

Procesamiento de imágenes digitales curso 2007/2008. Primera convocatoria

Apellidos.....Nombre.....

Contestar las siguientes preguntas tipo test. Cada respuesta correcta puntúa 0.5 y cada respuesta incorrecta, -0.1.

1. Dada la matriz

$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

- ☐ No puede ser un filtro gradiente.
- ☐ Se corresponde con el filtro de la media.
- ☐ Se corresponde con el filtro de la mediana.
- ☐ Se corresponde con el filtro de la media geométrica.

2. Sea $F(u,v)$ la transformada de Fourier de una imagen. Si se computa $G(u,v)=H(u,v) \cdot F(u,v)$, con

$$H(u,v) = \frac{1}{1 + (D(u,v)/8)^4},$$

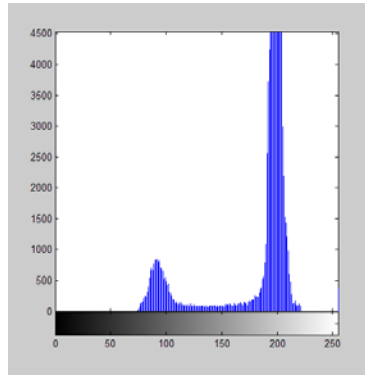
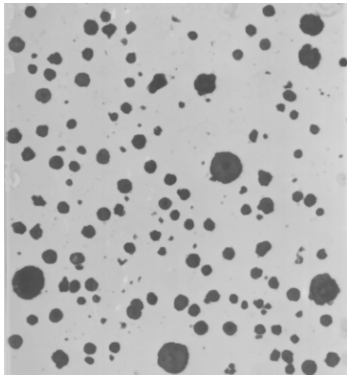
siendo $D(u,v)$ la distancia al origen, ¿cuál de estas afirmaciones **es falsa**?

- ☐ Se está aplicando un filtro de paso bajo.
 - ☐ Se está aplicando un filtro de paso alto.
 - ☐ La imagen resultante quedará emborronada.
 - ☐ Se trata de un filtro Butterworth.
3. Dada una imagen en escala de grises,
- ☐ Su representación matricial siempre será más costosa que su representación por filas (o run-length coding).
 - ☐ Su compresión jpeg, tiene pérdida de información con respecto a la imagen original debido al uso de la Transformada Discreta del Coseno.
 - ☐ Su descomposición en planos de bits hace uso de la codificación LZW.
 - ☐ Su compresión, mediante la codificación de Huffman, no tiene pérdida de información.
4. Dada una imagen binaria, la dilatación morfológica de un conjunto de píxeles negros, A, mediante un elemento estructural B conteniendo al origen,
- ☐ Da como resultado un conjunto que contiene a A.
 - ☐ Puede dar como resultado un conjunto contenido estrictamente en A.
 - ☐ Elimina el ruido negro en la imagen.
 - ☐ Ninguna de las afirmaciones anteriores es cierta.

5. La siguiente máscara de convolución, $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ -0.5 & 1 & -0.5 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

- ☐ Realza los bordes horizontales, tratándose de un filtro de paso alto.
- ☐ Realza los bordes verticales, tratándose de un filtro de paso alto.
- ☐ Realza los detalles brillantes de la imagen, tratándose de un filtro de paso bajo.
- ☐ Elimina el ruido del tipo sal y pimienta en la imagen, dejando el resto inalterado.

6. Considera la siguiente imagen de célula y su histograma:

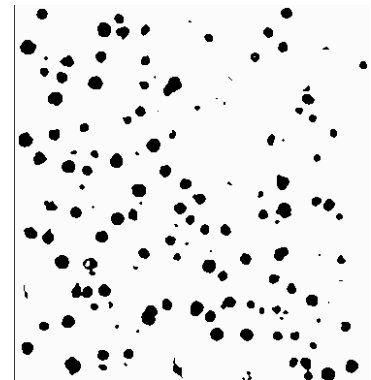


¿Qué valor umbral es el adecuado para binarizar la imagen?

