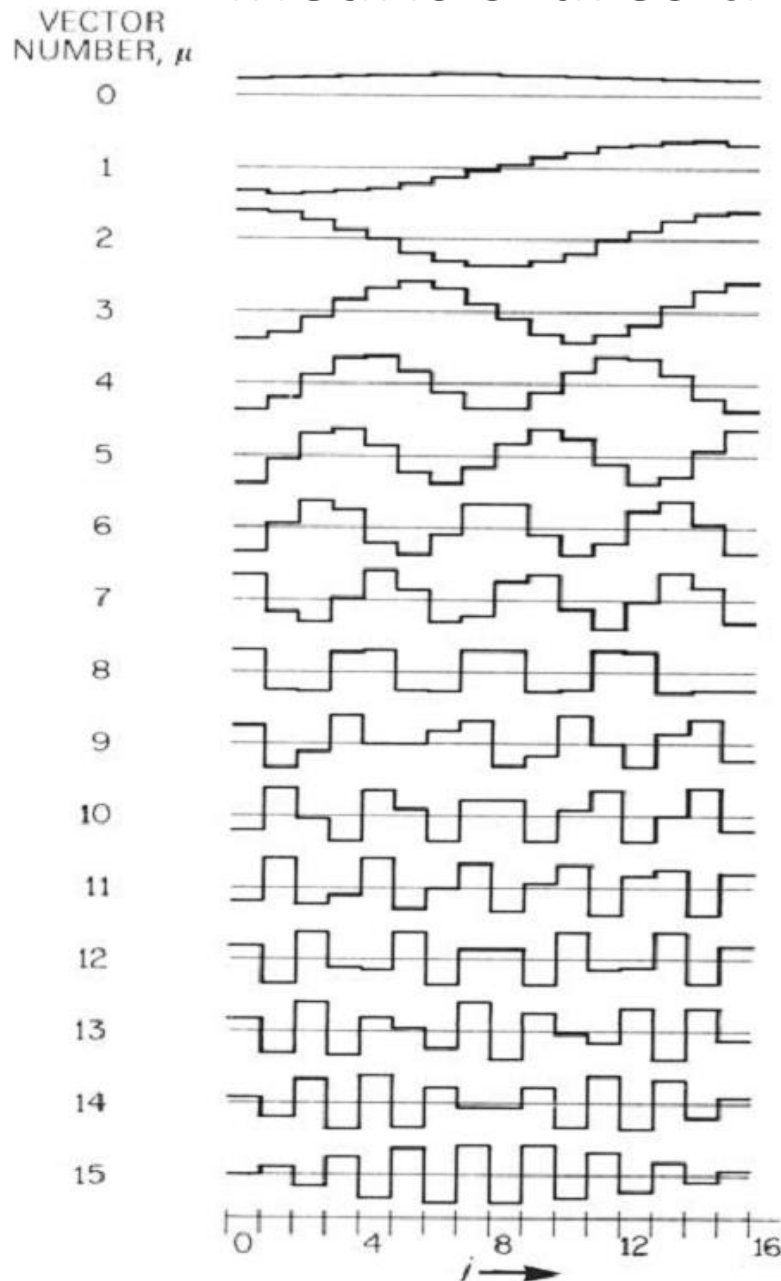
Gauss zaj

pontszerű zaj

		Gauss zaj										pontszerű zaj									
PCA	eredeti	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	zajos																				
	M=1																				
	4																				
	16																				
	256																				
KPCA Gauss kernel	M=1																				
	4																				
	16																				
	64																				
	256																				

**PCA-KPCA zajszűrő hatás összehasonlítása**

# Lineáris szűrés transzformált tartományban



**Karhunen-Loève transzformáció (KLT)**

Jelfüggő ortogonális transzformáció

# Nemlineáris szűrés

- homomorfikus szűrés
- order statistic (rank) szűrés
- polinomiális szűrés
- matematikai morfológia
- neurális hálók
- nemlineáris kép visszaállítás

