



PUCP

PROCESAMIENTO DE SEÑALES E IMÁGENES DIGITALES

IEE239

INGENIERÍA MECATRÓNICA

Facultad de Ciencias e Ingeniería



SEGMENTACIÓN DE UNA IMAGEN

- Segmentación es una tarea complicada de implementar en procesamiento de imágenes.
- La segmentación subdivide una imagen en las regiones que están presente dentro de la misma, o también denominado objetos.
 - Sea R la que representa a toda una imagen.
 - Podemos ver la segmentación como un proceso que parte la imagen, R , en n regiones R_1, R_2, \dots, R_n , tal que:
 - $\bigcup_{i=1}^n R_i = R$
 - R_i es una región conectada, $i = 1, 2, \dots, n$
 - $R_i \cap R_j = \emptyset$ para todo i y j , $i \neq j$
 - $P(R_i) = \text{VERDADERO}$ para $i = 1, 2, \dots, n$
 - $P(R_i \cup R_j) = \text{FALSO}$ para cualquier región adyacente R_i y R_j
 - $P(R_i)$ es un atributo lógico sobre los puntos en R_i y \emptyset es el conjunto nulo.

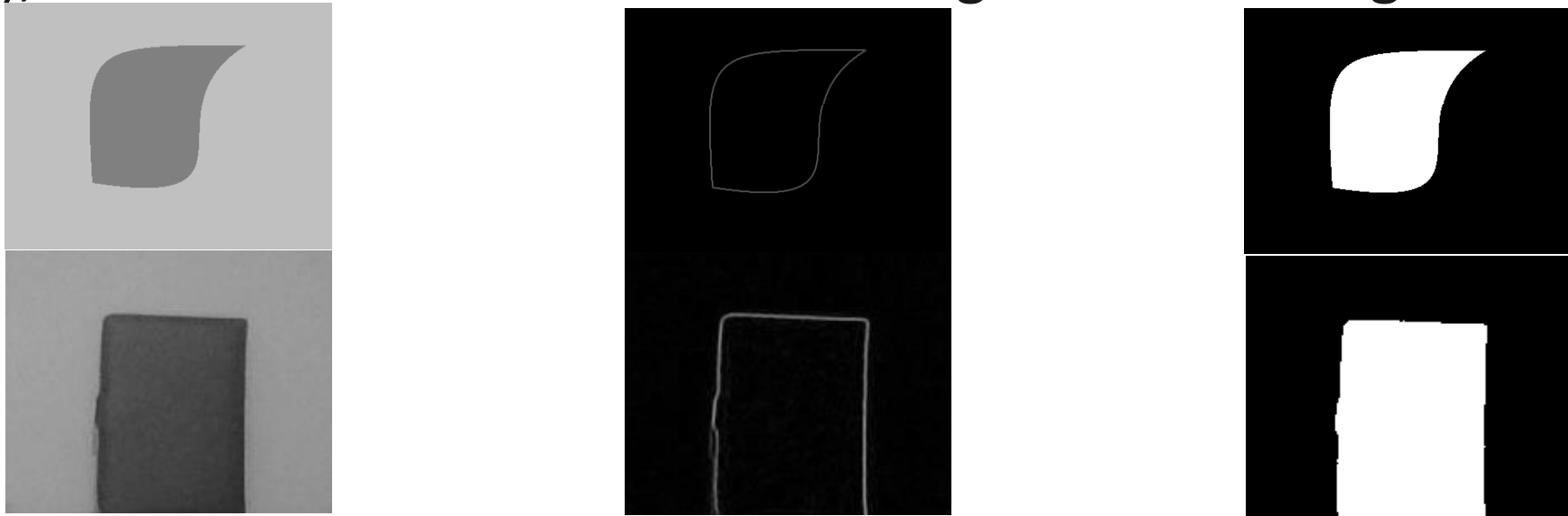
SEGMENTACIÓN DE UNA IMAGEN

- El problema fundamental en segmentación es partir una imagen en sus regiones que satisfagan la condiciones indicadas.



