



Tema 6. Segmentación de la imagen



Tabla de Contenidos

- 📄 Definición
- ↪ Técnicas Basadas en la Frontera
- ↪ Umbralización
- ↪ Segmentación Basada en Regiones
- ↪ Otras Posibilidades de Segmentación



↖ 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

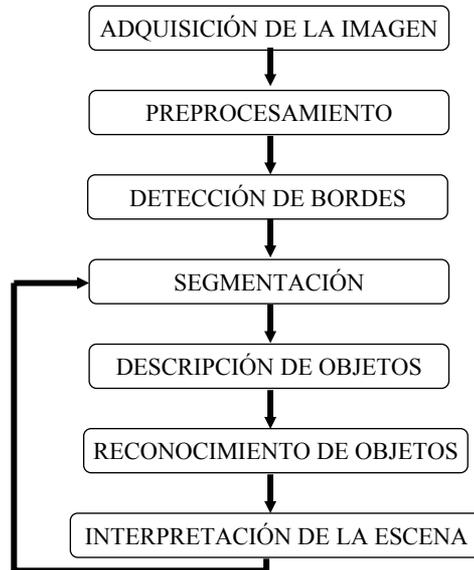
↖ Criterios para la segmentación:

↔ Proximidad

↔ Similitud

↔ Continuidad

↔ Otros



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

↖ 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

↖ 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

↖ Seguimiento del Contorno

↖ Se unen pixeles de la imagen Gradiente con propiedades similares

↔ Similar en la magnitud del gradiente

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

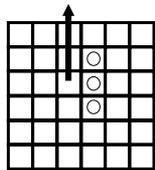
↔ Similar en la dirección del gradiente

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

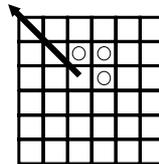
↔ La dirección del vector gradiente en un pixel es perpendicular a la dirección del contorno en ese pixel

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

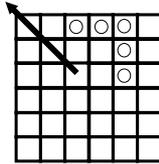
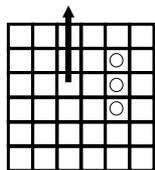
↖ Incorporación de pixeles



Gradiente a 90°



Gradiente a 135°



↳ Transformada de Hough

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

↳ Entrada:

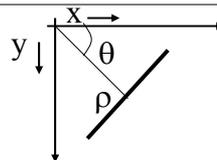
↳ Imagen binaria de los píxeles que forman parte del contorno de la imagen

↳ Detección de Líneas

$$y = ax + b$$

↳ Para una recta 'a' y 'b' constantes

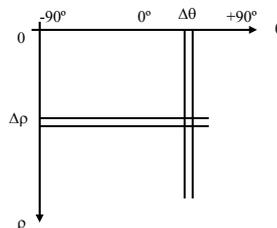
↳ Conocidos los puntos de borde (x_i, y_i) , se desea estimar los posibles parámetros 'a' y 'b'



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

↳ 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:

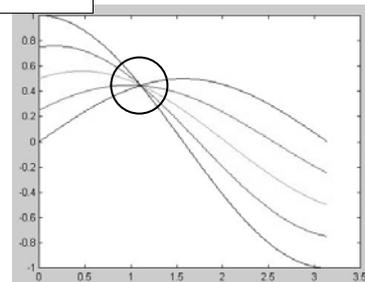
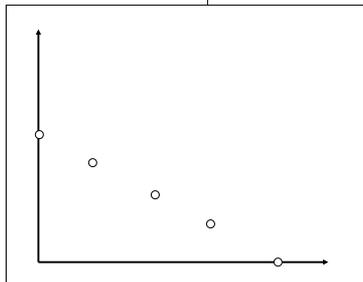
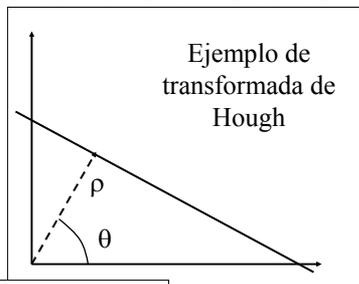
1. Definir los incrementos deseados para ρ y θ
2. Para cada punto de borde, resolver la ecuación:

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

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

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

- ↖ Similar a la detección de rectas
- ↖ La diferencia estriba en el número de parámetros
- ↖ El acumulador será tridimensional: $A(i,j,k)$
- ↖ Procedimiento:
 - ↔ Incrementar “a” y “b”, determinar “r” mediante la ecuación de la circunferencia, y actualizar la celda asociada

