








## Tema 7. Descripción de la imagen




	Tabla de Contenidos	
	Introducción	
■	Descripción del Contorno	
■	Descripción de Región	
■	Descripción de Similitud	



Introducción


- **Objetivo**
  - Extracción de características de un objeto para su reconocimiento
  - Descripción matemática del/os objeto/s presentes en la imagen
    - *Color*
    - *Tamaño*
    - *Posición*
    - ....
    - *Vector de características*

Introducción


- Descripción de objetos bidimensionales
  - Externa
    - Se describe la frontera del objeto
  - Interna
    - Se describe el interior del objeto
- Requisitos de la descripción
  - Unica
    - Cada objeto debe tener una descripción única
  - Completa
    - No debe presentar ambigüedades
  - Invariante frente a transformaciones geométricas
    - Rotación, traslación, escalado y reflexión
  - Sensible
    - Refleja diferencias entre objetos similares
  - Abstracta
    - Refleja lo esencial del objeto no lo accesorio

	Tabla de Contenidos	
■	Introducción	
	Descripción del Contorno	
■	Descripción de Región	
■	Descripción de Similitud	

	Descripción del Contorno	
■	Clasificación:	
□	Códigos de cadena	
□	Aproximación poligonal	
□	Representación polar	
□	Esqueletización	
□	Descriptores de Fourier	



## Descripción del Contorno



### ■ Códigos de Cadena

□ Objetivo


- Representar la frontera del objeto

□ Fundamento


- La frontera del objeto es una serie de 1's conectados sobre 0's (imagen binaria)
- Se codifica la dirección de avance para llegar al vecino

□ Problema

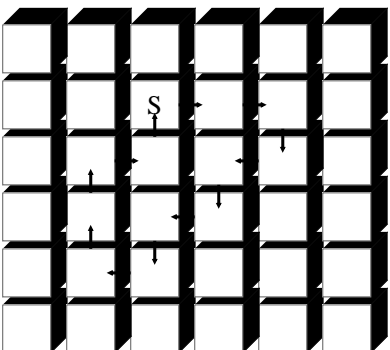
- Depende del punto de comienzo
- Solución:
  - Se rota el punto de comienzo de la cadena hasta conseguir el menor entero

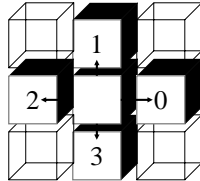


## Descripción del Contorno




□ Ejemplo de código de cadena






Código de cadena:

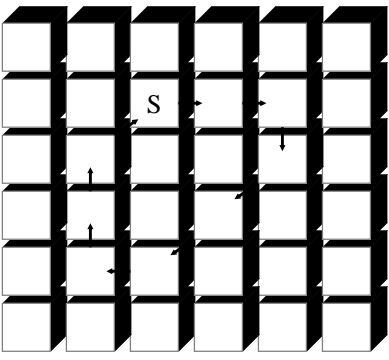
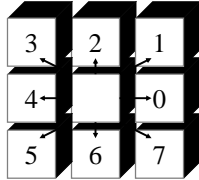
0 0 3 2 3 2 3 2 1 1 0 1




## Descripción del Contorno




□ Ejemplo de código de cadena





Código de cadena:





## Descripción del Contorno

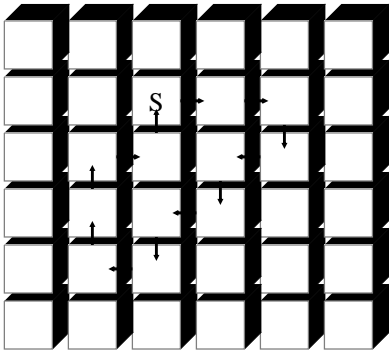


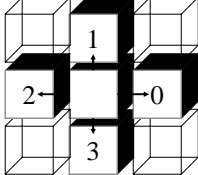
□ Ventajas del código de cadena

- Es invariante a traslación
- Se puede conseguir invarianza a escalado
  - Mediante un muestreo adecuado del borde
- Se puede conseguir invarianza a rotación
  - Mediante la definición de una codificación incremental
- Buena compresión de la información
  - 2 bits por pixel en vecindad a 4
  - 3 bits por pixel en vecindad a 8
- Facilita el cálculo de:
  - Perímetro
  - Largo y ancho

