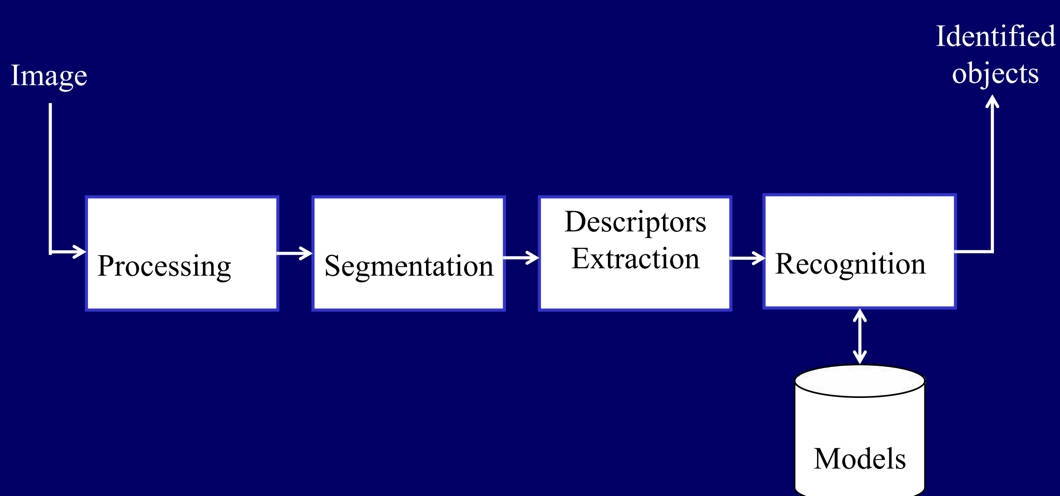
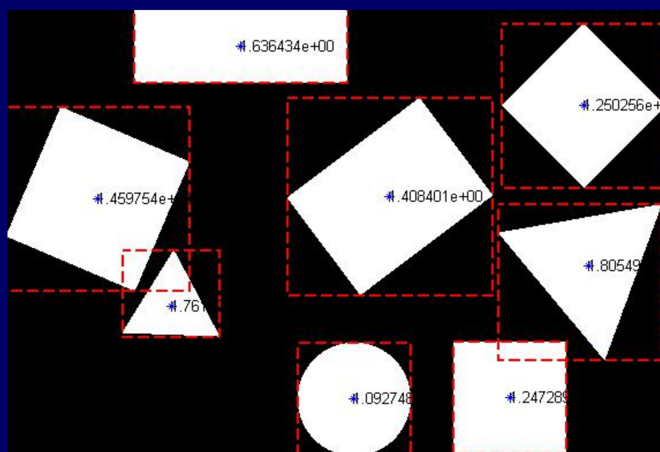
Descripció de Regions

A computer vision system



Introducció

Volem extraure característiques numèriques de les regions



Introducció

-Problema: les formes varien.

- traslació
- Rotació
- Resolució
- Escala
- Projecció 2D
- Oclusions

Types of invariance

Illumination

Types of invariance

Illumination

Scale

Types of invariance

Illumination

Scale

Rotation

Types of invariance

Illumination

Scale

Rotation

Affine

Types of invariance

Illumination

Scale

Rotation

Affine

Full Perspective

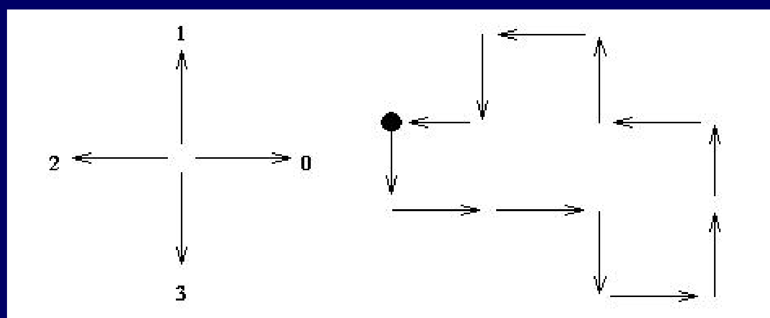
Introducció

- Descriptors basats en contorns:
    - Codis de cadena
    - Propietats geomètriques (perímetre, corbatura...)
    - Descriptors de Fourier
    - Segments (aprox. Poligonals)
    - B-Splines
    - Shape context

-Descriptors basats en regions:
    - Propietats geomètriques (àrea, excentricitat...)
    - Moments estadístics
    - Convex hull
    - Esquelets
    - Descomposició en sub-regions (grafs)

Codis de cadena

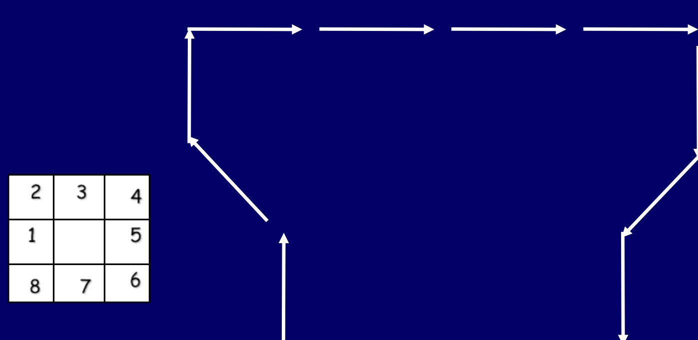
- Descriu l'objecte com una seqüència de segments unitaris d'una orientació determinada



Codi C-4: 3,0,0,3,0,1,1,2,1,2,3,2

UPC

Codis de cadena



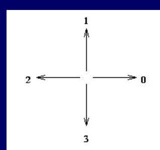
Codi C-8: 5 5 5 5 7 8 7 1 1 1 3 2 3

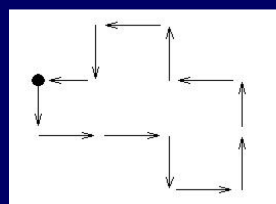
- Per on comencem?
- En l'exemple hem començat per dalt-esquerra.
- Podem començar pel valor màxim: 8 7 1 1 1 3 2 3 5 5 5 5 7

UPC

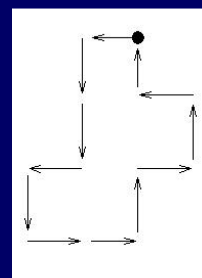
Codis de cadena

- Robust a la rotació?





