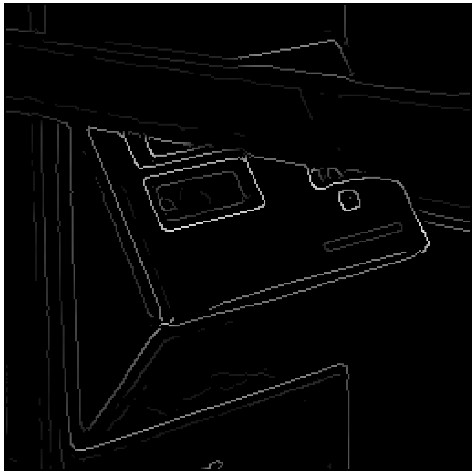
10. Alakzatok és minták detektálása

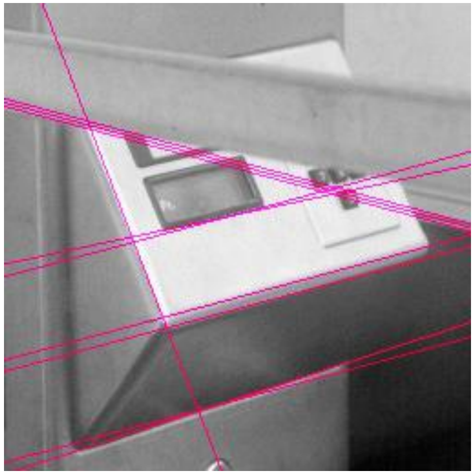
Kató Zoltán

Képfeldolgozás és Számítógépes Grafika tanszék
SZTE
(http://www.inf.u-szeged.hu/~kato/teaching/)

Hough transzformáció

- **Éldetektálás során csak élpontok halmazát kapjuk.**
- **Hogyan kereshetünk magasabb rendű struktúrákat, alakzatokat az élpontok halmazában?**





- **A Hough-transzformáció során a képen általában az**

  $$f\,(x,y;a_1,a_2,\ldots,a_n)=0$$

  $a_1,a_2,\ldots,a_n$ paraméterekkel explicit alakban megadható görbéket keressük
- **A Hough transzformáció alkalmazása célravezető, ha**
  - **ismert alakú (és méretű) objektumokat keresünk a képen.**
  - **Akkor is, ha azok részben takartak vagy zajosak.**

Egyenesek detektálása

- Ekkor az input tér egy (x_i, y_i) pontjának az

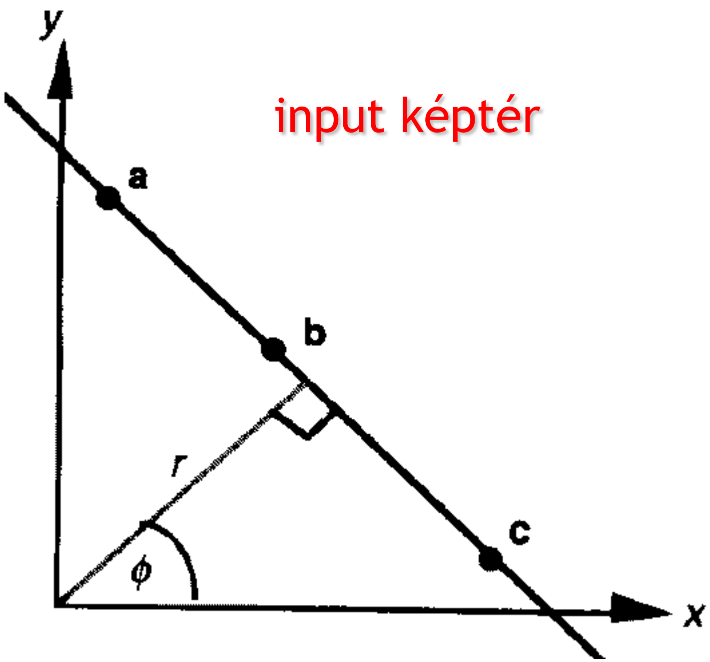
$$r = x_i \cdot \cos\varphi + y_i \cdot \sin\varphi$$