VISIÓN POR COMPUTADOR



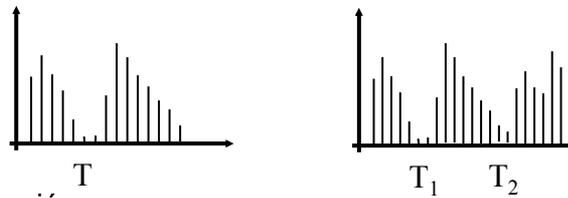
- ↖ Definición
- ↖ Técnicas Basadas en la Frontera
- 📄 Umbralización
- ↖ Segmentación Basada en Regiones
- ↖ Otras Posibilidades de Segmentación

VISIÓN POR COMPUTADOR



↳ Umbralización

↳ Es posible segmentar la imagen en función de los valores de intensidad de los píxeles

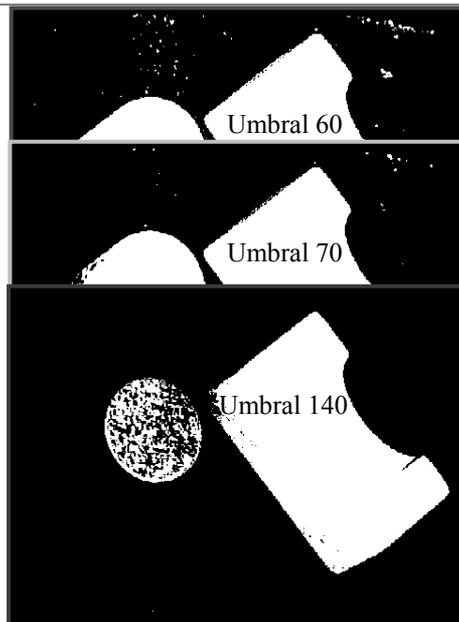
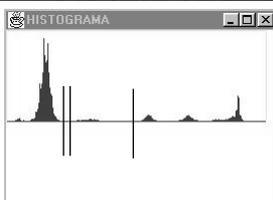
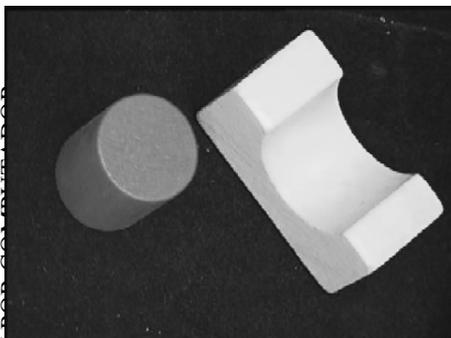


↳ Operación

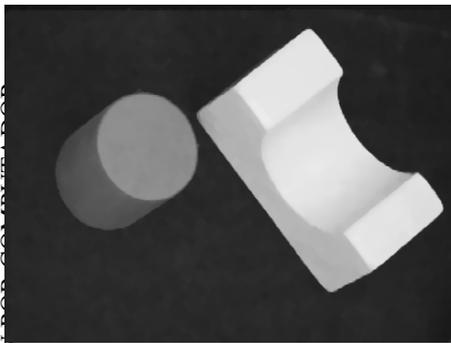
$$T[x,y,p(x,y),f(x,y)]$$

- ↳ 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-zonal (Depende de $f(x,y)$, $p(x,y)$, x , y)

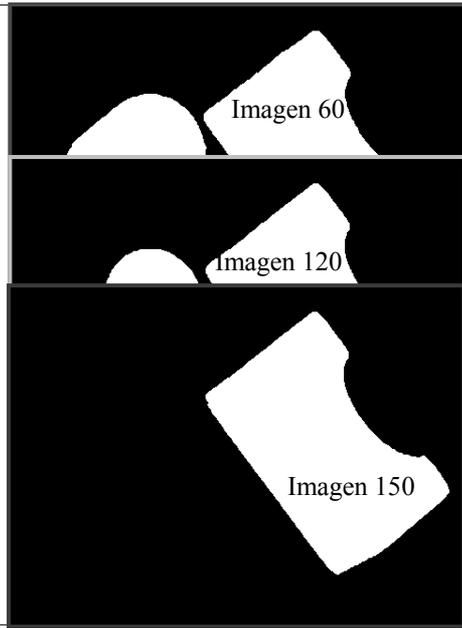
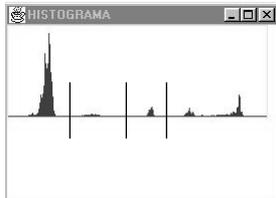
↳ Ejemplo. Imagen Original (I)