Codi: 3,0,0,3,0,1,1,2,1,2,3,2



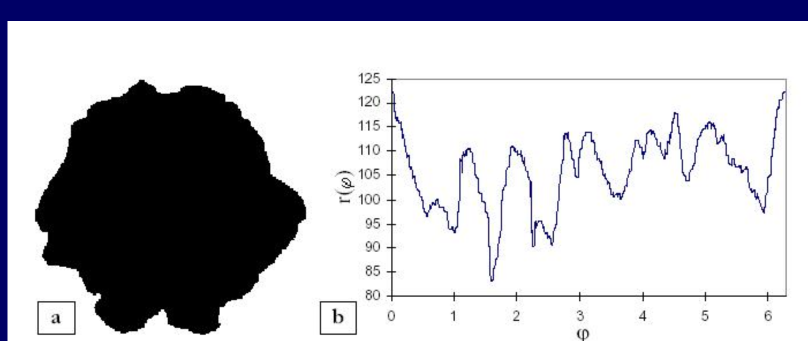
Codi: 2,3,3,2,3,0,0,1,0,1,2,1

- Fem la codificació incremental (derivada del chain-code).

Codi incremental : 1,0,3,1,1,0,1,3,1,1,3,1
1: gir a esquerra
3: gir a dreta

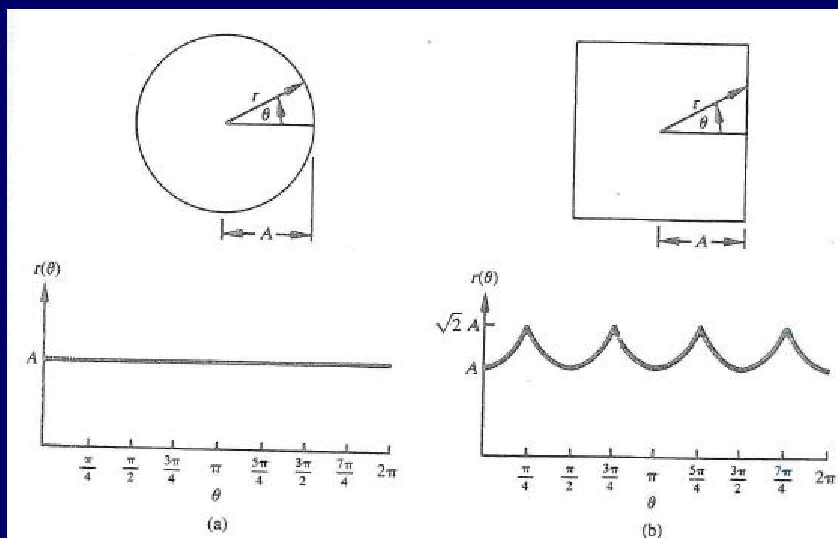
Propietats geomètriques del contorn

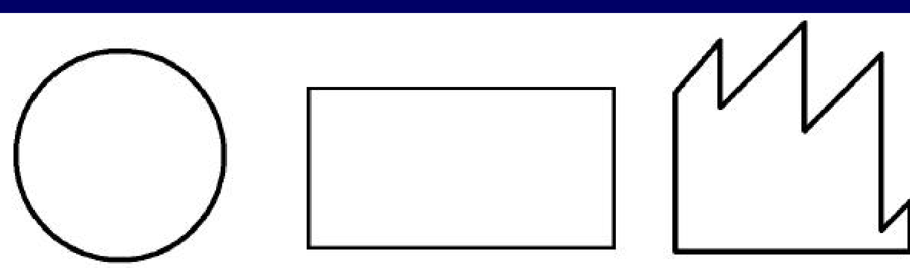
- **Perímetre**. Els passos horitzontals i verticals del codi de Freeman sumen 1 unitat. Els diagonals 2
- **Corbatura**. Rati entre el perímetre i el nº de canvis de direcció del contorn
- **Signatura**. Transformació $r(\theta)$, és la seqüència de les distàncies dels píxels del contorn al centre de l'objecte.



Signatures

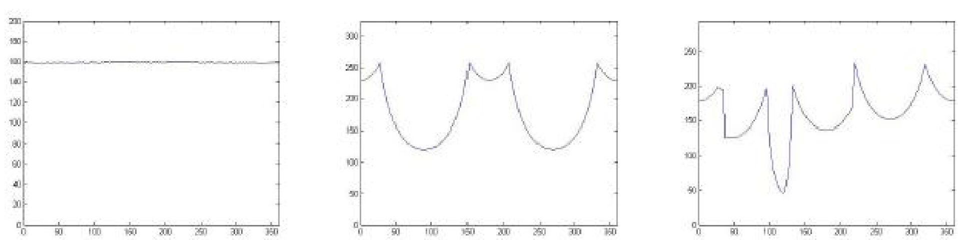
- r(θ)





(a) Cercle (b) Rectangle (c) Punxes

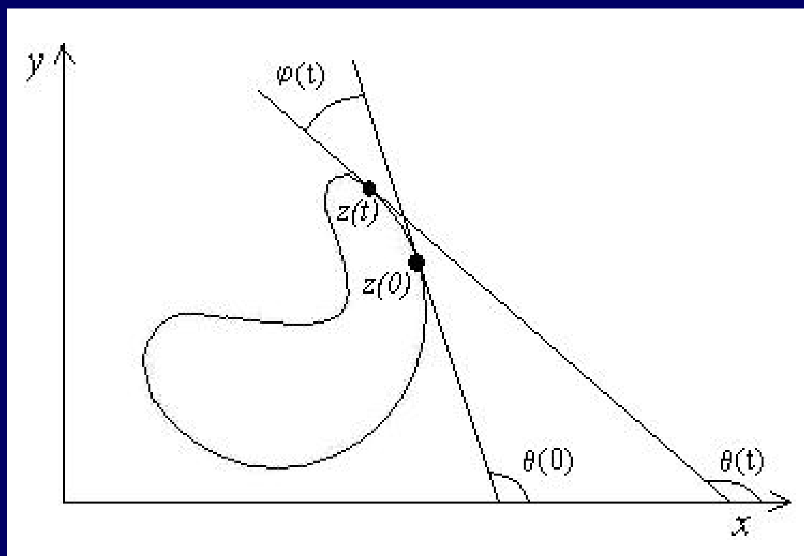
Figura 1: Algunes imatges utilitzades en les proves



(a) Cercle (b) Rectangle (c) Punxes

Figura 2: Contorn per *polar signature*

Slope density function



Descriptors de Fourier

Transformada de Fourier. Recordatori:

Tota funció periòdica es pot expresar com una suma de sinus/cosinus de diferents freqüències, cadascun ponderat per coeficients corresponents. (Sèries de Fourier).

