

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

□ Ejemplo de código de cadena

Código de cadena:

0 0 6 5 5 4 2 2 1

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

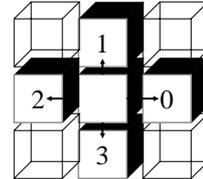
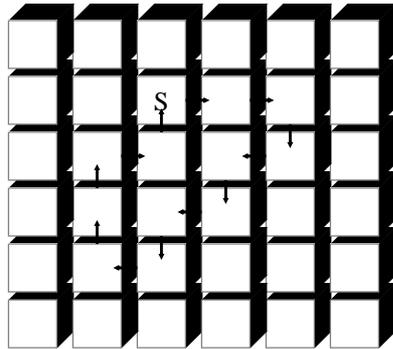


Descripción del Contorno



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

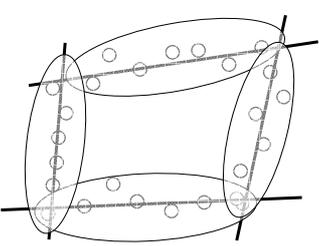
- Perímetro
 - Vecindad a 4
 - $P = \text{Longitud del código}$
 - Vecindad a 8
 - $P = n^{\circ} \text{ códigos pares} + \sqrt{2} n^{\circ} \text{ códigos impares}$
- Ancho
 - Vecindad a 4
 - $A = n^{\circ} \text{ de } \{0\} \text{ en el código}$
 - Vecindad a 8
 - $A = n^{\circ} \text{ de } \{0, 1,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



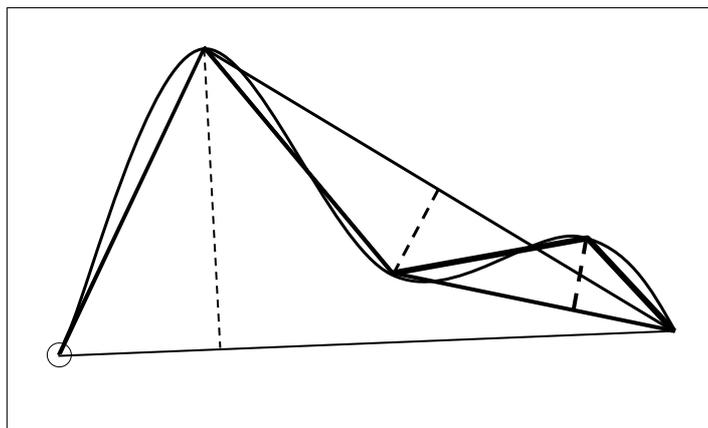
- División recursiva
 - Elegir un punto de origen
 - Con un criterio invariante: Punto más alejado del centro de masa en contornos cerrados
 - Tomar el punto final
 - Curvas abiertas: Fin de la línea
 - Curvas cerradas: Punto opuesto al inicio según el centro de masa
 - Unir ambos puntos con un segmento
 - 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



- División recursiva: Ejemplo





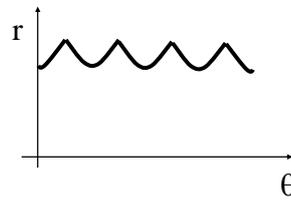
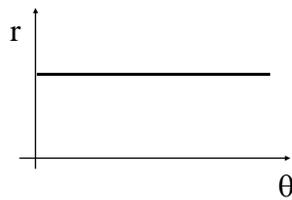
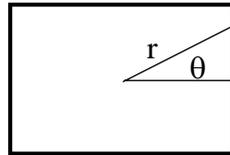
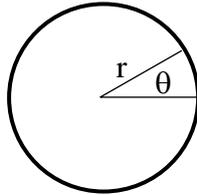
Descripción del Contorno



■ 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

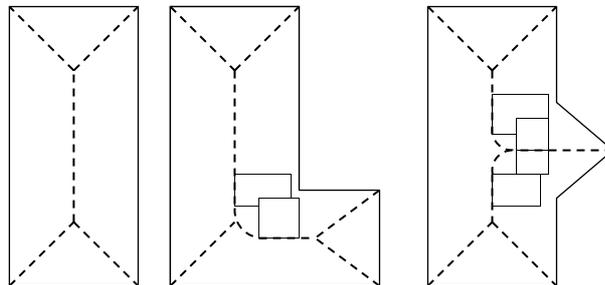
- Sólo un punto de B a distancia mínima: R no pertenece al esqueleto
- Más de un punto: R pertenece al esqueleto



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

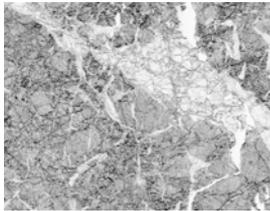
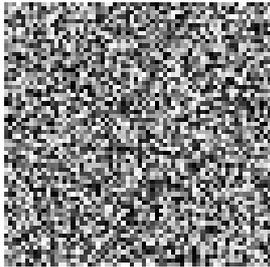
Componentes	1
Agujeros	1
Nº Euler	0

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

$$\mu_n = \sum_{i=1}^L (z_i - \hat{z})^n p(z_i)$$
 - μ_2 (Varianza)
 - Da una medida del contraste del objeto
 - μ_3
 - Mide el sesgo del histograma
 - μ_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

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

The diagram shows a large rectangle representing an image with a width of N and a height of M. Inside this rectangle, there is a smaller rectangle representing a region of interest with a width of n and a height of m. Dotted lines indicate the dimensions of the smaller region.



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 coincide w con f