

Visión artificial VI

**Extracción de
características**

Caracterización de las regiones segmentadas

- Una vez que la imagen ha sido segmentada en diferentes regiones, es necesario realizar una caracterización de las mismas.
- Esta caracterización consiste en una descripción matemática de la región mediante un vector de características que cuantifica el valor de las distintas regiones.
- Las caracterizaciones deben ser invariantes a escalados, traslaciones y rotaciones.

Caracterización de las regiones segmentadas

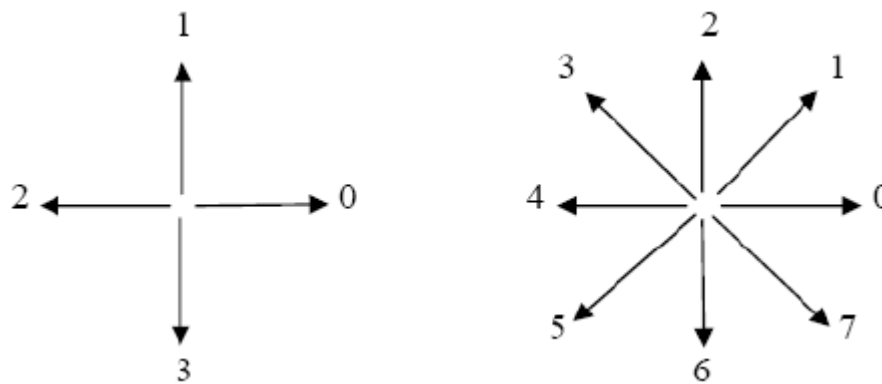
- La caracterización puede realizarse mediante:
 - Descriptores de contorno.
 - Descriptores de regiones.
 - Descriptores de similitud.

Descriptores de contorno

- Conjunto de píxeles que describen el contorno de las regiones:
 - Códigos de cadena.
 - Aproximación poligonal.
 - Ajuste de rectas.
 - Representación polar.
 - Descriptores de Fourier.
 - Esqueleto de una región.
- Son muy sensibles al ruido y poco eficientes desde el punto de vista computacional.

Descriptores de contorno

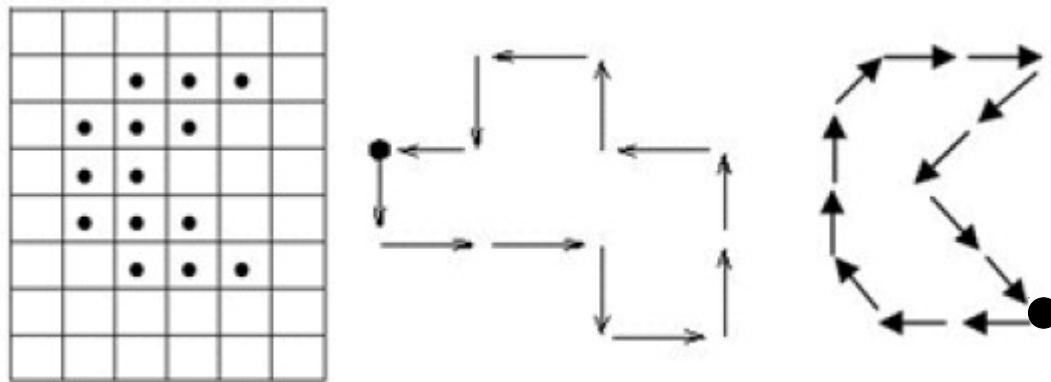
- Códigos de cadena:
 - A cada dirección se le asigna un código y se va describiendo la forma de la región mediante su contorno.



Codificación vecindad 4 y 8

Descritores de contorno

- Códigos de cadena:
 - A cada dirección se le asigna un código y se va describiendo la forma de la región mediante su contorno.



