



Div. Ingeniería de Sistemas y Automática

Universidad Miguel Hernández

VISION POR COMPUTADOR

DESCRIPCIÓN




GRUPO DE TECNOLOGÍA
INDUSTRIAL

Descripción



Grupo de Tecnología Industrial

Tabla de Contenidos


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

VISION POR COMPUTADOR

Descripción



Grupo de Tecnología Industrial

Introducción		3
VISIÓN POR COMPUTADOR	<ul style="list-style-type: none"> ↖ Objetivo <ul style="list-style-type: none"> ↗ Extracción de características de un objeto para su reconocimiento ↗ Descripción matemática del/os objeto/s presentes en la imagen <ul style="list-style-type: none"> ↖ <i>Color</i> ↖ <i>Tamaño</i> ↖ <i>Posición</i> ↖ ↖ <i>Vector de características</i> 	
	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Descripción  Grupo de Tecnología Industrial </div>	




Introducción		4
VISIÓN POR COMPUTADOR	<ul style="list-style-type: none"> ↖ Descripción de objetos bidimensionales <ul style="list-style-type: none"> ↖ Externa <ul style="list-style-type: none"> ☑ Se describe la frontera del objeto ↖ Interna <ul style="list-style-type: none"> ☑ Se describe el interior del objeto ↖ Requisitos de la descripción <ul style="list-style-type: none"> ↖ Unica <ul style="list-style-type: none"> ☑ Cada objeto debe tener una descripción única ↖ Completa <ul style="list-style-type: none"> ☑ No debe presentar ambigüedades ↖ Invariante frente a transformaciones geométricas <ul style="list-style-type: none"> ☑ Rotación, traslación, escalado y reflexión ↖ Sensible <ul style="list-style-type: none"> ☑ Refleja diferencias entre objetos similares ↖ Abstracta <ul style="list-style-type: none"> ☑ Refleja lo esencial del objeto no lo accesorio 	
	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Descripción  Grupo de Tecnología Industrial </div>	

Tabla de Contenidos		5
VISIÓN POR COMPUTADOR	↳ Introducción	
	↳ Descripción del Contorno	
	↳ Descripción de Región	
	↳ Descripción de Similitud	
Descripción		 Grupo de Tecnología Industrial

Descripción del Contorno		6
VISIÓN POR COMPUTADOR	↳ Clasificación:	
	↳ Códigos de cadena	
	↳ Aproximación poligonal	
	↳ Representación polar	
	↳ Esqueletización	
↳ Descriptores de Fourier		
Descripción		 Grupo de Tecnología Industrial

Descripción del Contorno

7

VISIÓN POR COMPUTADOR

↳ 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



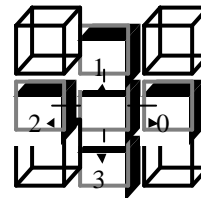
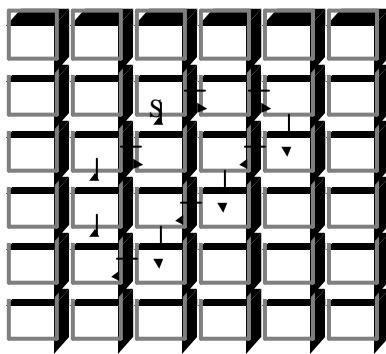
Grupo de Tecnología Industrial

Descripción del Contorno

8

VISIÓN POR COMPUTADOR

↳ Ejemplo de código de cadena



Código de cadena:

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

Descripción

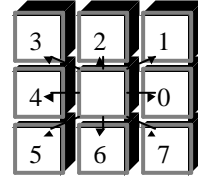
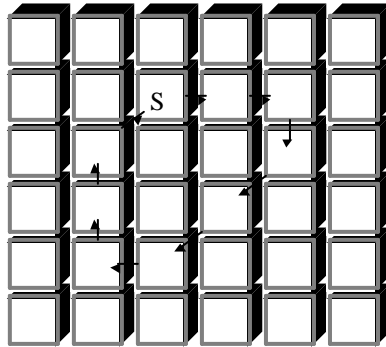


Grupo de Tecnología Industrial

Descripción del Contorno

9

↖ Ejemplo de código de cadena



Código de cadena:

0 0 6 5 5 4 2 2 1

VISION POR COMPUTADOR

Descripción



Grupo de Tecnología Industrial

Descripción del Contorno

10

↖ 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

VISION POR COMPUTADOR

Descripción



Grupo de Tecnología Industrial

Descripción del Contorno

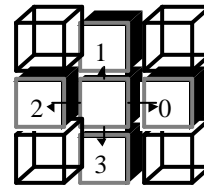
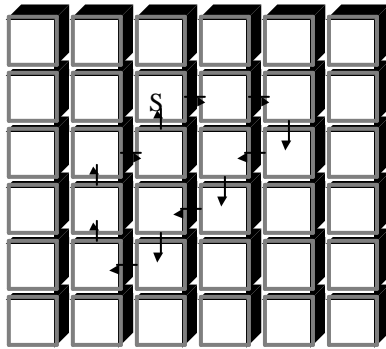
11

↖ 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

Descripción



Grupo de Tecnología Industrial

Descripción del contorno

12

↖ Cálculo de características basadas en el código

↪ Perímetro

Vecindad a 4

☺ P= Longitud del código

Vecindad a 8

☺ P=nº códigos pares+√2 nº códigos impares

↪ Ancho

Vecindad a 4

☺ A= nº de {0} en el código

Vecindad a 8

☺ A= nº de {0, 1, 7} en el código

↪ Alto

Vecindad a 4

☺ A=nº de {1} en el código

Vecindad a 8

☺ A=nº de {1, 2, 3} en el código

VISIÓN POR COMPUTADOR

Descripción



Grupo de Tecnología Industrial

Descripción del Contorno

13

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

Descripción



Grupo de Tecnología Industrial

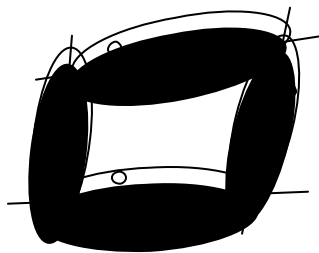
Descripción del Contorno

14

VISIÓN POR COMPUTADOR

↳ 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



Grupo de Tecnología Industrial

Descripción del contorno

15

VISIÓN POR COMPUTADOR

↩ 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



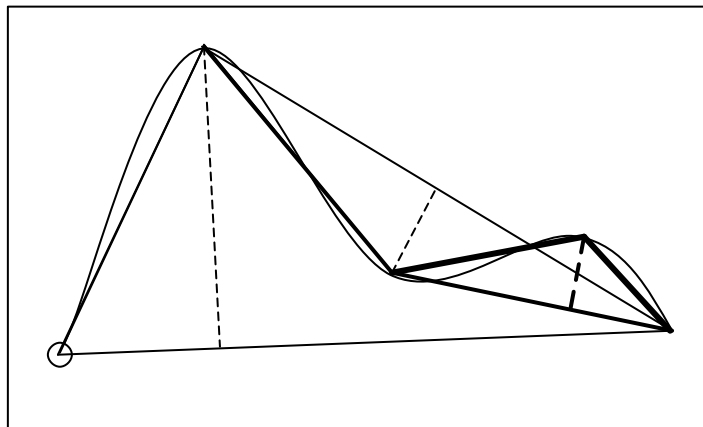
Grupo de Tecnología Industrial

Descripción del Contorno

16

VISIÓN POR COMPUTADOR

↪ División recursiva: Ejemplo



Descripción



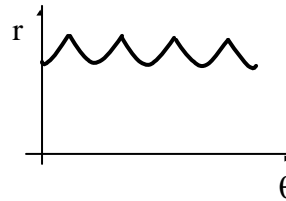
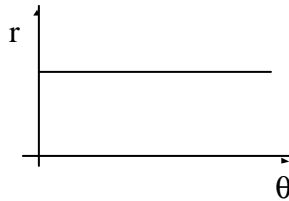
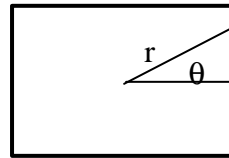
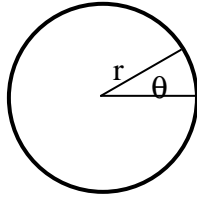
Grupo de Tecnología Industrial

↳ Representación polar

↳ Generación

↳ Distancia del centroide al contorno como función del ángulo

VISIÓN POR COMPUTADOR



Descripción

↳ 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

VISIÓN POR COMPUTADOR

Descripción

↳ 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

B: puntos de frontera de la región

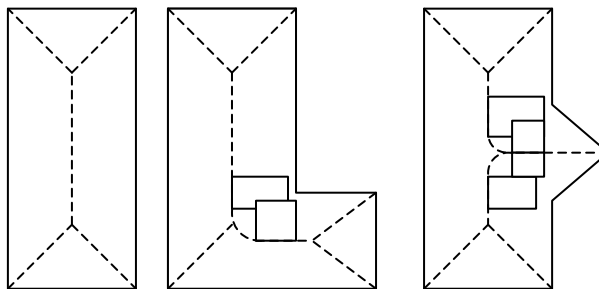
↳ Para cada punto en R se toma el elemento de B más cercano

