



Div. Ingeniería de Sistemas y Automática

Universidad Miguel Hernández

VISIÓN POR COMPUTADOR

DESCRIPCIÓN



GRUPO DE TECNOLOGÍA
INDUSTRIAL

Descripción



Grupo de Tecnología Industrial

Tabla de Contenidos

VISIÓN POR COMPUTADOR

- 📄 Introducción
- ↖ Descripción del Contorno
- ↖ Descripción de Región
- ↖ Descripción de Similitud

Descripción



Grupo de Tecnología Industrial

↖ 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*

- ↖ 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

- ↖ Introducción
- 📄 Descripción del Contorno
- ↖ Descripción de Región
- ↖ Descripción de Similitud



- ↖ Clasificación:
 - ↖ Códigos de cadena
 - ↖ Aproximación poligonal
 - ↖ Representación polar
 - ↖ Esqueletización
 - ↖ Descriptores de Fourier



↩ 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

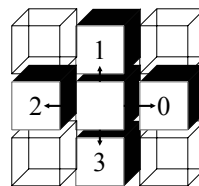
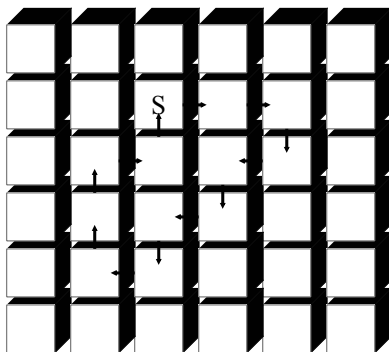
↩ Problema

↔ Depende del punto de comienzo

↔ Solución:

Se rota el punto de comienzo de la cadena hasta conseguir el menor entero

↩ Ejemplo de código de cadena

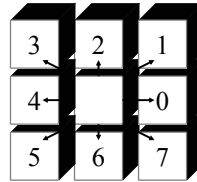
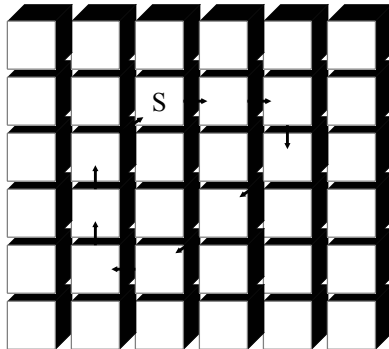


Código de cadena:

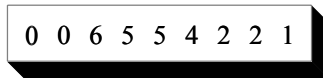
0 0 3 2 3 2 3 2 1 1 0 1

↳ Ejemplo de código de cadena

VISIÓN POR COMPUTADOR



Código de cadena:



↳ Ventajas del código de cadena

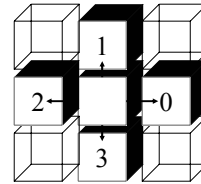
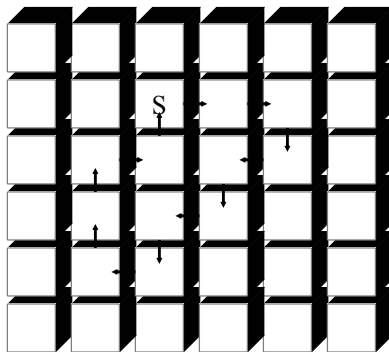
VISIÓN POR COMPUTADOR

- ↳ 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

↖ Invarianza a rotación del código de cadena

- ↪ Se basa en la codificación de ángulos girados
- ↪ Se utiliza la diferencia de direcciones

VISIÓN POR COMPUTADOR



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

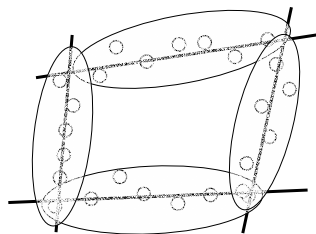
↖ Cálculo de características basadas en el código