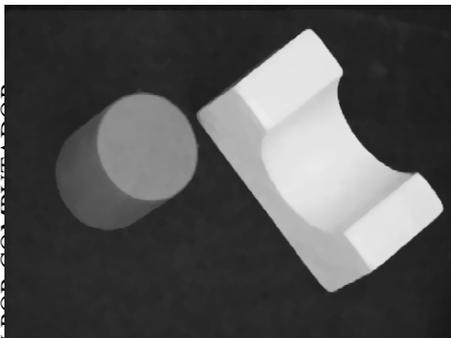
↳ Ejemplo: Imagen Filtrada (II)



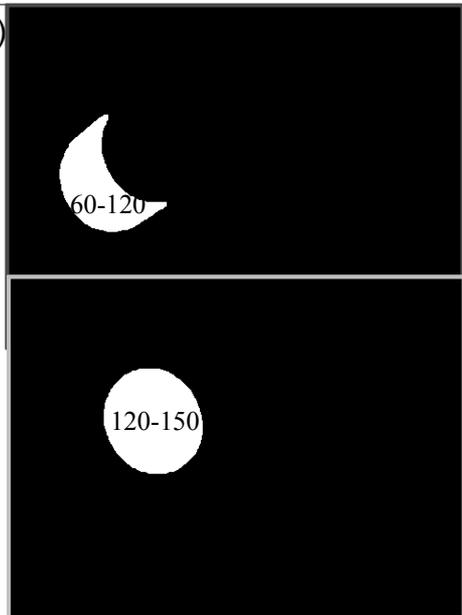
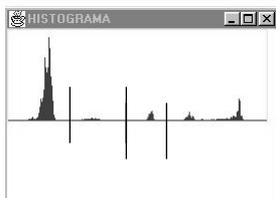
VISIÓN



↳ Ejemplo: Imagen Filtrada (III)

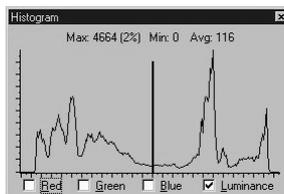


VISIÓN



- ↩ 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
 - ☑ Eliminación de la información espacial
 - No se tiene en cuenta a la hora de tomar la decisión

↩ Ejemplo de umbralización global



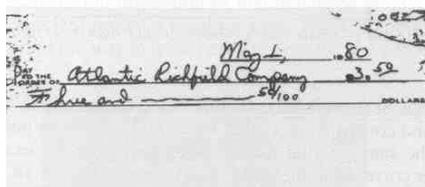
- ↩ Umbralización Zonal
 - ↩ Selección de umbral
 - ↔ Umbral único para cada subimagen
 - ↩ Rango de aplicación
 - ↔ Restringido a una zona de la imagen
 - ↩ Modus operandi
 - ↔ Dividir la imagen en subimágenes
 - Arbitrariamente o mediante aplicación de heurísticos
 - ↔ Elegir un umbral para cada subimagen
 - ↔ Aplicar su umbral a cada región

↩ Umbralización local

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

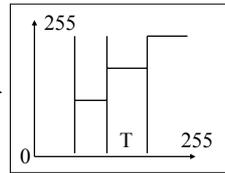
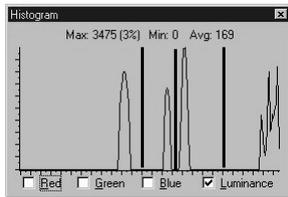


(a)