↳ Posibilidades

☑ Un punto de B a distancia mínima: R no pertenece al esqueleto

☑ Más de un punto: R pertenece al esqueleto

↳ Ejemplos de esqueletización



Descripción del Contorno

21

VISIÓN POR COMPUTADOR

↳ 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



Grupo de Tecnología Industrial

Descripción del Contorno

22

VISIÓN POR COMPUTADOR

↳ 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

Descripción



Grupo de Tecnología Industrial

Tabla de Contenidos		23
VISIÓN POR COMPUTADOR	↖ Introducción	
	↖ Descripción del Contorno	
	📄 Descripción de Región	
	↖ Descripción de Similitud	
Descripción		 Grupo de Tecnología Industrial

Descripción de Región		24
VISIÓN POR COMPUTADOR	↖ 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		 Grupo de Tecnología Industrial

↖ Momentos geométricos

↖ Definición

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

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

⇨ Este momento no es invariante

↖ Centrales

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

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

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

↖ Momentos centrales normalizados (Invarianza ante escalados)

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

↖ Conjunto de invariantes

$$\begin{aligned} \phi_1 &= \eta_{20} + \eta_{02} \\ \phi_2 &= (\eta_{20} - \eta_{02})^2 + 4\eta_{11}^2 \\ \phi_3 &= (\eta_{30} - 3\eta_{12})^2 + (3\eta_{21} - \eta_{33})^2 \\ \phi_4 &= (\eta_{30} + \eta_{12})^2 + (\eta_{21} + \eta_{33})^2 \\ \phi_5 &= (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{30} + \eta_{12})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{33})^2] \\ &\quad + (3\eta_{21} - \eta_{33})(\eta_{21} + \eta_{33})[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{33})^2] \\ \phi_6 &= (\eta_{20} - 3\eta_{02})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{33})^2] \\ &\quad + 4\eta_{11}(\eta_{30} + \eta_{12})(\eta_{21} + \eta_{33}) \\ \phi_7 &= (3\eta_{21} - \eta_{33})(\eta_{30} + \eta_{12})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{33})^2] \\ &\quad + (3\eta_{21} - \eta_{33})(\eta_{21} + \eta_{33})[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{33})^2] \end{aligned}$$

Descripción de Región

27

VISIÓN POR COMPUTADOR

↳ 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



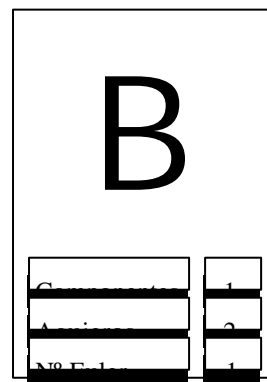
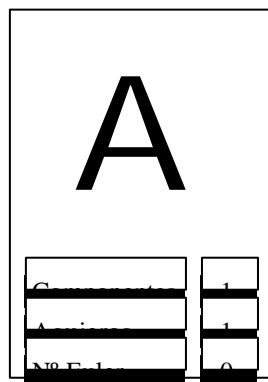
Grupo de Tecnología Industrial

Descripción de Región

28

VISIÓN POR COMPUTADOR

↳ Ejemplos de cálculo de número de Euler



Descripción



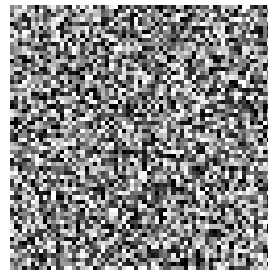
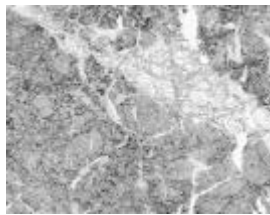
Grupo de Tecnología Industrial

↳ 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

Tabla de Contenidos

31

VISION POR COMPUTADOR

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

Descripción



Grupo de Tecnología Industrial

Descripción de Similitud

32

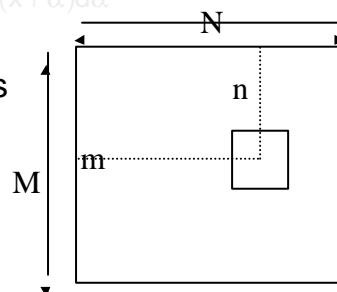
VISION POR COMPUTADOR

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

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

- ↖ En imágenes digitales

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



Descripción



Grupo de Tecnología Industrial

↩ 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