

Nota: Algunas de las imágenes que aparecen en esta presentación provienen del libro:
Visión por Computador: fundamentos y métodos.
Arturo de la Escalera Hueso. Prentice Hall.



Sistemas de Percepción

Visión por Computador

Arturo de la Escalera
José María Armingol
Fernando García
David Martín
Abdulla Al-Kaff



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Segmentación de imágenes



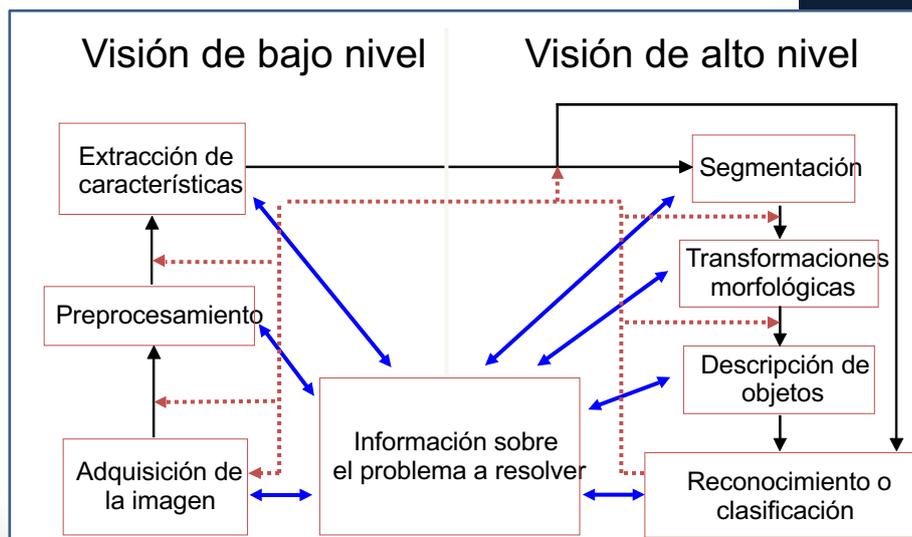
uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Índice



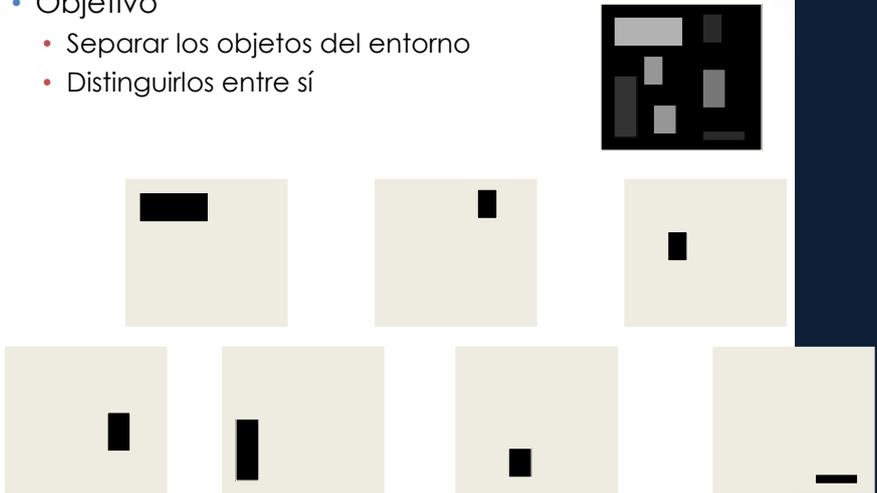
- **Introducción**
- Segmentación basada en el histograma
 - Umbralización
 - Etiquetado
- Segmentación basada en la búsqueda de regiones uniformes
 - Crecimiento de regiones
 - Cortar y Unir
 - *Mean-Shift*

Etapas de una aplicación



Segmentación

- Objetivo
 - Separar los objetos del entorno
 - Distinguirlos entre sí



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Segmentación de imágenes

- Fundamentos
 - Discontinuidad
 - Los objetos destacan del entorno y tienen por tanto unos bordes definidos
 - Lo mismo ocurre si existe un ocultamiento parcial de un objeto por parte del otro
 - Similitud
 - Cada uno de los elementos tiene propiedades parecidas de color, textura, etc.
 - Conectividad
 - Los píxeles tienen que estar agrupados

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Segmentación- Fundamentos



- Suposiciones
 - **Fundamentales**
 - **No fáciles de cumplir**

Segmentación de regiones



- Objetos presentan una uniformidad en alguna o algunas características
- Píxeles
 - Unidos
 - Propiedad común
- Métodos
 - Histograma (umbralización)
 - Por regiones
 - Crecimiento de regiones
 - Cortar y Unir (Split & Merge)
 - Mean-Shift

Índice

- Introducción
- Segmentación basada en el histograma
 - **Umbralización**
 - Etiquetado
- Segmentación basada en la búsqueda de regiones uniformes
 - Crecimiento de regiones
 - Cortar y Unir
 - *Mean-Shift*

Umbralización

- Se convierte una imagen con varios niveles de gris a una nueva con solo dos
 - Objetos
 - Fondo
- Píxeles de un determinado objeto tienen el mismo nivel de gris
- Al no ser cierto se buscan intervalos de gris

Umbralización



- Fórmula

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{si } T \leq f(x, y) \\ 0 & \text{en cualquier otro caso} \end{cases}$$

- Si los objetos tienen un intervalo

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{si } T_a \leq f(x, y) \leq T_b \\ 0 & \text{en cualquier otro caso} \end{cases}$$

- ¿Cuál es el valor de **T**?

