PRÁCTICA 2

"Extracción de información básica en imágenes binarias: implementación de funciones de interés"

Objetivo:

Implementación de funciones de interés en la extracción de información de información de interés presente en una matriz binaria. Estas funciones son:

- Algoritmo iterativo de etiquetado.
- Cálculo de área y centroide de objetos.
- Eliminación de componentes conexas cuyo número de píxeles es inferior a un valor dado.

Imagen a utilizar: "ImagenBinaria.tif".

Ejercicios

1. Lee la imagen del fichero "ImagenBinaria.tif". Comprueba que es una imagen binaria en la que están localizados los píxeles que integran los objetos que se muestran en la imagen.

2. Genera una matriz binaria tipo *double* o *logical* donde: el valor *0* signifique píxel de fondo; el valor *1* signifique píxel de objeto.

3. Genera una imagen en color, donde se visualice con un color diferente los objetos presentes en la imagen (al haber 6 objetos, pueden utilizarse los colores primarios y secundarios).

Para ello, se deben implementar las siguientes funciones:

- Función *Visualiza*:

```
Io = funcion_visualiza(Ii,Ib, Color, flagRepresenta)
```

  donde:

  - `Ii`: imagen de entrada, que puede ser en color o en escala de grises.
  - `Ib`: matriz binaria del mismo número de filas y columnas que la imagen de entrada, puede ser tipo `logical` o `double`.
  - `Color`: vector con 3 valores de 0 a 255, con la codificación RGB de un determinado color.
  - `flagRepresenta`: variable opcional que, cuando se pasa como un `true` lógico, indica a la función que debe generar una ventana tipo `figure` con la representación de la imagen de salida.
  - `Io`: imagen en color de salida que representa la información de `Ib` ('1s' binarios) en el color especificado en `Color`, sobre la imagen de entrada `Ii`.

- Función *Etiquetar* (ver documentación adjunta):

```
[IEtiq, N] = funcion_etiquetar (Ib)
```

  donde:

  - `Ib`: matriz binaria con dos posibles valores, *0*'s y *1*'s, puede ser tipo `logical` o `double`.
  - `N`: número de agrupaciones conexas de *1's* presentes en la `Ib`, atendiendo a conectividad tipo 4.
  - `IEtiq`: matriz tipo `double`, de las mismas dimensiones que `Ib`, con `N+1` posibles valores, 0 para identificar los *0*'s de `Ib` y valores de etiqueta de 1 a N (números enteros) para identificar los píxeles de las agrupaciones conexas *1*'s detectadas en `Ib`.

4. Genera una imagen donde se localicen, a través de su centroide, los objetos de mayor y menor área (ver documentación para la definición de área y centroide).

   Para ello, se deben implementar las siguientes funciones:

   - Función *Calcula Áreas* (ver documentación definición de área):

     ```
     areas = función_calcula_areas (IEtiq, N)
     ```

     donde:

     - `IEtiq, N`: información generada con `funcion_etiquetar`.
     - `areas`: matriz de `N` filas y una columna (vector fila) con los valores de áreas de las agrupaciones de `IEtiq` almacenados en la posición del vector fila correspondiente al valor de las etiquetas.

   - Función *Calcula Centroides* (ver documentación definición de área):

     ```
     centroides = función_calcula_centroides (IEtiq, N)
     ```

     donde:

     - `IEtiq, N`: información generada con `funcion_etiquetar`.
     - `Centroides`: matriz de `N filas` y dos columnas; cada fila contiene la coordenada `x` (primera columna) e `y` (segunda columna) del centroide de la agrupación etiquetada con el valor de la posición de su fila.

5. Genera una imagen binaria donde sólo se visualicen los dos objetos de área mayor.

   Para ello, se debe implementar la siguiente función:

```
IbFilt = función_filtra_objetos (Ib , numPix)
```

   donde:

   - `Ib`: matriz binaria con dos posibles valores, *0's* y *1's*, puede ser tipo `logical` o `double`.
   - `numPix`: se eliminarán todas las agrupaciones de *1's* de `Ib` que tengan un área menor a este valor.
   - `IbFilt`: matriz binaria, de las mismas dimensiones que `IbFilt`, con dos posibles valores, *0's* y *1's*, con el valor 1 indicando las agrupaciones de `Ib` cuya área es mayor o igual a `NumPix`.

