

# Procesamiento Digital de Imágenes

Noelia Revollo

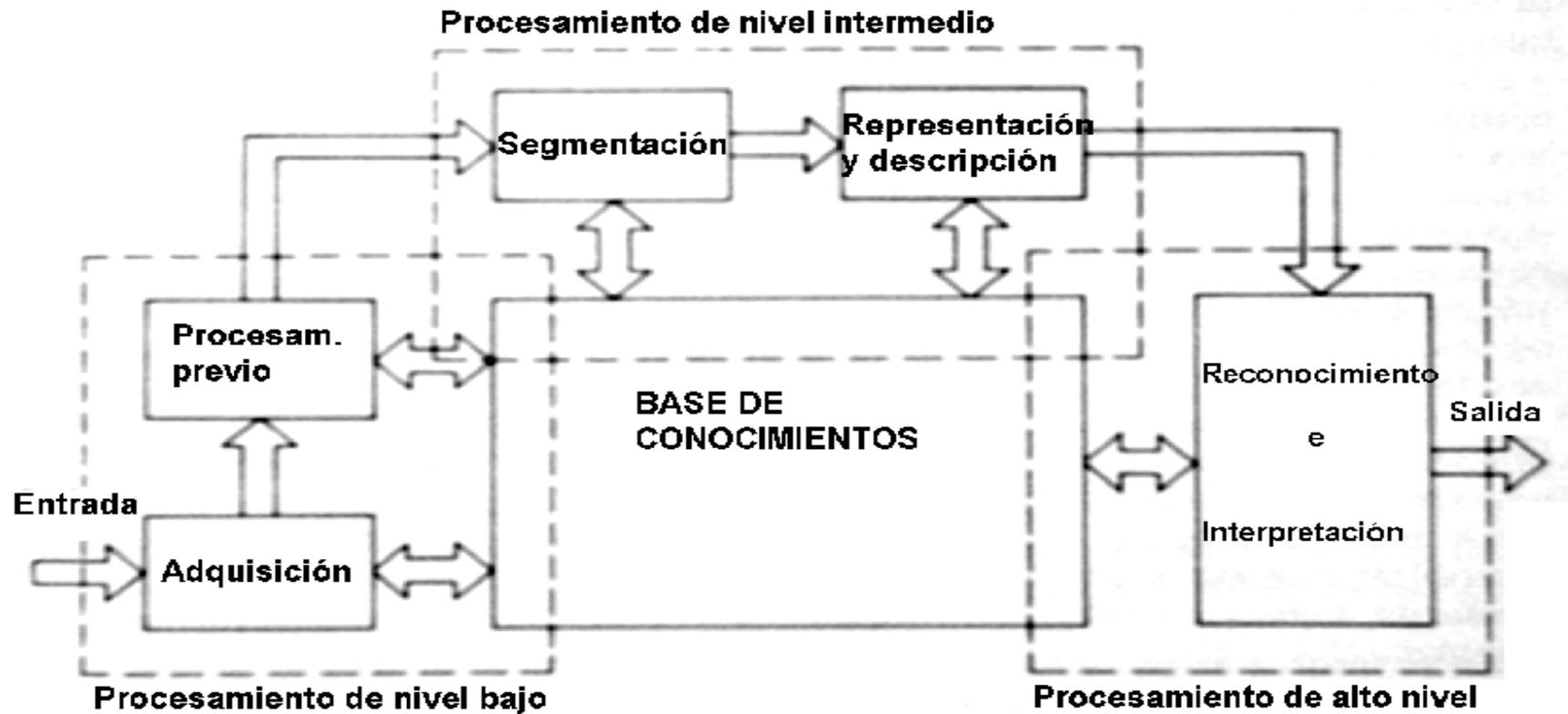
Facultad de Ingeniería– UNJU – CONICET

grevollo@fi.unju.edu.ar

## Segmentación de Imágenes



# PDI – Pipeline



# PDI – Segmentación

---

La segmentación consiste en asignar a cada pixel una etiqueta o tag que lo asocie a una categoría. El conjunto de categorías puede o no ser estático o conocido a priori.