Umbralización



- Útil si los objetos tienen una superficie parecida y el fondo es uniforme
 - Texto, donde las letras destacan del entorno que es blanco
 - Imagen tomada con iluminación posterior
 - Imágenes infrarrojas donde los objetos destacan del entorno por su calor
 - Imágenes tomadas con rayos X

Determinación de umbrales



- El problema está en encontrar los valores de gris a tomar como umbrales entre objetos.
- Esto es debido:
 - Presencia de ruido
 - El objeto y el fondo no tienen un único valor de gris sino un intervalo que se solapan en algunos valores

Determinación de umbrales



Aunque a continuación se explicarán varias técnicas de realización de la umbralización no hay que olvidar que, en el caso concreto que se quiera analizar y que la técnica determina en gran manera los valores que se aplican.

La decisión puede ser tomada siguiendo:

- Se tiene un conocimiento a priori de la imagen que los objetos constituyen el 25% de la imagen. Observando la imagen se delimita ese tanto por ciento. También se pueden determinar los valores de gris que pueden presentar, su tamaño.

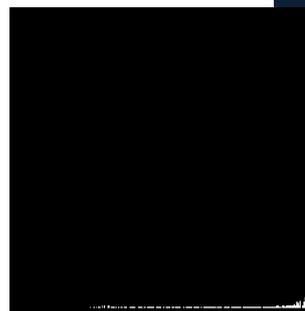
- Otra posibilidad es buscar un mínimo entre dos curvas a una curva de la forma :

$$y = ax^2 + bx + c$$

con mínimo en:

$$x = -\frac{b}{2a}$$

- Umbralización recursiva. Después de la separación de la imagen se aplica un umbral a ambas imágenes hasta que no exista ningún píxel que sea blanco en ambas.



Determinación de umbrales



Aunque a continuación se explicarán varias técnicas de realización de la umbralización no hay que olvidar que el caso concreto que se quiera analizar y que la determina en gran manera los valores que se aplican.

La decisión puede ser tomada siguiendo:

- Se tiene un conocimiento a priori de la imagen. Observando el histograma se toma el valor que delimite ese tanto por ciento. También se puede saber a priori el número de objetos, los valores de gris que pueden presentar, su tamaño, etc.

Otra posibilidad es buscar un mínimo entre dos curvas de la forma:

$$y = ax^2 + bx + c$$

con mínimo en:

$$x = -\frac{b}{2a}$$

- Umbralización recursiva. Después de la separación para ambas imágenes hasta que no exista ningún píxel...

Aunque a continuación se explicarán varias técnicas de realización de la umbralización no hay que olvidar que el caso concreto que se quiera analizar y que la determina en gran manera los valores que se aplican.

La decisión puede ser tomada siguiendo:

- Se tiene un conocimiento a priori de la imagen. Observando el histograma se toma el valor que delimite ese tanto por ciento. También se puede saber a priori el número de objetos, los valores de gris que pueden presentar, su tamaño, etc.

Otra posibilidad es buscar un mínimo entre dos curvas de la forma:

$$y = ax^2 + bx + c$$

con mínimo en:

$$x = -\frac{b}{2a}$$

- Umbralización recursiva. Después de la separación para ambas imágenes hasta que no exista ningún píxel...

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Conocimiento a priori del tamaño del objeto (P-Tile)



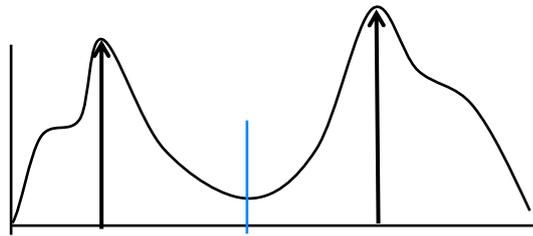
- Se tiene un conocimiento a priori de la imagen.
 - Por ejemplo en un texto las letras constituyen el 25% de la imagen.
- Observando el histograma se toma el valor que delimite ese tanto por ciento.
- También se puede saber a priori el número de objetos, los valores de gris que pueden presentar, su tamaño, etc.

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Mínimo entre máximos

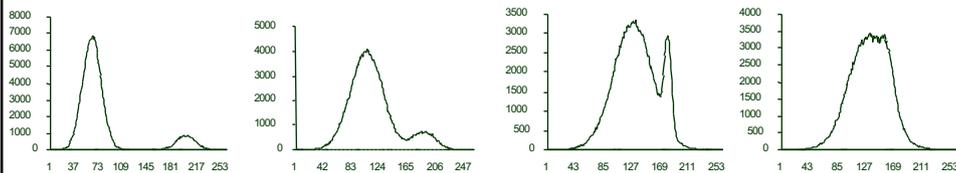
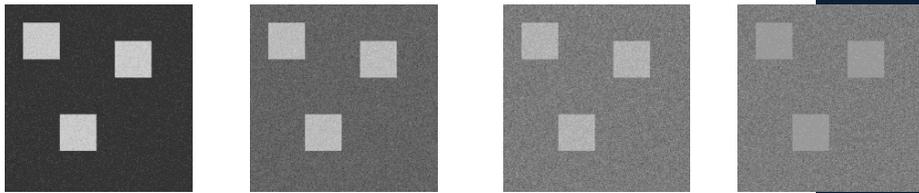


- Caso ideal:
 - Dos únicos valores de gris: objeto y fondo
- Caso real:
 - Dos picos.
- Umbral:
 - El valor mínimo entre esos dos máximos.
- Ruido