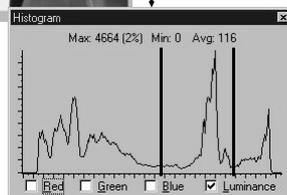


↳ Umbralización multiumbral

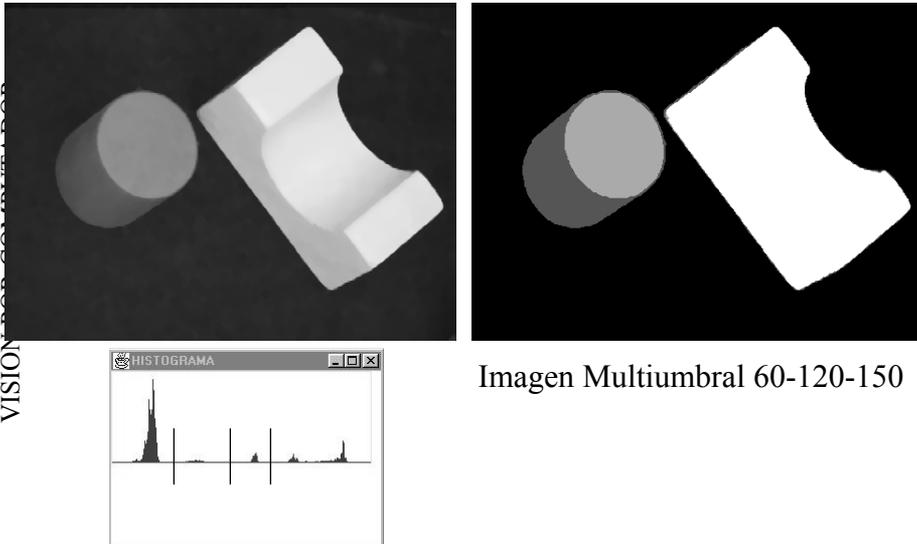
- ↳ Imágenes con N objetos (N máx. en histograma)
- ↳ Cada objeto ocupa un rango del histograma, definido por dos umbrales
- ↳ Selección de umbrales:
 - N-1 mínimos entre los N máximos
- ↳ Rango de aplicación
 - Toda la imagen



↳ Ejemplo de umbralización multiumbral



↳ Ejemplo: Imagen Filtrada Multiumbral



↳ 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
- ↖ Otras Posibilidades de Segmentación

- ↖ 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 pixeles semilla, uno o varios por región

↖ Progreso

- ↔ Las semillas 'crecen' por adición de pixeles similares

↖ Finalización

- ↔ Las regiones creadas cubren las zonas de interés

↖ Selección de semillas

- ↔ Se realiza de forma manual

↖ Comprobación para el crecimiento

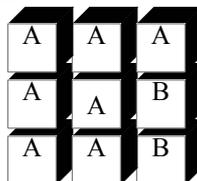
- ↔ Se realiza un chequeo en conexión a 8
- ↔ Se comprueba si los pixeles no clasificados son similares al central

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

- RGB

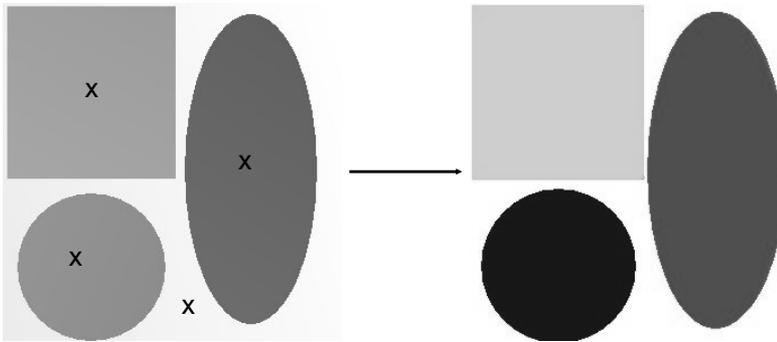
- HSL

- ...



↩ Ejemplo de crecimiento simple

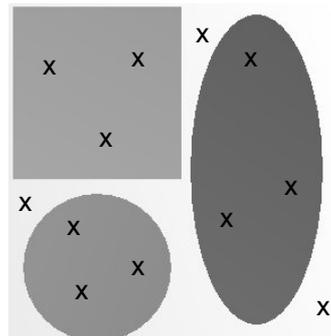
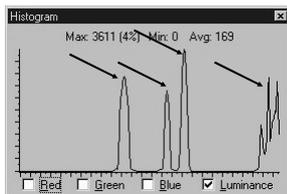
VISIÓN POR COMPUTADOR



↩ Automatización de la selección de semillas

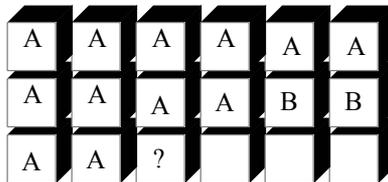
- ↔ Se toma un pixel por cada pico del histograma
- ↔ Más de una semilla por región
- ↔ Se necesita unir regiones con características similares