INTRODUCCIÓN

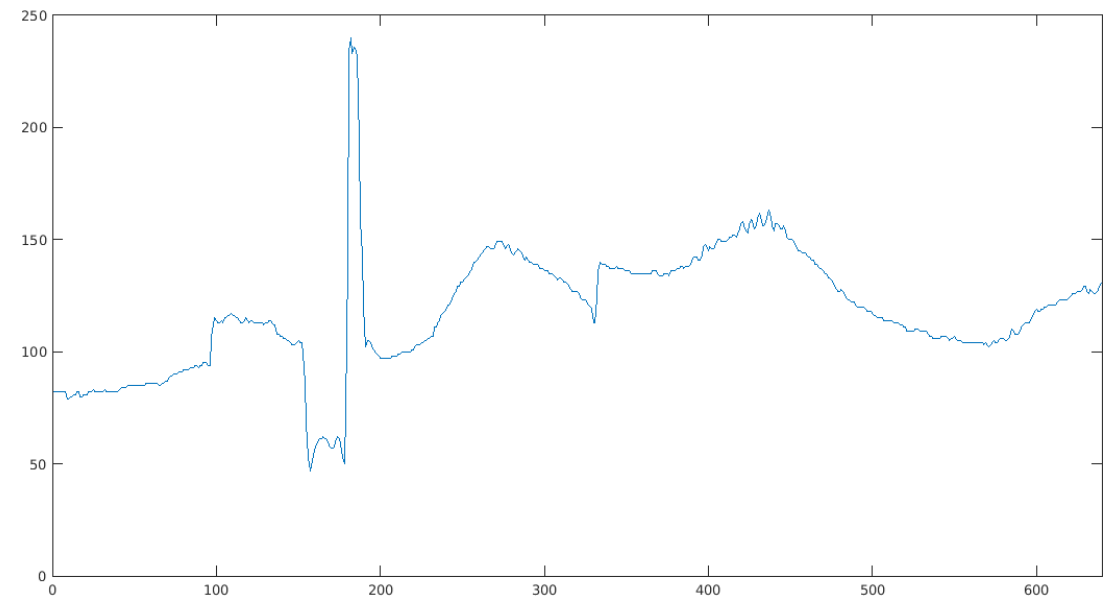
- Los algoritmos de segmentación se basan principalmente en hallar las discontinuidades, cambios repentinos de intensidad (puntos, líneas y bordes), o la similitud entre los niveles de gris en una imagen.



DETECCIÓN DE DISCONTINUIDAD



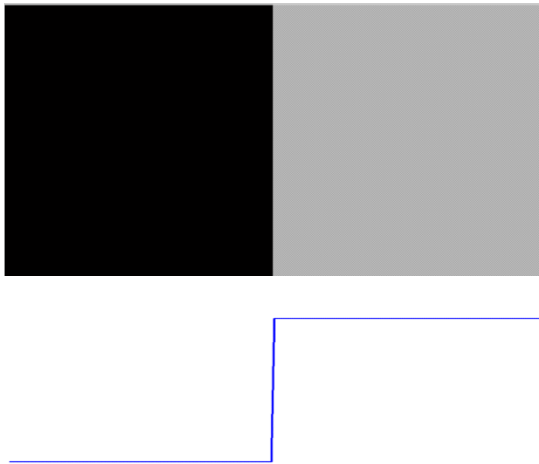
- En procesamiento de imagen existen 3 tipos básicos de discontinuidad: puntos, líneas y bordes.



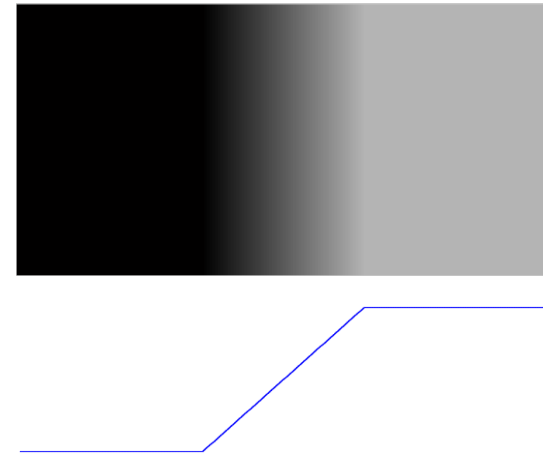
DETECCIÓN DE BORDES

- La detección de bordes es frecuentemente utilizado para la segmentación de imágenes, basados en el cambio abrupto de intensidad.