## Descripción del Contorno

- Invarianza a rotación del código de cadena
  - Se basa en la codificación de ángulos girados
  - Se utiliza la diferencia de direcciones





Código de cadena:

0 0 3 2 3 2 3 2 1 1 0 1

Diferencia:

3 0 3 3 1 3 1 3 3 0 3 1

## Descripción del contorno

- Cálculo de características basadas en el código
  - Perímetro
    - Vecindad a 4
      - $P = \text{Longitud del código}$
    - Vecindad a 8
      - $P = n^{\circ} \text{ códigos pares} + \sqrt{2} \cdot n^{\circ} \text{ códigos impares}$
  - Ancho
    - Vecindad a 4
      - $A = n^{\circ} \text{ de } \{0\} \text{ en el código}$
    - Vecindad a 8
      - $A = n^{\circ} \text{ de } \{0, 1, 7\} \text{ en el código}$
  - Alto
    - Vecindad a 4
      - $A = n^{\circ} \text{ de } \{1\} \text{ en el código}$
    - Vecindad a 8
      - $A = n^{\circ} \text{ de } \{1, 2, 3\} \text{ en el código}$



## Descripción del Contorno



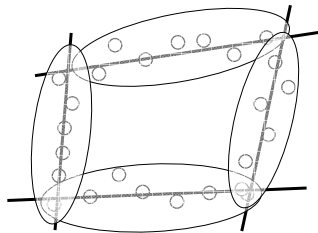
- Aproximación poligonal
  - Aproximación de un contorno por un polígono
  - Procedimiento
    - Se aproxima la frontera por segmentos lineales
    - Necesita un criterio de ajuste
      - Algoritmos iterativos complejos
    - Umbral de error
      - Exigente: demasiados lados
      - Poco exigente: aproximación tosca
  - Resultado
    - Polígono similar al contorno real
  - Tipos
    - Técnica de Fusión
    - División Recursiva



## Descripción del Contorno



- Técnica de fusión
  - Se ajustan los puntos de un contorno mediante una recta hasta que el error cometido en el ajuste supere un umbral preestablecido



- Problema en las esquinas



## Descripción del contorno



### □ División recursiva

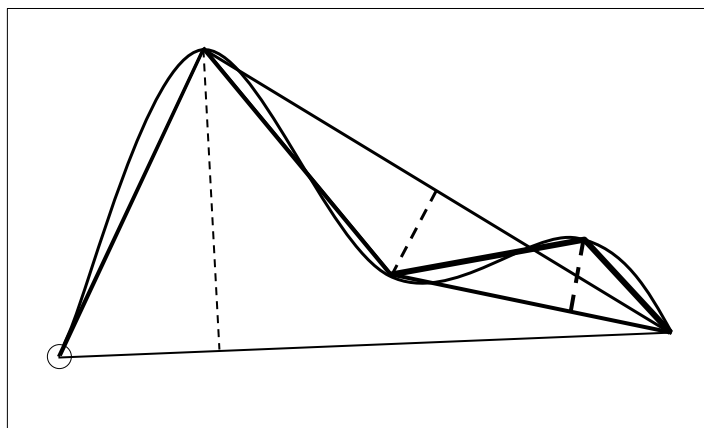
- Elegir un punto de origen
  - Con un criterio invariante: Punto más alejado del centro de masa en contornos cerrados
- Tomar el punto final
  - Curvas abiertas: Fin de la línea
  - Curvas cerradas: Punto opuesto al inicio según el centro de masa
- Unir ambos puntos con un segmento
- Obtener el punto más alejado de la curva al segmento
- Comparar con el umbral de error
  - Si lo supera
    - El punto elegido es nuevo vértice del polígono
    - Se repite para los segmentos resultantes todo el proceso
  - Si no lo supera
    - El segmento es buena aproximación de la curva




## Descripción del Contorno




### ■ Division recursiva: Ejemplo



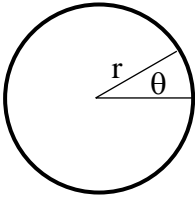
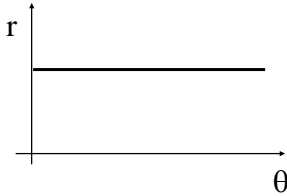


