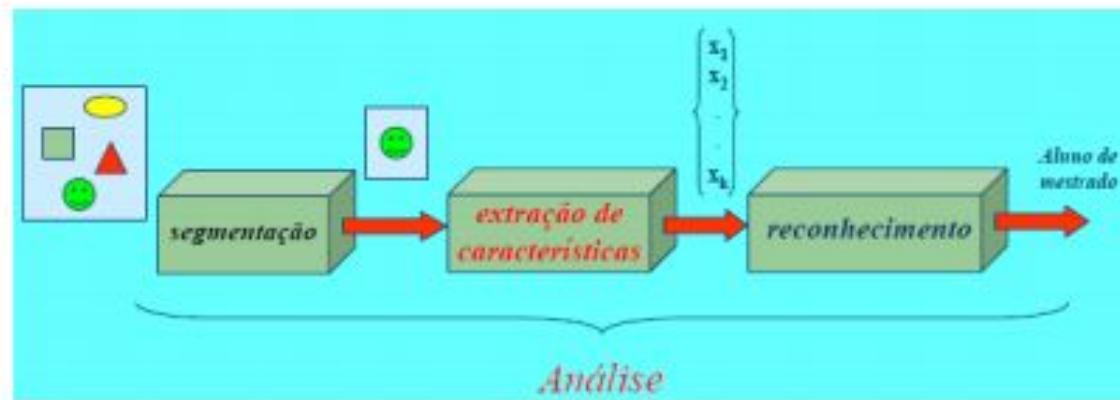


SEGMENTACIÓN



INTRODUCCIÓN

- Es un proceso básico en el análisis de una imagen.
- Se utiliza generalmente para la extracción de características.



INTRODUCCIÓN

- Usualmente se pone en práctica los conceptos anteriormente revisados.
- Los algoritmos de segmentación se basan en la discontinuidad o en la similaridad.

Discontinuidad



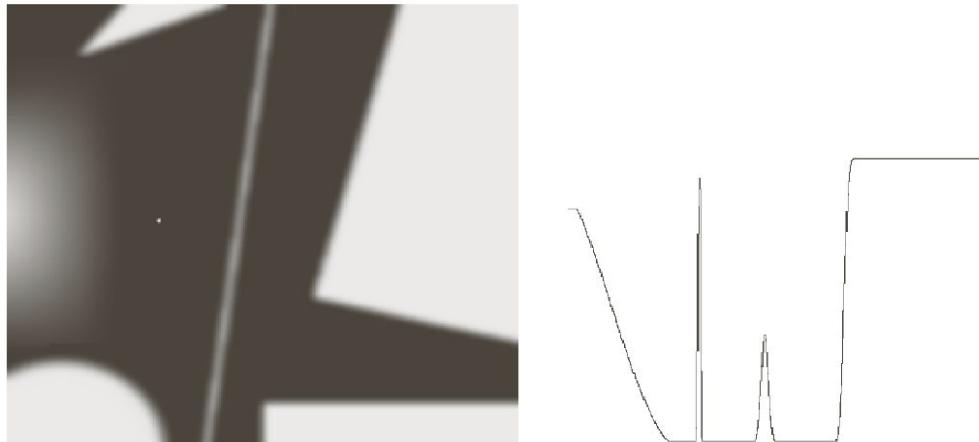
Puntos aislados
Lineas
Bordes de la
imagen

Similaridad

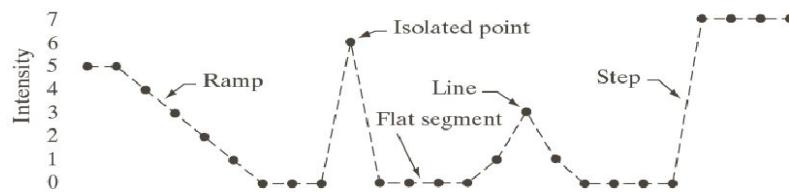
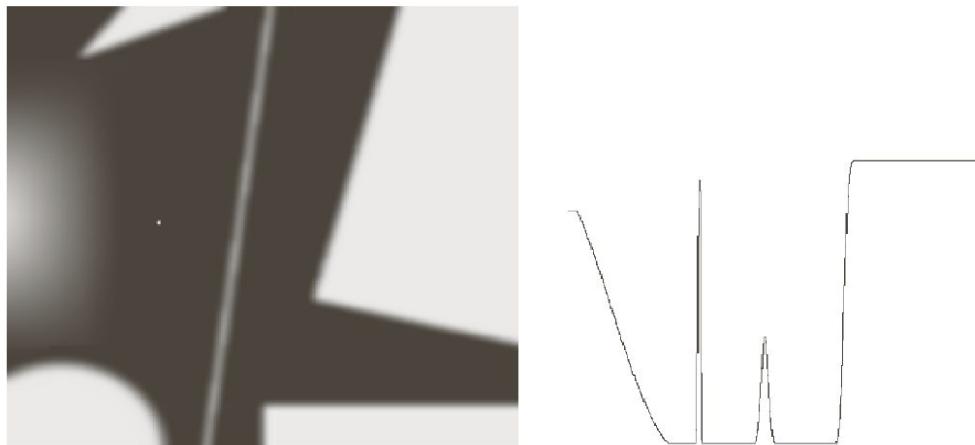


Thresholding
Crecimiento de
regiones

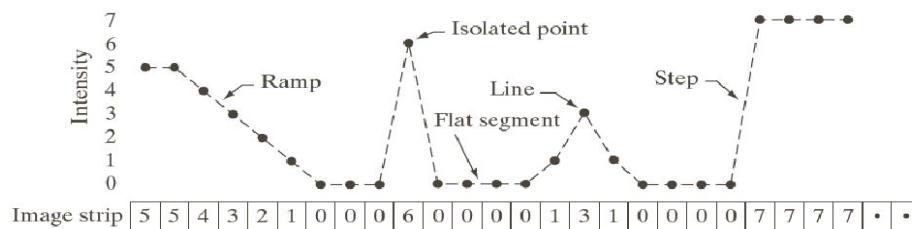
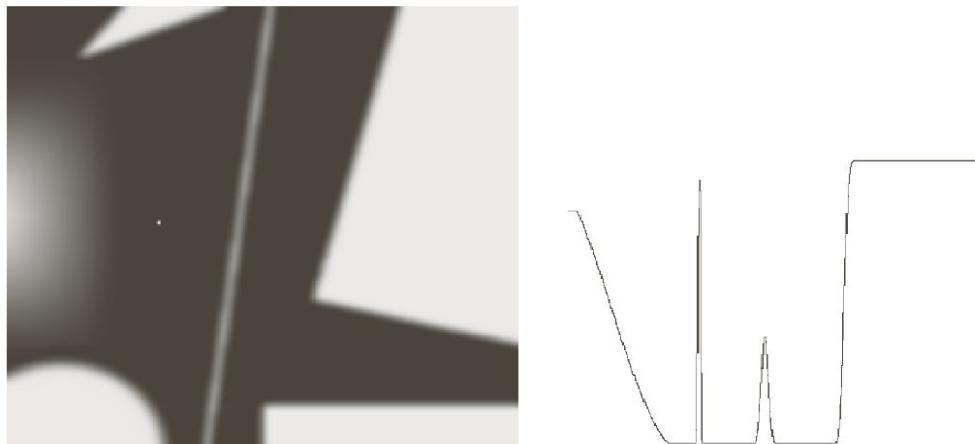
SEGMENTACIÓN POR DETECCIÓN DE DISCONTINUIDAD



