



Div. Ingeniería de Sistemas y Automática

Universidad Miguel Hernández

VISIÓN POR COMPUTADOR

SEGMENTACIÓN



GRUPO DE TECNOLOGÍA
INDUSTRIAL



Tabla de Contenidos

 Definición

↖ Técnicas Basadas en la Frontera

↖ Umbralización

↖ Segmentación Basada en Regiones

VISIÓN POR COMPUTADOR



↖ Segmentación

Agrupación de partes pertenecientes a una imagen genérica en unidades que son homogéneas en relación a uno o varios atributos

División de la Imagen en regiones con significado



↖ Idea de la segmentación:

↳ Agrupar píxeles en unidades con significado dentro del campo visual

↖ Objetivo de la segmentación:

↳ Avanzar en la comprensión del contenido de la imagen

↖ Criterios para la segmentación:

- ↳ Proximidad
- ↳ Similitud
- ↳ Continuidad
- ↳ Otros



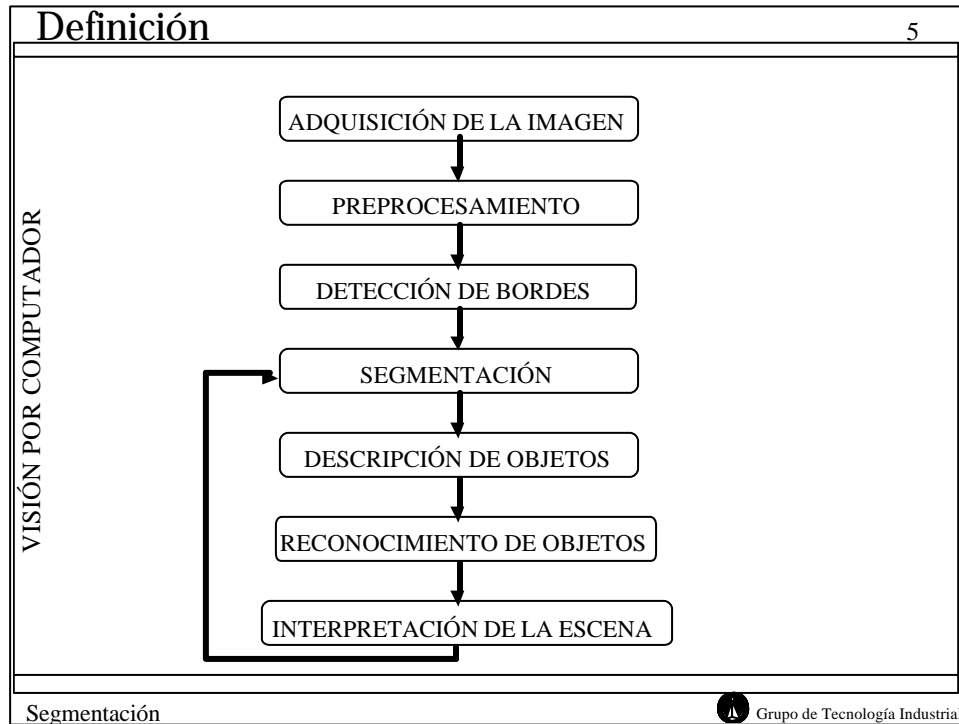


Tabla de Contenidos 6

VISIÓN POR COMPUTADOR

- ↳ Definición
- ↳ Técnicas Basadas en la Frontera
- ↳ Umbralización
- ↳ Segmentación Basada en Regiones

Segmentación Grupo de Tecnología Industrial

Técnicas Basadas en la Frontera

7

VISIÓN POR COMPUTADOR

↳ Procedimiento general

- ↳ Se calcula la imagen gradiente
 - ☑ Localización de bordes
- ↳ Bordes que pueden aparecer
 - ☑ Correctos
 - ☺ Bordes reales de la escena
 - ☑ Falsos
 - ☺ No deberían aparecer en la imagen derivada
 - ☑ Perdidos
 - ☺ Existen en la imagen pero no aparecen en la derivada
- ↳ La imagen gradiente se pasa al detector de frontera
 - ☑ Otorga significado a la imagen derivada
 - ☺ Localiza y ordena bordes correctos
 - ☺ Rechaza bordes falsos
 - ☺ Restaura bordes perdidos