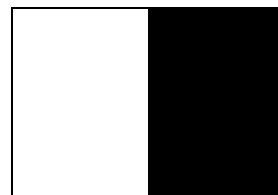
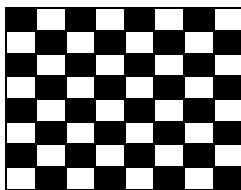
- ☐ 50
- ☐ 150
- ☐ 200
- ☐ cualquier valor entre 100 y 200

7. Después de binarizar la imagen anterior, ¿de qué forma podríamos crear la imagen siguiente donde sólo aparecen las células cuyo radio tiene una longitud inferior a 8 píxeles?

- ☐ Realizamos una apertura con un elemento estructural circular de radio 8. A continuación restamos la imagen resultante a la imagen original.
- ☐ Realizamos una transformación hit or miss con un elemento estructural circular de radio 8. A continuación restamos la imagen resultante a la imagen original.
- ☐ Realizamos un filtro de mediana con una máscara de convolución de 17x17 para eliminar los ruidos. A continuación restamos la imagen resultante a la imagen original.
- ☐ Ninguna de las respuestas anteriores es la correcta.



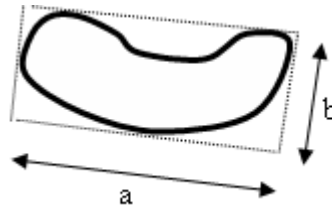
8. Dadas las imágenes siguientes, ambas de dimensiones 24x24:



¿Cuál de las siguientes afirmaciones **es falsa**?

- ☐ Ambas tienen el mismo histograma, pero si se aplica un filtro de suavizado con una máscara 3x3, tendrán distinto histograma.
- ☐ Considerando la (8,4)-adyacencia, tienen distinto número de componentes conexas negras.
- ☐ No pueden corresponder a dos binarizaciones, con distinto valor umbral, de una misma imagen.
- ☐ La representación en árbol cuaternario de la primera imagen es más costosa que la de la segunda.

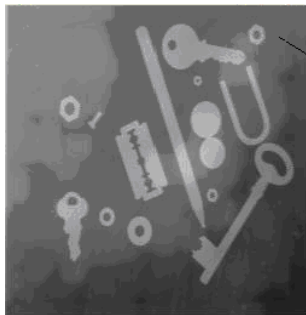
9. La elongación (E) se puede definir como la razón entre la longitud de lado mayor, a , y la longitud del lado menor, b , del rectángulo de área mínima que contiene al objeto.



Esta medida:

- ☐ Podemos obtener información del perímetro de un objeto. Mientras mayor es E , mayor es el perímetro del objeto.
- ☐ No es una buena medida, ya que podríamos crear una curva tan alargada como quisiéramos y cuyo valor de elongación fuera 1.
- ☐ Si dividimos la elongación por el área del objeto, sí sería una buena medida para comparar perímetros de objetos.
- ☐ Si multiplicamos la elongación por el área del objeto, sí sería una buena medida para comparar perímetros de objetos.

10. Identificación de patrones: ¿Qué método sería el más adecuado para identificar en una imagen el lugar donde se encuentra un objeto determinado cuya imagen es bien conocida?



objeto

- ☐ Utilizando como plantilla el propio objeto a reconocer superponiendo la plantilla en cada píxel de la imagen y calculando la diferencia entre las matrices correspondientes a dichas ventanas.
- ☐ Realizando una erosión en niveles de gris, utilizando como elemento estructural el propio objeto.
- ☐ Realizando una transformación top-hat en niveles de gris, utilizando como elemento estructural el propio objeto.
- ☐ Utilizando como elemento estructural el propio objeto y realizando un filtro de paso alto.

Ejercicio (5 puntos)

Considerar la Transformada Discreta de Fourier (TDF) de una imagen $f(x, y)$ de tamaño $N \times N$

$$F(u, v) = \frac{1}{N^2} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) e^{-2\pi i \left(\frac{ux+vy}{N} \right)}$$

- a) Demostrar que $F(0,0)$ coincide con el valor promedio de todas las intensidades.
- b) Teniendo en cuenta que $e^{i\alpha} = \cos \alpha + i \sin \alpha$, demostrar que la TDF de $(-1)^{x+y} \cdot f(x, y)$ es $F\left(u - \frac{N}{2}, v - \frac{N}{2}\right)$.
- c) Demostrar que la TDF es periódica de periodo N , es decir,
 $F(u, v) = F(u + N, v) = F(u, v + N) = F(u + N, v + N)$.