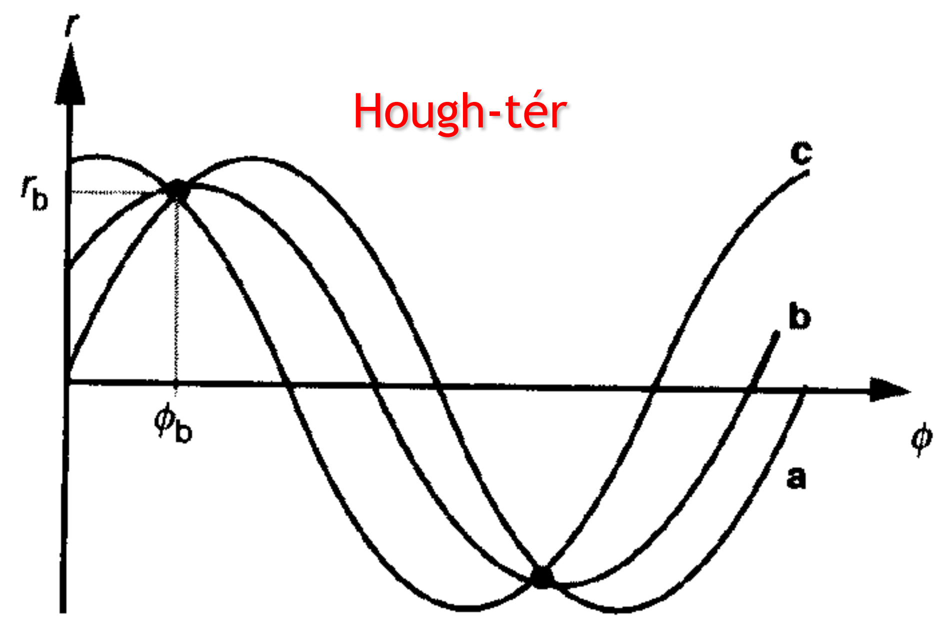
$$0 \le \varphi \le 2\pi$$

$$0 \le r \le r_{\max}$$

szinuszoid görbe felel meg a Hough-térben.

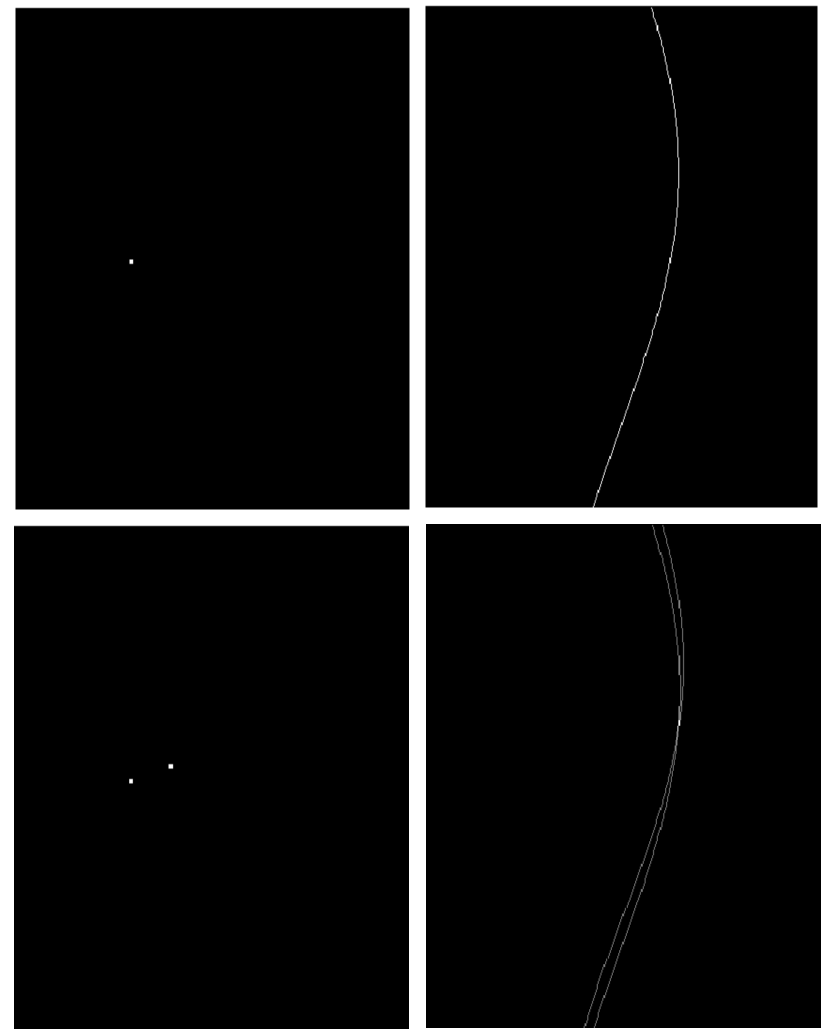
- Az egy egyenesbe eső pontokhoz tartozó szinuszoid görbék egy pontban metszik egymást.





Hogyan találjuk meg az egyeneseket?