Segmentación



Grupo de Tecnología Industrial

Técnicas Basadas en Frontera

8

VISIÓN POR COMPUTADOR

↳ Tipos de detectores de frontera

- ↳ Basados en criterios locales (Seguimiento del Contorno)
 - ☑ Analizan un entorno de vecindad del pixel dado
 - ☑ Consideran
 - ☺ Valor del gradiente en el punto y el entorno
 - ☺ Dirección del gradiente en el punto y el entorno
- ↳ Basados en criterios globales
 - ☑ Analizan la imagen en conjunto
 - ☺ Búsqueda heurística
 - ☺ Ajuste de curvas
 - ☺ Transformada de Hough

Segmentación



Grupo de Tecnología Industrial

↳ Seguimiento del Contorno

↳ Se unen pixeles de la imagen Gradiente con propiedades similares

↳ Similar en la magnitud del gradiente

$$|G[f(x,y)] - G[f(x',y')]| < T$$

↳ Similar en la dirección del gradiente

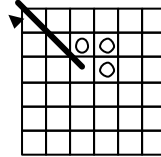
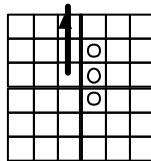
$$|\alpha(x,y) - \alpha(x',y')| < A$$

↳ La dirección del vector gradiente en un pixel es perpendicular a la dirección del contorno en ese pixel

VISIÓN POR COMPUTADOR

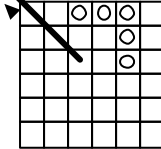
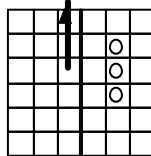
↳ Partiendo de un pixel se extiende el algoritmo hasta recorrer un contorno

↳ Incorporación de pixeles



Gradiente a 90°

Gradiente a 135°



VISIÓN POR COMPUTADOR

↳ Transformada de Hough

↳ Permite detectar curvas o fronteras de un objeto en una imagen

↳ Entrada:

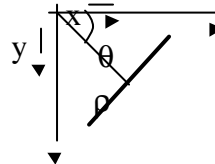
↳ Imagen binaria de los pixeles que forman parte del contorno de la imagen

↳ Detección de Líneas

$$y = ax + b$$

↳ Para una recta 'a' y 'b' constantes

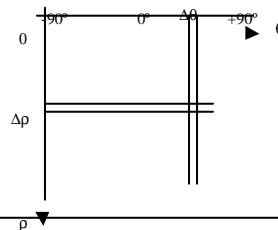
↳ Conocidos los puntos de borde (x_i, y_i) , se desea estimar los posibles parámetros 'a' y 'b'



$$\rho = x \cos \theta + y \sin \theta$$

↳ Para reducir el tiempo de búsqueda se cuantifica el espacio de parámetros ρ y θ , dividiendo éste en un espacio de grupos de posibles líneas

↳ Cuanto más dividido se encuentre este espacio de estados mayor será la precisión de las líneas obtenidas.



↳ Algoritmo:

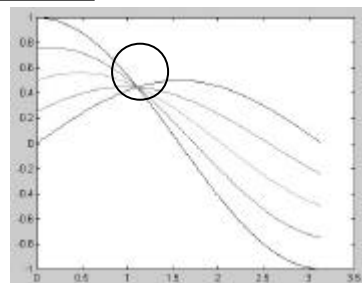
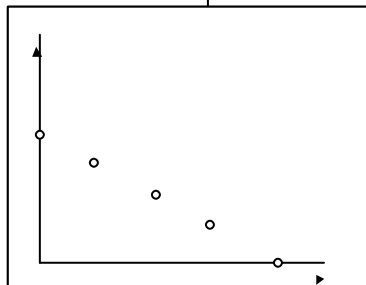
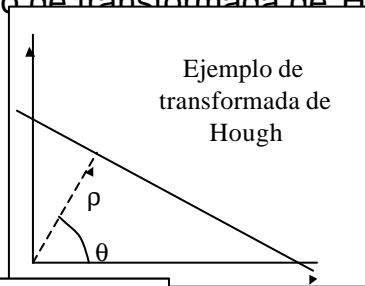
1. Definir los incrementos deseados para ρ y θ
2. Para cada punto de borde, resolver la ecuación:

$$\rho = x \cos \theta + y \sin \theta$$

3. Para cada par $\rho\theta$ previo, almacenar el correspondiente par (x,y) en el bloque definido del espacio cuantificado
 - ↳ N° puntos en cada bloque representa el número de puntos en la imagen de entrada de recta (ρ, θ) .
 - ↳ Un umbral determina las rectas seleccionadas en la imagen

↳ La transformada de Hough permite buscar líneas de una orientación específica

↳ Ejemplo de transformada de Hough



↳ Detección de círculos (Tridimensional)

$$(x-a)^2 + (y-b)^2 = r^2$$

↳ Dos etapas (Centros-Radios)

↳ Centros:

- ☑ Para cada pixel 'p', se estima la tangente al posible círculo al estimar por mínimos cuadrados la recta que mejor aproxima los vecinos
- ☑ Se estima la normal a esta tangente
- ☑ Normal -> espacio de parámetros de Hough (x,y)
- ☑ Candidatos a centro = valores más visitados

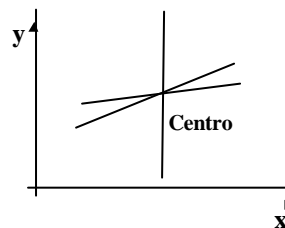
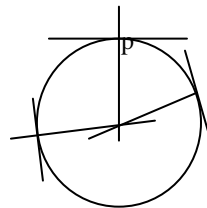
↳ Radios:

- ☑ Para cada pixel 'p' de la Imagen se calcula la distancia a cada posible centro
- ☑ Estas distancias -> espacio de Hough 1-D.
- ☑ Candidatos a Radio = valores más visitados

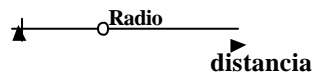
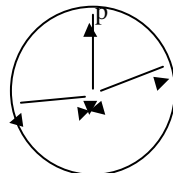
VISIÓN POR COMPUTADOR



Cálculo del Centro



Cálculo del Radio

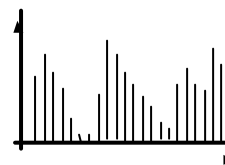
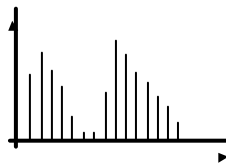


VISIÓN POR COMPUTADOR



- ↖ Definición
- ↖ Técnicas Basadas en la Frontera
- 📄 Umbralización
- ↖ Segmentación Basada en Regiones

- ↖ Umbralización
 - ↖ Es posible segmentar la imagen en función de los valores de intensidad de los pixeles



↖ Operación

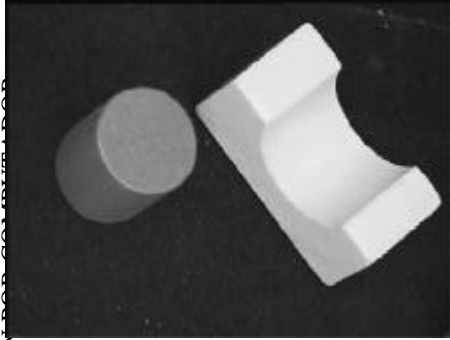
$$T[x,y,p(x,y),f(x,y)]$$

- ↖ Umbral global (Sólo depende de intens. $f(x,y)$)
- ↖ Umbral local (Depende de $f(x,y)$ y de $p(x,y)$, propiedad local del punto)
- ↖ Umbral dinámico (Depende de $f(x,y)$, $p(x,y)$, x , y)