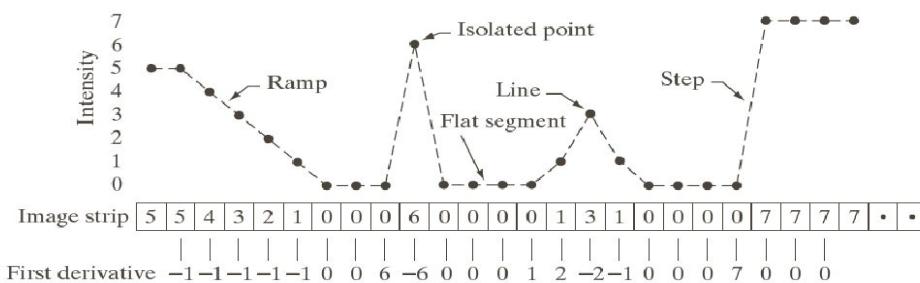
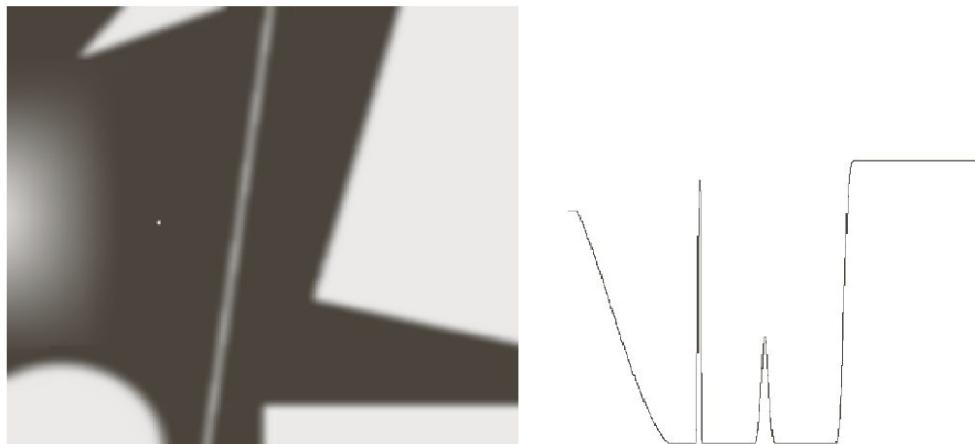
SEGMENTACIÓN POR DETECCIÓN DE DISCONTINUIDAD



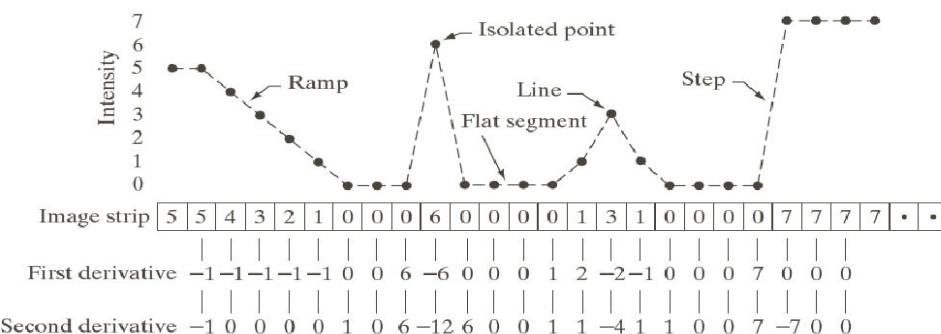
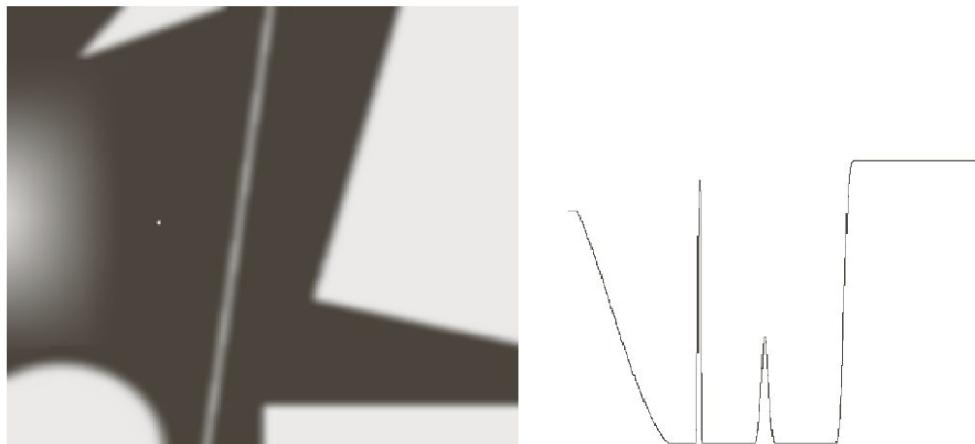
SEGMENTACIÓN POR DETECCIÓN DE DISCONTINUIDAD



SEGMENTACIÓN POR DETECCIÓN DE DISCONTINUIDAD



SEGMENTACIÓN POR DETECCIÓN DE DISCONTINUIDAD



SEGMENTACIÓN POR DETECCIÓN DE DISCONTINUIDAD

w_1	w_2	w_3
w_4	w_5	w_6
w_7	w_8	w_9

$$R = \omega_1 z_1 + \omega_2 z_2 + \cdots + \omega_9 z_9 = \sum_{i=1}^9 \omega_i z_i$$

