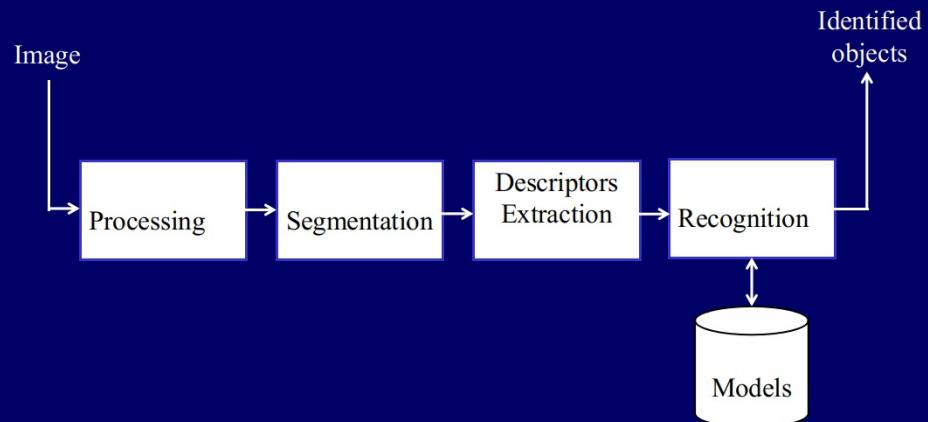


# Descripció de Regions

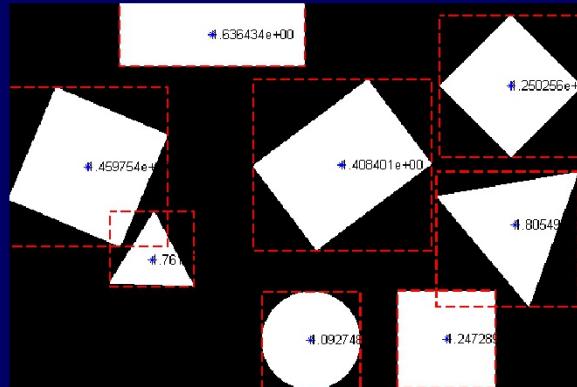


A computer vision system



## Introducció

- **labelling** : Les regions s'identifiquen amb etiquetes úniques
- Volem extraure característiques numèriques de les regions



## Introducció

-Problema: les formes varien.

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



## Types of invariance

Illumination



...JPC

## Types of invariance

Illumination

Scale



...UPC

## Types of invariance

Illumination

Scale

Rotation



...UPC

## Types of invariance

Illumination

Scale

Rotation

Affine



...UPC

## Types of invariance

Illumination

Scale

Rotation

Affine

Full Perspective



...UPC

## Introducció

- Descriptors basats en contorns:

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

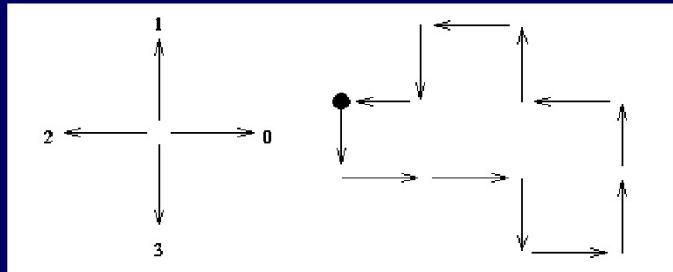
- Descriptors basats en regions:

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

...UPC

## Cidis de cadena

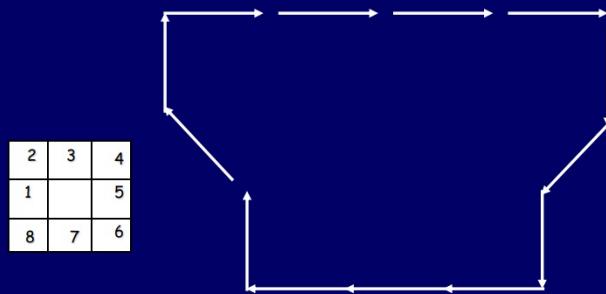
- Descriu l'objecte com una seqüència de segments unitaris d'una orientació determinada