- Egy (él)pont a képtérben megfelel egy szinusz görbének a Hough térben
  - Két pontnak két görbe felel meg
- Két (vagy több) ilyen görbe metszéspontja által reprezentált egyenesre ekkor kettő (vagy több) szavazat esett.
  - Az így kapott egyenes valamennyi rá szavazó ponton átmegy a képtérben.
- A Hough tér küszöbölésével megkapjuk a képtér egyeneseit

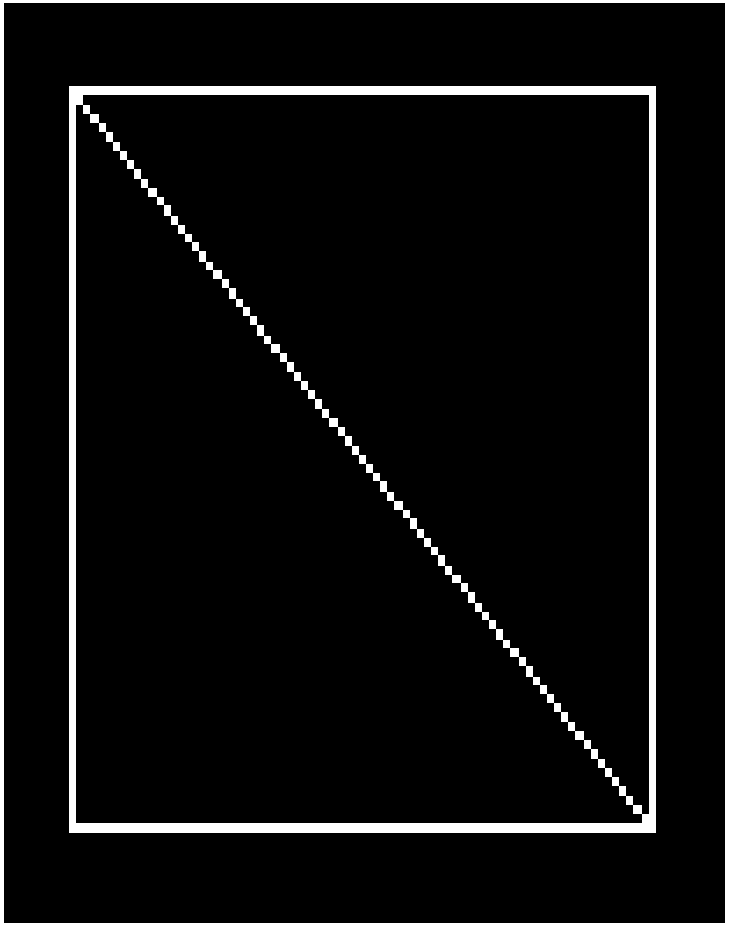