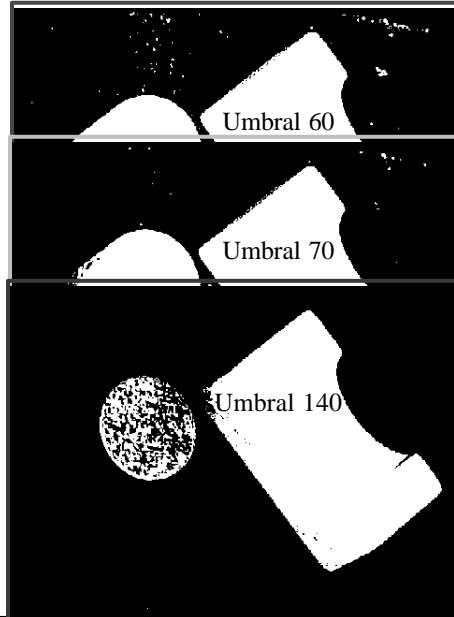
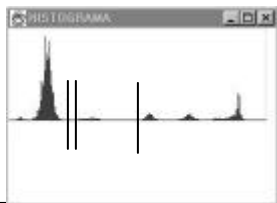
Umbralización

19

↳ Ejemplo. Imagen Original (I)



VISION



Segmentación

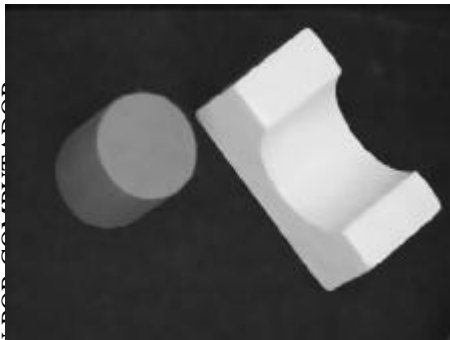


Grupo de Tecnología Industrial

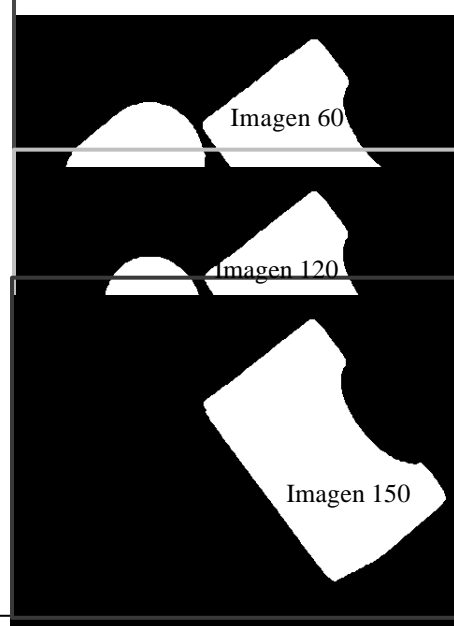
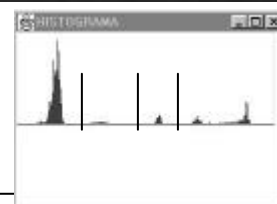
Umbralización

20

↳ Ejemplo: Imagen Filtrada (II)