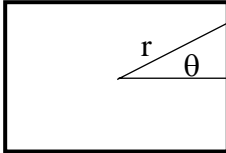
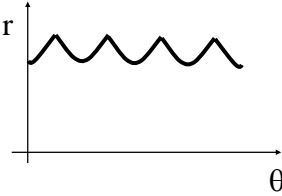



## Descripción del Contorno




- Representación polar
  - Generación
    - Distancia del centroide al contorno como función del ángulo








## Descripción del Contorno




- Características
  - Invariante frente a la posición del objeto
  - Invarianza al tamaño:
    - Dividir la función por la distancia máxima al centroide de forma que la distancia máxima resulte uno
  - Invarianza ante el ángulo de comienzo
    - Comenzar por el ángulo cuya distancia es máxima
  - Inconveniente:
    - Método muy sensible respecto a la posición del centroide




## Descripción del Contorno



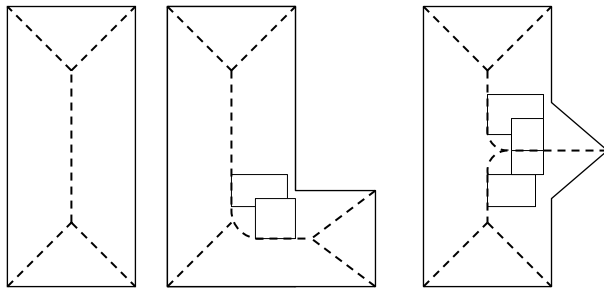
- **Esqueletización**
  - **Fundamento**
    - Representar la estructura del objeto mediante grafo
  - **Procedimiento**
    - **MAT (*Medial Axis Transformation*)**
      - El objeto se divide en dos conjuntos
        - R: puntos internos de la región
        - C: puntos de contorno de la región
    - Para cada punto en R se toma el elemento de C más cercano
    - **Posibilidades**
      - Sólo un punto de B a distancia mínima: R no pertenece al esqueleto
      - Más de un punto: R pertenece al esqueleto




## Descripción del Contorno




- **Ejemplos de esqueletización**







## Descripción del Contorno



- **Descriptores de Fourier**
  - **Fundamento**
    - La curva es una secuencia de pares ordenados
      - $s(k)=[x(k), y(k)]$
  - **Procedimiento**
    - Se cambia la representación al campo complejo
      - $s(k)=x(k)+j y(k)$
      - Secuencia de pares → Secuencia de complejos
    - Transformada de Fourier de la secuencia
      - $a(u)=\mathcal{F}[s(k)]$ :  $a(u)$  descriptores de Fourier
  - **Explotación**
    - A partir de  $a(u)$  puede reconstruirse  $s(k)$ 
      - $s(k)=\mathcal{F}^{-1}[a(u)]$
    - Reconstruir también anulando algunos  $a(u)$




## Descripción del Contorno




- **Propiedades de los descriptores de Fourier**
  - **Invarianza**
    - Ante traslación
      - Se añade un factor al coeficiente de orden 0
    - Ante rotación
      - Los coeficientes aparecen multiplicados por una exponencial
    - Escalado
      - Los coeficientes aparecen multiplicados por el factor de escala
    - Cambio en el punto de comienzo
      - Modulación
  - **Permiten reconstruir el borde**

Tabla de Contenidos	
■	Introducción
■	Descripción del Contorno
■	Descripción de Región
■	Descripción de Similitud

Descripción de Región	
■	Objetivo
□	Extraer características a partir de la información aportada por todos los píxeles del objeto, no sólo con los del contorno
■	Tipos
□	Momentos
□	Descriptores Topológicos
□	Textura



## Descripción de Región



■ **Momentos geométricos**

□ Definición

- Dada la función  $f(x,y)$ , momento de orden  $p+q$ :

$$m_{p+q} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x^p y^q f(x,y) dx dy$$


- Este momento no es invariante

□ Centrales


- Dada la función  $f(x,y)$ , momento central de orden  $p+q$ :

$$\mu_{p+q} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q f(x,y) dx dy$$

Centroide:  $\bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}} \quad \bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}}$