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

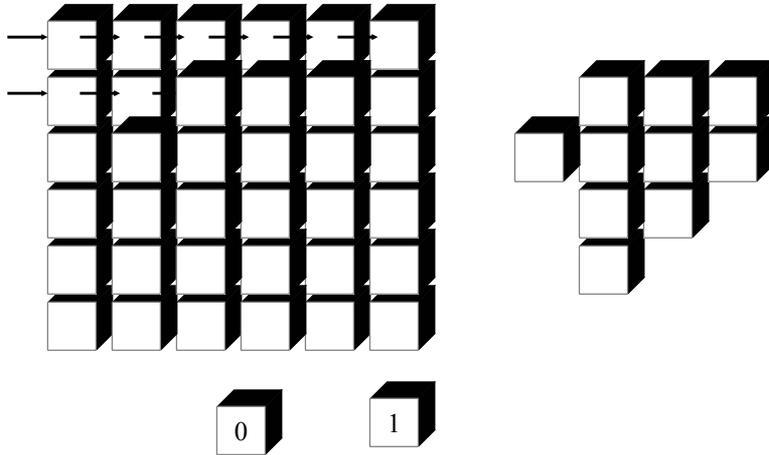


↖ Crecimiento de regiones conexas binarias

- ↳ 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

VISIÓN POR COMPUTADOR



↖ División de regiones

↖ Inicio

↔ Toda la imagen se supone homogénea

↖ Comprobación

↔ Suposición falsa, la imagen se divide en cuatro

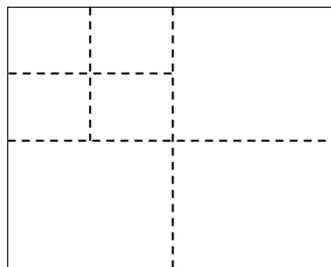
↖ Repetición

↔ Se repite suposición y chequeo para subimágenes

↖ Finalización

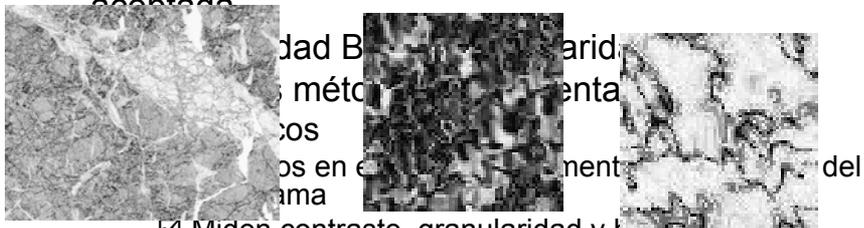
↔ Se repite hasta que cada región es homogénea

VISIÓN POR COMPUTADOR

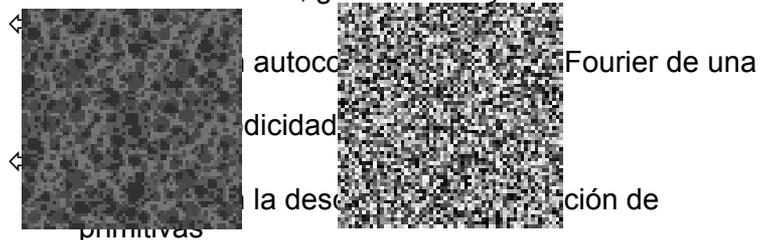


- ↖ División y unión de regiones (*split and merge*)
 - ↖ Problema de la división de regiones
 - ↔ Se crean regiones adyacentes similares
 - ↖ Solución
 - ↔ Inclusión de un algoritmo de unión
 - ↖ Procedimiento
 - ↔ Unión de las regiones generadas por la división
 - ↖ Resultado
 - ↔ Se obtienen menos regiones
 - ↖ La unión puede hacerse:
 - ↔ Antes de cada división
 - ↔ Al final del proceso completo de división de regiones

- ↖ Métodos basados en textura
 - ↖ No existe definición de *textura* comúnmente aceptada



☑ Miden contraste, granularidad y bastez



- ↖ 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)

$$\mu_k = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^k}{n}$$

- ↔ Inconveniente: No dan información espacial

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

↖ Color

↖ Basándonos en el modelo de color RGB se pueden extraer de la imagen aquellas regiones en las que predomine una determinada componente de color

↖ Movimiento

↖ El procedimiento básico consiste en detectar cambios entre dos imágenes obtenidas en dos instantes de tiempo distintos

↖ Detectando estos cambios se obtiene información sobre la forma de los objetos