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



## Cidis de cadena



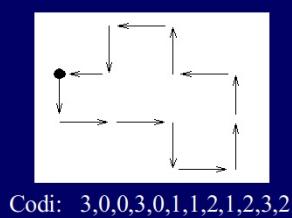
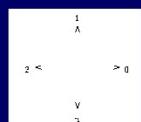
Codi C-8: 5 5 5 5 7 8 7 1 1 1 3 2 3

- 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 7

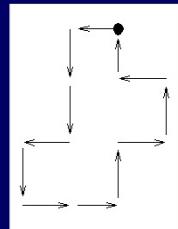


## Codis de cadena

- 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

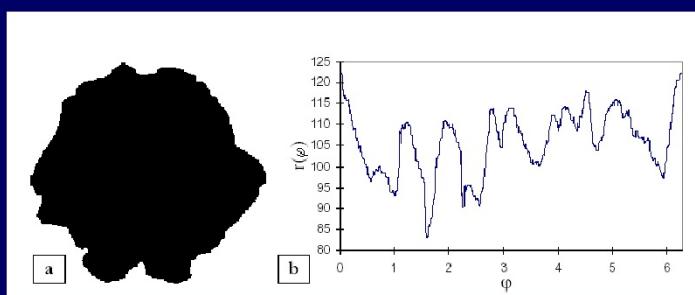
1: gir a esquerra

2: gir a dreta



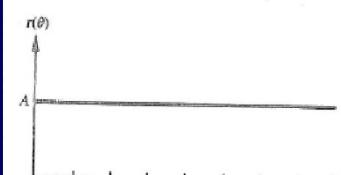
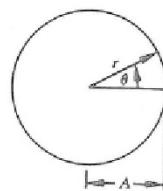
## Propietats geomètriques del contorn

- **Perímetre.** Els passos horitzontals i verticals del codi de Freeman sumen 1 unitat. Els diagonals sumen 2.
- **Corbatura.** Rati entre el perímetre i el n° 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.

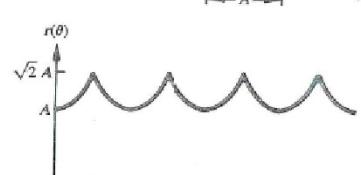
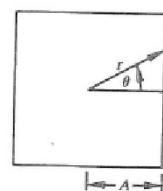


# Signatures

$r(\theta)$



(a)



(b)