SEGMENTACIÓN POR DETECCIÓN DE DISCONTINUIDAD

w_1	w_2	w_3
w_4	w_5	w_6
w_7	w_8	w_9

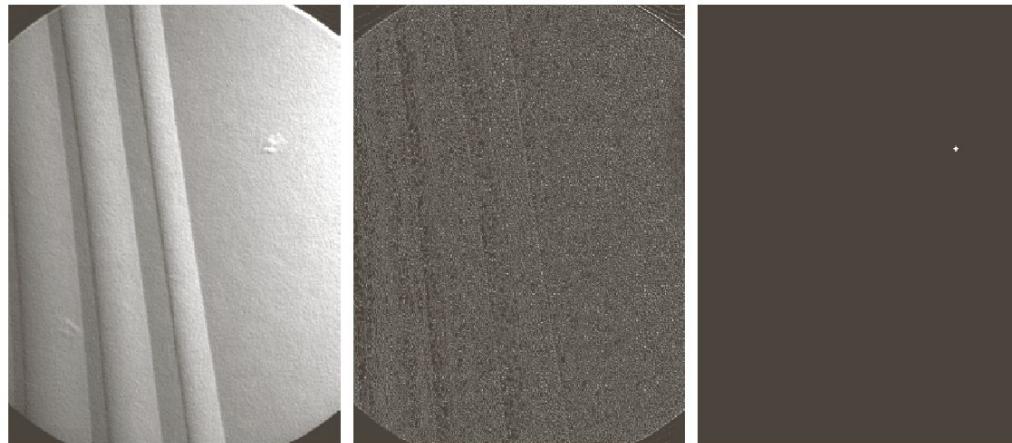
$$R = \omega_1 z_1 + \omega_2 z_2 + \cdots + \omega_9 z_9 = \sum_{i=1} \omega_i z_i$$

Máscara para la detección de puntos aislados: $|R| \geq T$

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

SEGMENTACIÓN POR DETECCIÓN DE DISCONTINUIDAD

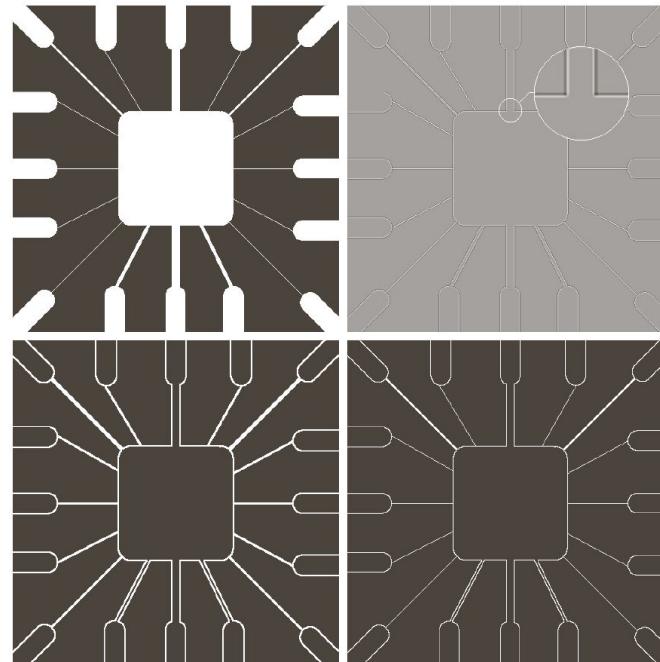
1	1	1
1	-8	1
1	1	1



a
b c d

FIGURE 10.4
(a) Point detection
(Laplacian) mask.
(b) X-ray image of turbine blade with a porosity. The porosity contains a single black pixel.
(c) Result of convolving the mask with the image.
(d) Result of using Eq. (10.2-8) showing a single point (the point was enlarged to make it easier to see). (Original image courtesy of X-TEK Systems, Ltd.)

SEGMENTACIÓN POR DETECCIÓN DE DISCONTINUIDAD



a b
c d

FIGURE 10.5
(a) Original image.
(b) Laplacian
image; the
magnified section
shows the
positive/negative
double-line effect
characteristic of the
Laplacian.
(c) Absolute value
of the Laplacian.
(d) Positive values
of the Laplacian.

SEGMENTACIÓN POR DETECCIÓN DE DISCONTINUIDAD

Detección de Líneas:

-1	-1	-1
2	2	2
-1	-1	-1

Horizontal

2	-1	-1
-1	2	-1
-1	-1	2

+45°

-1	2	-1
-1	2	-1
-1	2	-1

Vertical

-1	-1	2
-1	2	-1
2	-1	-1

-45°

SEGMENTACIÓN POR DETECCIÓN DE DISCONTINUIDAD

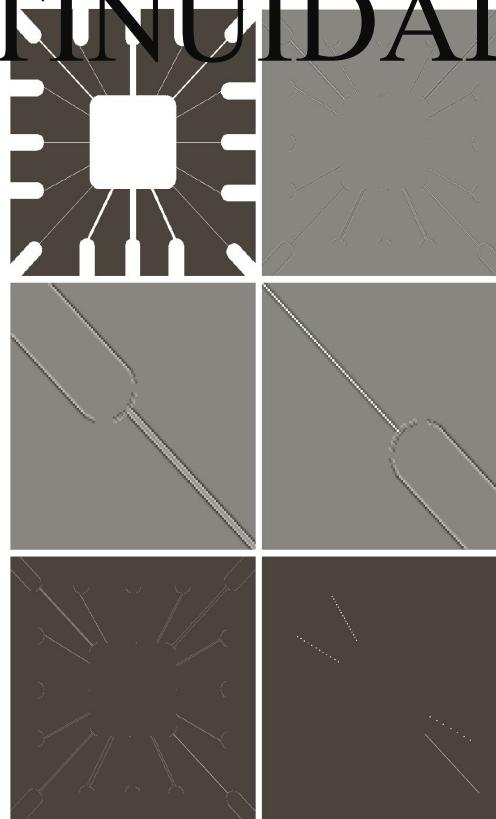


FIGURE 10.7
(a) Image of a wire-bond template.
(b) Result of processing with the $+45^\circ$ line detector mask in Fig. 10.6.
(c) Zoomed view of the top left region of (b).
(d) Zoomed view of the bottom right region of (b).
(e) The image in (b) with all negative values set to zero.
(f) All points (in white) whose values satisfied the condition $g \geq T$, where g is the image in (e). (The points in (f) were enlarged to make them easier to see.)