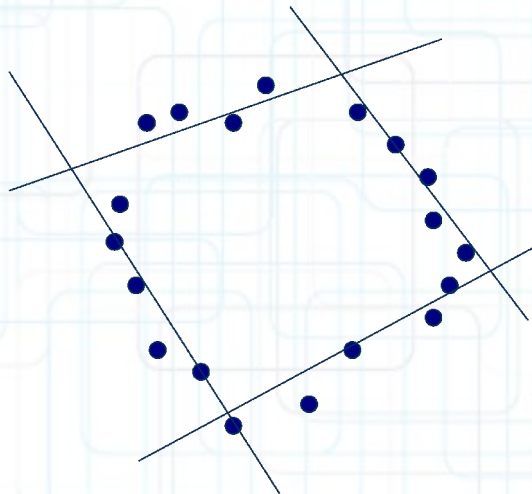
Código encadenado con vecindad 4 (300301121232) y 8 (443221005577) con sentidos contrarios.

Descriptores de contorno

- Códigos de cadena:
 - Problema: Dependencia del punto de comienzo.
 - Solución: Iniciar por el píxel con un menor valor en su codificación.
 - Ventajas:
 - Invariante a la traslación.
 - Facilita el cálculo del perímetro.

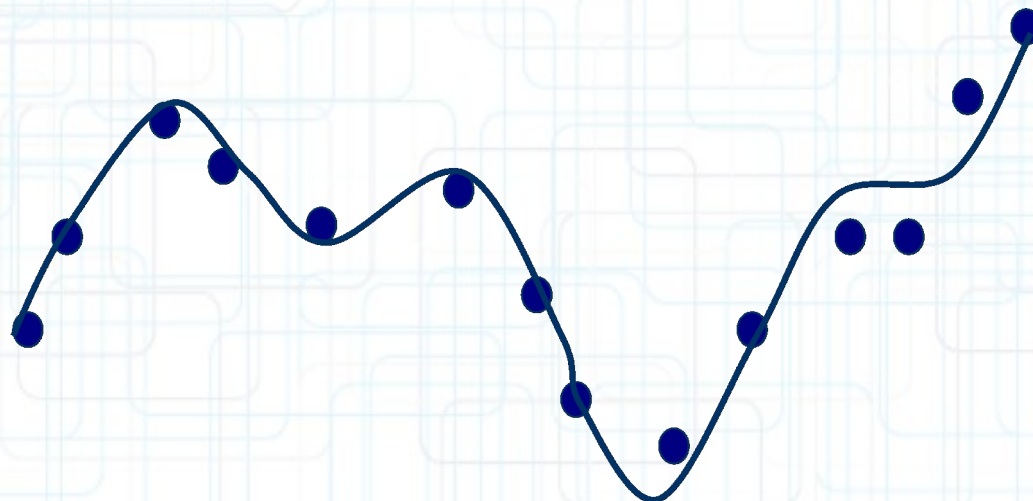
Descriptores de contorno

- Aproximación poligonal:
 - Se aproxima un contorno mediante un polígono.
 - La aproximación mejora conforme se incrementa el número de polígonos.
 - Problemas en los vértices.



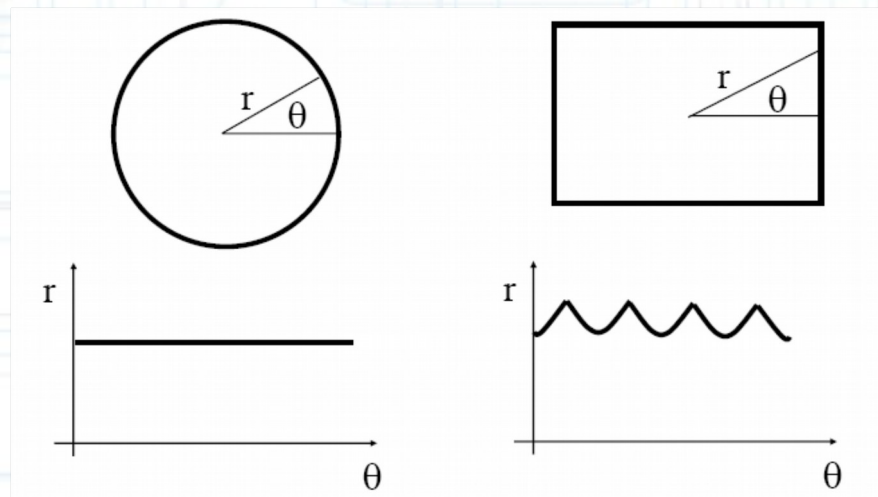
Descriptores de contorno

- Ajuste de rectas:
 - Aproximación lineal (polinomial, autoregresiva, rbf, ...).
 - Aproximación no lineal (redes neuronales)



Descriptores de contorno

- Representación polar:
 - Se calcula un punto característico interior del contorno (por ejemplo, el centroide) y, a partir de él, representar la distancia de cada punto del contorno a dicho punto en función del ángulo.