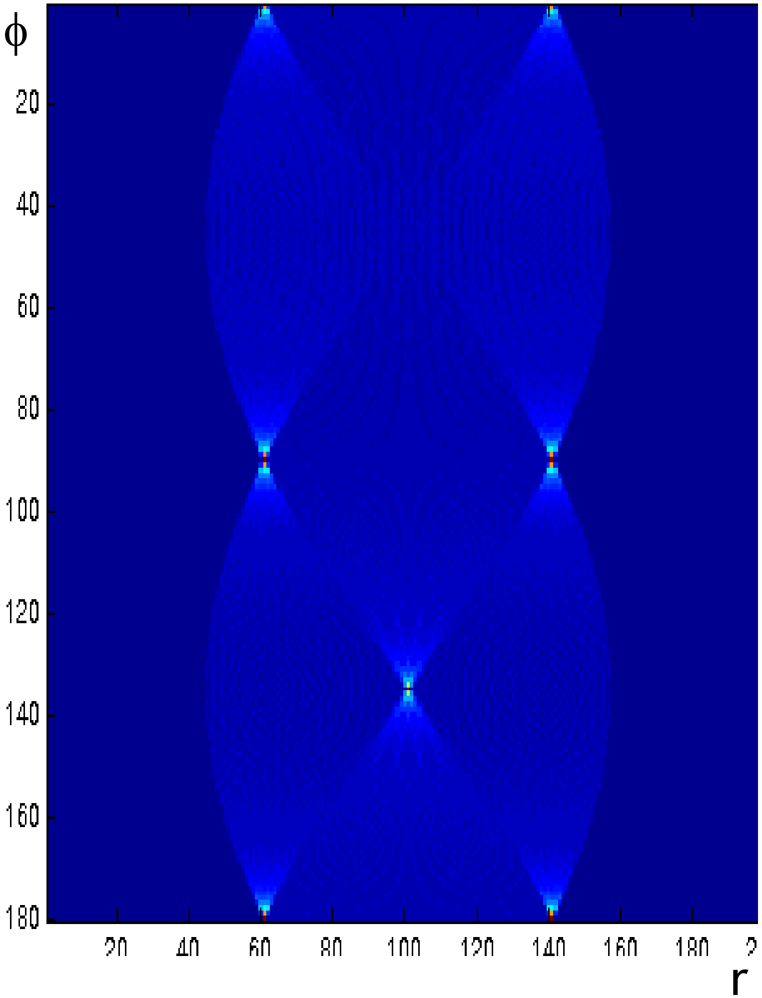
Hough transzformáció algoritmusa

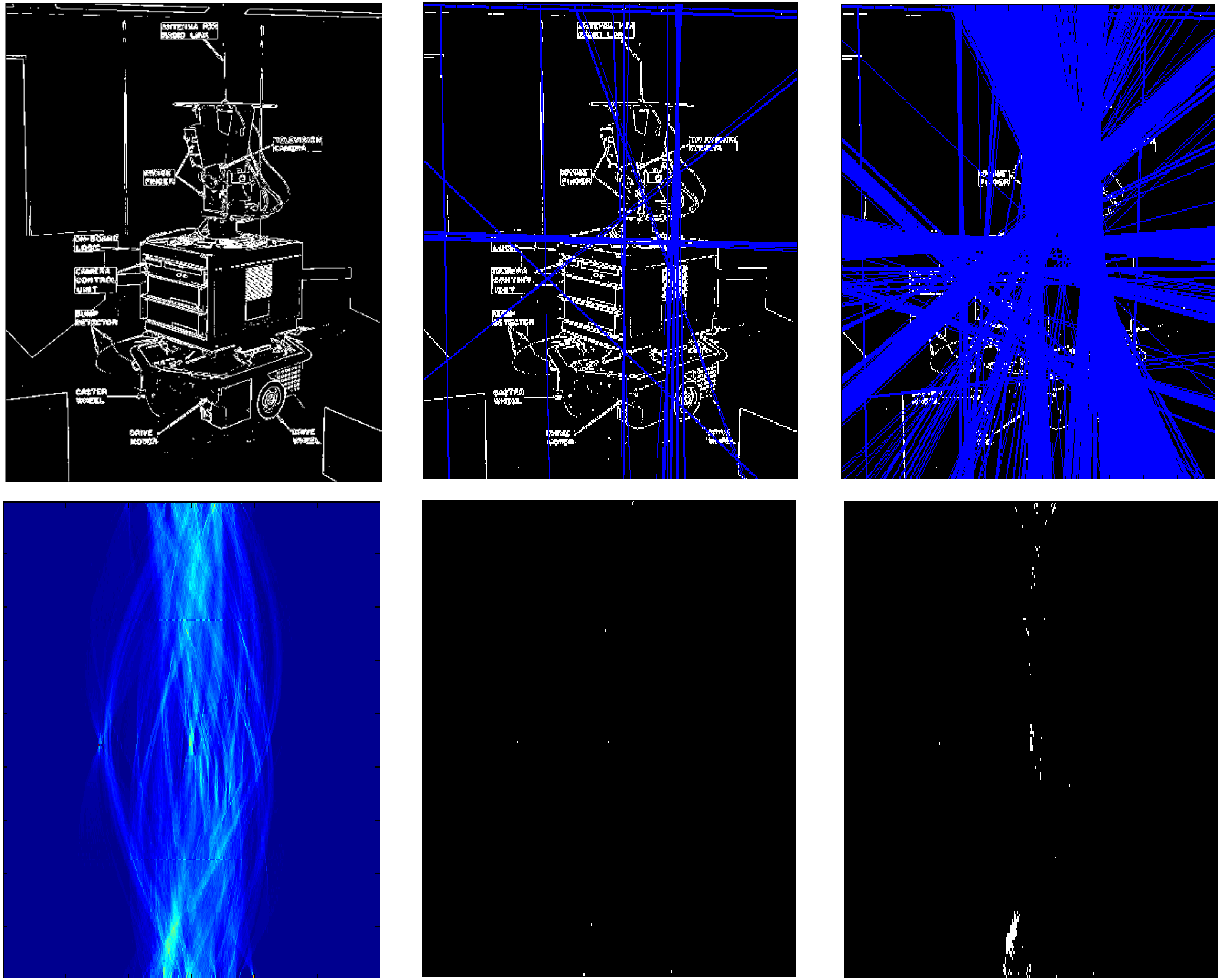
```
Create ϕ and r for all possible lines
Create an array A indexed by ϕ and r
for each point (x,y)
  for each angle ϕ
     r = x*cos(ϕ)+ y*sin(ϕ)
     A[ϕ,r] = A[ϕ,r]+1
  end
end

where A > Threshold return the corresponding
  line parameters
```