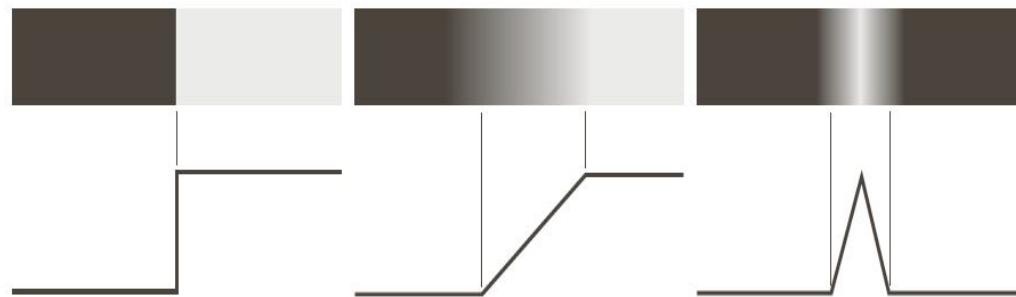
SEGMENTACIÓN POR DETECCIÓN DE DISCONTINUIDAD

Detección de Bordes:



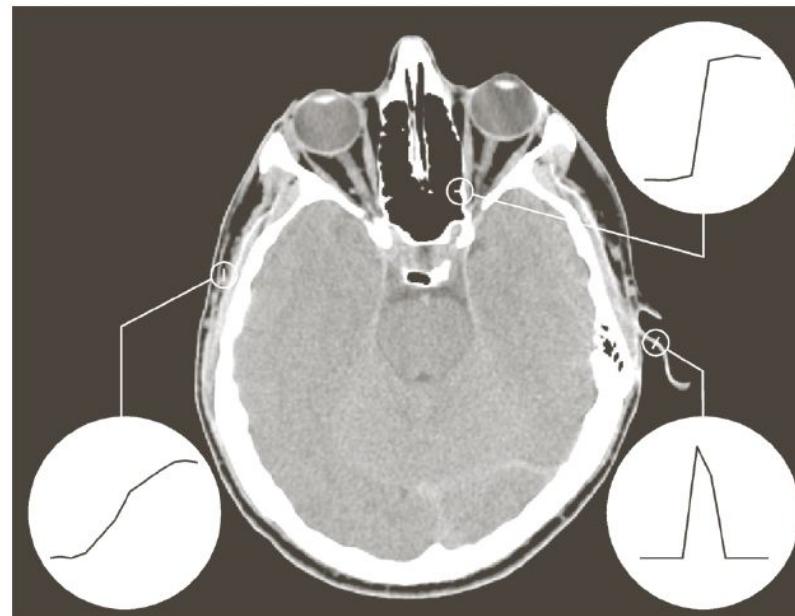
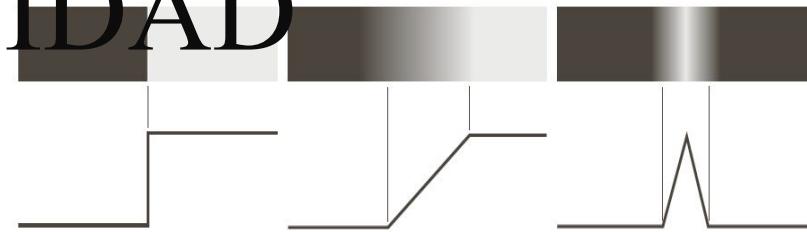
SEGMENTACIÓN POR DETECCIÓN DE DISCONTINUIDAD

Detección de Bordes:



SEGMENTACIÓN POR DETECCIÓN DE DISCONTINUIDAD

Detección de Bordes:



SEGMENTACIÓN POR DETECCIÓN DE DISCONTINUIDAD

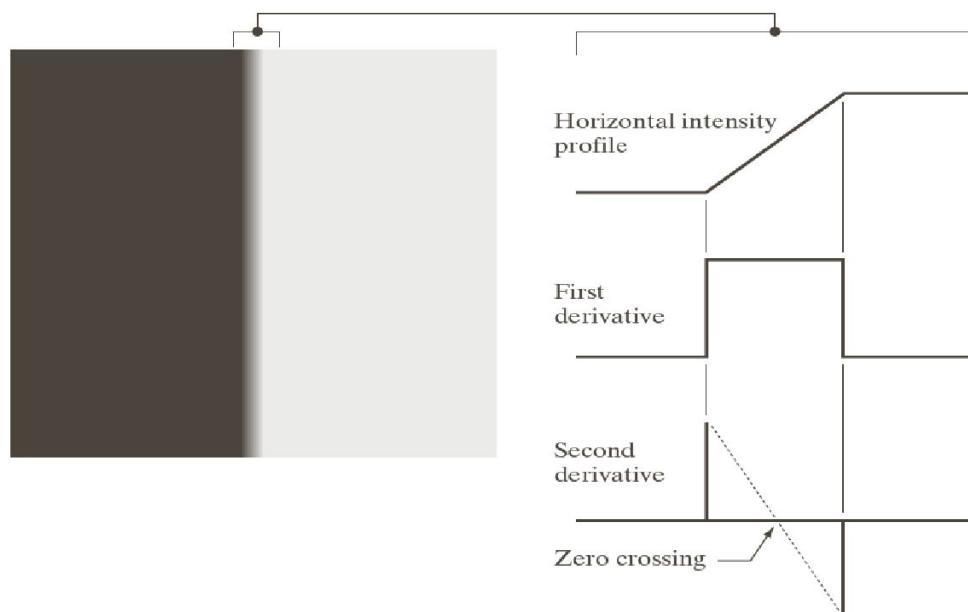
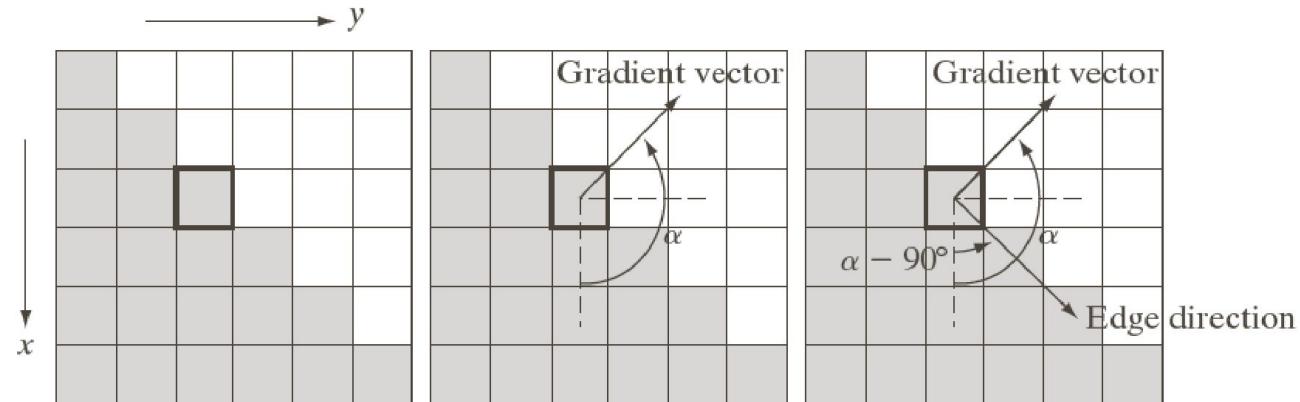