VISION



Segmentación

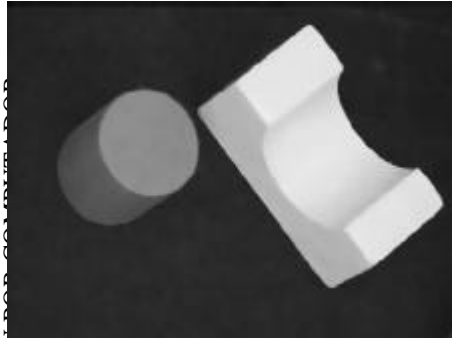


Grupo de Tecnología Industrial

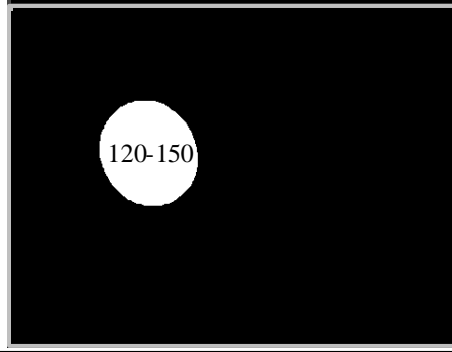
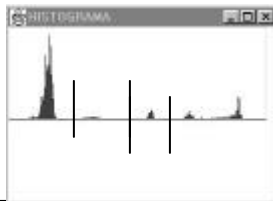
Umbralización

21

↳ Ejemplo: Imagen Filtrada (III)



VISION
POR
COMPUTADOR



Segmentación



Grupo de Tecnología Industrial

Umbralización

22

↳ Umbralización global

↳ Clara definición entre objetos y fondo

↳ Selección del umbral

↳ A partir del conocimiento del histograma

↳ Problemas

☑ Histograma con ruido

☹ Dificulta la localización de puntos significativos

☑ Picos pequeños en el histograma

☹ Objetos pequeños que pueden ser 'tragados'
por su entorno

☑ Eliminación de la información espacial

☹ No se tiene en cuenta a la hora de tomar la
decisión

VISION
POR
COMPUTADOR

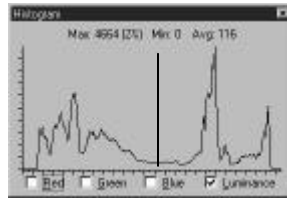
Segmentación



Grupo de Tecnología Industrial

↳ Ejemplo de umbralización global

VISIÓN POR COMPUTADOR



↳ Umbralización Zonal

↳ Selección de umbral

↳ Umbral único para cada subimagen

↳ Rango de aplicación

↳ Restringido a una zona de la imagen

↳ Modus operandi

↳ Dividir la imagen en subimágenes

Arbitrariamente o mediante aplicación de heurísticos

↳ Elegir un umbral para cada subimagen

↳ Aplicar su umbral a cada región

↳ Segunda pasada para homogeneizar en objetos

VISIÓN POR COMPUTADOR



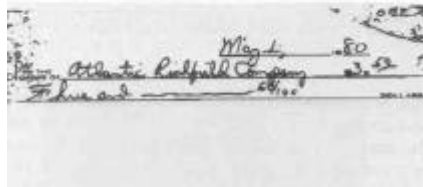
↳ Umbralización local

$$I_T(i, j) = \begin{cases} 1 & \text{si } F[I(i, j), p(i, j)] \geq T \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

VISIÓN POR COMPUTADOR



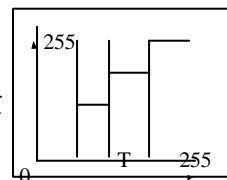
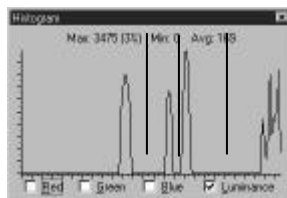
(a)



↳ Umbralización multiumbral

- ↳ Imágenes con N objetos (N máx. en histograma)
- ↳ Cada objeto ocupa un rango del histograma, definido por dos umbrales
- ↳ Selección de umbrales:
 - N-1 mínimos entre los N máximos
- ↳ Rango de aplicación
 - Toda la imagen