Példa egyenesek detektálására

- **A képen 5 egyenes található (4 oldal + 1 átló)**





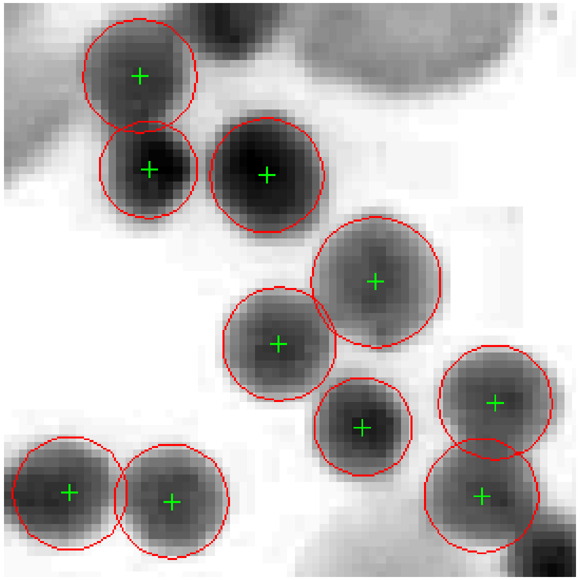


Körvonal detektálása

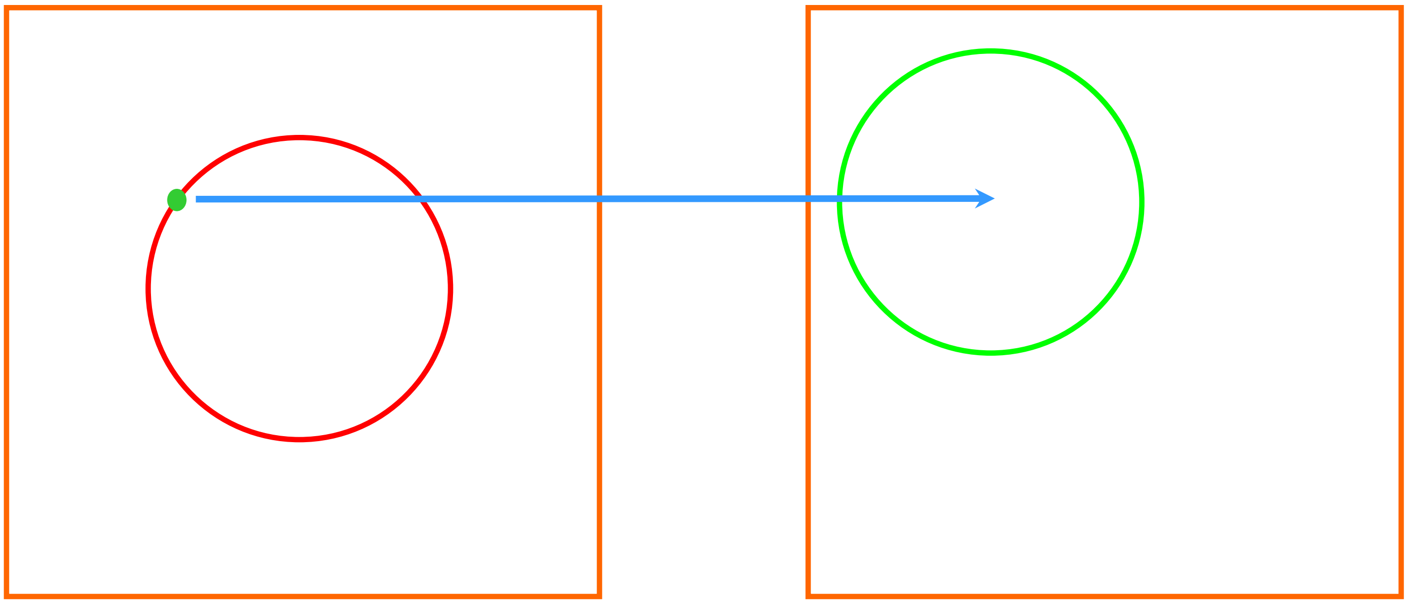
- **Általános körök esetén az (a,b,r) Hough-tér 3-dimenziós lesz:**

$$ax^2+by^2=r^2 \rightarrow f(x,y,a,b,r)=ax^2+by^2-r^2=0$$

  - **Amennyiben pl. adott (konstans) *r*-sugarú kört keresünk, akkor a paraméter-tér 2-dimenziósra csökken – a gyakorlatban ez használatos**