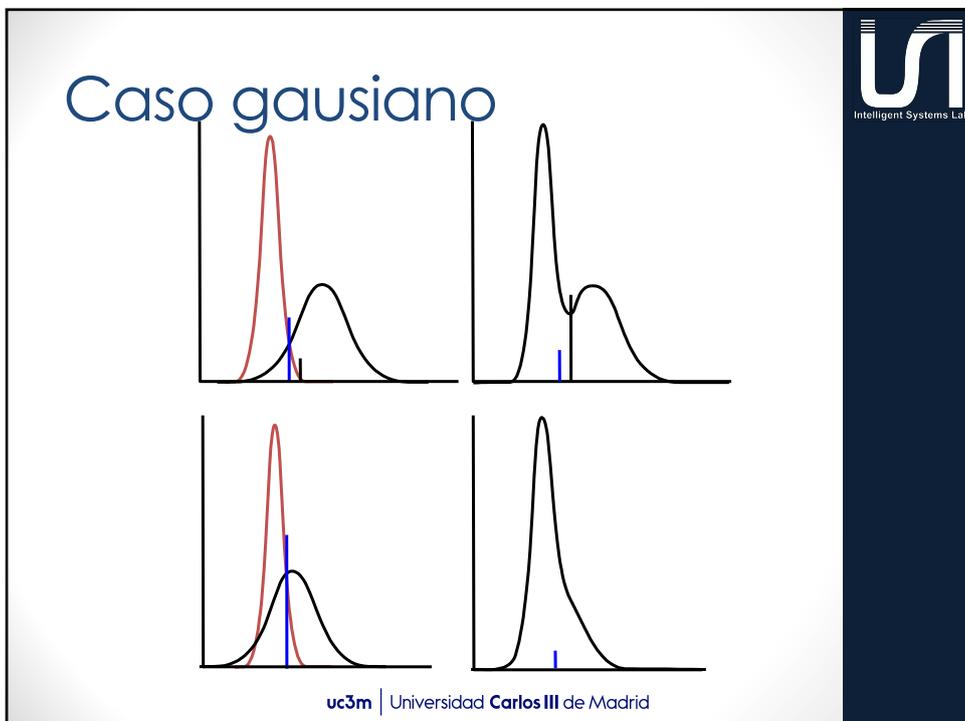
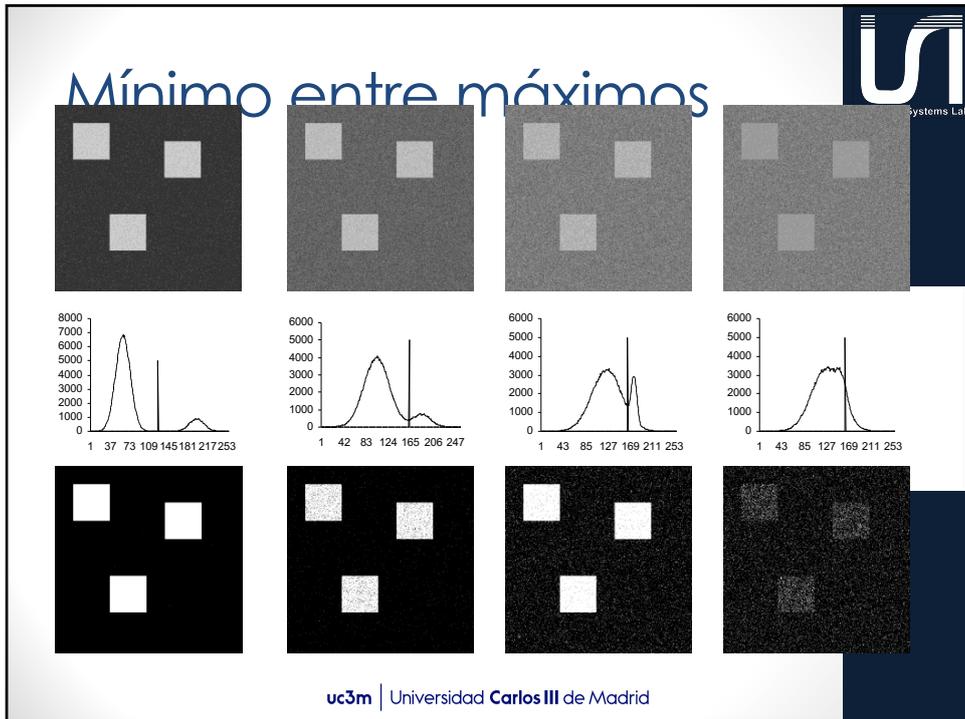


uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Umbralización



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



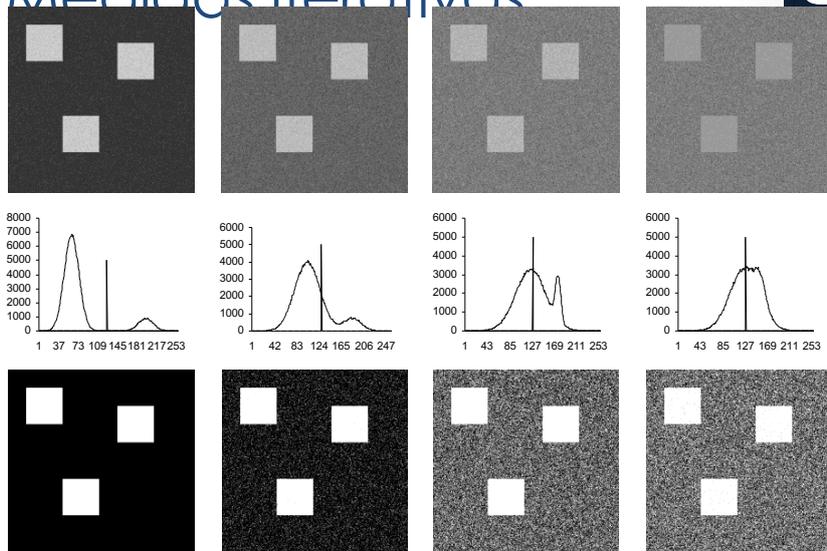
Medidas iterativas



- El histograma son dos gaussianas con igual desviación específica.
 - Se toma como umbral el valor medio de la imagen.
 - Se divide el histograma en dos partes de las que se obtienen sus medias.
 - Se elige el nuevo valor según:
$$T = \frac{\mu_1 + \mu_2}{2}$$
 - Se vuelven a obtener las dos medias.
 - Si son distintas se vuelve a obtener un nuevo valor para la umbralización
 - Si no, se para