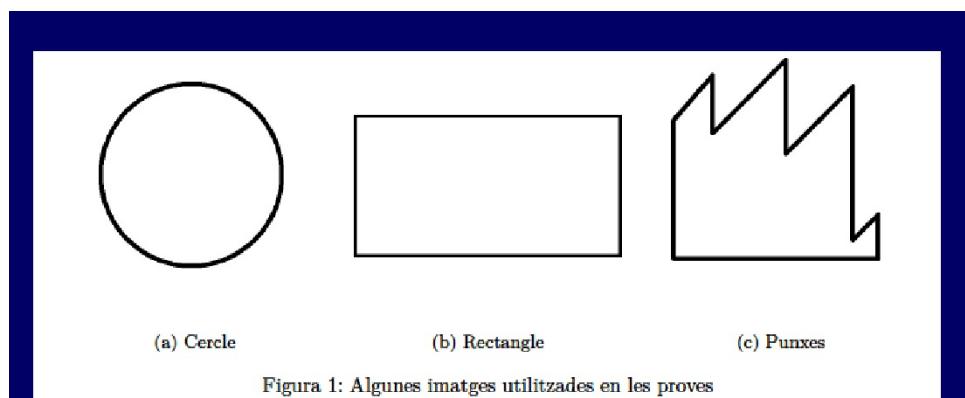


Figura 1: Algunes imatges utilitzades en les proves

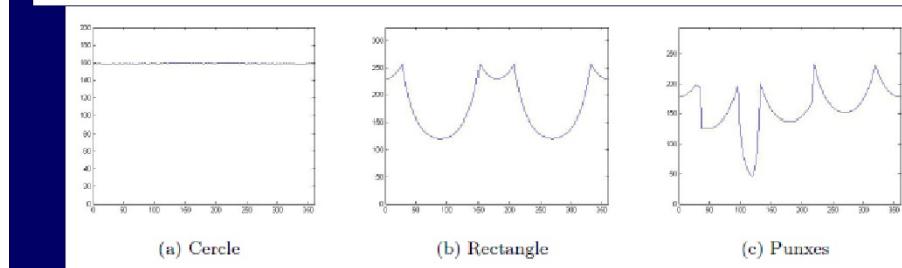
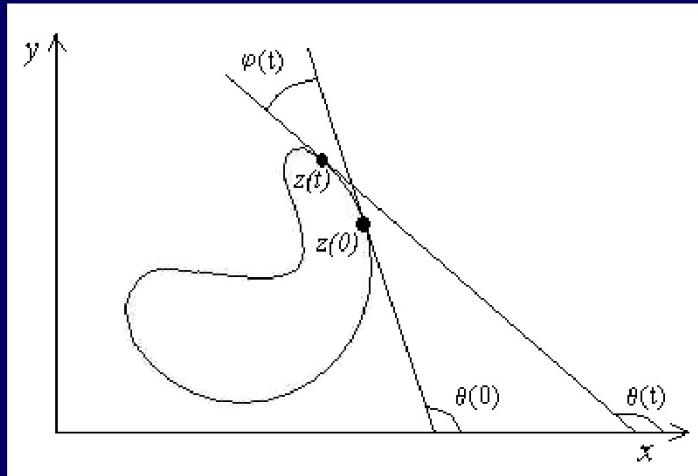


Figura 2: Contorn per *polar signature*

## Slope density function



## Descriptors de Fourier

Transformada de Fourier. Recordatori:

Tota funció periòdica es pot expressar 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 expressar com la integral de sinus/cosinus ponderats per les funcions corresponents (Fourier transform).

## Transformada de Fourier

Recordatori:

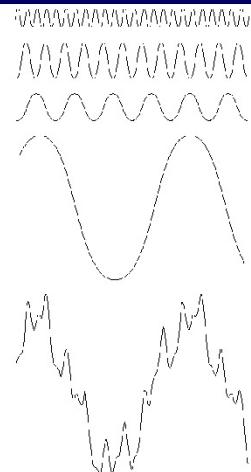


FIGURE 4.1 The function at the bottom is the sum of the four functions above it. Fourier's idea in 1807 that periodic functions could be represented as a weighted sum of sines and cosines was met with skepticism.

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

## Transformada de Fourier

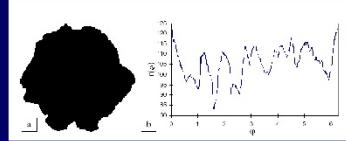
Fourier transform (discrete case) DTC

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

Inverse Fourier transform:

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

## Descriptors de Fourier



Fourier transform of the signature  $s(t)$

$$u_n = \frac{1}{N} \sum_{t=0}^{N-1} s(t) \exp\left(-j \frac{2\pi n t}{N}\right)$$