- d) Dada la matriz de intensidades $f(x, y)$ de una imagen I , de 8 niveles de gris:

$$\begin{bmatrix} 6 & 6 & 0 & 0 & 0 \\ 5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 6 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Si realizamos la TDF de $(-1)^{x+y} f(x, y)$ y denotamos por

$$\begin{bmatrix} E & * & * & * & * \\ * & * & * & * & * \\ * & C & A & B & * \\ * & * & * & * & * \\ * & * & * & * & D \end{bmatrix}$$

la matriz de sus

módulos, calcular el valor de A, B, C y E/D .

Nota: Se recuerda que $|F(u, v)| = |F(-u, -v)|$.

- e) Explicar qué significa que la TDF sea separable.
- f) Realizar la dilatación de la imagen I mediante el elemento estructural $b: \mathbb{Z} \times \mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{Z}$, tal que $b(0,0) = b(0,1) = b(1,0) = b(-1,0) = b(0,-1) = 1$, y $b(x,y) = 0$ en otro caso.

Procesamiento de imágenes digitales curso 2007/2008. Primera convocatoria

SOLUCIÓN

Contestar las siguientes preguntas tipo test. Cada respuesta correcta puntúa 0.5 y cada respuesta incorrecta, -0.1.

1. Dada la matriz

$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

- ☒ No puede ser un filtro gradiente
- ☐ Se corresponde con el filtro de la media.
- ☐ Se corresponde con el filtro de la mediana.
- ☐ Se corresponde con el filtro de la media geométrica.

2. Sea $F(u,v)$ la transformada de Fourier de una imagen. Si se computa $G(u,v)=H(u,v) \cdot F(u,v)$, con

$$H(u,v) = \frac{1}{1 + (D(u,v)/8)^4}, \text{ siendo } D(u,v) \text{ la distancia al origen,}$$

¿cuál de estas afirmaciones **es falsa**?

- ☐ Se está aplicando un filtro de paso bajo.
- ☒ Se está aplicando un filtro de paso alto.
- ☐ La imagen resultante quedará emborronada.
- ☐ Se trata de un filtro Butterworth.

3. Dada una imagen en escala de grises,

- ☐ Su representación matricial siempre será más costosa que su representación por filas (o run-length coding).
- ☐ Su compresión jpeg, tiene pérdida de información con respecto a la imagen original debido al uso de la Transformada Discreta del Coseno.
- ☐ Su descomposición en planos de bits hace uso de la codificación LZW.
- ☒ Su compresión, mediante la codificación de Huffman, no tiene pérdida de información.

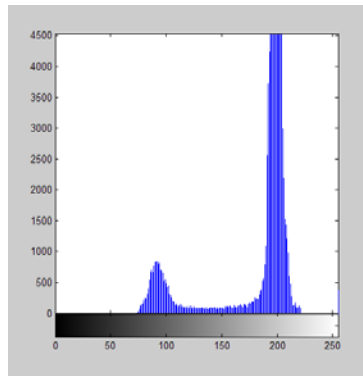
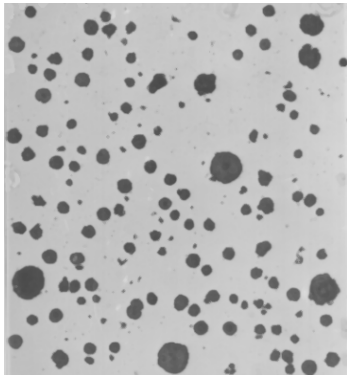
4. Dada una imagen binaria, la dilatación morfológica de un conjunto de píxeles negros, A, mediante un elemento estructural B conteniendo al origen,

- ☒ Da como resultado un conjunto que contiene a A.
- ☐ Puede dar como resultado un conjunto contenido estrictamente en A.
- ☐ Elimina el ruido negro en la imagen.
- ☐ Ninguna de las afirmaciones anteriores es cierta.

5. La siguiente máscara de convolución, $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ -0.5 & 1 & -0.5 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

- ☐ Realza los bordes horizontales, tratándose de un filtro de paso alto.
- ☒ Realza los bordes verticales, tratándose de un filtro de paso alto.
- ☐ Realza los detalles brillantes de la imagen, tratándose de un filtro de paso bajo.
- ☐ Elimina el ruido del tipo sal y pimienta en la imagen, dejando el resto inalterado.