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Medidas iterativas



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Otsu

- Se supone que el histograma es la suma de dos gaussianas.
- El umbral debe minimizar la suma ponderada de cada una de las varianzas de los objetos presentes.

$$q_1(t) = \sum_{i=1}^t P(i) \quad q_2(t) = \sum_{i=t+1}^l P(i)$$

$$\sigma_w^2 = q_1(t)\sigma_1^2 + q_2(t)\sigma_2^2$$

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



Otsu

$$q_1(t) = \sum_{i=1}^t P(i) \quad q_2(t) = \sum_{i=t+1}^l P(i)$$

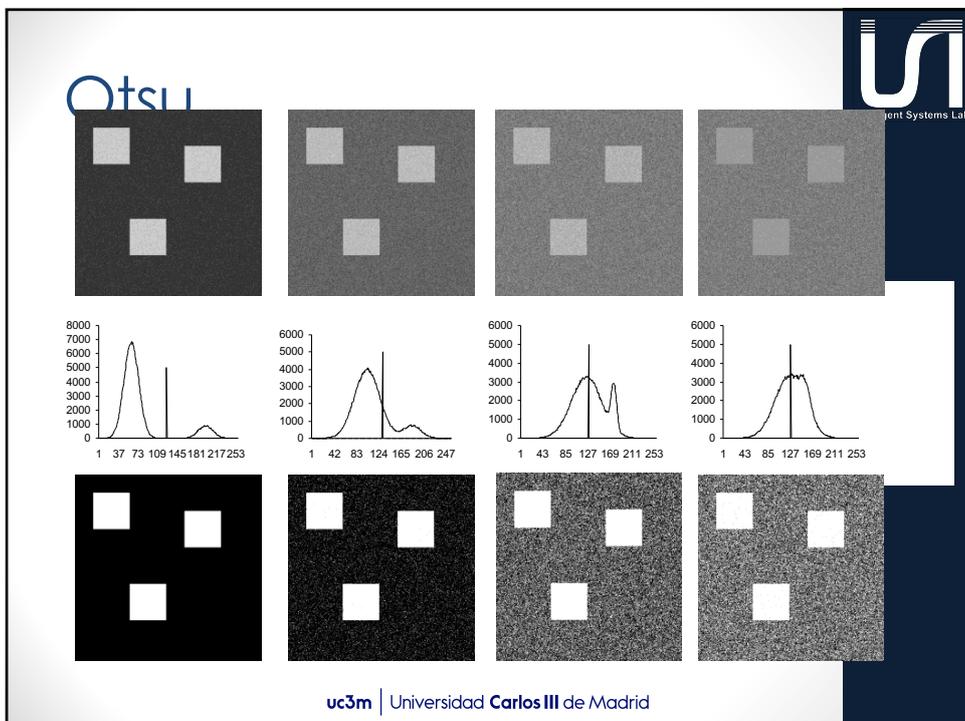
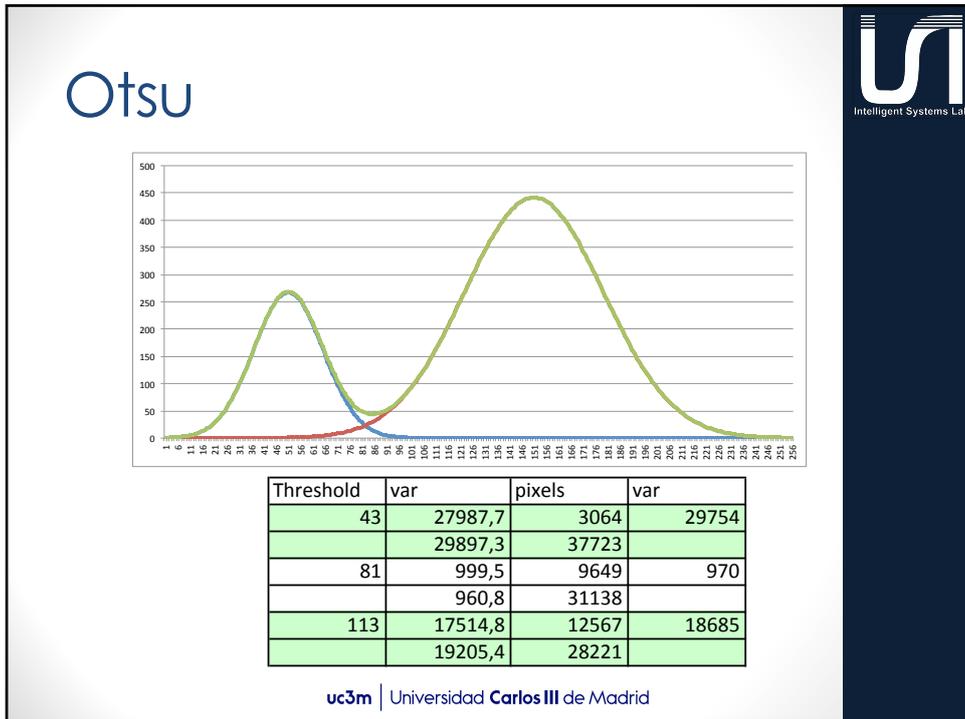
$$\mu_1(t) = \sum_{i=1}^t i \frac{P(i)}{q_1(t)} \quad \mu_2(t) = \sum_{i=t+1}^l i \frac{P(i)}{q_2(t)}$$

$$\sigma_1^2 = \sum (i - \mu_1(t))^2 \frac{P(i)}{q_1(i)} \quad \sigma_2^2 = \sum (i - \mu_2(t))^2 \frac{P(i)}{q_2(i)}$$

$$\sigma_w^2 = q_1(t)\sigma_1^2 + q_2(t)\sigma_2^2$$

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid





Método de Kittle-Iltingoworth



- Toma dos probabilidades de que aparezca un nivel de gris en la imagen
 - $P(i)$ Histograma de la imagen real
 - $f(i)$ Histograma si fuera la suma de dos gaussianas

$$f(i) = \frac{q_1}{\sqrt{2\pi}\sigma_1} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{i-\mu_1}{\sigma_1}\right)^2} + \frac{q_2}{\sqrt{2\pi}\sigma_2} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{i-\mu_2}{\sigma_2}\right)^2}$$