$u_n$ ,  $n = 0, 1, \dots, N-1$ , are called FD denoted as  $FD_n$

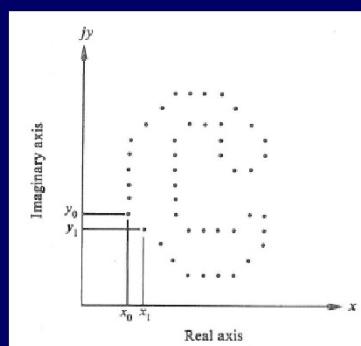
Normalised FD

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



## 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

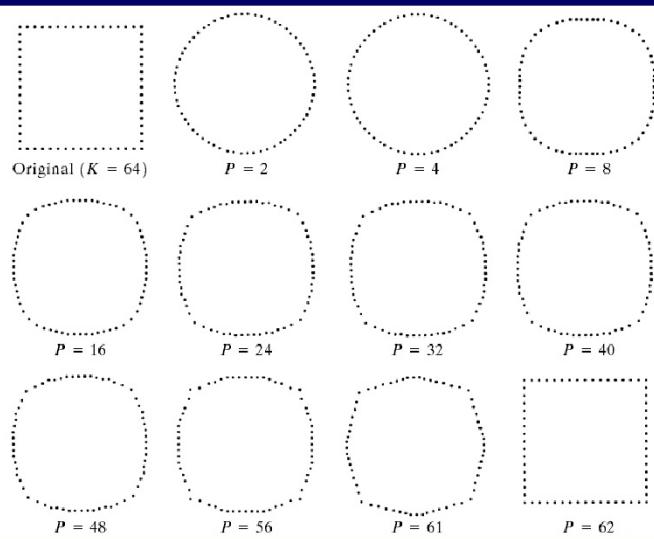
Anàlisi de la forma d'un contorn usant la Transformada de Fourier:

- 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.

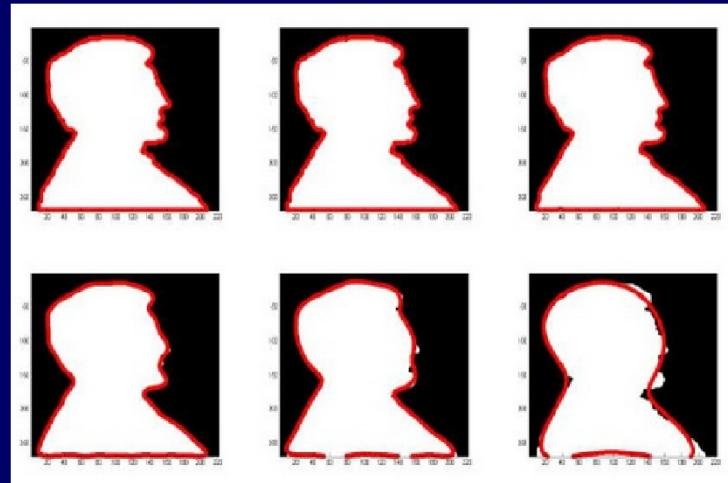


## Descriptors de Fourier

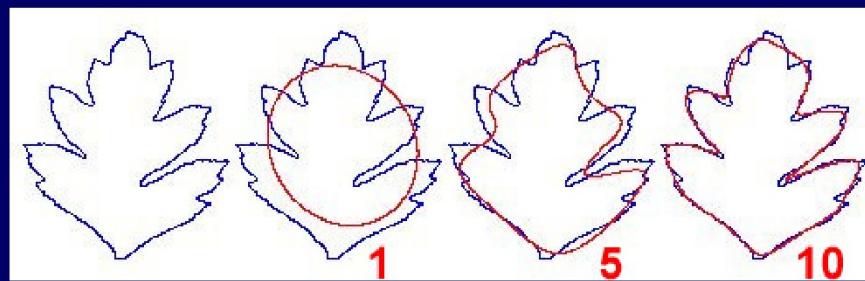
**FIGURE 11.14**  
Examples of reconstruction from Fourier descriptors.  $P$  is the number of Fourier coefficients used in the reconstruction of the boundary.