# Nemlineáris szűrések

- Homomorfikus szűrés
  - Multiplikatív zajok mellett hatékony

$$F(j, k) = I(j, k)S(j, k)$$

megvilágítás, zajmentes kép

$$\log\{F(j, k)\} = \log\{I(j, k)\} + \log\{S(j, k)\}$$

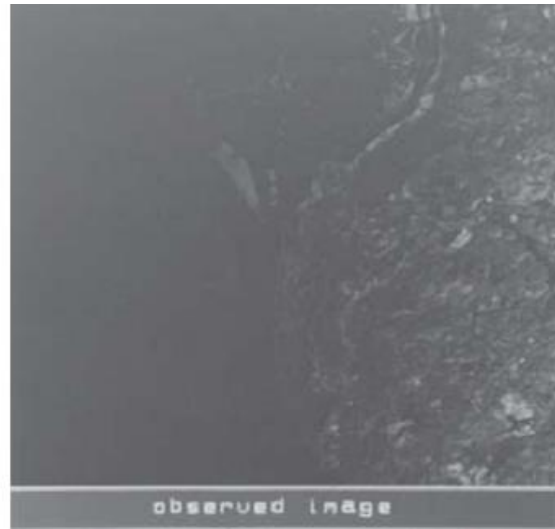
- Logaritmálás után hagyományos szűrési eljárások



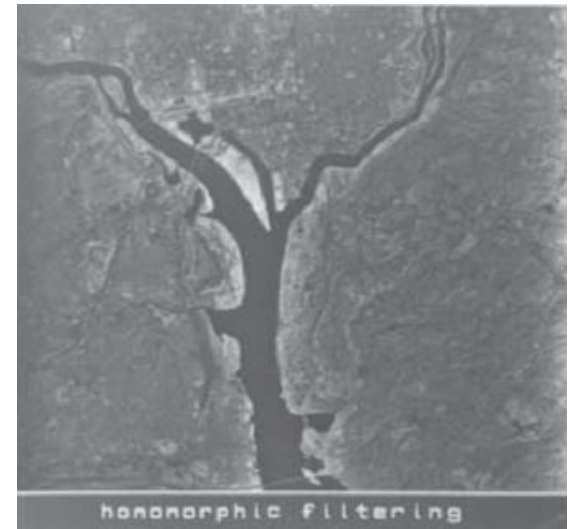
# Homomorfikus szűrés



megvilágítás



érezelt kép



homomorfikus szűrés eredménye  
Butterwoth felüláteresztő szűrés



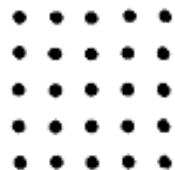
# Order statistics szűrés

- Legyen  $X_{(1)} \leq X_{(2)} \leq \dots \leq X_{(n)}$ , akkor  $X_{(i)}$  az  $i$ -edik statisztika
- Sorbarendezi a szomszédos pixeleket növekvő inztenzitásérték szerint, kiválaszt egyet a rangnak megfelelően és ez lesz a kimenet
- Speciális rank szűrők:
  - medián
  - Kétdimenziós mediáns szűrő

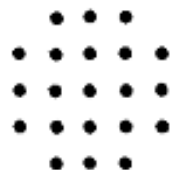
$$med(X_i) = \begin{cases} X_{(\nu+1)} & \text{if } n = 2\nu + 1 \\ (X_{(\nu)} + X_{(\nu+1)})/2 & \text{if } = 2\nu \end{cases}$$

$$y_{ij} = med(x_{i+r, j+s}; (r, s) \in A), \quad (i, j) \in \mathbf{Z}^2$$

Az  $A$  halmaz a szűrő ablak. Az ablak alakja befolyásolja a szűrő tulajdonságait (élmegtartás, bizonyos képrészletek megtartása)