Se puede definir también como clasificación a la **binarización**, es decir asignar solo dos clases (figura/fondo o foreground/background). Una segmentación n-aria siempre se puede definir en términos de n segmentaciones binarias.

También se puede asignar una probabilidad (medida, distancia, etc.) en vez de valores rígidos 0 o 1.



# PDI – Tipos de Segmentación

---

Podemos pensar en tipos o clases de segmentación basándonos en su método, o también basándonos en el tipo de primitiva geométrica resultante (puntos, objetos lineales, regiones).

Los métodos más usuales son basados en **umbrales** (umbral global, umbrales locales, umbrales multidimensión), detección de **bordes** (Sobel, Roberts, Kirsch, Canny), detección líneas rectas, círculos u otros **objetos geométricos** (Hough), **separación** de regiones (Watershed), **minimización** (contornos activos, grafos, programación evolutiva), análisis de **textura** (Fourier, Haralick, fractales, modelos estadísticos), etc. etc.



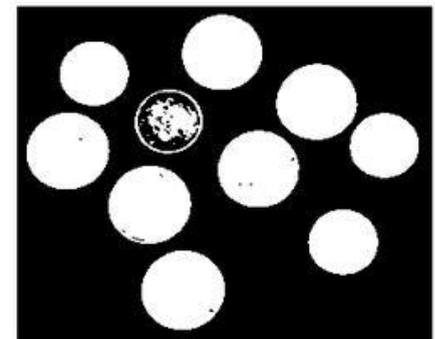
# PDI – Umbral Global

Se basa simplemente en marcar 0 o 1 en función de un valor umbral  $T$ .  $f(x,y)$  puede ser o bien la luminancia, o una función más compleja.

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



Input Image



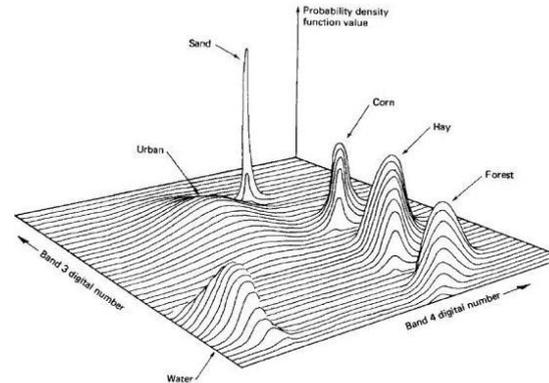
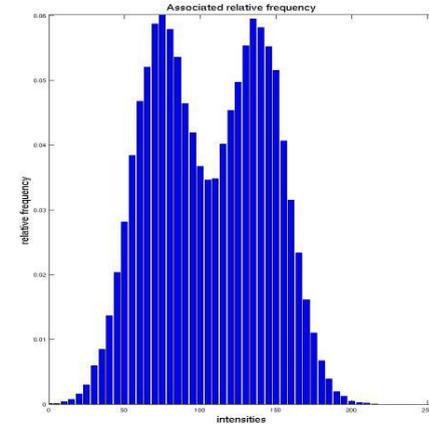
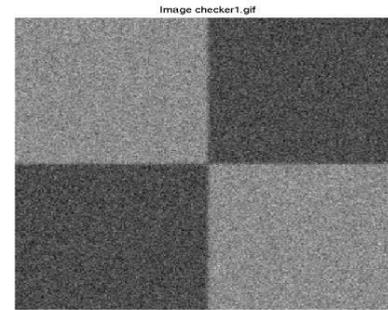
threshold output

Solo hay que definir bien el umbral  $T$ . Se extiende fácilmente a más de una variable

# PDI – Umbral Global

Si el histograma muestra dos modos separados, conviene aplicar un método automático para obtener T.

Caso contrario, depende del problema, de las medidas precisión y exactitud, y también del costo asociado a los falsos positivos y negativos.