## Descriptors de Fourier

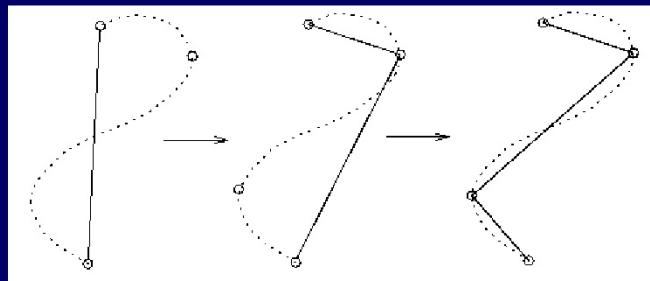


## Descriptors de Fourier



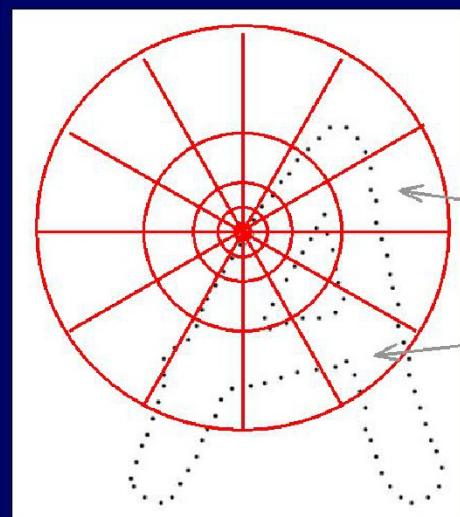
## Aproximacions poligonals

- 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



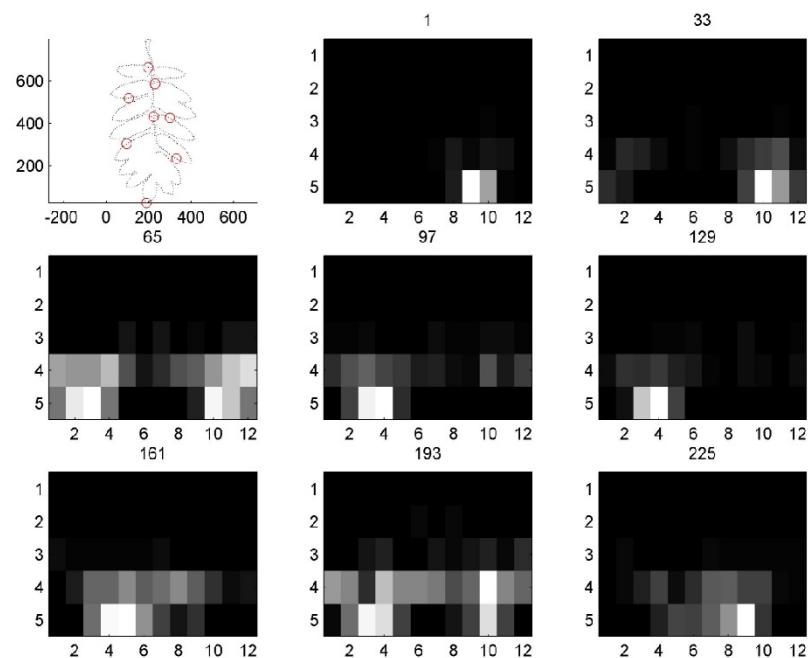
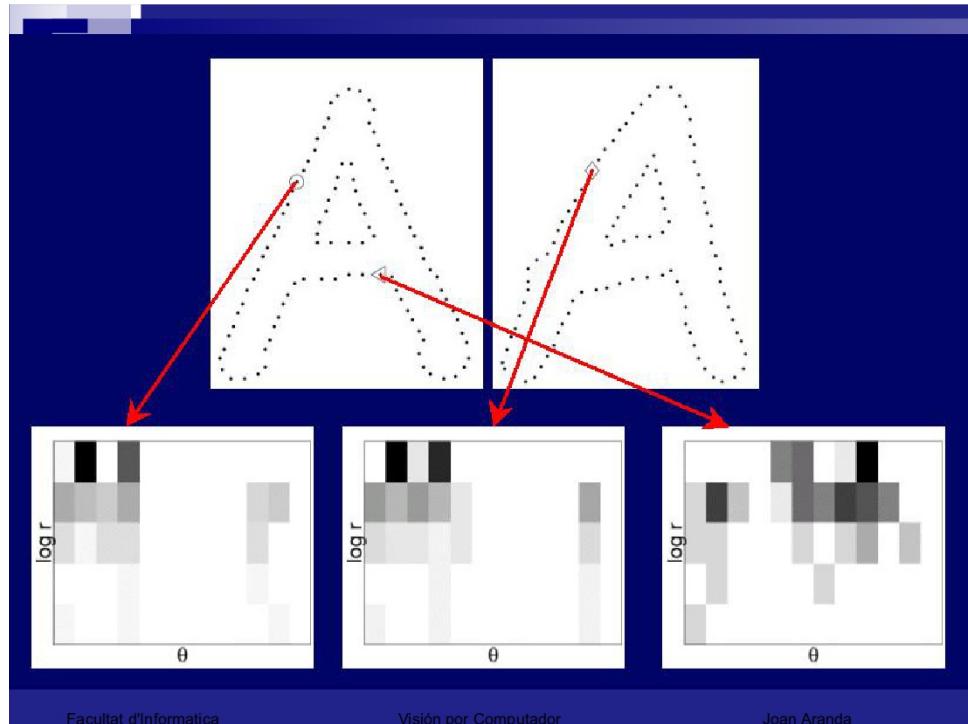
Count the number of points  
inside each bin, e.g.:

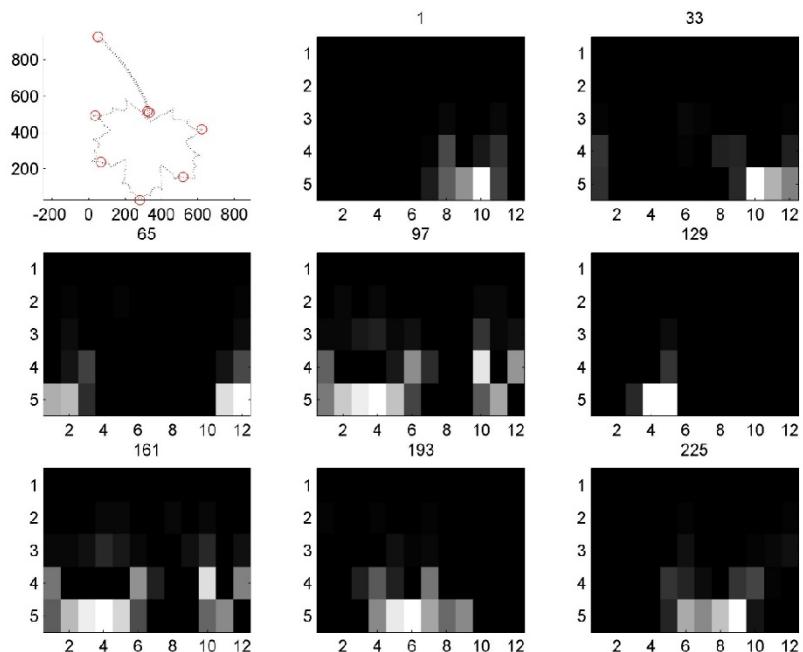
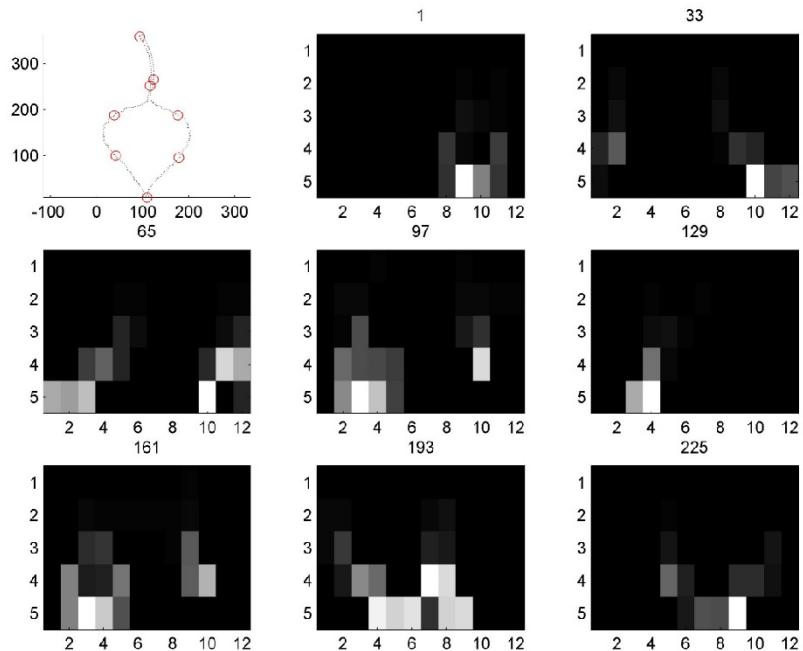
Count = 4