SQUARE



CIRCLE



CROSS



X-SHAPE

# Medián szűrés



**A zajos képből 7x7 ablak**

**eredeti zajos kép**

**átlagoló szűrés**

**medián szűrés**

# Rank szűrés



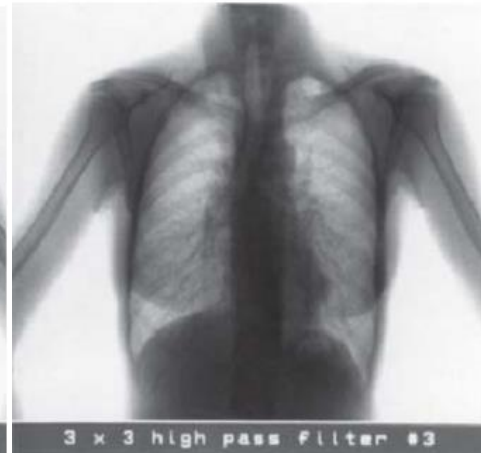
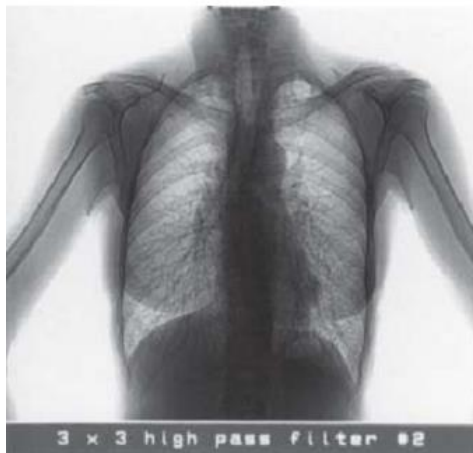
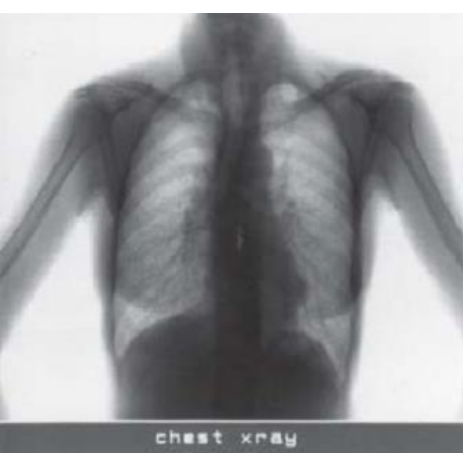
**A zajos képből 7x7 maszk mellett 4. rangú pixelek kiválasztása (rank 4)**

# Éljavítás, éldetektálás

## Élkiemelés

Szűréssel: magasfrekvenciás kiemelés, felüláteresztő szűrés

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 9 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \quad \mathbf{H} = \begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 \\ -2 & 5 & -2 \\ 1 & -2 & 1 \end{bmatrix}$$