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Método de Kittle-Iltingoworth

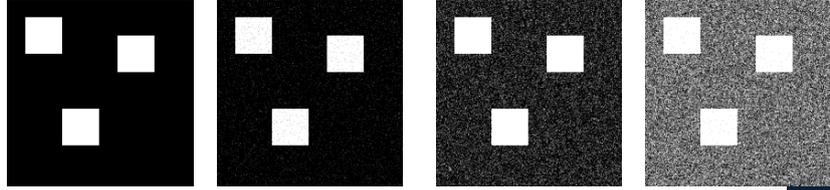
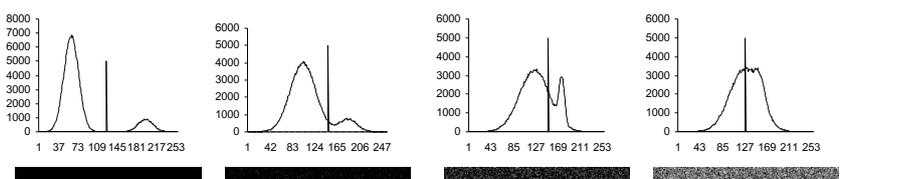
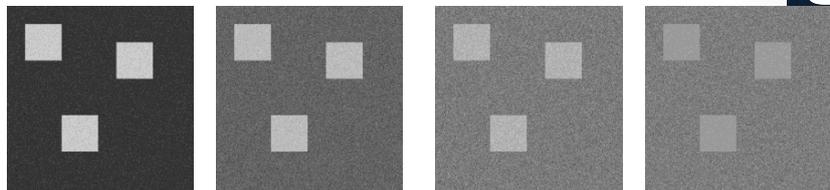


- **J** representa el coste de equivocarse al tomar f en lugar de P
- Hay que encontrar el valor que lo minimiza.

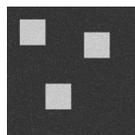
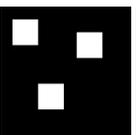
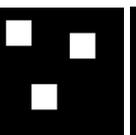
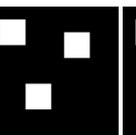
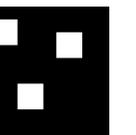
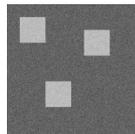
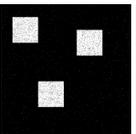
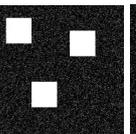
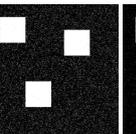
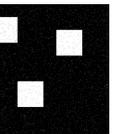
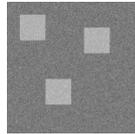
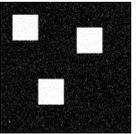
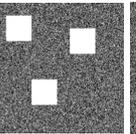
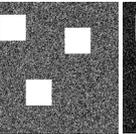
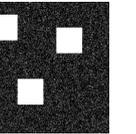
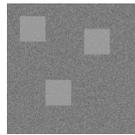
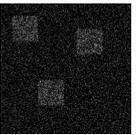
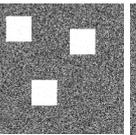
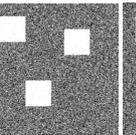
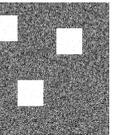
$$J = \sum_{i=1}^I P(i) \log \frac{P(i)}{f(i)} = \sum_{i=1}^I P(i) \log P(i) - \sum_{i=1}^I P(i) \log f(i)$$

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Método de Kittle-illingoworth



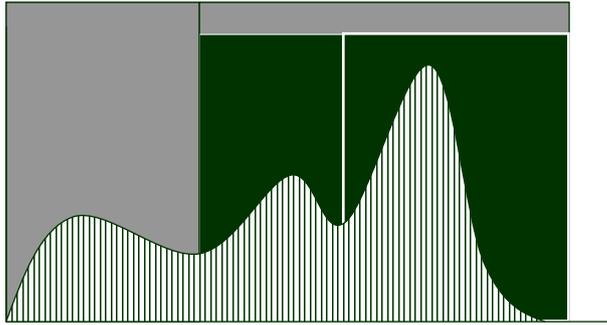
uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

	MimMax	Itera.	Otsu	Kittle Illingoworth
				
				
				
				

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid 

Umbralización recursiva.

- La imagen no es bimodal



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Umbralización recursiva.



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Umbralización recursiva.

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Umbralización basada en el color

- Igual que para B&W solo que se tendrá una segmentación para cada una de las componentes del color.
- Mismas consideraciones que se vieron en los espacios de colores