# PDI – Elección automática del Umbral

---

Existen varios criterios para encontrar un umbral automáticamente:

- A mitad de camino entre las modas.
- Maximum likelihood
- Ajuste adaptativo del umbral
- Minimización de la variancia (Otsu): minimizar  $F.var(F)+B.var(B)$
- Minimización del costo del error: minimizar  $F.costo(FP)+B.costo(FN)$

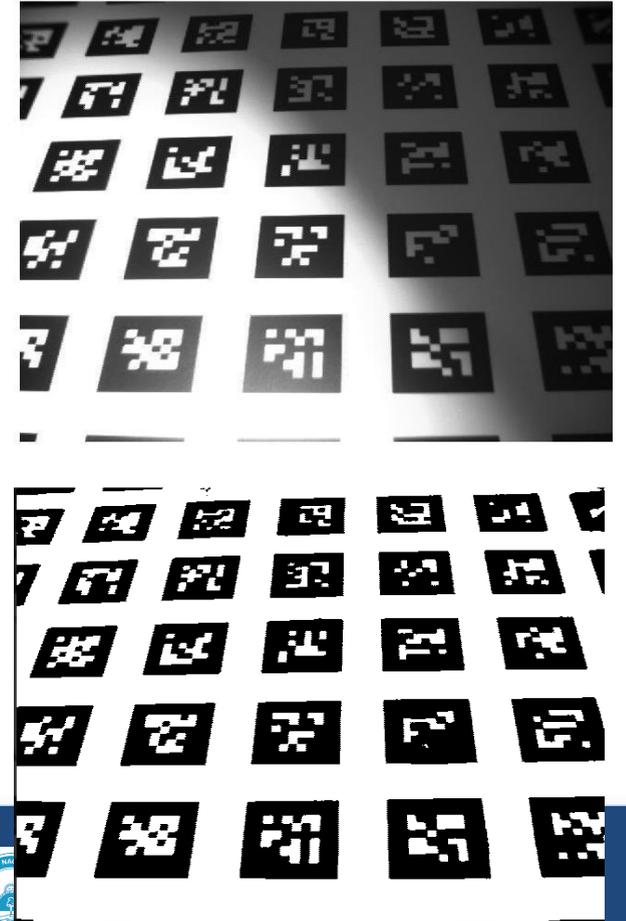


# PDI – Umbrales locales

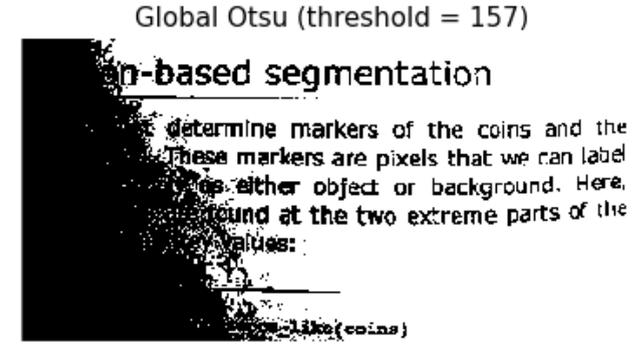
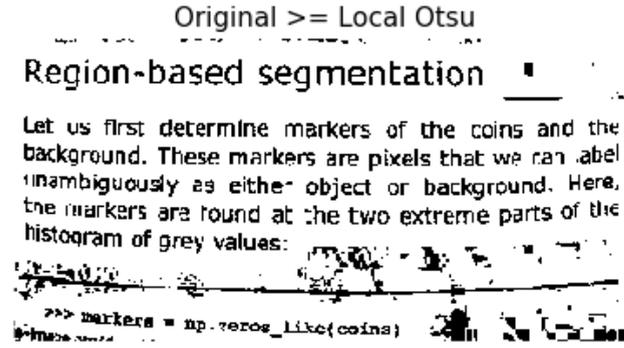
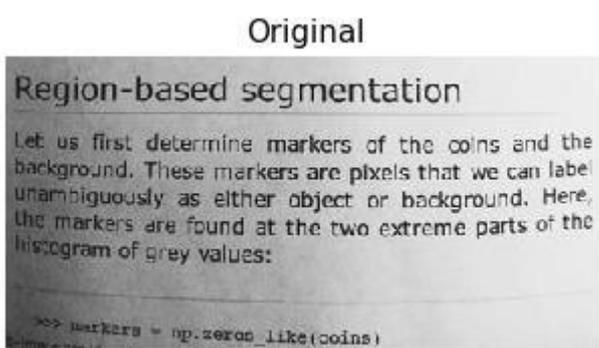
A veces no se conviene aplicar el mismo umbral para la imagen entera, se puede umbralizar sobre sub-  
imágenes (disjuntas), o por ventanas deslizantes.