# Képszegmentálás

Orvosi képdiagnosztika

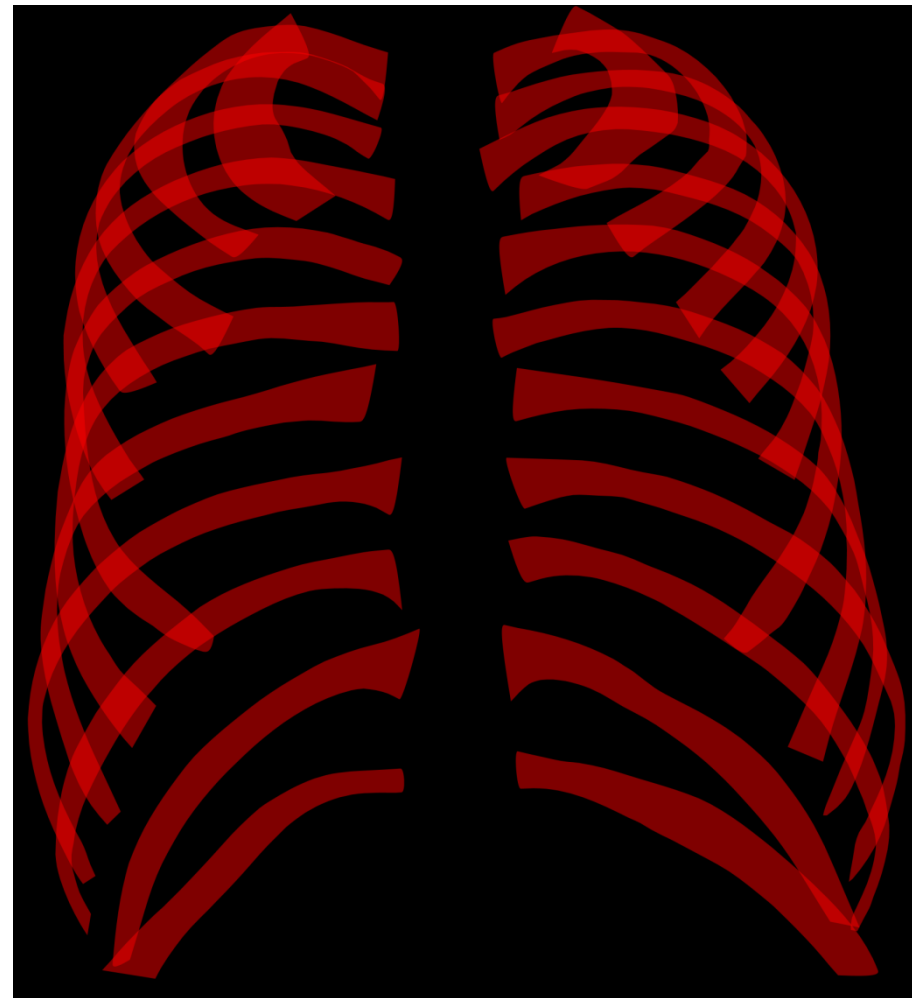
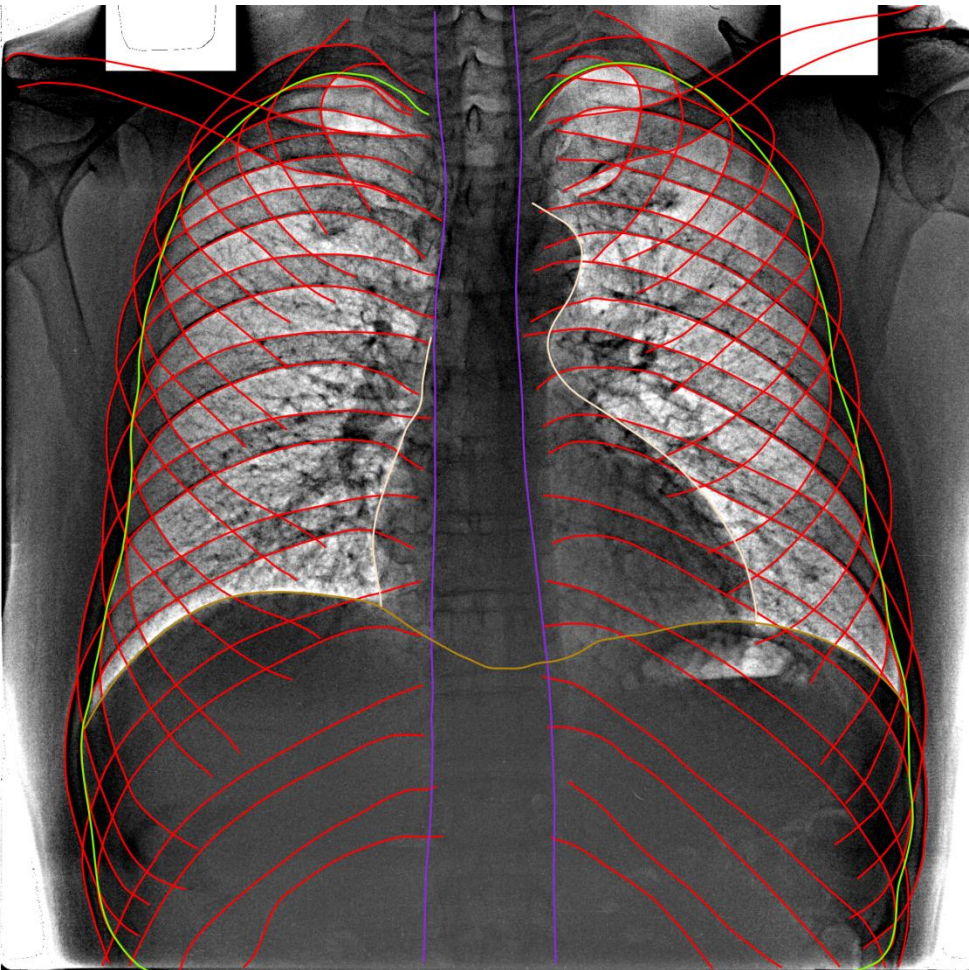
10. ea

# Képszegmentálás

- Anatómiai részek elkülönítés: pl. csontok, szív, erek, szürke-fehér állomány, stb
- Vizsgálandó terület körbehatarolása: pl. tüdő terület
- Elváltozások minél pontosabb körülhatárolása
- ...
- Nehézségek:
  - elmosott határok,
  - nem megfelelő felbontás
  - Intenzitás egyenetlenség
  - ...