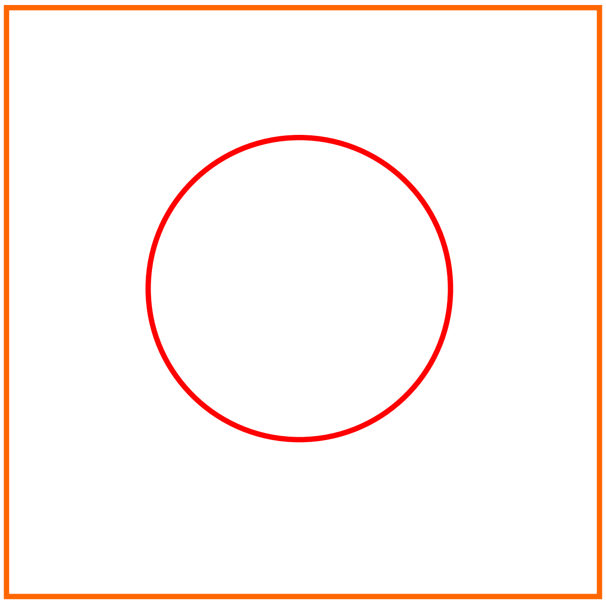
Körvonal detektálása



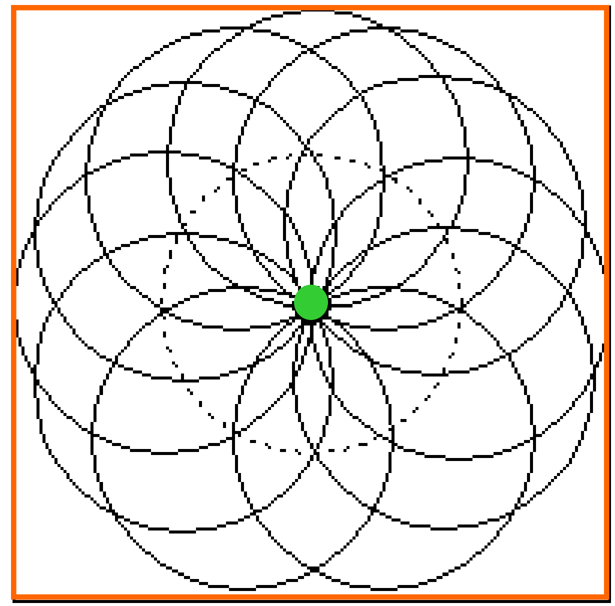
él-kép, amin ismert sugarú kört keresünk

2D Hough-tér, ahol minden élpontnak egy, a potenciális középpontokat tartalmazó kör felel meg