FIGURE 10.10
(a) Two regions of constant intensity separated by an ideal vertical ramp edge.
(b) Detail near the edge, showing a horizontal intensity profile, together with its first and second derivatives.

SEGMENTACIÓN POR DETECCIÓN DE DISCONTINUIDAD



SEGMENTACIÓN POR DETECCIÓN DE DISCONTINUIDAD



a b
c d

FIGURE 10.16
(a) Original image of size 834×1114 pixels, with intensity values scaled to the range $[0, 1]$.
(b) $|g_x|$, the component of the gradient in the x -direction, obtained using the Sobel mask in Fig. 10.14(f) to filter the image.
(c) $|g_y|$, obtained using the mask in Fig. 10.14(g).
(d) The gradient image, $|g_x| + |g_y|$.

SEGMENTACIÓN POR DETECCIÓN DE DISCONTINUIDAD

Operador de Sobel

$$X = \begin{matrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{matrix}$$
$$Y = \begin{matrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{matrix}$$

- Operador de Prewitt

$$X = \begin{matrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix}$$
$$Y = \begin{matrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \end{matrix}$$

- Operador Laplaciano

$$\begin{matrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{matrix}$$

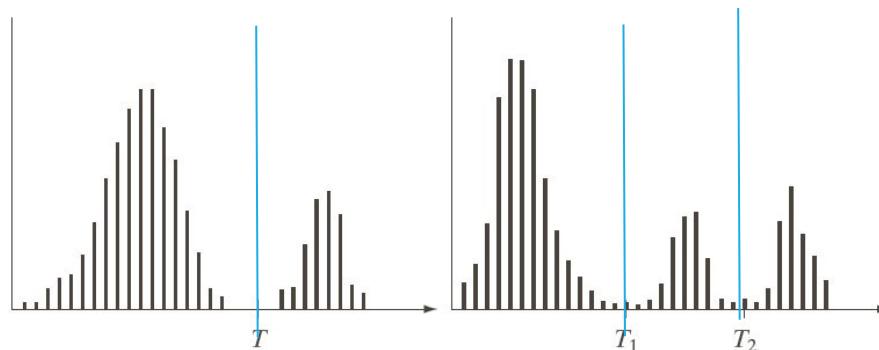
- Operador Roberts

$$X = \begin{matrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{matrix}$$
$$Y = \begin{matrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{matrix}$$

SEGMENTACIÓN POR SIMILARIDAD: THRESHOLDING (UMBRAL)

- Primer paso en el proceso de segmentación.
- Tiene como base el histograma de la imagen.
- Cuando es un único valor es interpretado matemáticamente como:

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(x, y) > T \\ 0 & \text{if } f(x, y) \leq T \end{cases}$$



SEGMENTACIÓN POR SIMILARIDAD:

Algoritmo:

THRESHOLDING

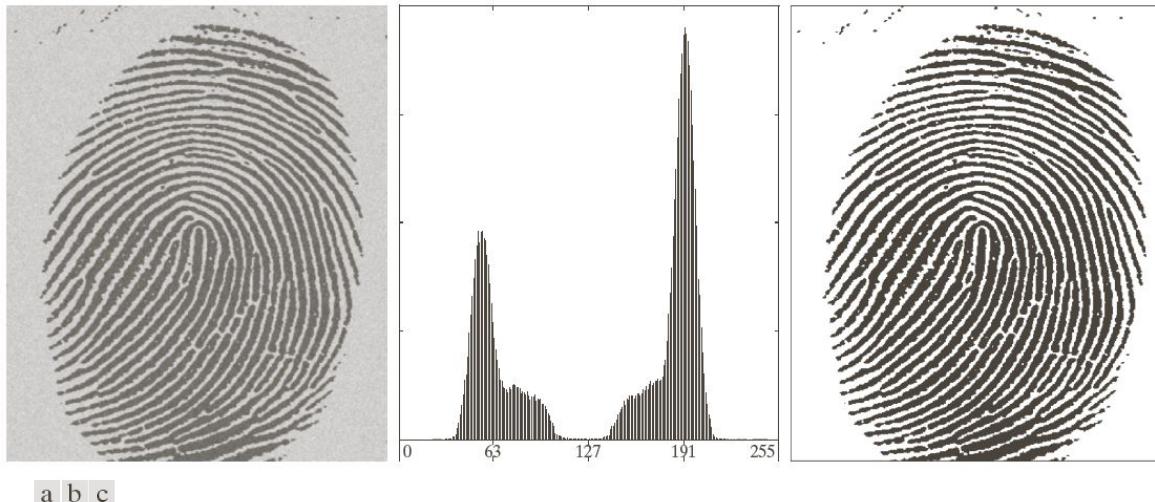
1. Seleccione una estimativa inicial de T (puede ser el tono medio de gris).

2. La segmentación origina 2 grupos: G_1 y G_2 , en donde G_1 tiene pixeles menores a T.
3. Calcular la media de los niveles de gris en G_1 y G_2 (μ_1 y μ_2).
4. Calcular el nuevo T usando :

$$T = \frac{\mu_1 + \mu_2}{2}$$

5. Repetir los pasos de 2 a 4 hasta que las diferencias entre T en las próximas iteraciones sea un valor T_n predefinido.