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

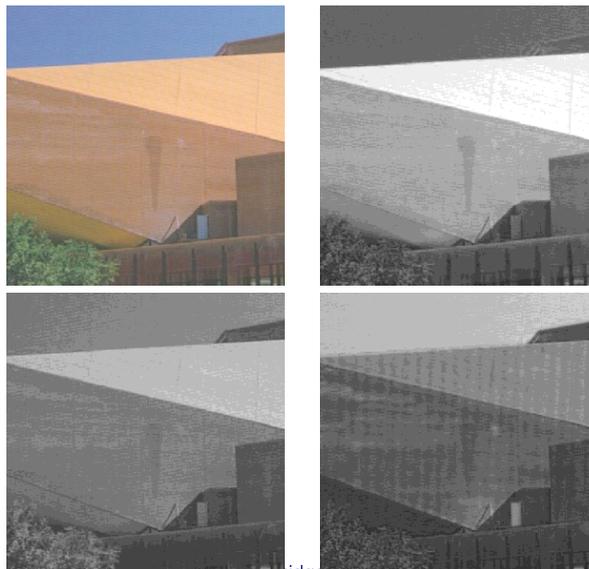
Umbralización basada en el color



$$g(x, y) = \begin{cases} R_a \leq f_r(x, y) \leq R_b \\ 1 \text{ si } V_a \leq f_v(x, y) \leq V_b \\ A_a \leq f_a(x, y) \leq A_b \\ 0 \text{ en cualquier otro caso} \end{cases}$$

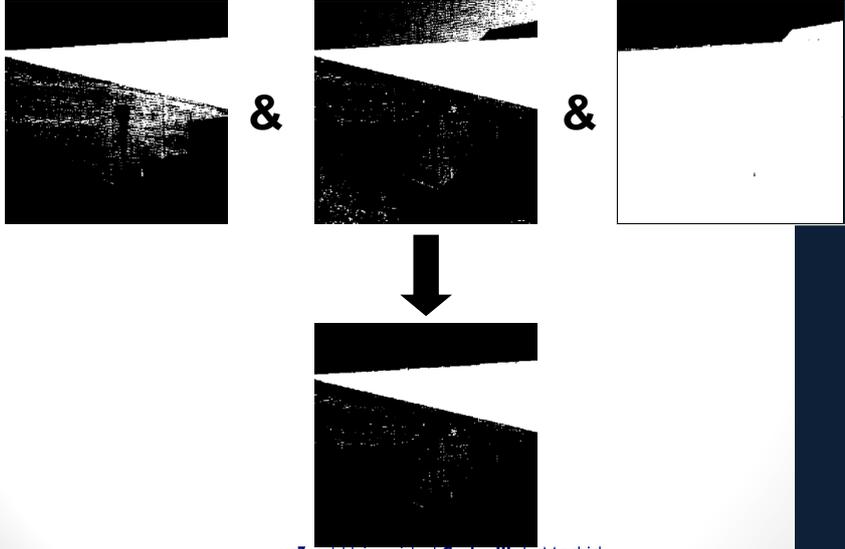
uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Umbralización basada en el color



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

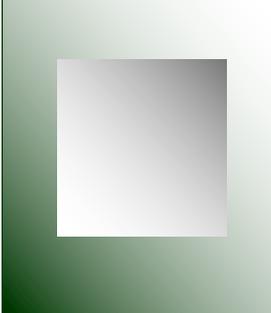
Umbralización basada en el color.



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Umbralización adaptativa

- Iluminación no constante
 - Puntos que pertenezcan al mismo objeto presenten distintos valores en sus niveles de gris.
 - Se divide la imagen en varias subimágenes
 - Se aplica alguno de los métodos antes vistos
 - Se obtiene los diversos valores de umbralización.



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Inconvenientes



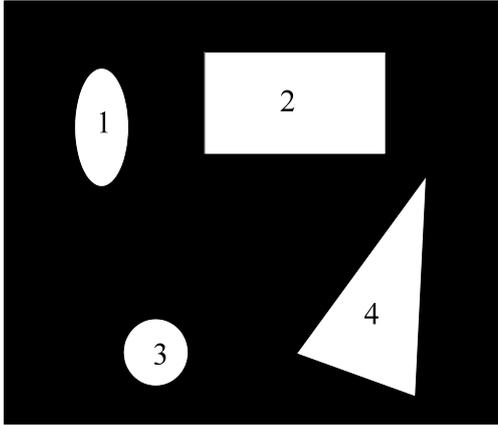
- El histograma no tiene en cuenta la información espacial, solo el conjunto de intensidades de toda la imagen.
- Imágenes bien distintas pueden tener el mismo histograma.
 - Solamente con el histograma no se puede distinguir entre una imagen binaria y otra que sea una distribución aleatoria de ceros y unos.

Índice



- Introducción
- Segmentación basada en el histograma
 - Umbralización
 - **Etiquetado**
- Segmentación basada en la búsqueda de regiones uniformes
 - Crecimiento de regiones
 - Cortar y Unir
 - *Mean-Shift*

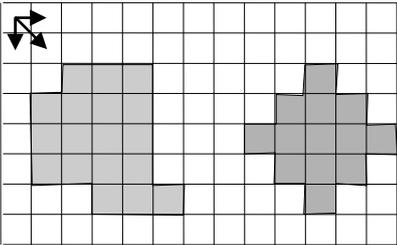
Etiquetado (blob labelling)



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



Etiquetado (blob labelling)



0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
0	1	1	1	1	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0
0	1	1	1	1	0	0	0	0	2	2	2	2	2	0
0	1	1	1	1	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0
0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



Etiquetado - Resolución de ambigüedades

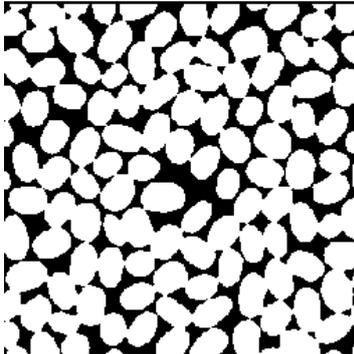
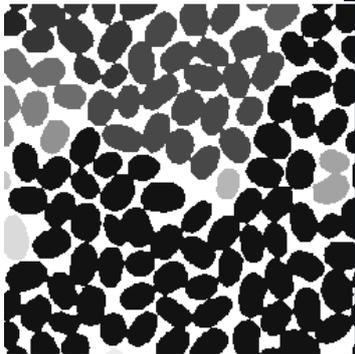


0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0
0	1	1	1	1	0	0	0	0	2	2	2	0
0	1	1	1	1	0	0	0	2	2	2	2	2
0	1	1	1	1	0	0	0	0	2	2	2	0
0	0	0	1	1	1	1	1	1	?			