Encara que la funció no sigui periòdica, es pot expresar com la integral de sinus/cosinus ponderats per les funcions corresponents (Fourier transform).

Transformada de de Fourier

Recordatori:

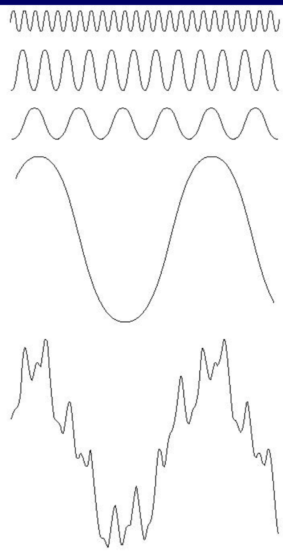


FIGURE 4.1 The function at the bottom is the sum of the four functions above it. Fourier's idea in 1807 that periodic functions could be represented as a weighted sum of sines and cosines was met with skepticism.

L'objectiu de la Transformada de Fourier és representar un senyal com una combinació linial de funcions sinusoidals de diferents freqüències.

Transformada de de Fourier

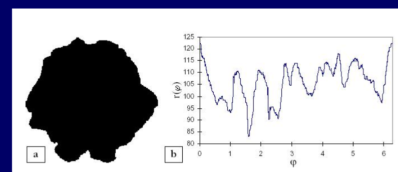
Fourier transform (discrete case) DTC

$$F(u) = \frac{1}{M}\sum_{x=0}^{M-1} f(x)e^{-j2\pi ux/M} \quad \text{for } u = 0,1,2,\ldots,M-1$$

Inverse Fourier transform:

$$f(x) = \sum_{u=0}^{M-1} F(u)e^{j2\pi ux/M} \quad \text{for } x = 0,1,2,\ldots,M-1$$

Descriptors de Fourier



Fourier transform of the signature ***s*****(*****t*****)**

$$u_n = \frac{1}{N}\sum_{t=0}^{N-1} s(t)\exp\left(\frac{-j2\pi nt}{N}\right)$$

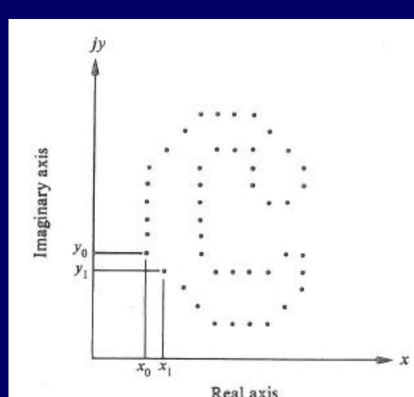
u_n, $n = 0, 1, \ldots, N\text{-}1$, are called FD denoted as FD_n

Normalised FD

$$\mathbf{f} = \left[\frac{|FD_1|}{|FD_0|}, \frac{|FD_2|}{|FD_0|}, \ldots, \frac{|FD_m|}{|FD_0|}\right]$$

Descriptors de Fourier

Directament a partir de les coordenades: N pixels (x,y)



Llista d'N nombres complexes: x+jy

2D→ 1D

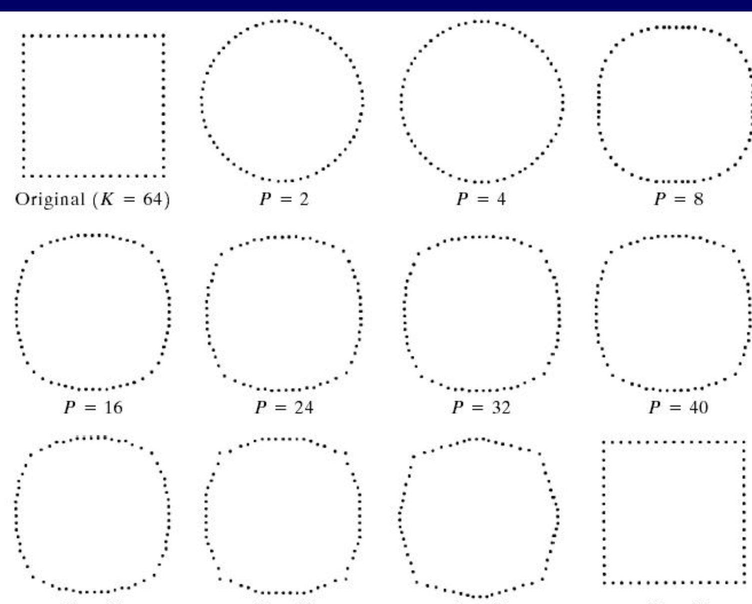
Descriptors de Fourier

Anàlisi de la forma d'un contorn usant la Transformada de Fourier:

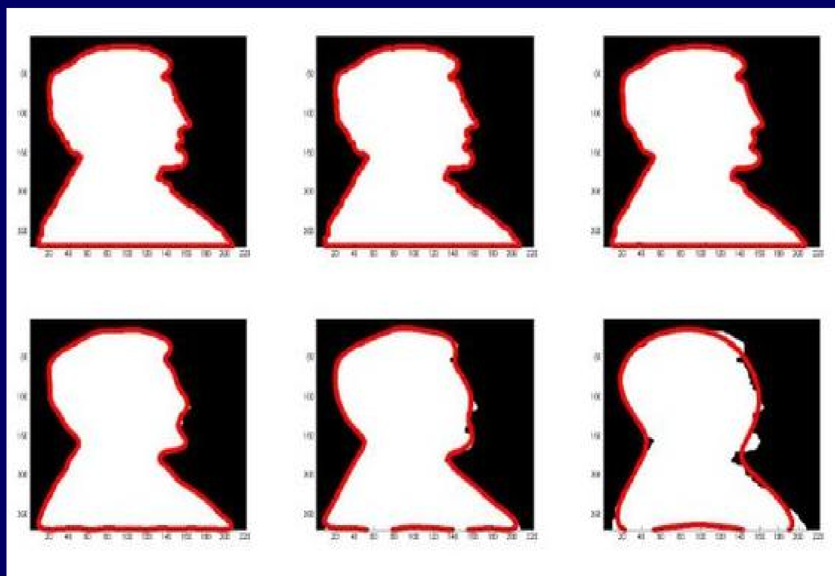
- Les coordenades (x,y) de cada píxel de contorn són tractades com la part real i la part imaginària d'un nombre complexe. $P = x + jy$
- Es transforma la llista de coordenades usant la DFT
- Els coeficients de Fourier obtinguts s'anomenen Descriptors de Fourier.
- La forma bàsica del contorn ve determinada pels primers descriptors, que representen les freqüències més baixes.
- Els descriptors corresponents a les freqüències més altes ens donen més informació sobre els detalls del contorn.