SEGMENTACIÓN POR SIMILARIDAD: THRESHOLDING



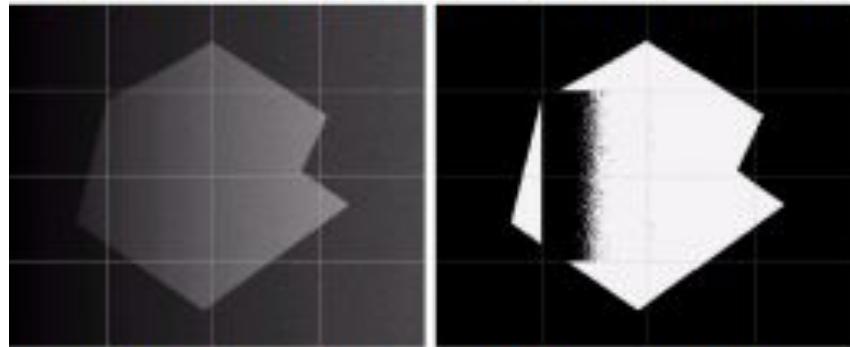
a | b | c

FIGURE 10.38 (a) Noisy fingerprint. (b) Histogram. (c) Segmented result using a global threshold (the border was added for clarity). (Original courtesy of the National Institute of Standards and Technology.)

SEGMENTACIÓN POR SIMILARIDAD: THRESHOLD

ADAPTATIVO

- Se usa cuando el método de Threshold Simple no funciona correctamente.
- La solución es dividir la imagen en sub-imágenes y aplicar threshold individual.



SEGMENTACIÓN POR SIMILARIDAD: THRESHOLD ADAPTATIVO

Método de Otsu:

- El método de Otsu, llamado así en honor a Nobuyuki Otsu que lo inventó en 1979, utiliza técnicas estadísticas, para resolver el problema.
- En concreto, se utiliza la varianza, que es una medida de la dispersión de valores (en este caso se trata de la dispersión de los niveles de gris).

SEGMENTACIÓN POR SIMILARIDAD: THRESHOLD ADAPTATIVO

Paso 1: Calcular el histograma normalizado de la imagen.

$f(x,y)$ = imagen $M \times N$;

$\{0,1,2,\dots,L-1\}$ = niveles de gris de la imagen;

n_i = número de píxeles con nivel de intensidad i ;

$p_i = \frac{n_i}{MN}$ = probabilidad de que ocurra el nivel de intensidad i .

SEGMENTACIÓN POR SIMILARIDAD: THRESHOLD ADAPTATIVO

Paso 2: Calcular las sumas acumulativas $P_1(k)$, $k = 0, 1, \dots, L-1$.

$$P_1(k) = \sum_{i=0}^k p_i$$

Si pre-definimos un valor umbral T en el nivel de intensidad k ($T=k$), entonces se divide el conjunto de píxeles de la imagen en dos clases:

C_1 = píxeles con nivel de intensidad en $[0, k]$

C_2 = píxeles con nivel de intensidad en $[k+1, L-1]$

Entonces, $P_1(k)$ indica la probabilidad de que un píxel pertenezca a la clase C_1 (probabilidad de que ocurra la clase C_1).

SEGMENTACIÓN POR SIMILARIDAD: THRESHOLD ADAPTATIVO

Paso 3: Calcular las medias acumulativas:

$$m(k) = \sum_{i=0}^k i p_i$$

Paso 4: Calcular la media global:

$$m_G = \sum_{i=0}^{L-1} i p_i$$

SEGMENTACIÓN POR SIMILARIDAD: THRESHOLD ADAPTATIVO

Paso 5. Calcular la varianza entre clases

$$\sigma_B^2(k) = \frac{[m_G P_1(k) - m(k)]^2}{P_1(k)[1 - P_1(k)]}$$

Este valor mide la dispersión entre los valores de intensidad de las dos clases C_1 y C_2 definidas al tomar como valor umbral el valor de intensidad k .

SEGMENTACIÓN POR SIMILARIDAD: THRESHOLD ADAPTATIVO

Paso 6. Maximizar la varianza anterior:

$$k^* = \max_{0 \leq k \leq L-1} \sigma_B^2(k)$$

Este paso persigue el objetivo inicial, dispersar lo máximo posible los niveles de intensidad de las dos clases. Si el máximo no es único, definir k^* como la media de todos los máximos posibles.

SEGMENTACIÓN POR SIMILARIDAD: THRESHOLD ADAPTATIVO

Paso 7: Obtener la medida de separabilidad

$$\mu^* = \frac{\sigma_B^2(k^*)}{\sigma_G^2}$$

Es decir, cociente entre la varianza de clases y la varianza global. Como la varianza global es constante, mientras mayor diversidad de niveles de intensidad haya entre las clases, mayor será esta medida

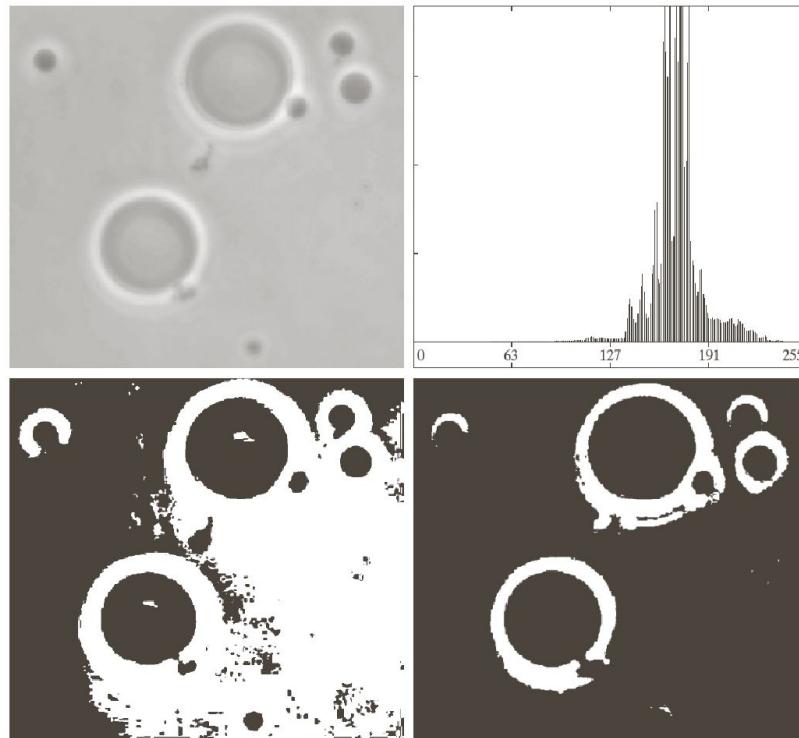
.