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Etiquetado



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Índice

- Introducción
- Segmentación basada en el histograma
 - Umbralización
 - Etiquetado
- Segmentación basada en la búsqueda de regiones uniformes
 - **Crecimiento de regiones**
 - Cortar y Unir
 - *Mean-Shift*

Crecimientos de regiones

- Se parte de unos píxeles iniciales, *puntos semilla*
 - Se comprueba si sus vecinos tienen la misma propiedad
 - Si es así pertenecen a la misma región y pasan a tener los mismos valores que los puntos iniciales.
- Es un método iterativo que termina cuando ningún píxel cambia sus propiedades.

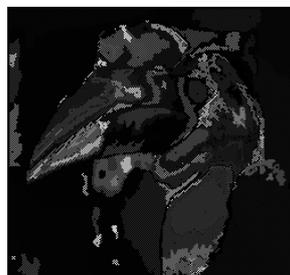
Crecimientos de regiones



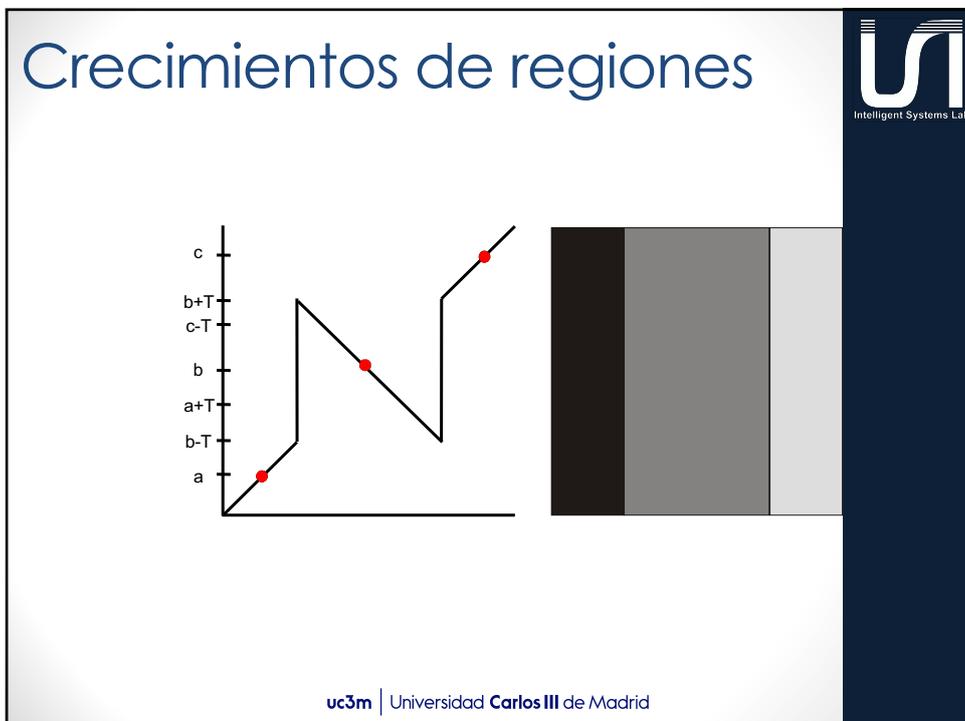
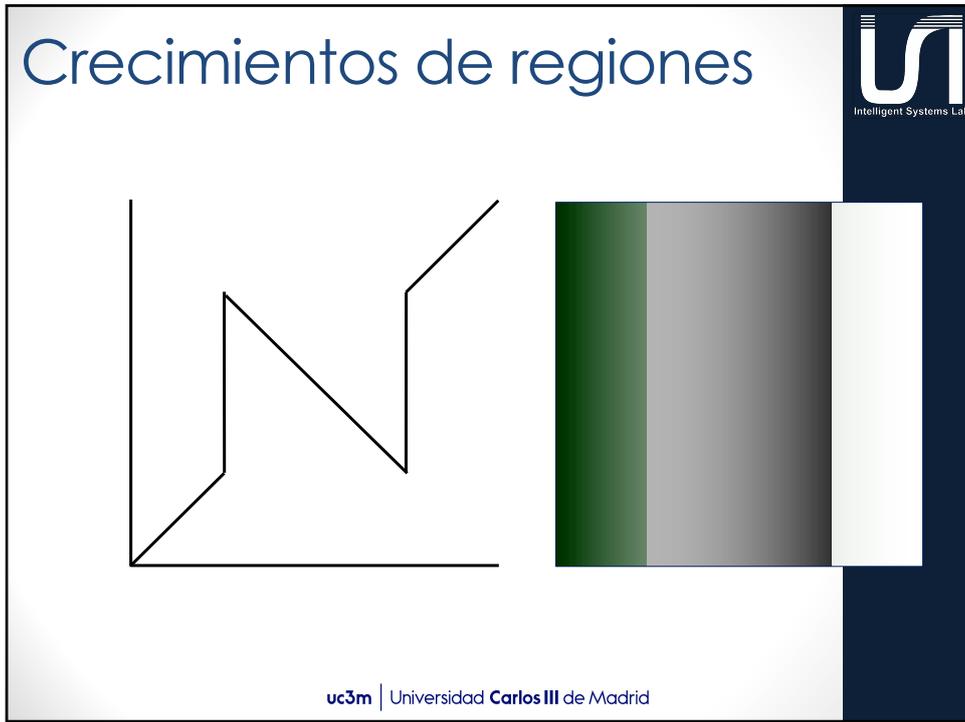
- Problema
 - Determinar los puntos iniciales ya que dependiendo del valor que tengan los resultados pueden ser diversos.

