

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación

Dpto de Teoría de la Señal y Comunicaciones, Sistemas Telemáticos y Computación

TRATAMIENTO DIGITAL DE LA IMAGEN

Duración máxima: 160 minutos

Nombre y apellidos:

Debe entregar el enunciado del examen

C1	
C2	
C3	
C4	
C5	
C6	
C7	
C8	

CUESTIÓN 1 (0.8 p)

Dada una imagen $I=[2\ 3\ 4\ 5\ 2\ 3\ 4\ 5\ 5\ 1\ 5]$ uni-dimensional de tipo `double`, obtenga:

- 1) El histograma de I . (0.1p)
- 2) El resultado de aplicar un filtro paso alto lineal de longitud 3. Considere que la imagen resultante es una variable de tipo `double`. Justifique la máscara utilizada y la posición de su centro. Explique la obtención detallada de dos puntos de la imagen filtrada (0.7p)

Justifique sus respuestas.

CUESTIÓN 2 (1 p)

Considere dos imágenes de tamaño $M \times N$ píxeles, de modo que cada imagen almacena valores de tipo `uint8`. La visualización de ambas imágenes permite representar distintos colores, siendo una de las imágenes una imagen indexada (*indexed image*) y la otra una imagen RGB en color verdadero (*true color*). Para este caso concreto, explique en qué se diferencian ambas imágenes. (0.2 p)

Haciendo uso de **uno** de los comandos `gray2ind`, `ind2gray`, `rgb2gray`, `rgb2ind`, `ind2rgb` de Matlab (véase Tabla C2), indique y justifique razonadamente la secuencia de instrucciones para convertir la imagen RGB de la Figura C2 en una imagen indexada, de modo que:

- cada objeto tenga un color diferente del color del fondo
- los únicos colores presentes en la imagen sean los colores primarios de la mezcla de color sustractiva, así como la mezcla de todos ellos en la máxima proporción

Comando	Sintaxis y ayuda
<code>gray2ind</code>	Convert grayscale or binary image to indexed image. <code>gray2ind</code> scales and then rounds the intensity image to produce an equivalent indexed image. <code>[X, map] = gray2ind(I,n)</code> converts the grayscale image <code>I</code> to an indexed image <code>x</code> . <code>n</code> specifies the size of the colormap, <code>gray(n)</code> . <code>n</code> must be an integer between 1 and 65536. If <code>n</code> is omitted, it defaults to 64.
<code>ind2gray</code>	Convert indexed image to grayscale image. <code>I = ind2gray(x,map)</code> converts the image <code>x</code> with colormap <code>map</code> to a grayscale image <code>I</code> . <code>ind2gray</code> removes the hue and saturation information from the input image while retaining the luminance.

rgb2gray	<p>Convert RGB image or colormap to grayscale.</p> <p><code>I = rgb2gray(RGB)</code> converts the truecolor image <code>RGB</code> to the grayscale intensity image <code>I</code>. The <code>rgb2gray</code> function converts RGB images to grayscale by eliminating the hue and saturation information while retaining the luminance</p>
rgb2ind	<p>Convert RGB image to indexed image.</p> <p><code>[X,map] = rgb2ind(RGB,n)</code> converts the RGB image to an indexed image <code>x</code> using minimum variance quantization and dithering. <code>map</code> contains at most <code>n</code> colors. <code>n</code> must be less than or equal to 65,536.</p> <p><code>x = rgb2ind(RGB, map)</code> converts the RGB image to an indexed image <code>x</code> with colormap <code>map</code> using the inverse colormap algorithm and dithering. <code>size(map,1)</code> must be less than or equal to 65,536.</p>
ind2rgb	<p>Convert indexed image to RGB image.</p> <p><code>RGB = ind2rgb(x,map)</code> converts the indexed image, <code>x</code>, and the corresponding colormap, <code>map</code>, to the truecolor image, <code>RGB</code>. The indexed image, <code>x</code>, is an <code>m</code>-by-<code>n</code> array of integers. The colormap, <code>map</code>, is a three-column array of values in the range <code>[0,1]</code>. Each row of <code>map</code> is a three-element RGB triplet that specifies the red, green, and blue components of a single color of the colormap.</p>

Tabla C2. Sintaxis y ayuda de algunos comandos de Matlab.