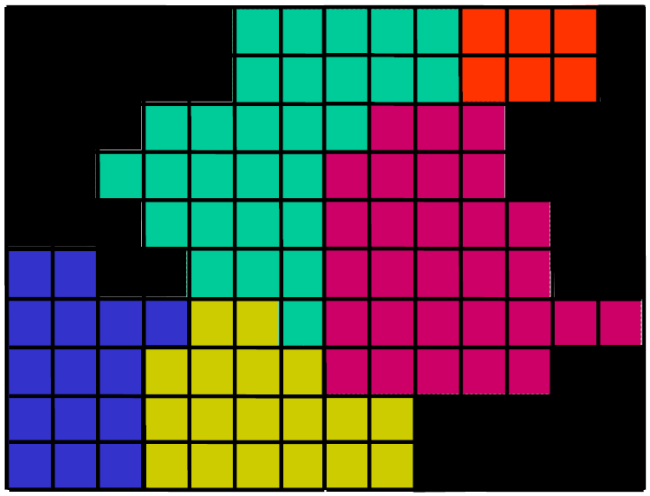
Observación: para implementar esta función pueden utilizarse o integrarse las funciones implementadas en esta práctica.

DOCUMENTACIÓN PRÁCTICA 2: ETIQUETADO

Etiquetado

➢ **Binarización por umbralización: los píxeles de los distintos objetos se localizan y se distinguen del fondo. Sin embargo, los píxeles de diferentes objetos no están diferenciados (todos tienen el mismo nivel de gris alto) ⇒ Etapa de Etiquetado *("labelling"):* a cada objeto se le asigna una etiqueta, un nivel de gris distinto.**

➢ **Objetivo: crear un mapa de ocupación de regiones (o plano de etiquetado), un conjunto de etiquetas de regiones relacionadas con la imagen, f(x,y), que las diferencie.**



Imagen

1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	4
1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	4
1	1	1	2	2	2	2	2	5	5	5	4	4	4
1	1	2	2	2	2	2	5	5	5	5	4	4	4
1	1	1	2	2	2	2	5	5	5	5	5	4	4
6	6	1	1	2	2	2	5	5	5	5	5	4	4
6	6	6	6	7	7	2	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	7	7	7	7	5	5	5	5	5	8	8
6	6	6	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8
6	6	6	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8

Mapa de ocupación o plano de etiquetado

DOCUMENTACIÓN PRÁCTICA 2: ETIQUETADO

➢ **Idea básica: píxeles vecinos de acuerdo a alguna clase de conectividad pertenecen al mismo objeto y deben ser etiquetados de la misma forma.**

→ **Entrada: imagen binaria donde los "unos" representan los píxeles de los distintos objetos presentes en la imagen.**

→**Asumiendo *conectividad-4*, con un orden de exploración de izquierda a derecha y de arriba-abajo se recorre la imagen.**

→ **Cuando se encuentra el primer píxel que esté a nivel alto se le asocia la etiqueta *("label") 1* para identificarlo como primer objeto.**

→ **Se examinan sus vecinos: aquellos que también estén a nivel alto recibirán la misma etiqueta.**

→ **Cuando un píxel no sea vecino de uno etiquetado pero esté a nivel alto se le asocia la siguiente etiqueta, *2*, y así sucesivamente.**

➢ **Ejemplo: imagen *a* con regiones segmentadas y resultado final tras el etiquetado (imagen *b*):**

$$a \equiv \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad ; \quad b \equiv \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & A \end{bmatrix}$$

→ **El píxel *A* tiene un píxel etiquetado con *1* a la izquierda y con *2* por encima, y conecta a las regiones *1* y *2*.**

→ **Todos los píxeles etiquetados con *1* y con *2* pertenecen realmente a la misma región y deben ser etiquetados de la misma forma.**