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

VISIÓN POR COMPUTADOR

- ↖ 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

- ↖ 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

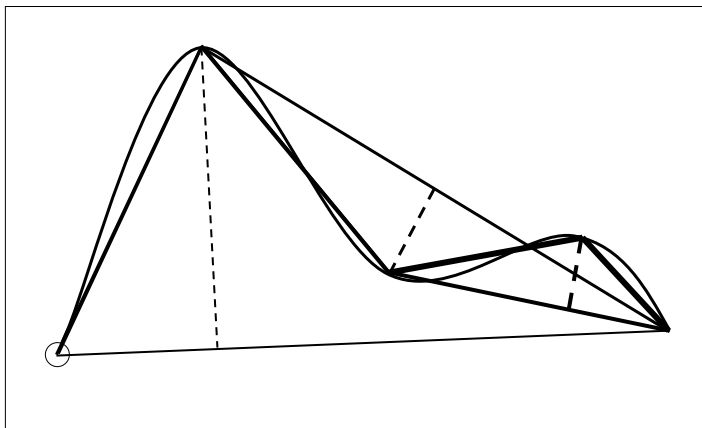


- ↔ Problema en las esquinas

↩ 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

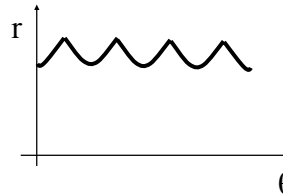
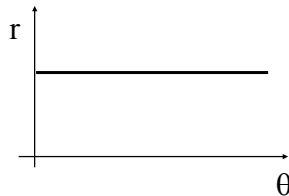
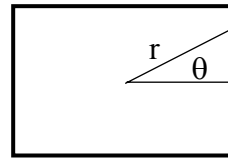
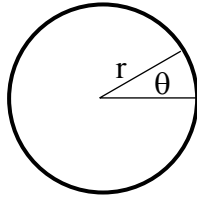
↪ División recursiva: Ejemplo



↳ Representación polar

↳ Generación

↔ Distancia del centroide al contorno como función del ángulo



↔ 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

↳ Esqueletización

↳ Fundamento

↳ Representar la estructura del objeto mediante grafo

↳ Procedimiento

↳ MAT (*Medial Axis Transformation*)

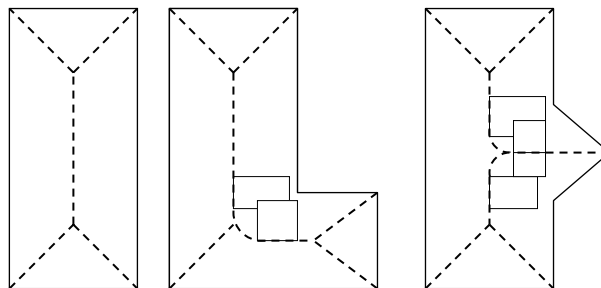
- ☑ El objeto se divide en dos conjuntos
 - R: puntos internos de la región
 - C: puntos de contorno de la región

↳ 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

↳ Ejemplos de esqueletización



↩ 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 $a(u)$

↩ 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

- ↩ Introducción
- ↩ Descripción del Contorno
- 📄 Descripción de Región
- ↩ Descripción de Similitud



- ↩ 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



↩ Momentos geométricos

↩ Definición

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

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

↔ Este momento no es invariante

↩ Centrales

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

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

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

↩ Momentos centrales normalizados (Invarianza ante escalados)

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

↩ Conjunto de invariantes

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

↖ 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)

↖ Ejemplos de cálculo de número de Euler

A

Componentes	1
Agujeros	1
N° Euler	0

B

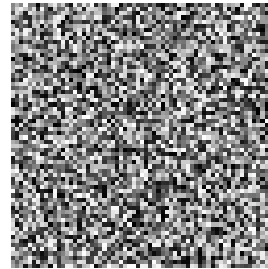
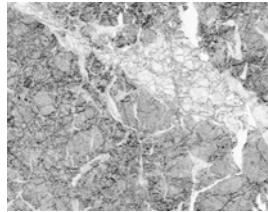
Componentes	1
Agujeros	2
N° Euler	-1

↖ Textura

↖ Medida de la disposición espacial de los niveles de grises de los píxeles de la imagen

↖ Medidor

- ↔ Suavidad
- ↔ Rugosidad
- ↔ Regularidad



↖ Caracterizar la distribución espacial de los niveles de gris en una región a partir del histograma

$$\mu_n = \sum_{i=1}^L (z_i - \bar{z})^n p(z_i)$$

↖ μ_2 (Varianza)

- ↔ Da una medida del contraste del objeto

↖ μ_3

- ↔ Mide el sesgo del histograma

↖ μ_4

- ↔ Uniformidad del histograma

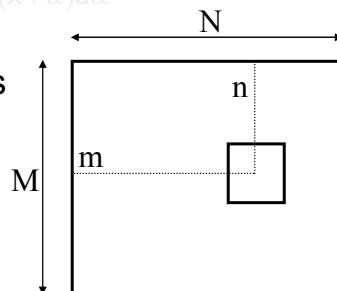
- ↖ Introducción
- ↖ Descripción del Contorno
- ↖ Descripción de Región
- 📄 Descripción de Similitud

- ↖ Objetivo
 - ↖ Obtener una medida de similitud entre los objetos de la imagen y un modelo o patrón conocido
 - ↖ Correlación de dos funciones

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

- ↖ En imágenes digitales

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



↖ Problema

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

↖ Solución: Correlación Normalizada

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

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