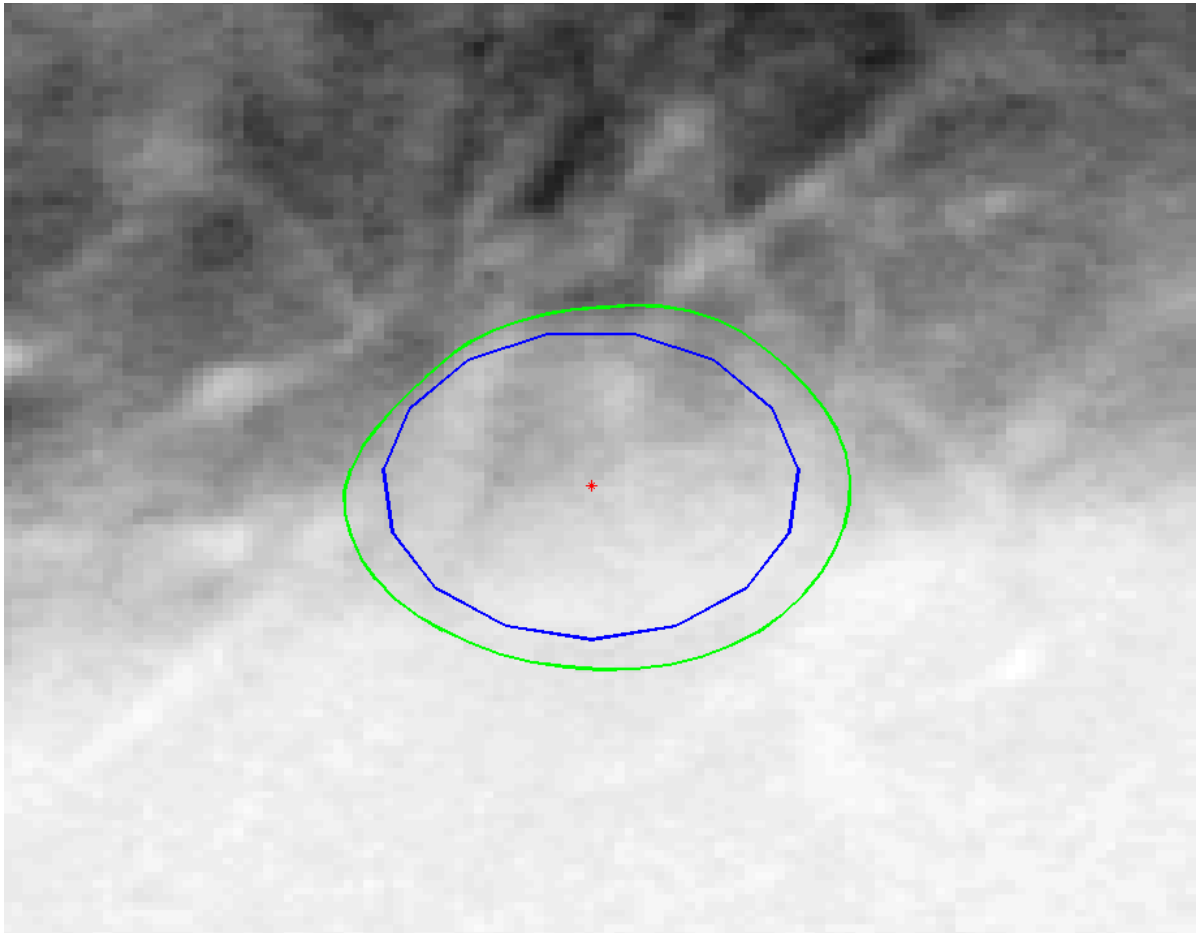
# Képszegmentálás

- Anatómiai részek körülhatárolása



# Képszegmentálás

Elváltozás pontos körülhatárolása





# Képszegmentálás

- Régió alapú
  - A régióon belüli hasonlóságot, ill. a régiók közötti különbségeket használja
    - Intenzitás alapján (küszöbözés)
    - Gradiens alapon
    - Textura alapon
    - Régió növesztés, régió hasítás, összeolvasztás
    - Watershed
- Él alapú
  - Kontúr alapján, élkeresés, derivált, második derivált,
    - Dinamikus programozás
    - Hough traszformáció: egyenes kör, általános körvonal
- Pixel (voxel) (és környezete) alapú (osztályozás)
  - Tanuló rendszerek, neuronhálók, deep hálók
- ...

# Képszegmentálás

Intenzitás alapján, hisztogramban küszöbözéssel