Descriptors de Fourier

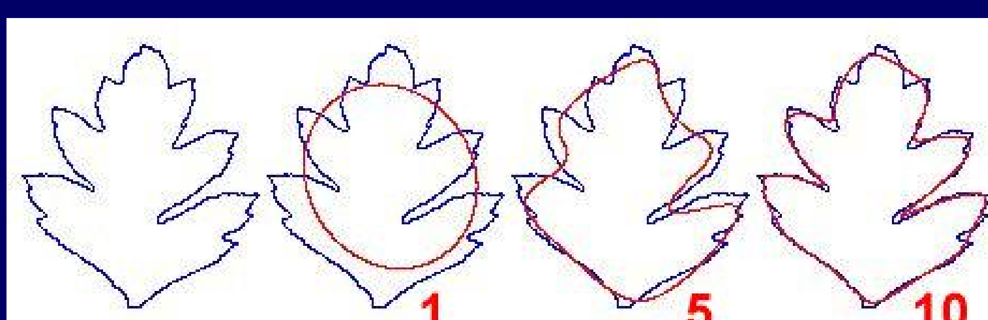
FIGURE 11.14 Examples of reconstruction from Fourier descriptors. P is the number of Fourier coefficients used in the reconstruction of the boundary.



Descriptors de Fourier

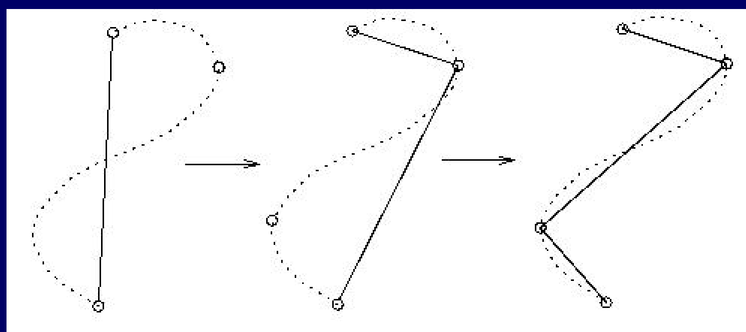


Descriptors de Fourier



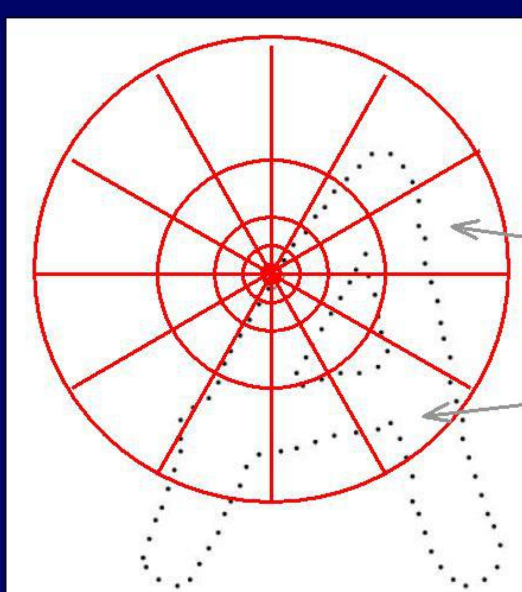
Aproximacions poligonals

- Representa la regió com un polígon.
- Usem els vèrtexs de la regió per construir el polígon



- En comptes de segments rectilinis també s'usen B-splines

Shape Context



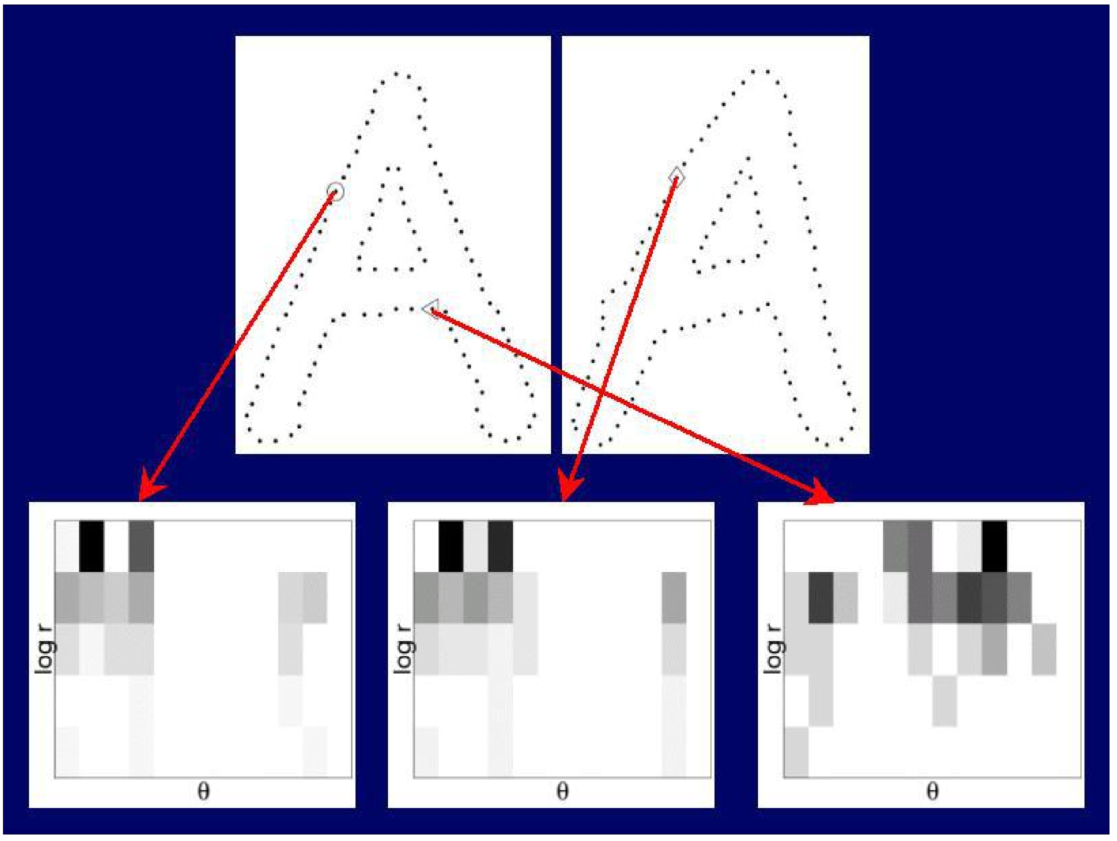
Count the number of points inside each bin, e.g.:

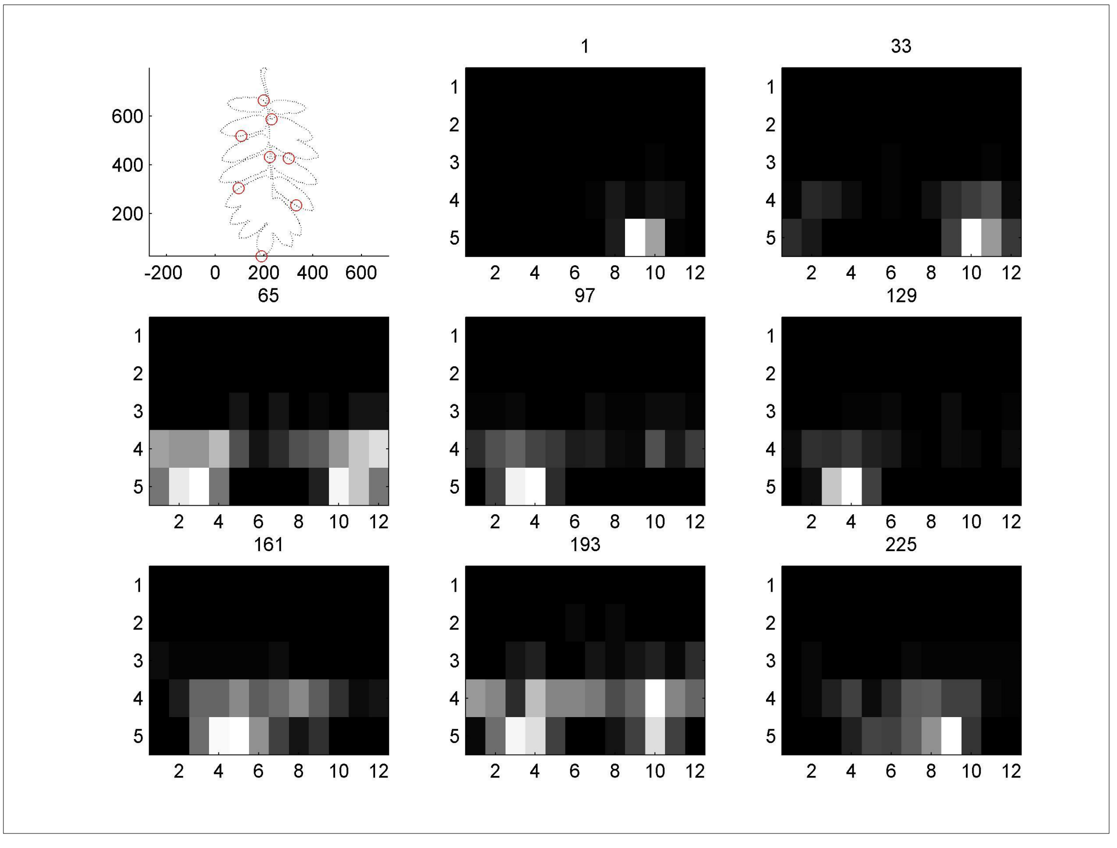
Count = 4

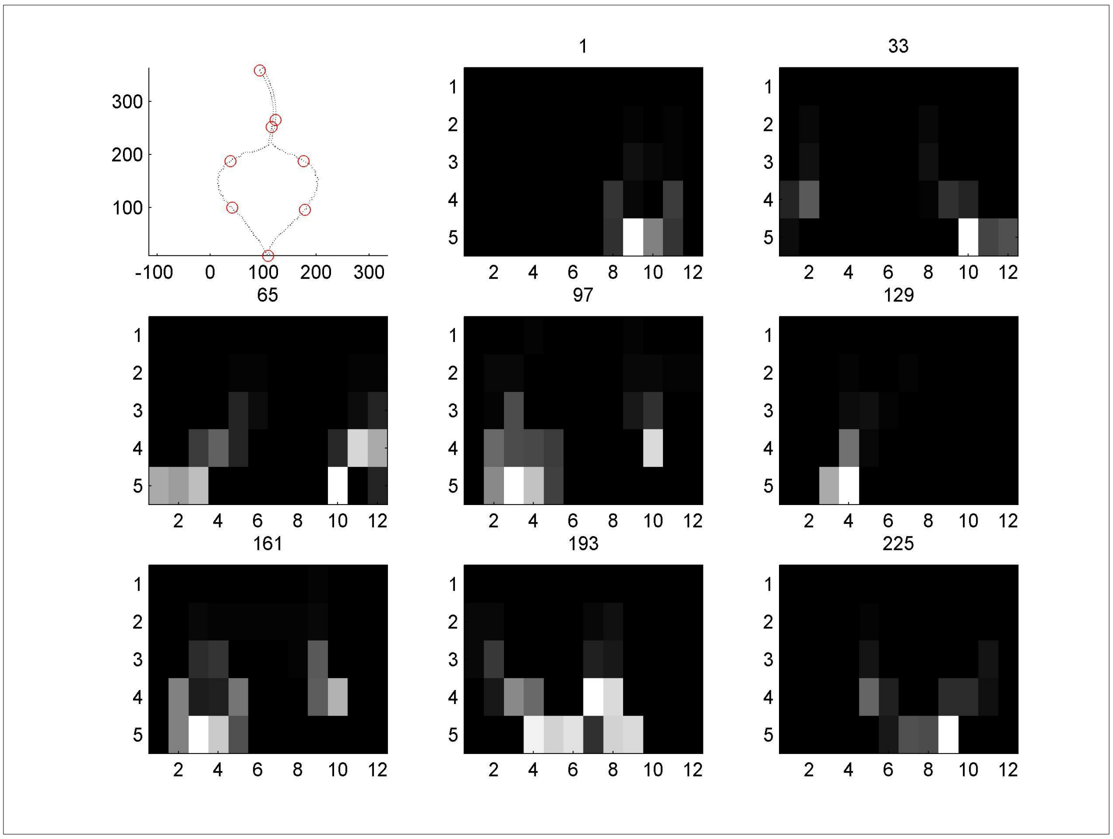
⋮

Count = 10

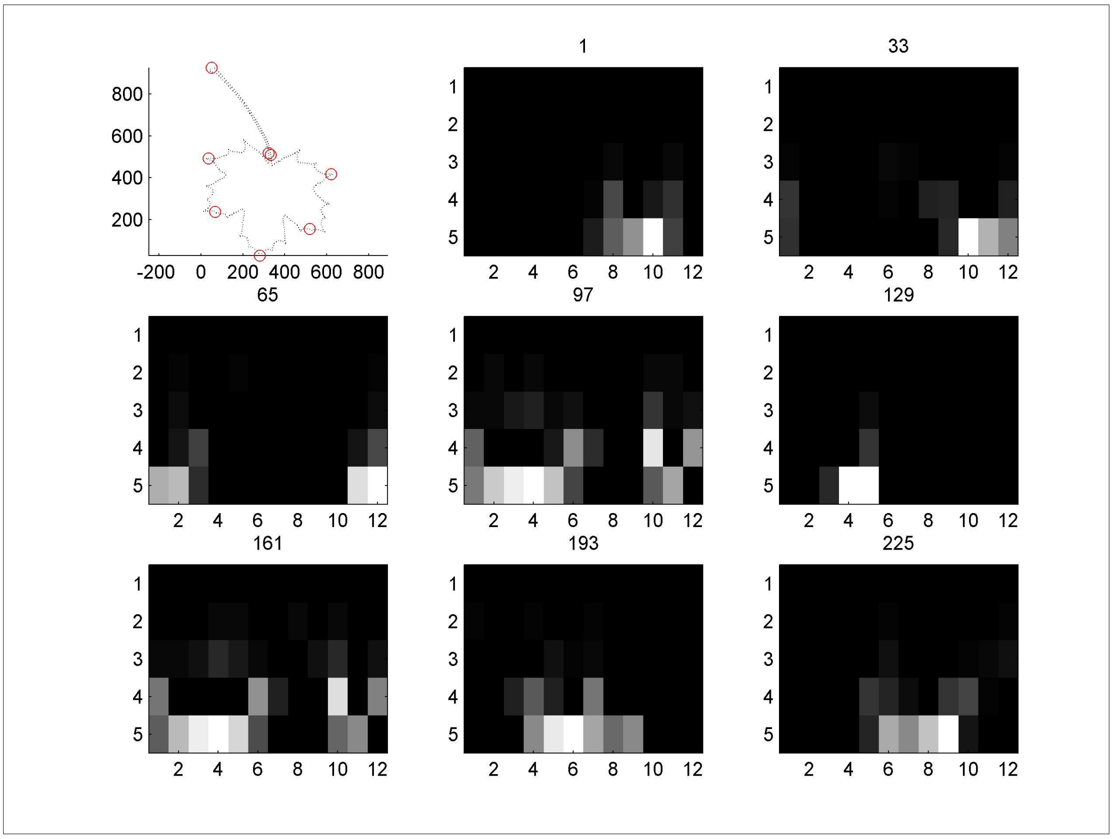
☞ Compact representation of distribution