En ambos casos, los métodos mencionados arriba  
pueden dar resultado, o también se pueden aplicar  
métodos que tengan en cuenta la media y desvío dentro  
de la vecindad:

$T = a.m(V)+b.s(V)$  (donde  $V$  es la vecindad  
considerada).



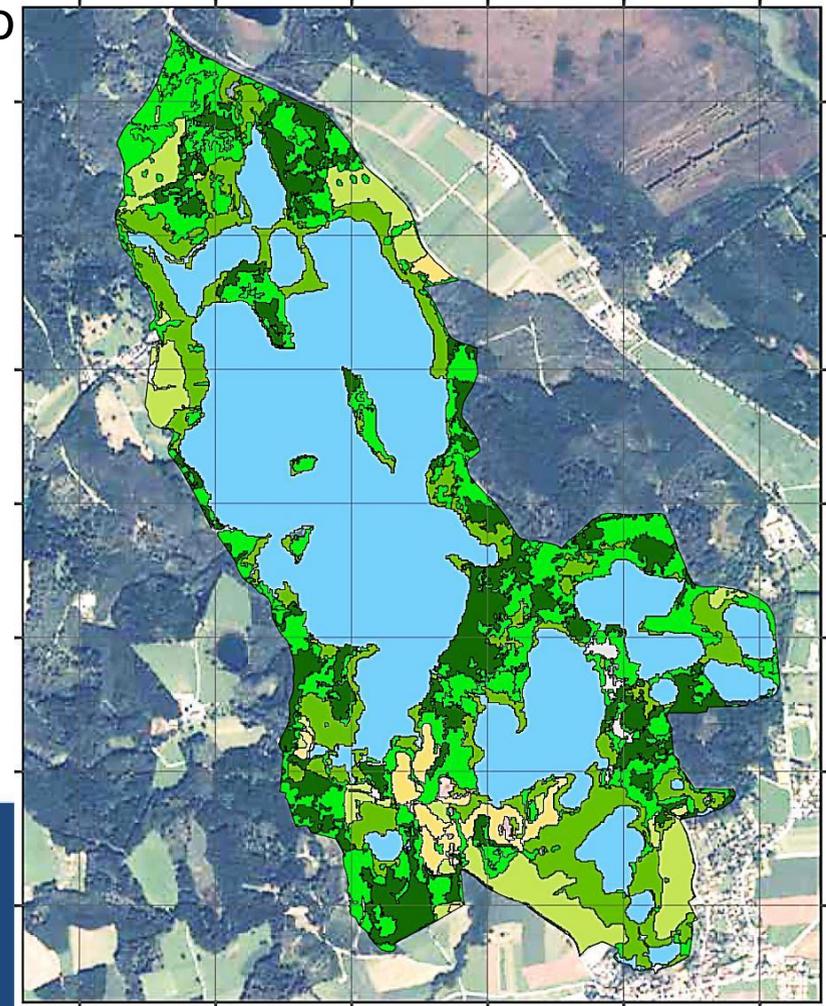
# PDI – Umbral local vs. global



Ninguno de los dos métodos de Otsu (local y global) funciona muy bien. Para estas y otras situaciones es conveniente tener un modelo matemático (estadístico, espectral, etc.) del ruido (en este caso la deriva en luminancia más la fluctuación local) y aplicar una umbralización basada en una estimación local.

# PDI – Chroma-code y overlays

Se basa en generar una máscara binaria segmentando el foreground por el color del pixel (en este caso  $\langle 0,255,0 \rangle$ ), y luego combinar foreground y background en función de dicha máscara. El concepto puede extenderse a varias clases.



## PDI – Segmentación de bordes o fronteras

La segmentación de bordes se puede obtener con convolución o morfología:

- Prewitt o Sobel (en las 8 orientaciones),
- Roberts “cross” (Similar a Prewitt pero 2x2),
- Borde morfológico interior o exterior,
- Gradiente morfológico.