Figura C2. Imagen *true color*.

CUESTIÓN 3 (0.8 p)

La matriz de co-ocurrencia de niveles de gris (GLCM, *Gray-Level Co-occurrence Matrix*) se suele utilizar en la caracterización de texturas. Explique cómo obtendría una GLMC simétrica normalizada para una determinada distancia d entre píxeles y una determinada orientación θ . Considere que la imagen sobre la que se obtiene la GLMC tiene L niveles de intensidad. ¿Cuál es el objetivo de realizar esta normalización?

CUESTIÓN 4 (1 p)

Considere la aplicación de la Transformada de Hough para segmentos rectos sobre la imagen binaria de 13×13 píxeles de la Figura C4. Represente la matriz acumuladora y, de manera aproximada, indique los valores de θ y ρ donde se encontrarían los **seis** máximos de mayor altura. Indique también el valor de cada máximo. Considere como origen de referen-

cia el píxel de coordenadas (0,0).

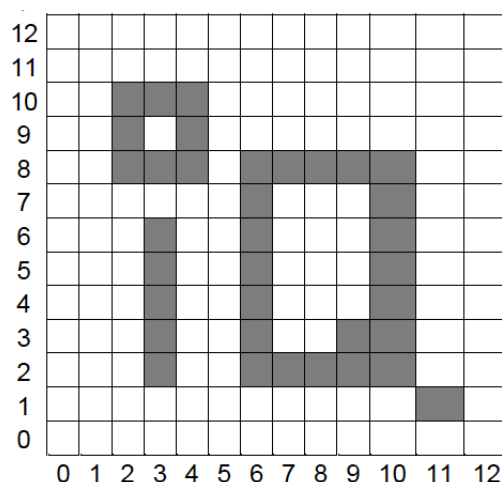


Figura C4. Imagen binaria con mallado artificial superpuesto para identificar cada píxel. Los píxeles de primer plano se representan con nivel gris; los píxeles de fondo se representan en blanco.

CUESTIÓN 5 (1.5 p)

Considere la imagen binaria de la Figura C5-1(a), sobre la que se aplican operadores morfológicos con el elemento estructurante (EE) de la Figura C5-1(b). Si el centro del EE corresponde con su centro geométrico, obtenga la reflexión del EE. Justifique su respuesta. (0.2p)

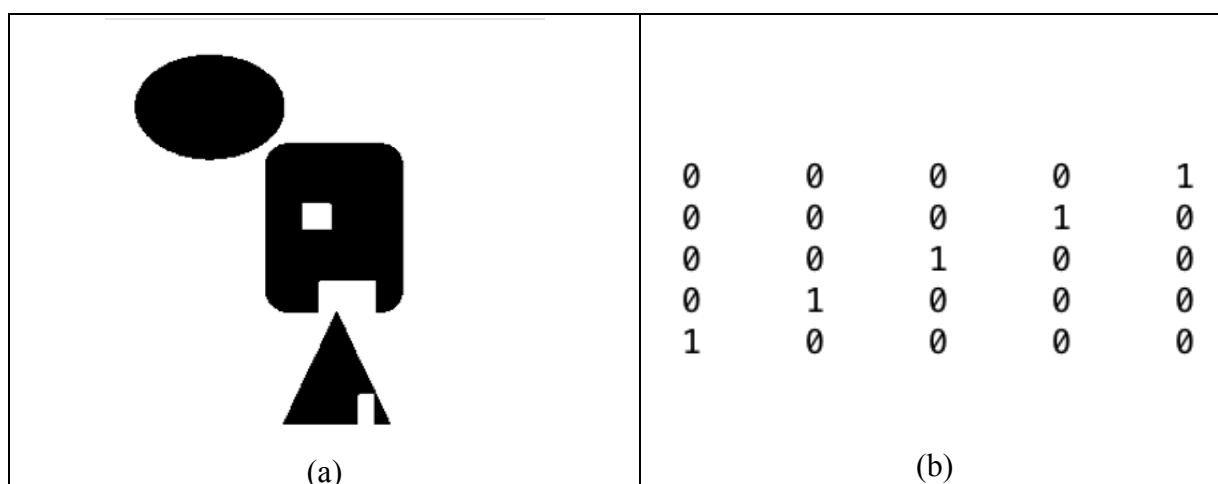


Figura C5-1. (a) Imagen binaria; (b) Elemento Estructurante.