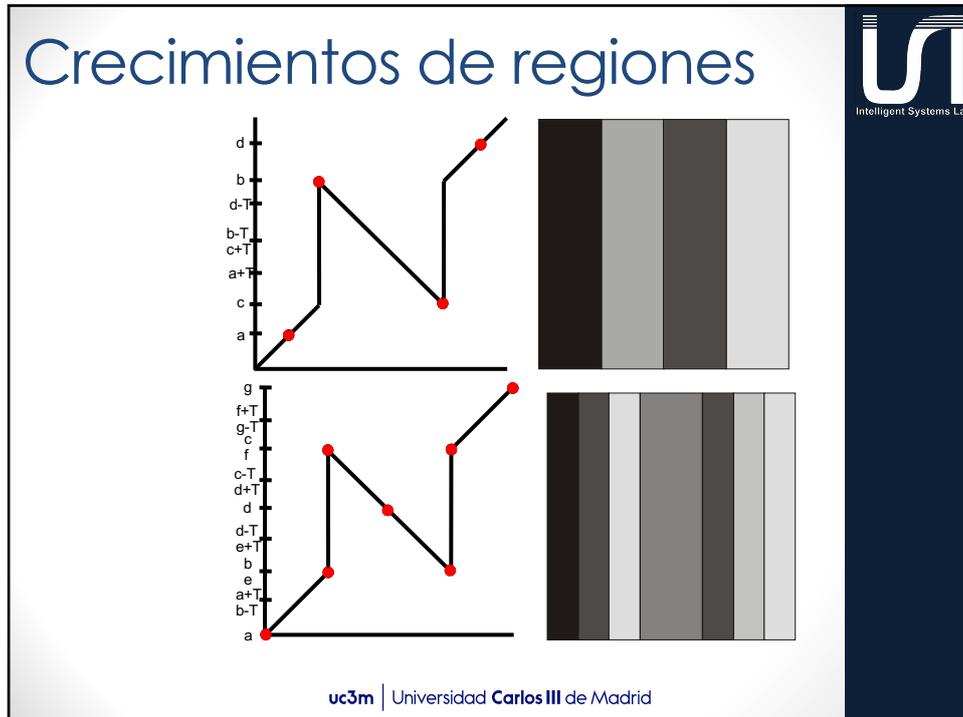
uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Crecimientos de regiones



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid





Índice

- Introducción
- Segmentación basada en el histograma
 - Umbralización
 - Etiquetado
- Segmentación basada en la búsqueda de regiones uniformes
 - Crecimiento de regiones
 - **Cortar y Unir**
 - *Mean-Shift*

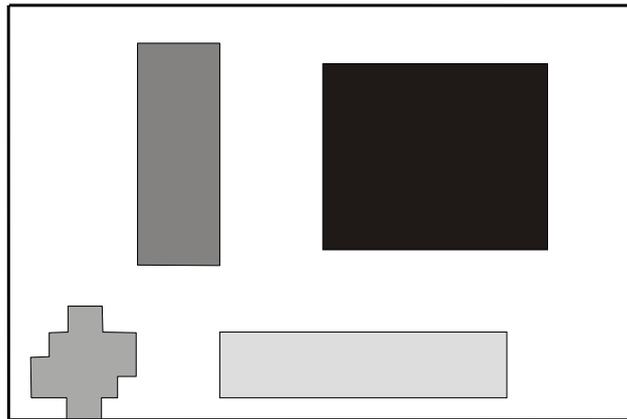
uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Split & Merge



- Dividir (Split)
 - Se comienza con toda la imagen. Si toda ella cumple una determinada característica se deja como está. Si no, se divide *-split-* en cuatro subimágenes iguales.
- Unir (merge)
 - Como algún subgrupo de ellas puede tener la misma característica se comprueba para unir las *-merge-* y no volver a dividir las.
- La segmentación llega a termino en un número finito de iteraciones. Una imagen de 512x512 lleva 9 iteraciones ($512=2^9$).

Split & Merge



Split & Merge

Split

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



Split & Merge

Split

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



Split & Merge

Split

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



Split & Merge

Merge

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



Split & Merge



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Índice



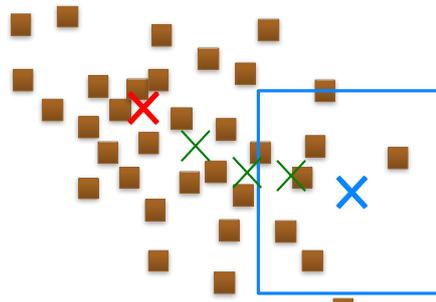
- Introducción
- Segmentación basada en el histograma
 - Umbralización
 - Etiquetado
- Segmentación basada en la búsqueda de regiones uniformes
 - Crecimiento de regiones
 - Cortar y Unir
 - **Mean-Shift**

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Mean-Shift



- Es un algoritmo robusto para encontrar máximos locales en una distribución de densidad de un conjunto de datos.
 - Para ser robusto solo analiza los datos que están próximos a los máximos locales



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Mean-Shift



- Pasos del algoritmo.
 1. Elegir la ventana de búsqueda:
 1. Posición inicial
 2. Su tipo (uniforme, gaussiana, ...)
 3. Su forma (redonda, rectangular, simétrica...)
 4. Sus dimensiones
 2. Calcular el centro de masas
 3. Centrar la ventana alrededor de ese punto
 4. Volver al paso dos hasta que los centros de masas consecutivos coincidan

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Mean-Shift

- Se eligen unos puntos iniciales distribuidos de forma uniforme a lo largo de toda la imagen
- Se calcula la posición final de cada ventana
- Se asocian todas las ventanas que terminan en el mismo máximo local
- Los datos sobre los que han pasado estas ventanas se asocian al mismo objeto