En general estos segmentadores son frágiles, siendo posible que se confundan frente a ruido aún leve.



# PDI – Detección de bordes con el método Canny

---

El algoritmo de Canny sigue 5 pasos:

- Filtro Gaussiano para reducir ruido,
- Cálculo del gradiente (magnitud y orientación),
- Retener solo los máximos locales del gradiente,
- Aplicar **dos** umbrales sobre la magnitud, generando bordes robustos (umbral más alto) y frágiles (umbral más bajo),
- Histéresis: Agregar pixeles de los bordes frágiles a los bordes fuertes cuando están conectados.



# PDI – Comparación de detectores de borde

---



My Canny Edge



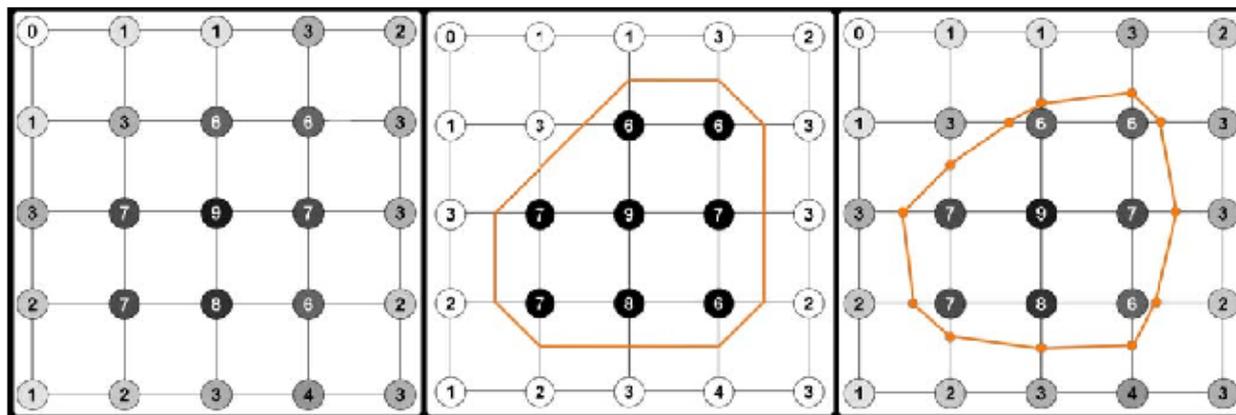
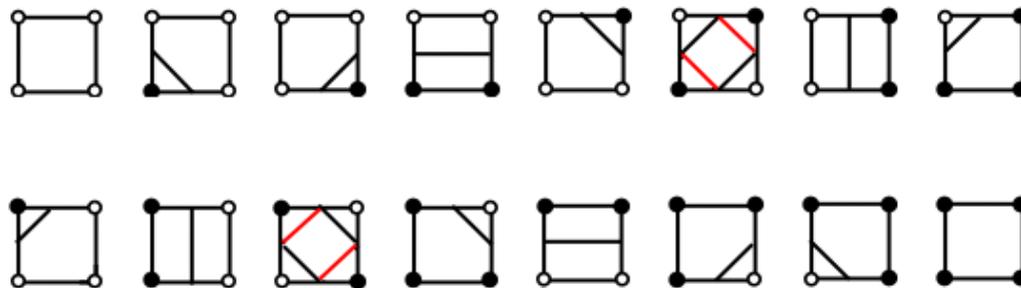
MATLAB's Roberts Edge