of points relative to each point


log r
θ
log r
θ
log r
θ

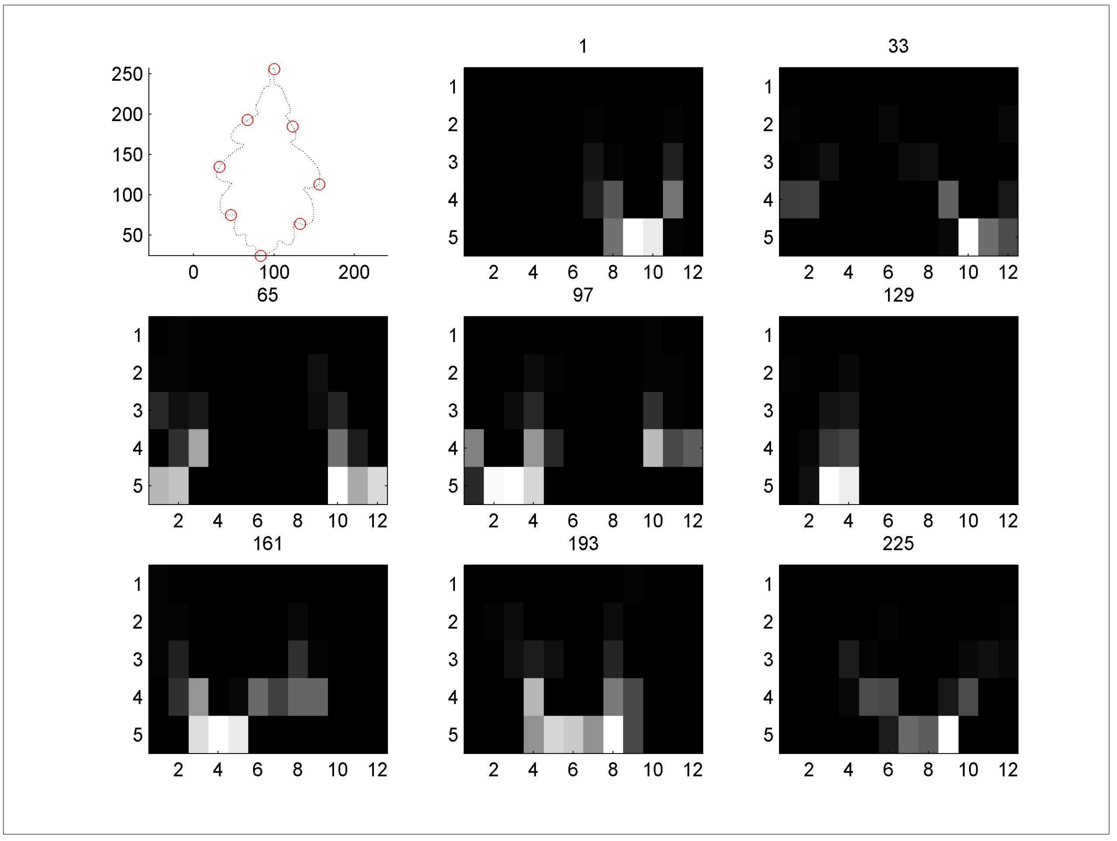

600
400
200
-200 0 200 400 600
1
33
65
97
129
161
193
225
1 2 3 4 5
2 4 6 8 10 12