SEGMENTACIÓN POR SIMILARIDAD: THRESHOLD ADAPTATIVO



http://www.visiontec.com.br/~luis/segmentacao/segmentacao.html

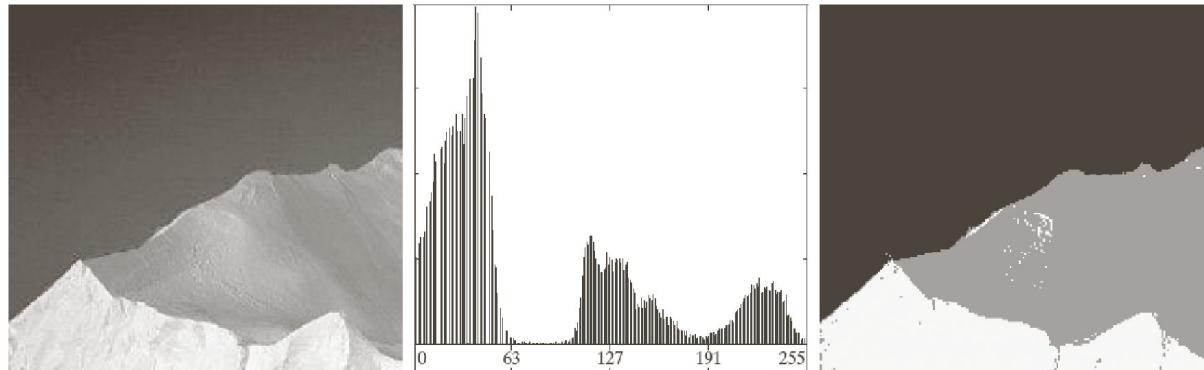
SEGMENTACIÓN POR SIMILARIDAD: THRESHOLD ADAPTATIVO



a b
c d

FIGURE 10.39
(a) Original image.
(b) Histogram (high peaks were clipped to highlight details in the lower values).
(c) Segmentation result using the basic global algorithm from Section 10.3.2.
(d) Result obtained using Otsu's method. (Original image courtesy of Professor Daniel A. Hammer, the University of Pennsylvania.)

SEGMENTACIÓN POR SIMILARIDAD: THRESHOLD ADAPTATIVO



a b c

FIGURE 10.45 (a) Image of iceberg. (b) Histogram. (c) Image segmented into three regions using dual Otsu thresholds. (Original image courtesy of NOAA.)

SEGMENTACIÓN POR SIMILARIDAD: THRESHOLD ADAPTATIVO

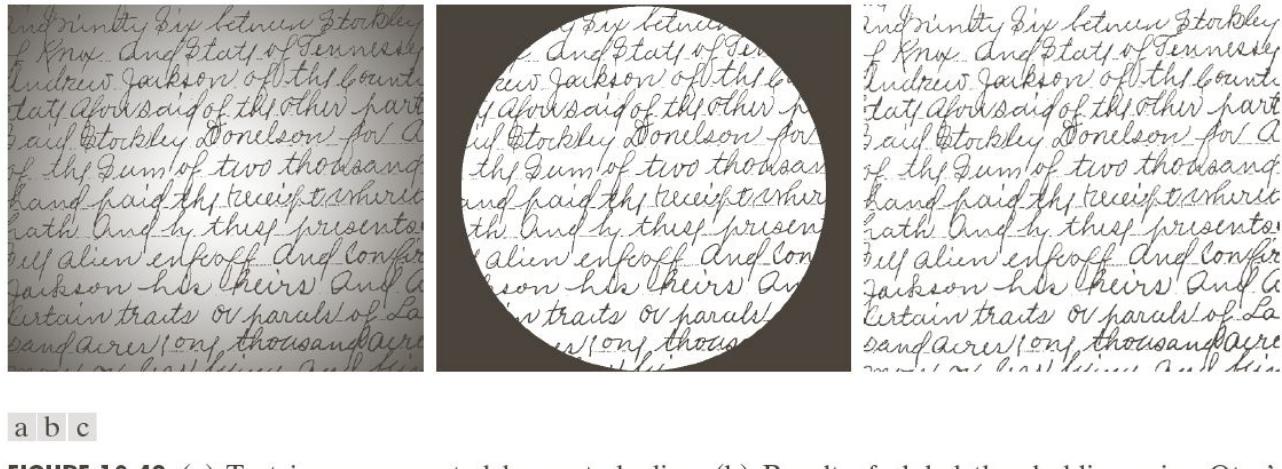


FIGURE 10.49 (a) Text image corrupted by spot shading. (b) Result of global thresholding using Otsu's method. (c) Result of local thresholding using moving averages.

SEGMENTACIÓN POR SIMILARIDAD: THRESHOLD ADAPTATIVO

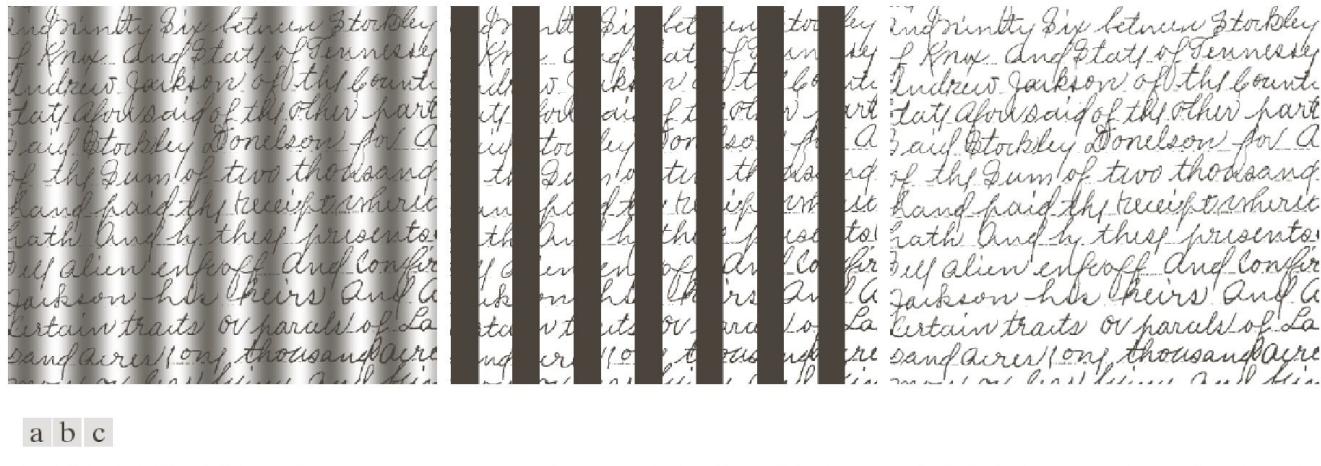
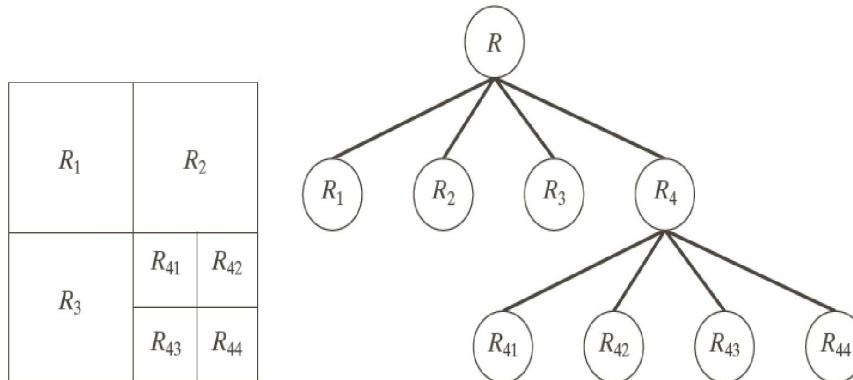