VISIÓN POR COMPUTADOR

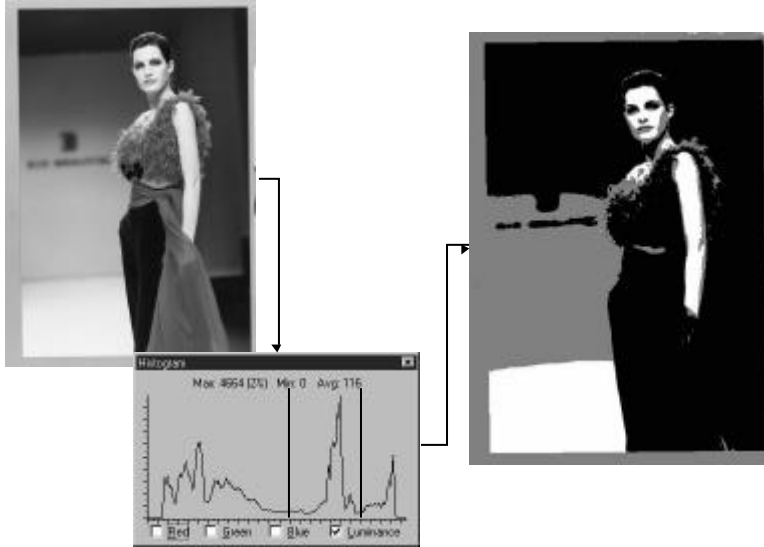


Umbralización

27

↳ Ejemplo de umbralización multiumbral

VISIÓN POR COMPUTADOR



Segmentación

Grupo de Tecnología Industrial

Umbralización

28

↳ Ejemplo: Imagen Filtrada Multiumbral

VISIÓN POR COMPUTADOR

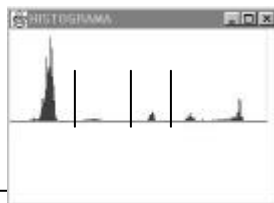
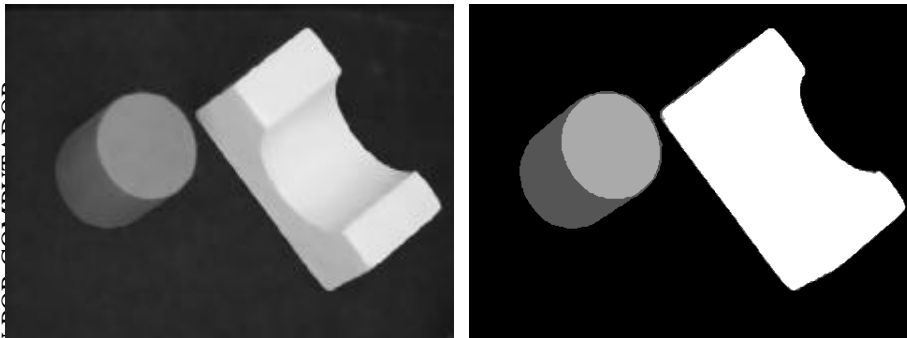


Imagen Multiumbral 60-120-150

Segmentación

Grupo de Tecnología Industrial

↖ Umbralización basada en pixeles de frontera

↖ Conocido el Gradiente G y la Laplaciana L

$$s(x,y) = \begin{cases} 0 & \text{si } G(f(x,y)) < T \\ + & \text{si } G(f(x,y)) > T \text{ y } L(f(x,y)) < 0 \\ - & \text{si } G(f(x,y)) > T \text{ y } L(f(x,y)) > 0 \end{cases}$$

↖ Cualquier fila o columna que contenga el objeto tiene la estructura: (.....)(-,+)(0 ó +)(+,-)(.....)

↖ Los pixeles centrales 0 ó + son pixeles correspondientes al objeto

↖ Definición

↖ Técnicas Basadas en la Frontera

↖ Umbralización

📄 Segmentación Basada en Regiones

↳ Crecimiento de regiones

↳ Principio:

↳ Píxeles vecinos tienden a tener propiedades similares si pertenecen a un mismo objeto

↳ Criterios de similitud

↳ Se basan en conjugar dos propiedades

Vecindad

Homogeneidad

↳ Crecimiento simple

↳ Inicialización

↳ Se parte de píxeles semilla, uno o varios por región

↳ Progreso

↳ Las semillas 'crecen' por adición de píxeles similares

↳ Finalización

↳ Las regiones creadas cubren las zonas de interés

↳ Selección de semillas

↳ Se realiza de forma manual

Segmentación Basada en Regiones

33

↖ Comprobación para el crecimiento

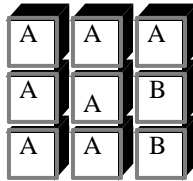
- ↔ Se realiza un chequeo en conexión a 8
- ↔ Se comprueba si los pixeles no clasificados son similares al central

- Diferencia en niveles de gris
- Distancia en el espacio de color

☺ RGB

☺ HSL

☺ ...