Körvonal detektálása

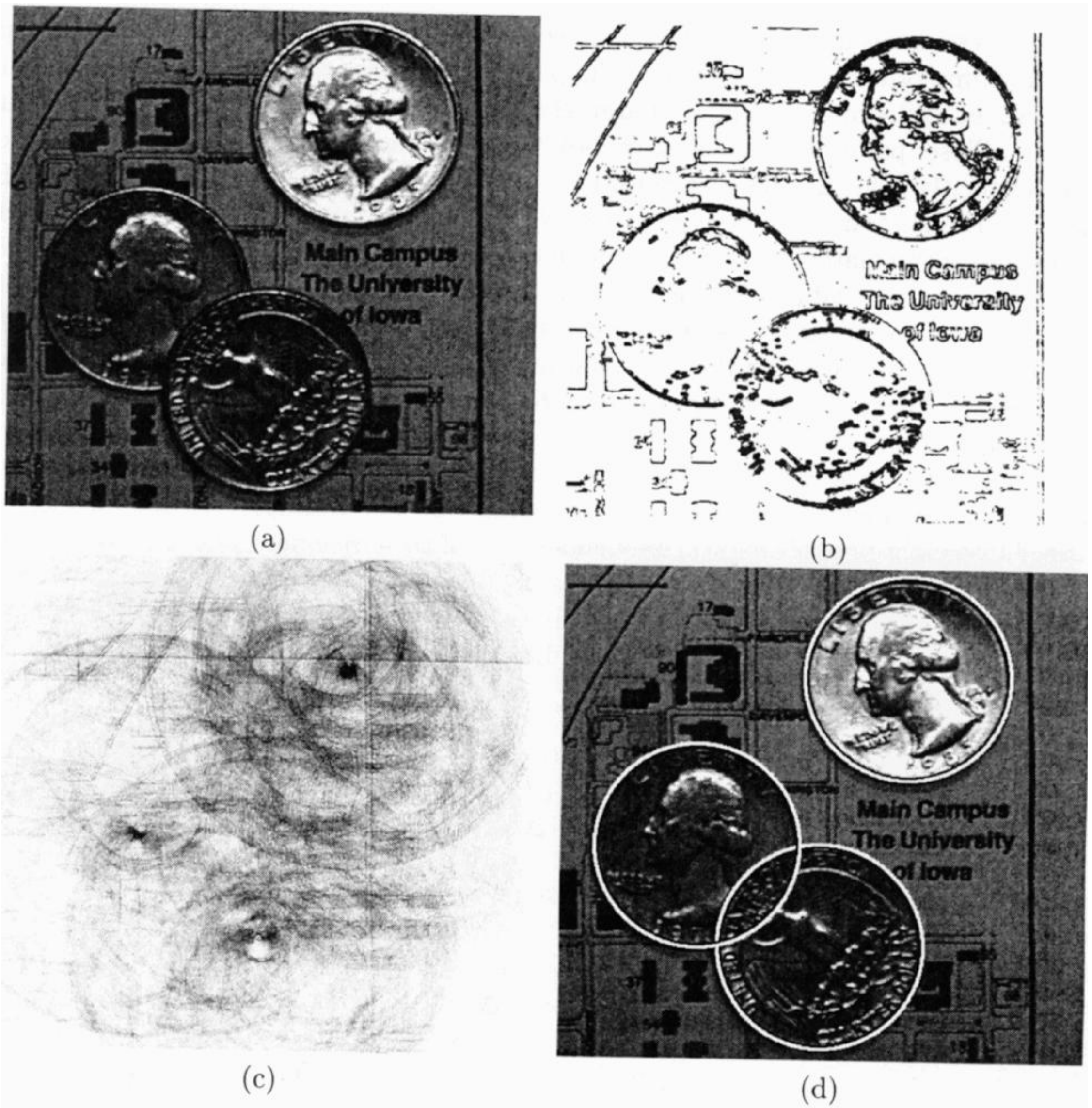


él-kép



maximumhely(ek) a Hough-térben → a detektált kör(ök) középpontja(i)

Példa körvonal detektálására



(a) eredeti kép
(b) él-kép
(c) 2D paraméter tér (adott sugarú köröket keresünk)
(d) detektált körök az eredeti képen

Minták keresése képeken

- **Az illesztési módszerekkel ismert tárgyakat, minták előfordulásait keressük a képen.**

Normalizált kereszt-korreláció (2D)

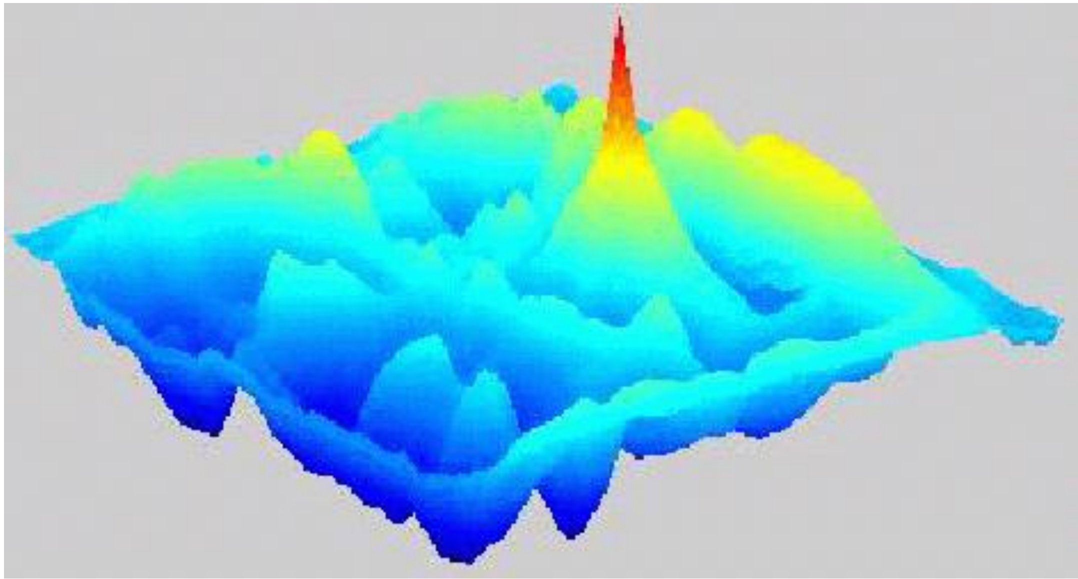
- **A legegyszerűbb a normalizált kereszt-korreláció alapján illeszteni**
  - **Az illesztési minta MxN méretű**
  - **A kép minden pontjára kiszámoljuk a mintával vett kereszt-korreláció értékét az alábbi képlet alapján**
  - ***x* és *y* a minta illetve a kép viszgált pixeleit jelölik**

$$r_{xy}(d,e)=\frac{\sum_{i=0}^{M-1}\sum_{j=0}^{N-1}(x_{ij}-\mu_x)\cdot(y_{i-d,j-e}-\mu_y)}{\sqrt{\sum_{i=0}^{M-1}\sum_{j=0}^{N-1}(x_{ij}-\mu_x)^2}\cdot\sqrt{\sum_{i=0}^{M-1}\sum_{j=0}^{N-1}(y_{ij}-\mu_y)^2}}$$