6. Considera la siguiente imagen de célula y su histograma:

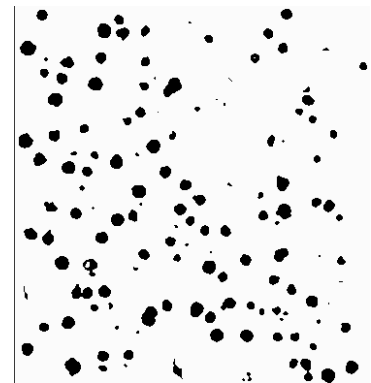


¿Qué valor umbral es el adecuado para binarizar la imagen?

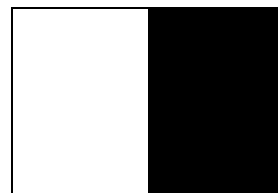
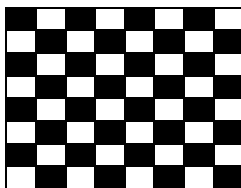
- ☐ 50
- ☒ 150
- ☐ 200
- ☐ cualquier valor entre 100 y 200

7. Después de binarizar la imagen anterior, ¿de qué forma podríamos crear la imagen siguiente donde sólo aparecen las células cuyo radio tiene una longitud inferior a 8 píxeles?

- ☒ Realizamos una apertura con un elemento estructural circular de radio 8. A continuación restamos la imagen resultante a la imagen original.
- ☐ Realizamos una transformación hit or miss con un elemento estructural circular de radio 8. A continuación restamos la imagen resultante a la imagen original.
- ☐ Realizamos un filtro de mediana con una máscara de convolución de 17x17 para eliminar los ruidos. A continuación restamos la imagen resultante a la imagen original.
- ☐ Ninguna de las respuestas anteriores es la correcta.



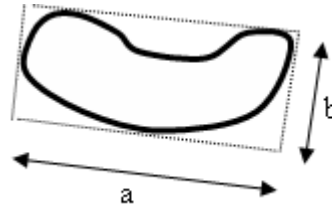
8. Dadas las imágenes siguientes, ambas de dimensiones 24x24:



¿Cuál de las siguientes afirmaciones **es falsa**?

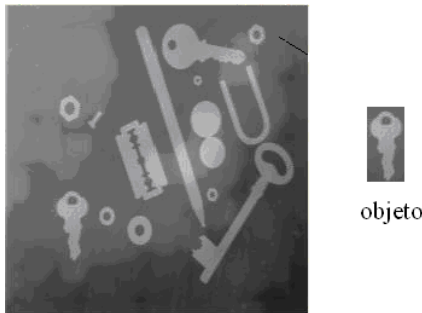
- ☐ Ambas tienen el mismo histograma, pero si se aplica un filtro de suavizado con una máscara 3x3, tendrán distinto histograma.
- ☒ Considerando la (8,4)-adyacencia, tienen distinto número de componentes conexas negras.
- ☐ No pueden corresponder a dos binarizaciones, con distinto valor umbral, de una misma imagen.
- ☐ La representación en árbol cuaternario de la primera imagen es más costosa que la de la segunda.

9. La elongación (E) se puede definir como la razón entre la longitud de lado mayor, a , y la longitud del lado menor, b , del rectángulo de área mínima que contiene al objeto.



Esta medida:

- ☐ Podemos obtener información del perímetro de un objeto. Mientras mayor es E, mayor es el perímetro del objeto.
 - ✓ No es una buena medida, ya que podríamos crear una curva tan alargada como quisiéramos y cuyo valor de elongación fuera 1.
 - ☐ Si dividimos la elongación por el área del objeto, sí sería una buena medida para comparar perímetros de objetos.
 - ☐ Si multiplicamos la elongación por el área del objeto, sí sería una buena medida para comparar perímetros de objetos.
10. Identificación de patrones: ¿Qué método sería el más adecuado para identificar en una imagen el lugar donde se encuentra un objeto determinado cuya imagen es bien conocida?



- ✓ Utilizando como plantilla el propio objeto a reconocer superponiendo la plantilla en cada píxel de la imagen y calculando la diferencia entre las matrices correspondientes a dichas ventanas.
- ☐ Realizando una erosión en niveles de gris, utilizando como elemento estructural el propio objeto.
- ☐ Realizando una transformación top-hat en niveles de gris, utilizando como elemento estructural el propio objeto.
- ☐ Utilizando como elemento estructural el propio objeto y realizando un filtro de paso alto.