VISION POR COMPUTADOR

Segmentación

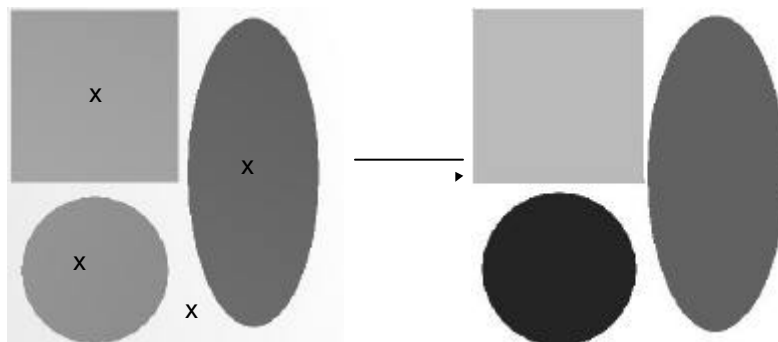


Grupo de Tecnología Industrial

Segmentación Basada en Regiones

34

↖ Ejemplo de crecimiento simple



VISION POR COMPUTADOR

Segmentación



Grupo de Tecnología Industrial

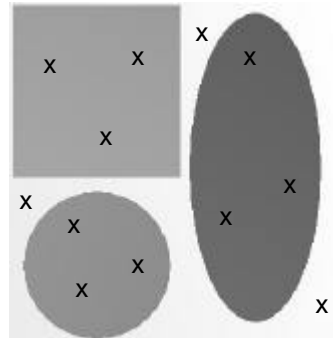
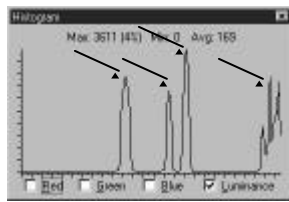
Segmentación Basada en Regiones

35

VISIÓN POR COMPUTADOR

Automatización de la selección de semillas

- ⇨ Se toma un pixel por cada pico del histograma
- ⇨ Más de una semilla por región
- ⇨ Se necesita unir regiones con características similares



Segmentación



Grupo de Tecnología Industrial

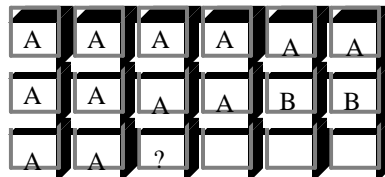
Segmentación Basada en Regiones

36

VISIÓN POR COMPUTADOR

Crecimiento y unión de regiones

- ⇨ Se barre la imagen fila a fila
- ⇨ Cada pixel
 - ☑ Si es similar se añade a una región existente
 - ☑ Si no es similar inaugura una nueva región
- ⇨ El rendimiento depende de la regla de comparación
 - ☑ Muy exigente: muchas regiones pequeñas
 - ☑ Poco exigente: pocas regiones poco homogéneas