Descriptores de contorno

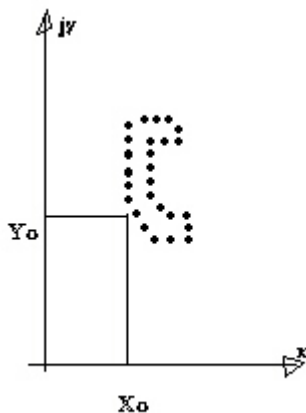
- Representación polar:
 - Ventajas:
 - Invariante frente a la posición del objeto.
 - Invariante al tamaño (dividir por la distancia máxima al centroide).
 - Invariante al ángulo de inicio (comenzar por el ángulo cuya distancia es máxima)
 - Inconveniente:
 - Muy sensible a la posición del centroide.

Descriptores de contorno

- Descriptores de Fourier:
 - Una curva cerrada puede ser representada mediante series de Fourier.
 - Hereda las propiedades de la transformada de Fourier.

Descriptores de contorno

- Descriptores de Fourier:
 - Procedimiento:
 - Muestrear el contorno siguiendo una dirección de avance.
 - Los puntos del contorno (x_n, y_n) se consideran como un número complejo: $x_n + j y_n$
 - Aplicar la transformada discreta de Fourier sobre los valores complejos obtenidos.



Descriptores de contorno

- Descriptores de Fourier:
 - Ejemplo de reconstrucción de la frontera:



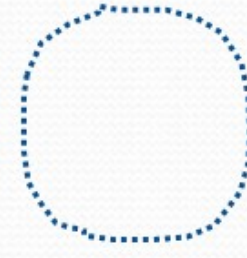
Original
M=64



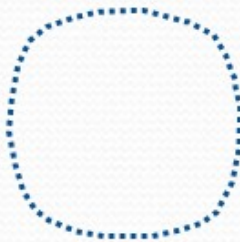
M=2



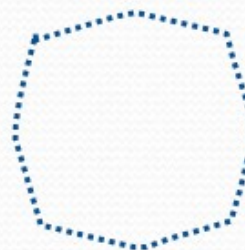
M=4



M=8



M=16



M=61



M=62

Descriptores de contorno

- Descriptores de Fourier:
 - Ventajas:
 - Invariante ante traslación, rotación, escalado y cambio en el punto de comienzo.

Descriptores de contorno

- Esqueleto de una región:
 - Se define como el conjunto de píxeles equidistantes de la frontera del objeto.
 - Idea: Conservar toda la información sobre la forma y estructura del contorno del objeto eliminando redundancias.
 - Usamos técnicas de adelgazamiento.

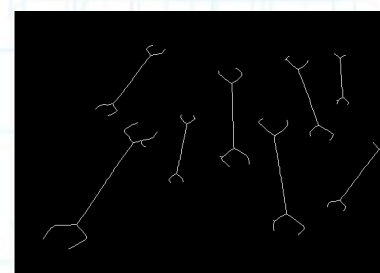
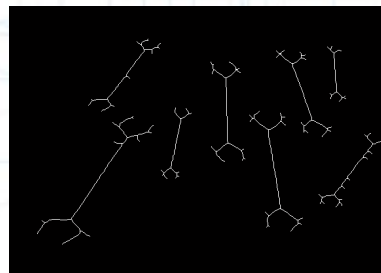
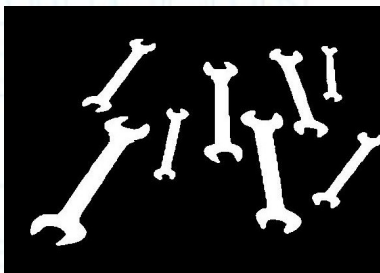
Descriptores de contorno

- Esqueleto de una región:
 - Ventajas:
 - Robusto frente a ruido.
 - Invariante a traslación y rotación.
 - El escalado no varia su estructura.
 - Robusto frente a deformaciones.