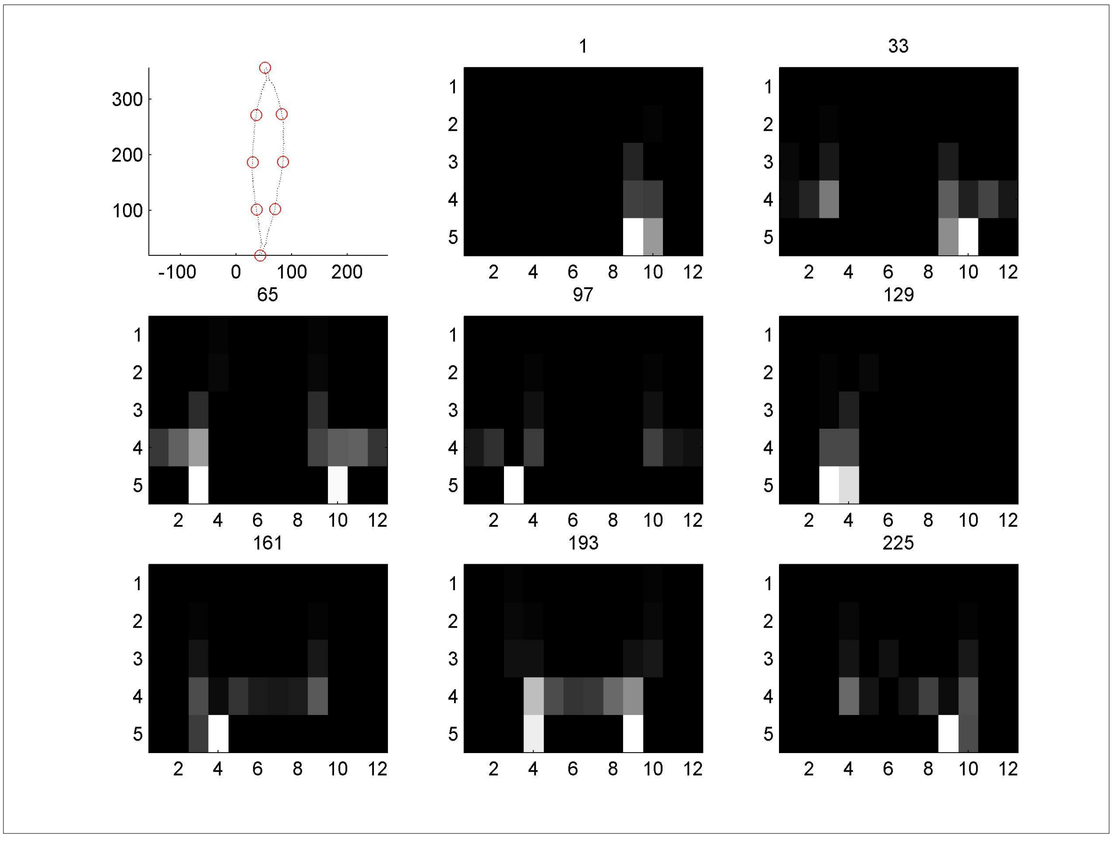


1
33
65
97
129
161
193
225



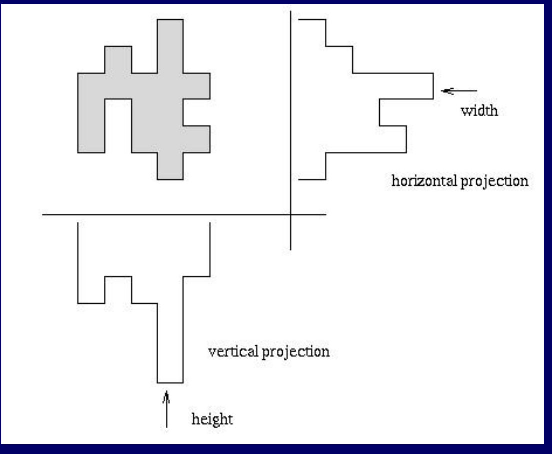
1
33
65
97
129
161
193
225


1
33
65
97
129
161
193
225


1
33
65
97
129
161
193
225

Descriptors geomètrics de les regions

- **Àrea**: comptatge del nº de píxels
-**Projeccions:** Comptatge del nº de píxels en la projecció vertical i horitzontal



- **Excentricitat: rati eix major / eix menor**

Descriptors geomètrics de les regions

- **Elongació**: Rati entre el llarg i l'ample del rectangle envolvent
- **Rectangularitat:** Rati entre l'àrea de la regió i la del rectangle envolvent
- **Compacitat:** Àrea/perimetre^2. La forma més compacta és el cercle.

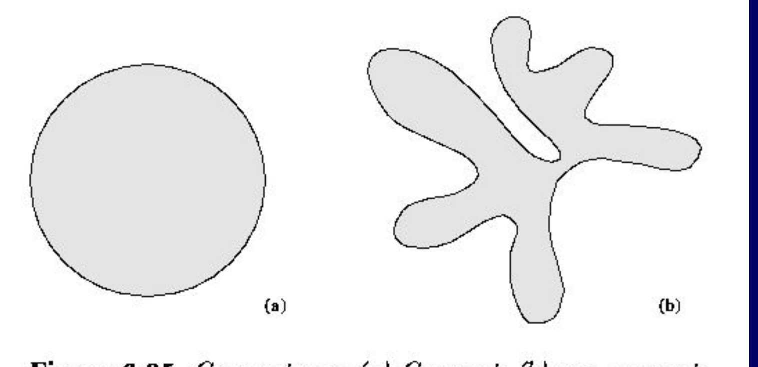


Figure 6.25 *Compactness: (a) Compact, (b) non-compact.*

Descriptors geomètrics de les regions

- Convex hull: Forma convexa més petita que engloba a la regió

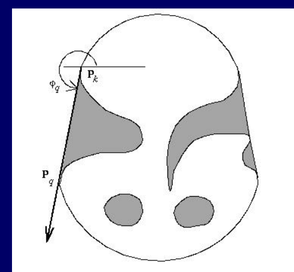
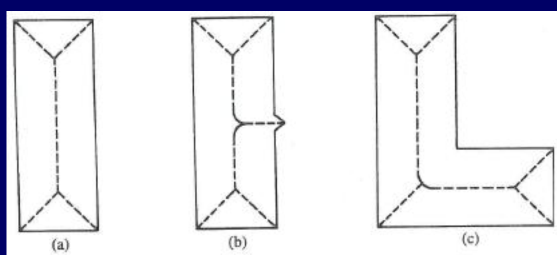


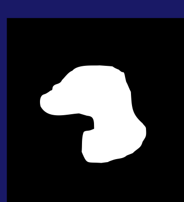
Figure 6.26 *Convex hull.*

- Esquelets



Medial axes of three simple regions.