## Descripción de Región




□ Momentos centrales normalizados (Invarianza ante escalados)


$$\eta_{pq} = \frac{\mu_{pq}}{\mu_{00}^\gamma} \quad \gamma = \frac{p+q}{2} + 1$$

□ Conjunto de invariantes

$$\begin{aligned} \phi_1 &= \eta_{20} + \eta_{02} \\ \phi_2 &= (\eta_{20} - \eta_{02})^2 + 4\eta_{11}^2 \\ \phi_3 &= (\eta_{30} - 3\eta_{12})^2 + (3\eta_{21} - \eta_{03})^2 \\ \phi_4 &= (\eta_{30} + \eta_{12})^2 + (\eta_{21} + \eta_{03})^2 \\ \phi_5 &= (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{30} + \eta_{12})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2] \\ &\quad + (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{21} + \eta_{03})[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2] \\ \phi_6 &= (\eta_{20} - 3\eta_{02})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2] \\ &\quad + 4\eta_{11}(\eta_{30} + \eta_{12})(\eta_{21} + \eta_{03}) \\ \phi_7 &= (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{30} + \eta_{12})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2] \\ &\quad + (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{21} + \eta_{03})[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2] \end{aligned}$$




## Descripción de Región




### ■ Descriptores Topológicos

- Descripción global de regiones en la imagen, es decir, propiedades que no se ven afectadas por deformaciones
- Ejemplo de descriptores
  - Número de agujeros
  - Número de componentes conexas

*Objeto tal que cualquier par de puntos internos pueden ser enlazados con una curva totalmente contenida en él*
  - Número de Euler
    - $E = C - H$  (componentes conexas - agujeros)



## Descripción de Región




### □ Ejemplos de cálculo de número de Euler

# A


Componentes	1
Agujeros	1
Nº Euler	0

# B

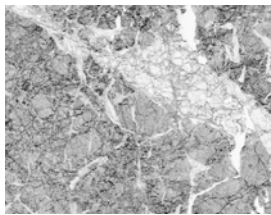
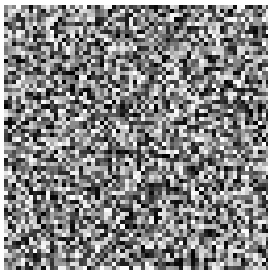
Componentes	1
Agujeros	2
Nº Euler	-1




## Descripción de Región




- **Textura**
  - Medida de la disposición espacial de los niveles de grises de los píxeles de la imagen
  - Medidor
    - Suavidad
    - Rugosidad
    - Regularidad



## Descripción de Región



- Caracterizar la distribución espacial de los niveles de gris en una región a partir del histograma
 
$$\mu_n = \sum_{i=1}^L \left( z_i - \hat{z} \right)^n p(z_i)$$
- $\mu_2$  (Varianza)
  - Da una medida del contraste del objeto
- $\mu_3$ 
  - Mide el sesgo del histograma
- $\mu_4$ 
  - Uniformidad del histograma

Tabla de Contenidos	
■	Introducción
■	Descripción del Contorno
■	Descripción de Región
☞	Descripción de Similitud

Descripción de Similitud

■ Objetivo

□ Obtener una medida de similitud entre los objetos de la imagen y un modelo o patrón conocido

□ Correlación de dos funciones

$$f(x) \bullet g(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\alpha)g(x+\alpha)d\alpha$$

□ En imágenes digitales

$$R(m,n) = \sum_x \sum_y f(x,y)w(x-m,y-n)$$

N

M

n

m





## Descripción de Similitud



### □ Problema

- La correlación así definida es máxima en cualquier región uniforme de nivel máximo (255)

### □ Solución: Correlación Normalizada

$$r(m,n) = \frac{\sum_x \sum_y [f(x,y) - \hat{f}(x,y)] [w(m+x,n+y) - \hat{w}]}{\sqrt{\sum_x \sum_y [f(x,y) - \hat{f}(x,y)]^2 \sum_x \sum_y [w(m+x,n+y) - \hat{w}]^2}}$$

- $r(m,n)$  es un valor real entre -1 y 1 que alcanza su valor máximo donde coincida  $w$  con  $f$