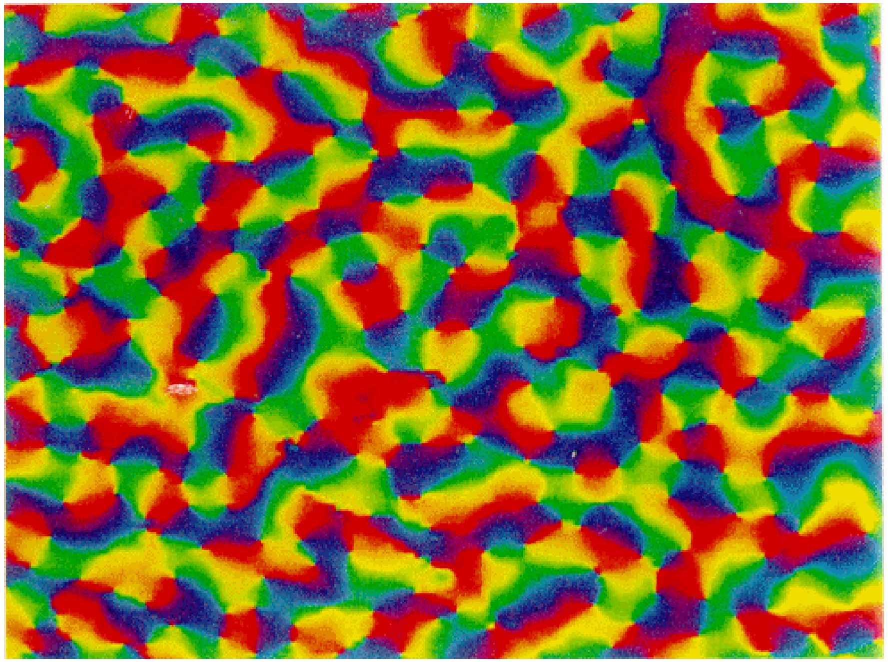
Illesztési algoritmus

1. **Számítsuk ki a mintának megfelelő illeszkedési kritériumot minden helyre (esetleg több méretre és irányra is) a képen.**
2. **Egy küszöbérték feletti lokális maximumhelyek megadják a minta előfordulási helyeit a képen.**

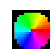
az illesztési minta és a kép

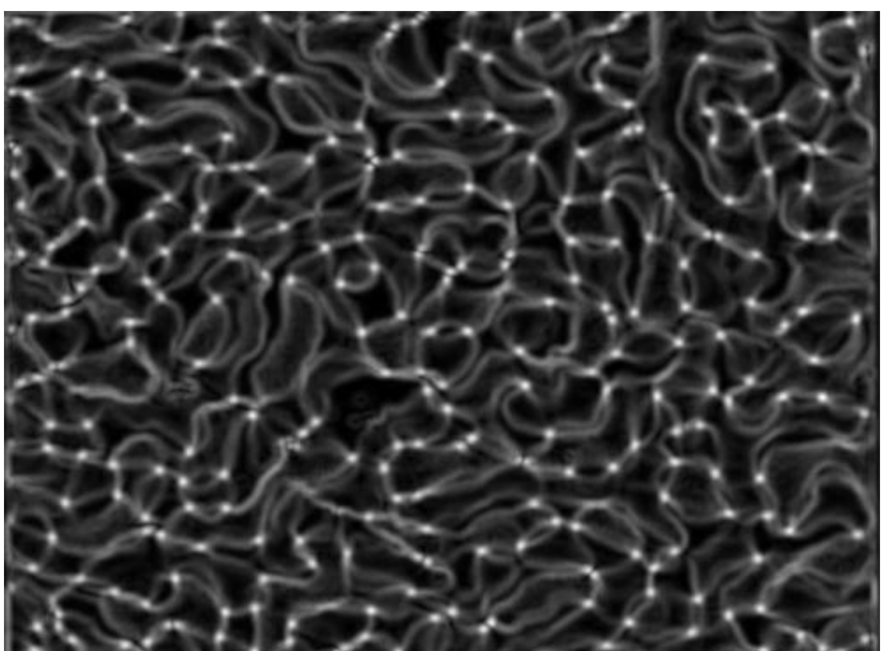


a kereszt-korreláció



← input kép

 ← illesztési minta



← kereszt-korreláció kép, (fehér: magas korreláció, fekete: alacsony korreláció)

Alternatív illesztési kritériumok

$$C_1(u,v) = \frac{1}{1 + \max_{(i,j)\in V} \left| f(i+u, j+v) - h(i,j) \right|}$$

$$C_2(u,v) = \frac{1}{1 + \sum_{(i,j)\in V} \left| f(i+u, j+v) - h(i,j) \right|}$$

$$C_3(u,v) = \frac{1}{1 + \sum_{(i,j)\in V} \left(f(i+u, j+v) - h(i,j) \right)^2}$$

ahol f a feldolgozandó kép, h a keresendő minta és V a képpontok halmaza,

Hierarchikus illesztés

- A képpiramisok itt is jól használhatóak:
  - A piramis struktúrával csökkenthető a műveleti komplexitás.
- Először egy durvább mintát illesztünk egy durvább képen (kevesebb művelet).
- Utána már csak azokat az illesztéseket vizsgáljuk finomabb felbontásban, amelyek kritériuma meghaladt egy bizonyos küszöböt.

Felhasznált anyagok

- Palágyi Kálmán: Digitális Képfeldolgozás
  /pub/Digitalis_kepfeldolgozas
- További források az egyes diákon megjelölve