Moments

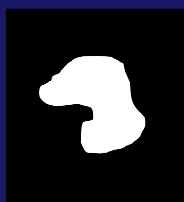


$$S = \{(x,y) | f(x,y) = 1\}$$

Given a pair of non-negative integers (j,k) the *digital* (j,k)th *moment* of S is given by:

$$M_{jk}(S) = \sum_{(x,y)\in S} x^j y^k$$

Moments



$$S = \{(x,y) | f(x,y) = 1\}$$

$$M_{jk}(S) = \sum_{(x,y)\in S} x^j y^k$$

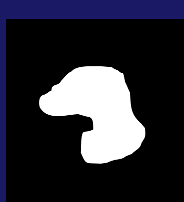
Exemple:

$$M_{oo}(S) = \sum_{(x,y)\in S} x^0 y^0 = \sum_{(x,y)\in S} 1 = \#(S)$$

Area de S !!

UPC

Moments



$$S = \{(x,y) | f(x,y) = 1\}$$

$$M_{jk}(S) = \sum_{(x,y)\in S} x^j y^k$$

Exemple:

$$M_{10}(S) = \sum_{(x,y)\in S} x^1 y^0 = \sum_{(x,y)\in S} x$$

$$M_{01}(S) = \sum_{(x,y)\in S} x^0 y^1 = \sum_{(x,y)\in S} y$$

$$\frac{M_{10}(S)}{M_{oo}(S)} = \frac{\sum_{(x,y)\in S} x}{\#(S)} = \bar{x}$$

$$\frac{M_{01}(S)}{M_{oo}(S)} = \frac{\sum_{(x,y)\in S} y}{\#(S)} = \bar{y}$$

Centre de masses de S !!

UPC

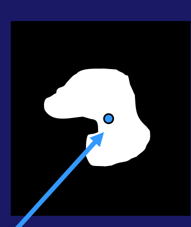
Moments

Invariants a ???

- Traslació
- Escala
- Rotació
- Skewing

… Malament anem si usem coordenades absolutes

Moments centrals



$(\bar{x},\bar{y})$

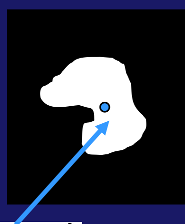
$$S = \{(x,y) \mid f(x,y) = 1\}$$

$$\bar{x} = \frac{M_{10}(S)}{M_{oo}(S)} \qquad \bar{y} = \frac{M_{01}(S)}{M_{oo}(S)}$$

Given a pair of non-negative integers (j,k) the *central* (j,k)th *moment* of S is given by:

$$\mu_{jk}(S) = \sum_{(x,y)\in S} (x-\bar{x})^j (y-\bar{y})^k$$

Moments centrals

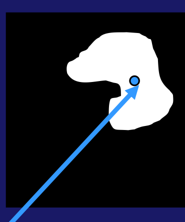


$(\bar{x}, \bar{y})$

$$\mu_{jk}(S) = \sum_{(x,y)\in S} (x-\bar{x})^j (y-\bar{y})^k$$

Translation by T = (a,b) :

$$S_T = \{(x^*, y^*) | x^* = x + a, y^* = y + b, (x, y) \in S\}$$



$(\bar{x^*}, \bar{y^*})$

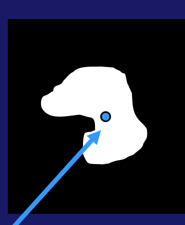
$$\bar{x^*} = \frac{M_{10}(S_T)}{M_{oo}(S_T)} = \bar{x} + a \qquad \bar{y^*} = \frac{M_{01}(S_T)}{M_{oo}(S_T)} = \bar{y} + b$$

$$\mu_{jk}(S_T) = \mu_{jk}(S)$$

Translation INVARIANT!

UPC

Moments normalitzats



$(\bar{x}, \bar{y})$

$$\mu_{jk}(S) = \sum_{(x,y)\in S} (x-\bar{x})^j (y-\bar{y})^k$$

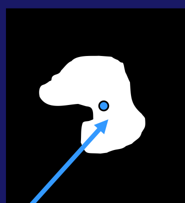
$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\mu_{20}(S)}{M_{oo}(S)}} \qquad \sigma_y = \sqrt{\frac{\mu_{02}(S)}{M_{oo}(S)}}$$

Given a pair of non-negative integers (j,k) the *normalized* (j,k)th *moment* of S is given by:

$$m_{jk}(S) = \sum_{(x,y)\in S} \left(\frac{x-\bar{x}}{\sigma_x}\right)^j \left(\frac{y-\bar{y}}{\sigma_y}\right)^k$$

UPC

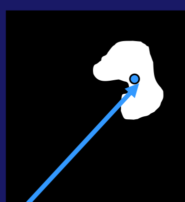
Moments normalitzats



$(\bar{x}, \bar{y})$

Scaling by (a,c) and translating by T = (b,d) :

$$S_{ST} = \{(x^*, y^*) | x^* = ax+b, y^* = cy+d, (x,y) \in S\}$$



$(\bar{x}^*, \bar{y}^*)$

$$m_{jk}(S_{ST}) = m_{jk}(S)$$

Scaling and translation INVARIANT!

Descripció per parts

- Dividir l'objecte en parts i representar-lo a partir de:
  - Les seves parts
  - Els atributs de cada part
  - Les relacions entre parts

- El gran problema:
  - Què es una part? Com es troba?

Com trobem les parts?

Característiques de nivell de gris

- S'usen estadístics senzills:
  - Màxim
  - Mínim
  - Mitjana
  - Desviació
  - Histogrames
  - Matrius de co-ocurrència

- També es solen usar característiques de textura

Limitacions dels descriptors de formes

- Depenents de la segmentació
- Poden ser sensibles al soroll
- Són massa sensibles a les oclusions
- No és trivial fer-los invariants