Sobre la imagen de la Figura C5-1(a) se aplican cuatro operadores morfológicos binarios (erosión, dilatación, apertura, cierre) con el EE de la Figura C5-1(b). El resultado de la aplicación de dos de esos operadores se muestran en la Figura C5-2. Justifique razonadamente qué dos operadores, de los cuatro indicados previamente, se han utilizado para obtener cada una de las imágenes de la Figura C5-2. (0.5p)

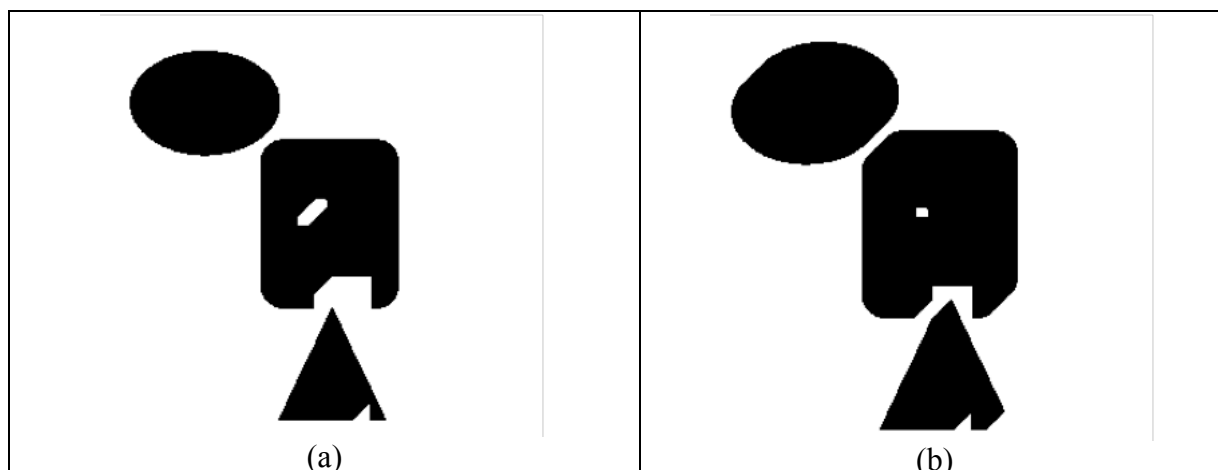


Figura C5-2. Resultado de aplicar dos operadores binarios a la imagen de la Figura C5-1(a).

Justifique razonadamente cómo sería la imagen resultante de aplicar cada uno de los otros dos operadores. Realice un esbozo de la imagen resultante, identificando claramente los píxeles asociados a primer plano y fondo. (0.8p)

CUESTIÓN 6 (1 p)

Considere la imagen binaria que se muestra en la Figura C6(a). Se desea separar el blob de primer plano en dos elementos cuya forma es, aproximadamente, elíptica. Justifique razonadamente qué procedimiento seguiría para obtener la frontera de segmentación que se muestra en la Figura C6(b).