Segmentación



Grupo de Tecnología Industrial

↖ Crecimiento de regiones conexas binarias

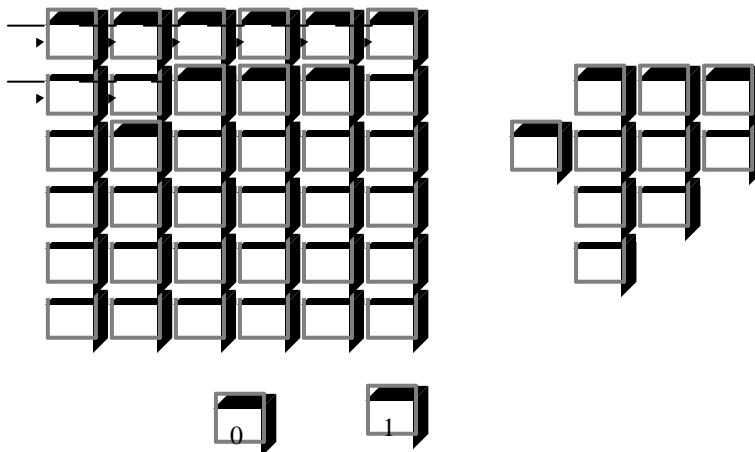
↳ Estrategia

- Análisis de vecindad

↳ Procedimiento

- Se barre la imagen fila a fila
- Cuando se encuentra un 1:
 - ☺ Se enciende un fuego en ese pixel
 - ☺ El fuego se propaga a todos los 1's vecinos
 - ☺ Un 1 quemado se convierte en 0
 - ☺ El fuego se extingue al llegar al límite de la región
- Cuando acaba un fuego se continúa con el barrido

↖ Ejemplo de crecimiento de regiones conexas binarias



Segmentación Basada en Regiones

39

VISION POR COMPUTADOR

↳ División de regiones

↳ Inicio

↳ Toda la imagen se supone homogénea

↳ Comprobación

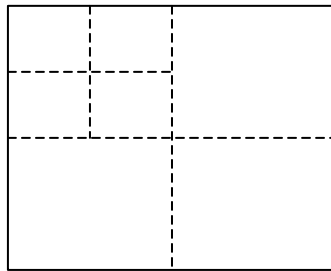
↳ Suposición falsa, la imagen se divide en cuatro

↳ Repetición

↳ Se repite suposición y chequeo para subimágenes

↳ Finalización

↳ Se repite hasta que cada región es homogénea



Segmentación



Grupo de Tecnología Industrial

Segmentación Basada en Regiones

40

VISION POR COMPUTADOR

↳ División y unión de regiones (*split and merge*)

↳ Problema de la división de regiones

↳ Se crean regiones adyacentes similares

↳ Solución

↳ Inclusión de un algoritmo de unión

↳ Procedimiento

↳ Unión de las regiones generadas por la división

↳ Resultado

↳ Se obtienen menos regiones

↳ La unión puede hacerse:

↳ Antes de cada división

↳ Al final del proceso completo de división de regiones

Segmentación



Grupo de Tecnología Industrial

Segmentación Basada en Regiones

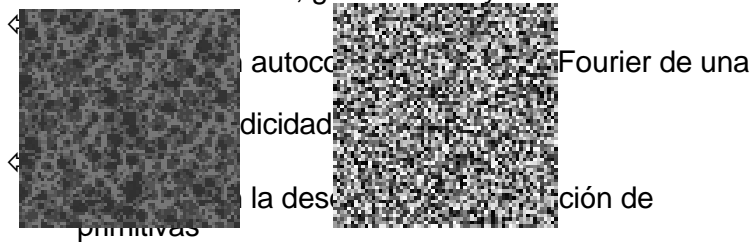
41

↳ Métodos basados en textura

↳ No existe definición de *textura* comúnmente aceptada



↳ Miden contraste, granularidad y bastéz



VISION POR COMPUTADOR

Segmentación

Grupo de Tecnología Industrial

Segmentación Basada en Regiones

42

↳ Descriptores estadísticos de textura

↳ Ventaja: Computacionalmente sencillos

↳ Momentos centrales de hasta orden cuatro:

↳ Media (primer orden)

☺ Nivel medio de intensidad de la región

↳ Varianza (segundo orden)

☺ Dispersión de los niveles de intensidad

↳ Sesgo (tercer orden)

☺ Medida de la simetría del histograma

↳ Curtosis (cuarto orden)

☺ Medida de la caída del histograma
(granularidad de región)

$$\mu_4 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^4}{n}$$

↳ Inconveniente: No dan información espacial

VISION POR COMPUTADOR

Segmentación

Grupo de Tecnología Industrial