MATLAB's Sobel Edge

# PDI – Métodos de marching (funciones implícitas)

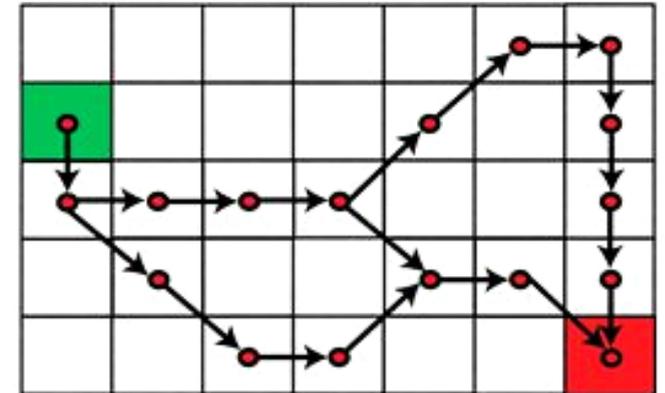
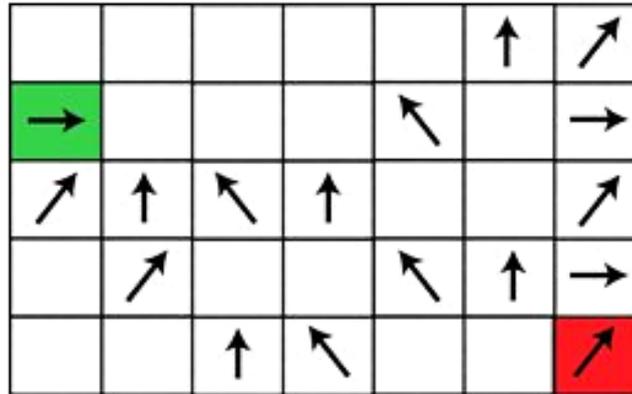
Se basa en considerar “celdas” de 4 pixels y sus valores respecto de un umbral. Las 16 posibilidades se resumen en solo 5 casos y sus rotaciones. Se puede llevar a primer orden u órdenes superiores.



# PDI – Métodos de búsqueda de caminos

Se basa en aprovechar los algoritmos óptimos (y de bajo costo computacional) para encontrar caminos mínimos en grafos (por ejemplo el de Dijkstra). Se asume que en los pixels de la frontera que se quiere encontrar, el gradiente es más alto que dentro o fuera de la figura, y que la orientación del gradiente es perpendicular a la frontera.

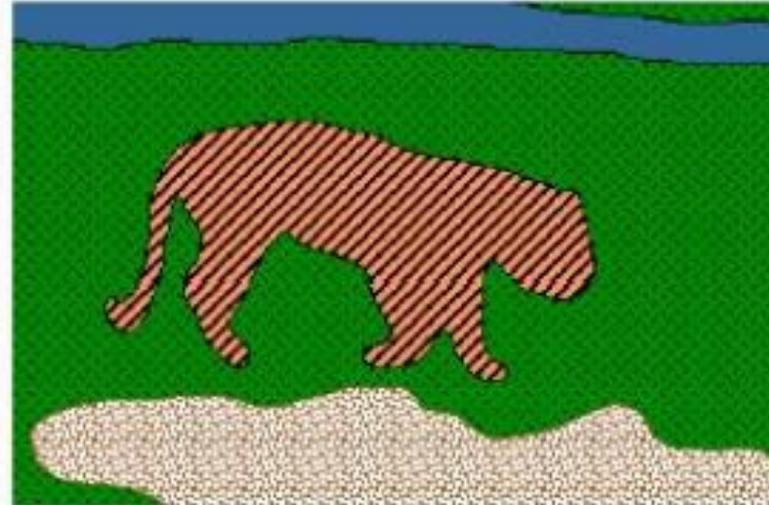
Entonces la función de costo que se minimiza tiene en cuenta la diferencia de gradiente entre píxels y la orientación del pixel origen.



# PDI – Segmentación de regiones

---

El objetivo es segmentar grupos contiguos de pixels que comparten alguna propiedad, sin que ésta se conozca necesariamente (como en segmentación de pixels) y sin que se pueda aplicar fácilmente la segmentación de fronteras.



# PDI – Actividad práctica

---

1. Dadas imágenes a niveles de gris, binarizarlas y comparar los resultados:

- El resultado final tiene 50% de pixels negros y blancos.
- Encontrar dos modas “clara” y “oscura” y binarizar por distancia mínima.
- Binarización de Otsu.

2. En imágenes como la (a) encontrar los bordes aplicando Laplaciano, borde morfológico, marching squares.

3. En imágenes como la (b) implementar *color fill* con la “varita mágica”.