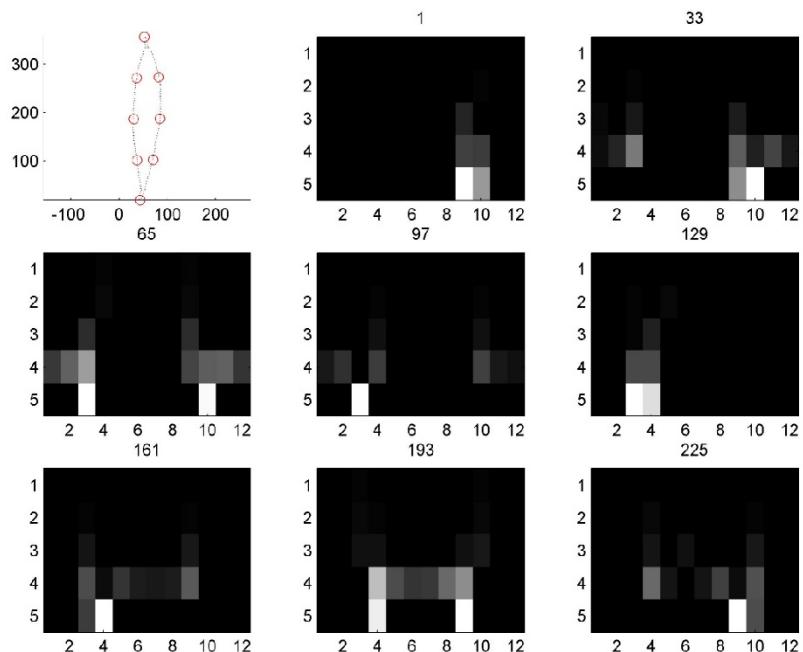
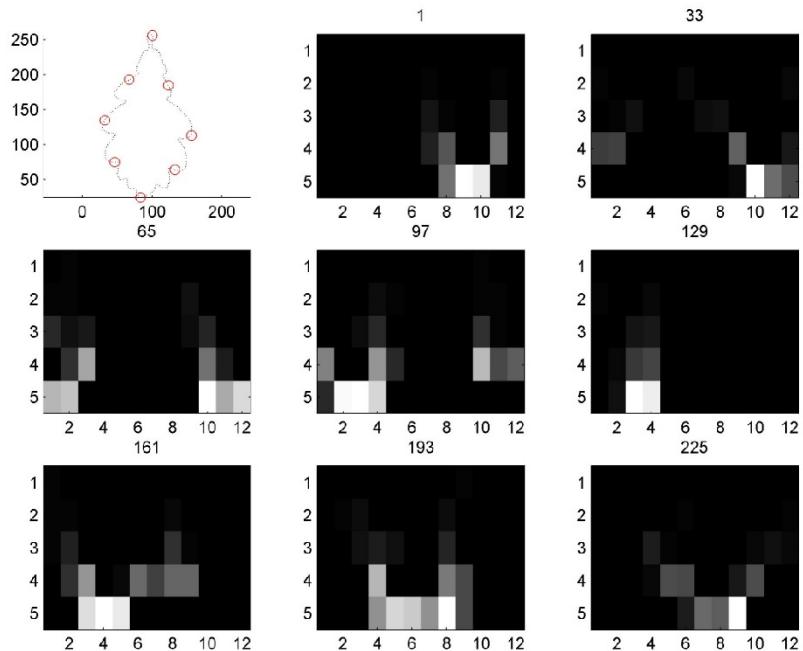
:

Count = 10

☞ Compact representation  
of distribution of points  
relative to each point



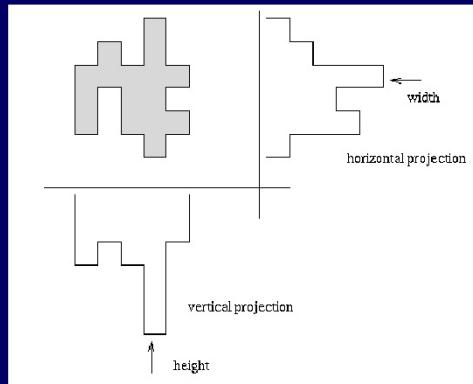




## Descriptors geomètrics de les regions

- 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<sup>2</sup>. La forma més compacta és el cercle.

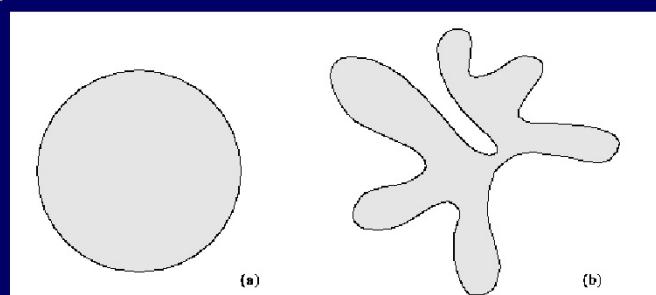


Figure 6.25 Compactness: (a) Compact, (b) non-compact.



## Descriptors geomètrics de les regions

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

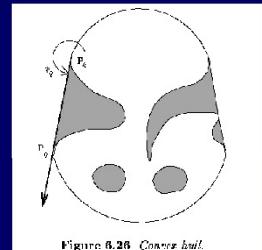
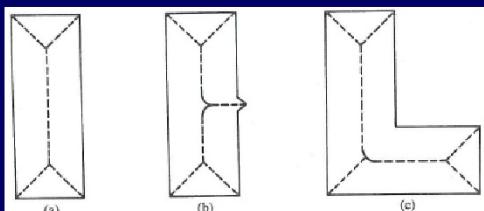


Figure 8.28 Convex hull.

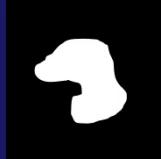
- Esquelets



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  $(j, k)^{\text{th}}$  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  $S$  !!



## 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  $S$  !!



## Moments

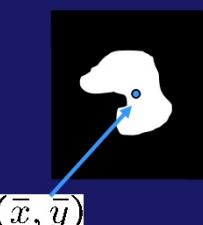
Invariants a ???

- Traslació
- Escala
- Rotació
- Skewing

... Malament anem si usen coordenades absolutes



## Moments centrals



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

$$\bar{x} = \frac{M_{10}(S)}{M_{00}(S)} \quad \bar{y} = \frac{M_{01}(S)}{M_{00}(S)}$$

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

Given a pair of non-negative integers  $(j, k)$  the central  $(j, k)^{\text{th}}$  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  $T = (a,b)$ :

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



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

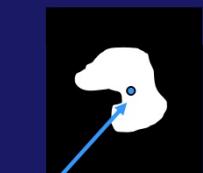
$$\bar{x}^* = \frac{M_{10}(S_T)}{M_{oo}(S_T)} = \bar{x} + a \quad \bar{y}^* = \frac{M_{01}(S_T)}{M_{oo}(S_T)} = \bar{y} + b$$

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

Translation INVARIANT!



## Moments normalitzats



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

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

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

Given a pair of non-negative integers  $(j,k)$  the normalized  $(j,k)^{\text{th}}$  moment of  $S$  is given by:

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



## Moments normalitzats



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



$(x^*, y^*)$

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

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

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

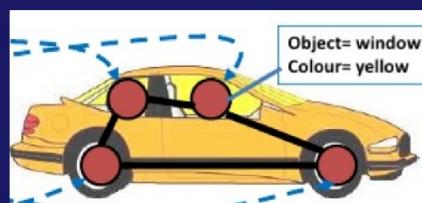
Scaling and translation INVARIANT!



## 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