Ejercicio (5 puntos) Considerar la Transformada Discreta de Fourier (TDF) de una imagen $f(x, y)$ de tamaño $N \times N$

$$F(u, v) = \frac{1}{N^2} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) e^{-2\pi i \left(\frac{ux+vy}{N} \right)}$$

- a) Demostrar que $F(0,0)$ coincide con el valor promedio de todas las intensidades.

Solución: Al sustituir x e y por 0, tenemos que $F(0,0) = \frac{1}{N^2} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y)$ que es el promedio de todas las intensidades.

- b) Teniendo en cuenta que $e^{i\alpha} = \cos \alpha + i \sin \alpha$, demostrar que la TDF de $(-1)^{x+y} \cdot f(x, y)$ es

$$F\left(u - \frac{N}{2}, v - \frac{N}{2}\right).$$

Solución: Para calcular la nueva TDF; basta sustituir $f(x, y)$ por $(-1)^{x+y} \cdot f(x, y)$ en la expresión de

$$F(u, v). \text{ Por tanto, la nueva TDF es } F'(u, v) = \frac{1}{N^2} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} (-1)^{x+y} f(x, y) e^{-2\pi i \left(\frac{ux+vy}{N} \right)}$$

Como $(-1)^{x+y} = e^{i\pi(x+y)}$, operando tenemos que

$$F'(u, v) = \frac{1}{N^2} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) e^{\left(\frac{(u-N/2)x + (v-N/2)y}{N} \right)} = F(u - N/2, v - N/2)$$

- c) Demostrar que la TDF es periódica de periodo N , es decir,
 $F(u, v) = F(u + N, v) = F(u, v + N) = F(u + N, v + N)$.

Solución: Probemos, por ejemplo, que $F(u, v) = F(u + N, v)$. El resto de las igualdades se hacen de forma similar.

$$F(u + N, v) = \frac{1}{N^2} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) e^{-2\pi i \left(\frac{(u+N)x + vy}{N} \right)} = \frac{1}{N^2} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) e^{-2\pi i x} e^{-2\pi i \left(\frac{ux + vy}{N} \right)} = F(u, v)$$

ya que $e^{-2\pi i x} = 1$.

- d) Dada la matriz de intensidades $f(x, y)$ de una imagen I , de 8 niveles de gris:

$$\begin{bmatrix} 6 & 6 & 0 & 0 & 0 \\ 5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 6 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Si realizamos la TDF de $(-1)^{x+y} f(x, y)$ y denotamos por $\begin{bmatrix} E & * & * & * & * \\ * & * & * & * & * \\ * & C & A & B & * \\ * & * & * & * & * \\ * & * & * & * & D \end{bmatrix}$ la matriz de sus módulos,

calcular el valor de A , B , C y E/D .

Nota: Se recuerda que $|F(u, v)| = |F(-u, -v)|$.

Solución: Teniendo en cuenta los apartados a), b) y c), tenemos que

$$A = |F(0, 0)| = |\text{valor promedio de las intensidades}| = 1$$

$$\text{Además, teniendo en cuenta la nota, } B = C = |F(0, 1)| = \left| \frac{1}{25} \left(13 + 6 \left(e^{\frac{-2\pi i}{5}} + e^{\frac{-6\pi i}{5}} \right) \right) \right|$$

$$D = E = |F(2, 2)|. \text{ Por tanto, } E/D = 1.$$

- e) Explicar qué significa que la TDF sea separable.

Solución: mirar en los apuntes, en el tema de transformadas.

- f) Realizar la dilatación de la imagen I mediante el elemento estructural $b : \mathbb{Z} \times \mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{Z}$, tal que $b(0, 0) = b(0, 1) = b(1, 0) = b(-1, 0) = b(0, -1) = 1$, y $b(x, y) = 0$ en otro caso.

$$\begin{bmatrix} 6 & 6 & 0 & 0 & 0 \\ 5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 6 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \xrightarrow{f \oplus b} \begin{bmatrix} 7 & 7 & 7 & 1 & 1 \\ 7 & 7 & 1 & 1 & 1 \\ 6 & 3 & 1 & 7 & 1 \\ 3 & 1 & 7 & 7 & 7 \\ 1 & 1 & 1 & 7 & 1 \end{bmatrix}$$