Descriptores de contorno

- Esqueleto de una región:

```
imEntrada=imread('herramientas2.jpg');  
imNivelGris = rgb2gray(imEntrada);  
figure, imshow(imNivelGris);  
umbral =graythresh(imNivelGris);  
I = im2bw(imNivelGris,umbral);  
I2=bwmorph(I,'skel',Inf);  
figure, imshow(I2)  
I2=bwmorph(I,'thin',Inf);  
figure, imshow(I2)
```



Descriptores de una región

- Involucran a todos los píxeles de la región:
 - Momentos.
 - Compacidad.
 - Descriptores topológicos.
 - Descriptores de texturas.

Descriptores de una región

- Momentos:
 - Con los momentos medimos la varianza, sesgo, uniformidad, ...
 - Se define el momento de orden $p+q$ como:

$$m_{pq} = \sum_x \sum_y x^p \cdot y^q \cdot f(x, y)$$

Descriptores de una región

- Momentos:
 - Se define el momento central (invariante a las traslaciones):

$$\mu_{pq} = \sum_x \sum_y (x - \hat{x})^p \cdot (y - \hat{y})^q \cdot f(x, y)$$

- Se define el momento central normalizado (invariante al escalado):

$$\eta_{pq} = \frac{\mu_{pq}}{\mu_{00}^\gamma} \quad \gamma = \frac{p+q}{2} + 1, \quad \text{para } p+q = 2, 3, \dots$$

Descriptores de una región

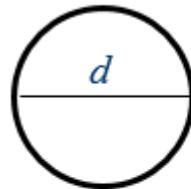
- Compacidad:
 - Sofisticado descriptor de la forma de un objeto.
 - Invariante a escalados, rotación y traslación.

$$C = \frac{\textit{Perímetro}^2}{\textit{Area}}$$

Descriptores de una región

- Compacidad:

Circle

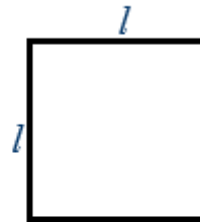


$$P = \pi d$$

$$A = \pi \frac{d^2}{4}$$

$$C = 4\pi = 12.6$$

Square

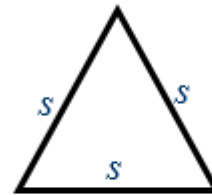


$$P = 4l$$

$$A = l^2$$

$$C = 16$$

Triangle



$$P = 3s$$

$$A = (s^2 \sqrt{3})/4$$

$$C = 36/\sqrt{3} = 20.8$$

Descriptores de una región

- Compacidad:

```
imEnt = imread('coins.png');  
imshow(imEnt, []);  
imBW = im2bw(imEnt, 80/255);  
figure, imshow(imBW);  
ele = strel('disk', 5);  
imBWerosionada = imerode(imBW, ele);  
figure, imshow(imBWerosionada);  
stats = regionprops(imBWerosionada, 'Area', 'Perimeter');  
area = [stats.Area];  
perimetro = [stats.Perimeter];  
compacidad = perimetro.^2 ./area
```

¿Por qué ese umbral? Mira el histograma

Descriptores de una región

- Descriptores de topológicos:
 - Descripción global de regiones en la imagen (propiedades que no se ven afectadas por las deformaciones).
 - Número de agujeros.
 - Número de componentes conexas.
 - Número de Euler (número de componentes conexas – número de agujeros)

Descriptores de una región

- Descriptores de topológicos:

A

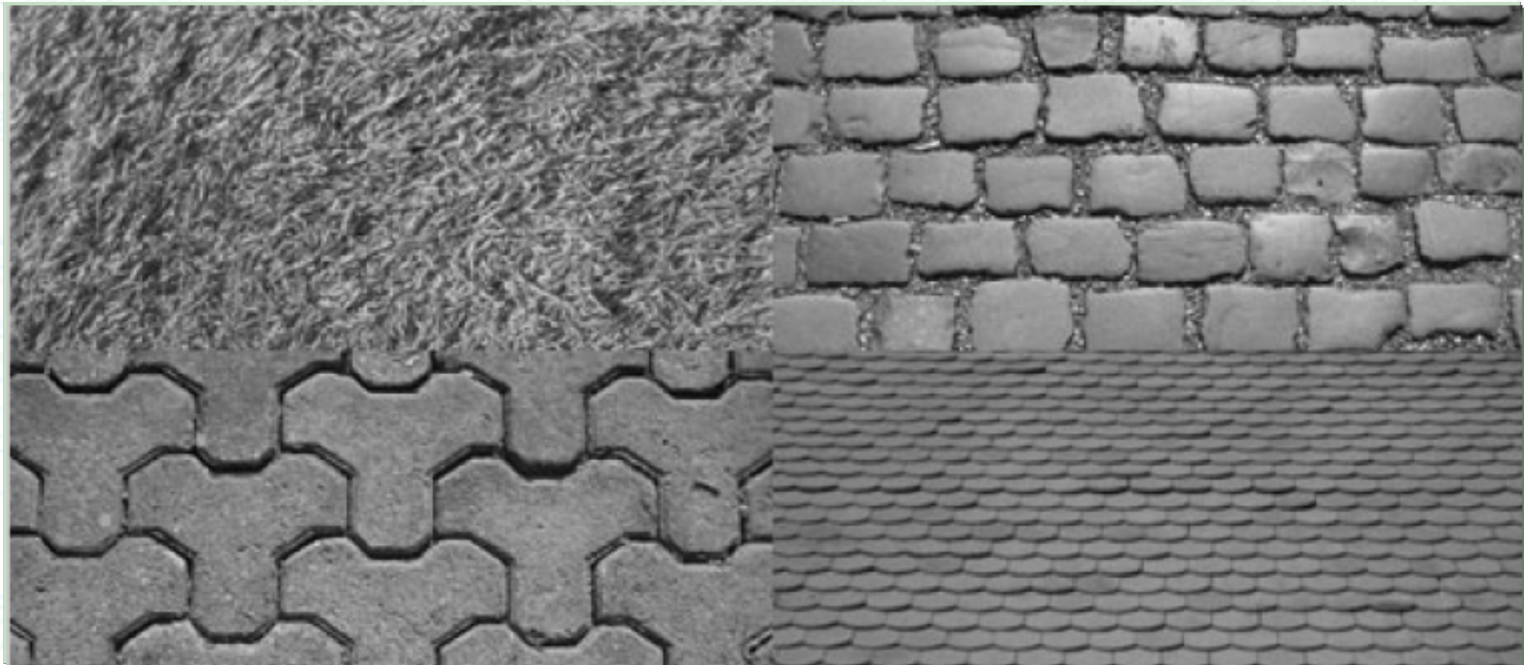
Componentes	1
Agujeros	1
Nº Euler	0

B

Componentes	1
Agujeros	2
Nº Euler	-1

Descriptores de una región

- Descriptores de texturas:
 - Una textura describe cierto orden estructural o tendencia en los elementos presentes en una imagen.



Descriptores de una región

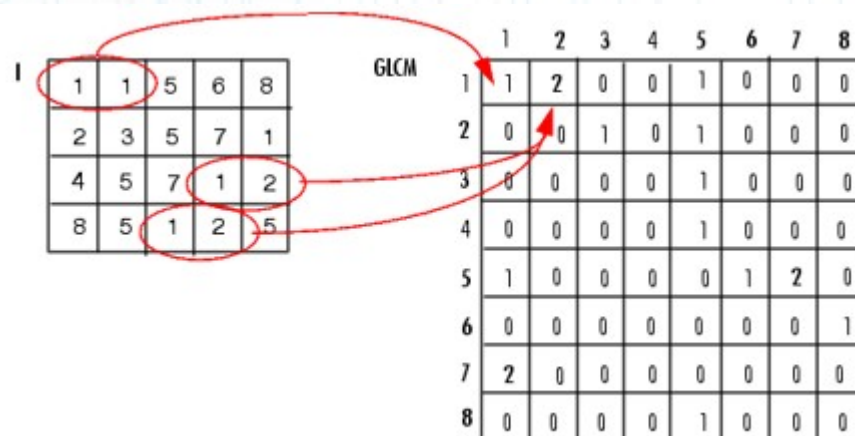
- Descriptores de texturas:
 - Un descriptor de texturas debe cuantificar ciertas propiedades: suavidad, rugosidad y regularidad.
 - Podemos utilizar la matriz de co-ocurrencias de los niveles de gris.