FIGURE 10.50 (a) Text image corrupted by sinusoidal shading. (b) Result of global thresholding using Otsu's method. (c) Result of local thresholding using moving averages.

SEGMENTACIÓN POR SIMILARIDAD: DIVISIÓN

- Se subdivide la imagen inicialmente en un conjunto de regiones disjuntas, dentro de las cuales, se volverá a realizar una subdivisión o bien una fusión entre ellas, dependiendo de si se verifican las condiciones prefijadas.
- La estructura más usada es la de árbol cuaternario



SEGMENTACIÓN POR SIMILARIDAD: DIVISIÓN

Paso 1: Se define un test de homogeneidad. •

Paso 2: Se subdivide la imagen en los cuatro cuadrantes disjuntos.

Paso 3: Se calcula la medida de homogeneidad para cada cuadrante.

Paso 4: Si una región no verifica la condición, se vuelve a subdividir y se repite el proceso hasta que todas las regiones pasan el test de homogeneidad.

Paso 5: Se fusionan dos regiones adyacentes si la condición de homogeneidad se verifica para la unión de las mismas.

SEGMENTACIÓN POR SIMILARIDAD · DIVISIÓN



Imagen de
566x 566 píxeles



Resultado limitando las subregiones más pequeñas permitidas a 32 x 32



Resultado limitando las subregiones más pequeñas permitidas a 16 x 16



Resultado limitando las subregiones más pequeñas permitidas a 8 x 8

SEGMENTACIÓN POR SIMILARIDAD: CRECIMIENTO DE REGIONES

- Es un procedimiento que agrupa los píxeles o subregiones de la imagen en regiones mayores basándose en un criterio prefijado.
- Normalmente se empieza con unos puntos “semillas” para formar una determinada región, añadiendo aquellos píxeles vecinos que cumplan la propiedad especificada (por ejemplo, que estén en un rango de nivel de gris determinado).
- La propiedad considerada en el crecimiento de regiones debe tener en cuenta la información sobre conectividad o adyacencia de la imagen.
- Otro factor importante es la condición de parada.

SEGMENTACIÓN POR SIMILARIDAD: CRECIMIENTO DE REGIONES

Tener en cuenta:

- $F(x,y)$ la imagen de entrada (tamaño $M \times N$).
- $S(x,y)$ la matriz semilla conteniendo unos en las localizaciones de los píxeles semilla y ceros en el resto (tamaño $M \times N$).;
- Q un predicado para ser aplicado en cada posición (x,y) .

SEGMENTACIÓN POR SIMILARIDAD: CRECIMIENTO DE REGIONES

Algoritmo de crecimiento de regiones basado en la 8 conectividad consiste en:

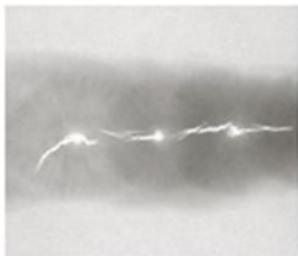
Paso 1: Encuentra todas las componentes conexas en $S(x,y)$ y erosiona cada componente conexa a un pixel; etiqueta todos los píxeles encontrados con unos y el resto de píxeles con ceros.

Paso 2: Forma una imagen F_q tal que, $F_q(x,y) = 1$ si la imagen F satisface el predicado en la posición (x,y) ; en caso contrario $F_q(x,y) = 0$.

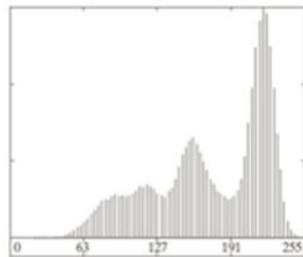
Paso 3: Sea G una imagen formada anexando a cada píxel semilla de S todos los píxeles 8-conexos tales que $F_q = 1$.

Paso 4: Etiqueta cada componente conexa de G (1, 2, 3, ...). La imagen resultante es la imagen segmentada usando crecimiento de regiones.

SEGMENTACIÓN POR SIMILARIDAD: CRECIMIENTO DE REGIONES



Imagen



Histograma



Puntos semilla: puntos con valor de intensidad 255

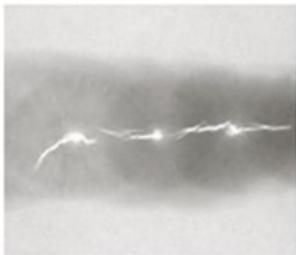


Resultado de erosionar cada componente conexa a un pixel

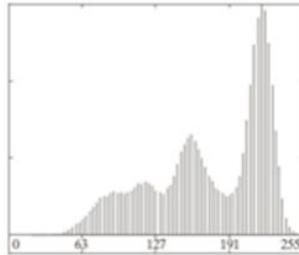
Criterios para aumentar una región:

1. Puntos tal que la diferencia en valor absoluto con un píxel semilla sea menor que 65.
2. 8-adyacencia con algún píxel de la región.

SEGMENTACIÓN POR SIMILARIDAD: CRECIMIENTO DE REGIONES



Imagen



Histograma



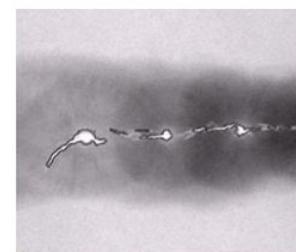
Puntos semilla: puntos con valor de intensidad 255



Resultado de erosionar cada componente conexa a un pixel



Resultado de la segmentación



Borde de las regiones segmentadas