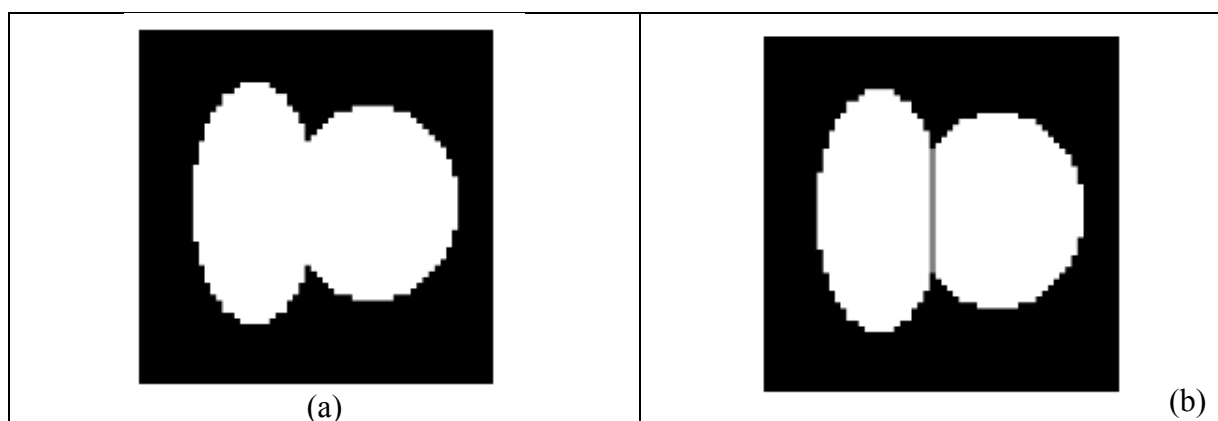


Figura C2. Imagen binaria: (a) original; (b) con la frontera entre objetos (marcada en gris).

Para resolver el ejercicio **sólo** puede aplicar transformaciones aritméticas y lógicas, así como los operadores de reconstrucción morfológica, transformada distancia y segmentación por *watershed*. No puede realizar ninguna suposición sobre el tamaño del blob, de modo que el procedimiento debe ser válido para una imagen de cualquier tamaño.

Nota: Para resolver el ejercicio es posible que deba proponer alguna modificación sobre los algoritmos presentados en la asignatura.

CUESTIÓN 7 (0.9 p)

El algoritmo SIFT (*Scale Invariant Feature Transform*) permite detectar puntos de interés en una imagen y caracterizar cada punto en base a una descripción de su entorno. Asumiendo que ya se ha detectado un conjunto de puntos SIFT, describa brevemente los principales pasos para crear el descriptor de características SIFT de cada punto.

Indique una aplicación del algoritmo SIFT.

CUESTIÓN 8 (3 p)

Se dispone de una secuencia de vídeo denominada 'rhinos.avi' y se quiere llevar a cabo el análisis de la misma. En la Figura C8 se muestran tres *frames* de dicha secuencia.



(a)



(b)



(c)

Figura C8. Tres *frames* de la secuencia 'rhinos.avi': (a) *Frame i-1*; (b) *Frame i*; y (c) *Frame i+1*.

C8.1.- Sabiendo que la secuencia ha sido contaminada con ruido, ¿qué procedimiento seguiría para mejorar la calidad de los *frames* mostrados en la Figura C8? Justifique razonadamente su respuesta. (0.5 p)

C8.2.- ¿Qué dos elementos son fundamentales para llevar a cabo una correcta segmentación del vídeo? ¿por qué? Justifique su respuesta. (0.25 p)

C8.3.- ¿Qué factores es necesario tener en cuenta para elegir un método de segmentación adecuado en función de la aplicación para la que se va a utilizar? Sea conciso y claro en su respuesta. (0.25 p)

C8.4.- Si se desea llevar a cabo una detección de cambio espacio-temporal en la secuencia de vídeo, por ejemplo analizando cambios entre una secuencia de imágenes (considere los 3 *frames* de la Figura C8) y una imagen de referencia, ¿qué pasos llevaría a cabo? (0.5 p)

C8.5.- Se desea llevar a cabo la segmentación basada en movimiento (“segmentación de movimiento”) de la secuencia de vídeo ‘rhinos.avi’. Teniendo en cuenta las características de la misma, las cuales se pueden extraer observando los 3 *frames* mostrados en la Figura C8, indique y justifique razonadamente qué método de segmentación de movimiento, de los presentados en la asignatura, llevaría a cabo para dicha tarea. (0.5 p)

C8.6.- Describa los pasos a seguir para alcanzar la segmentación justificada en el apartado anterior. (0.5 p)

C8.7.- ¿Cómo podría llevar a cabo el seguimiento de los objetos obtenidos tras la segmentación? Explique detalladamente qué procedimiento debería realizar. (0.5 p)