Descriptores de una región

- Descriptores de texturas:
 - Matriz de coocurrencias:
 - Cada valor (a,b) de la matriz corresponde al número de ocurrencias de pares de niveles de grises a y b que están a una distancia Δx Δy separadas en la imagen original.
 - Es preferible reducir la imagen original de intensidades de gris a un pequeño número de niveles (evitamos problemas de ruido)

Descriptores de una región

- Descriptores de texturas:
 - Matriz de coocurrencias:
 - Se miden las ocurrencias de un píxel en combinación con ciertos valores de sus vecinos horizontales.



```
I = [1 1 5 6 8;2 3 5 7 1;4 5 7 1 2;8 5 1 2 5];  
CM = graycomatrix(I, 'NumLevels', 9, 'G', [])
```


Descriptores de una región

- Descriptores de texturas:
 - Descriptores obtenidos a partir de la matriz de co-ocurrencias:

- Mean:

$$\mu_a = \sum_{a=0}^{M-1} \sum_{b=0}^{M-1} a \cdot P(a,b)$$

- Correlation:

$$S_C = \sum_{a=0}^{M-1} \sum_{b=0}^{M-1} (a - \mu_a) \cdot (b - \mu_b) \cdot P(a,b)$$

- Autocorrelation:

$$S_A = \sum_{a=0}^{M-1} \sum_{b=0}^{M-1} a \cdot b \cdot P(a,b)$$

Descriptores de una región

- Descriptores de texturas:
 - Descriptores obtenidos a partir de la matriz de co-ocurrencias:

- Contrast:

$$S_i = \sum_{a=0}^{M-1} \sum_{b=0}^{M-1} (a-b)^2 \cdot P(a,b)$$

- Absolute value:

$$S_V = \sum_{a=0}^{M-1} \sum_{b=0}^{M-1} |a-b| \cdot P(a,b)$$

- Homogeneity: .

$$S_H = \sum_{a=0}^{M-1} \sum_{b=0}^{M-1} \frac{P(a,b)}{1+(a-b)^2}$$

Descriptores de una región

- Descriptores de texturas:
 - Descriptores obtenidos a partir de la matriz de co-ocurrencias:

- Energy:

$$E = \sum_{a=0}^{M-1} \sum_{b=0}^{M-1} P(a, b)^2$$

- Entropía:

$$S_A = \sum_{a=0}^{M-1} \sum_{b=0}^{M-1} P(a, b) \cdot \log_2 P(a, b)$$

Descriptores de una región

- Descriptores de texturas:
 - Descriptores obtenidos a partir de la matriz de co-ocurrencias:

```
I = [1 1 5 6 8;2 3 5 7 1;4 5 7 1 2;8 5 1 2 5];  
CM = graycomatrix(I, 'NumLevels', 9, 'G', []);  
stats = graycoprops(CM)
```



```
Contrast: 12.6250  
Correlation: 0.1926  
Energy: 0.0859  
Homogeneity: 0.3510
```


Descriptores de similitud

- Se obtiene una medida de similitud entre objetos de la imagen y un modelo o patrón conocido que se toma como referencia.
- Se utiliza la correlación normalizada:
 - La plantilla se desplaza a lo largo de la imagen, calculando una suma ponderada de los valores de gris de la superposición.
 - Devuelve valores entre -1 y 1.
 - Evitar plantillas con todos los valores de intensidad iguales.

Descriptores de similitud

```
A=rgb2gray(imread('fingerprint.tif'));  
[f_imag,c_imag] = size(A);  
recorte = imcrop(A);  
% Calcula la correlación entre el recorte y A  
cc = normxcorr2(recorte, A);  
figure,surf(cc);  
% Obtiene el índice donde la correlación es máxima (1)  
[max_cc, imax] = max(abs(cc(:)));  
% Convierte el índice a coordenadas y,x  
[fils, cols] = ind2sub(size(cc),imax(1));  
% Comprueba que la plantilla se ajusta al trozo  
encontrado en la imagen original  
[f_rec,c_rec] = size(recorte);  
comprobacion=A(fils-f_rec:fils,cols-c_rec:cols);  
figure,imshow(comprobacion);
```