DOCUMENTACIÓN PRÁCTICA 2: ETIQUETADO

Algoritmo iterativo de etiquetado

→ **Entrada: Imagen simple binaria:** $a \equiv \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$

1.- Paso de inicialización:

→ **A cada píxel que esté a nivel alto le asocia una etiqueta distinta:** $b \equiv \begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 & 0 & 3 & 4 & 0 \\ 0 & 5 & 6 & 0 & 7 & 8 & 0 \\ 0 & 9 & 10 & 11 & 12 & 13 & 0 \end{bmatrix}$

2.- Primera pasada de arriba-abajo:

→ **Recorrer la imagen, empezando por el primer píxel (extremo superior izquierda), de izquierda a derecha y de arriba abajo.**

→ **Para cada píxel etiquetado, seleccionar la etiqueta mínima de sus vecinos distintos de cero en la misma línea o en la previa.**

$c \equiv \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 3 & 3 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 3 & 3 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$

3.- Primera pasada de abajo-arriba:

→ **Proceder de la misma forma que en 2, pero empezando por el último píxel (extremo inferior derecha) y recorriendo la imagen de derecha a izquierdas y de abajo a arriba.**

$d \equiv \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$

4.- Repetir pasos 2 y 3 iterativamente hasta que no se produzcan cambios de etiqueta.

Algoritmo iterativo de etiquetado: pseudocódigo

→ **Imagen binaria *I* de *NLINEAS*, cada una con *NPIXELES* y la etiqueta *ETIQUETA*.**

Funciones:

→ ***NUEVAETIQUETA:* genera una nueva etiqueta con valor entero cada vez que es llamada.**

→ ***VECINOS:* devuelve el conjunto de los vecinos ya etiquetados de un determinado píxel en su misma línea o en la línea previa.**

→ ***ETIQUETAS:* cuando se le proporciona el conjunto de los píxeles ya etiquetados, devuelve el conjunto de sus etiquetas.**

→ ***MIN:* cuando se le proporciona un conjunto de etiquetas devuelve la mínima etiqueta.**

```
Procedimiento iterar
"inicialización de cada píxel de valor 1 a una única etiqueta"
for L=1 to NLINEAS
    for P=1 to NPIXELES
        if I(L,P) == 1
        then ETIQUETA(L,P) = NUEVAETIQUIETA()
        else ETIQUETA(L,P) = 0
    endfor
endfor
```

```
"Iteración de arriba-abajo seguida por pasos de abajo-arriba"

Repetir hasta que la variable CAMBIO sea FALSO

"Paso de arriba-abajo"
CAMBIO = FALSO
for L=1 to NLINEAS
    for P=1 to NPIXELES
        if ETIQUETA(L,P) ≠ 0
        then
            M = MIN ( ETIQUETAS( VECINOS((L,P)) ∪ (L,P) ) )
            if  M ≠ ETIQUETA(L,P)
            then CAMBIO = VERDADERO
            ETIQUETA(L,P) = M
            endif
        endif
    endfor
endfor

"Paso de abajo-arriba"
for L=NLINEAS to 1 (por -1)
    for P=NPIXELES to 1 (por -1)
        If ETIQUETA(L,P) ≠ 0
        then
            M = MIN ( ETIQUETAS( VECINOS((L,P)) ∪ (L,P) ) )
            if  M ≠ ETIQUETA(L,P)
            then CAMBIO = VERDADERO
            ETIQUETA(L,P) = M
            endif
        endif
    endfor
endfor

Fin Iterar
```

DOCUMENTACIÓN PRÁCTICA 2: ÁREA Y CENTROIDE DE OBJETOS

- **Tamaño o Área (A): número de píxeles comprendidos en el contorno del objeto.**

  - **Si f(x,y) es una imagen binaria donde los píxeles del objeto tienen todos valor "1" y los del fondo valor "0":**

$$A = \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y)$$

- **Centroide o centro de gravedad: se determina promediando las coordenadas *x* e *y* de los píxeles que conforman el contorno.**

$$\bar{x} = \frac{\sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} x f(x,y)}{\sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y)} \quad ; \quad \bar{y} = \frac{\sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} y f(x,y)}{\sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y)}$$