Modelo de un borde ideal

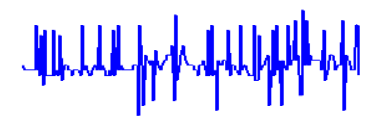
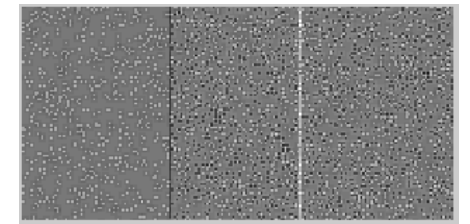
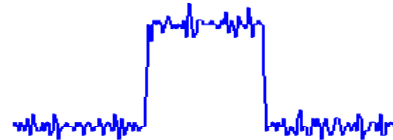
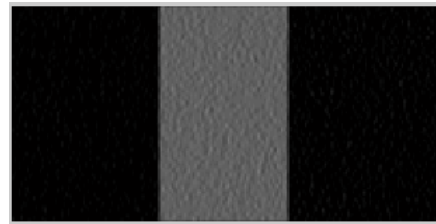
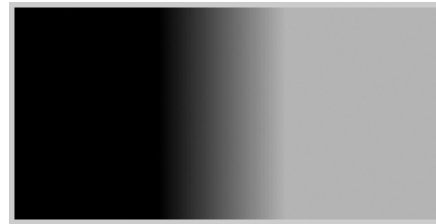
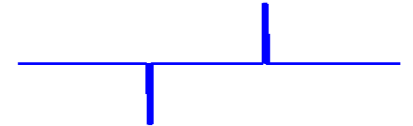
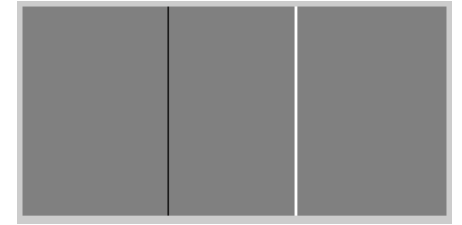
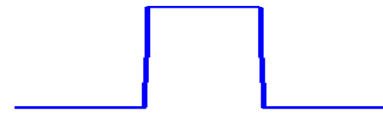
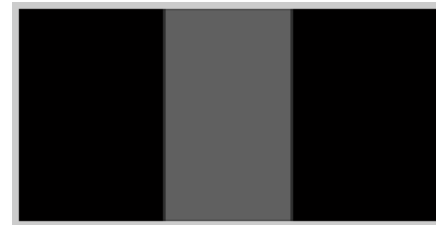
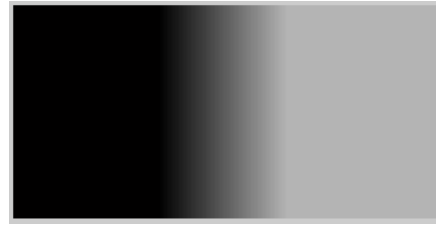


Modelo de un borde con rampa



DETECCIÓN DE BORDES

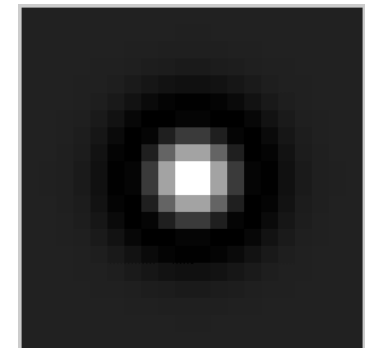
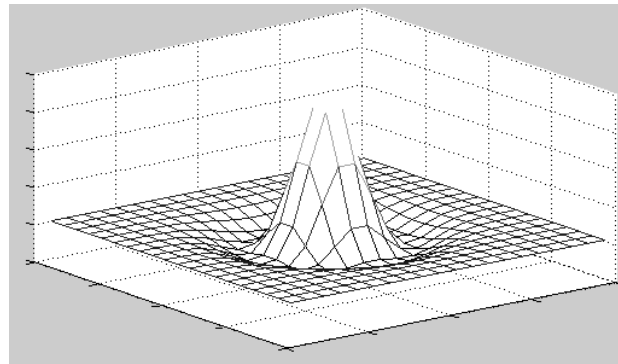
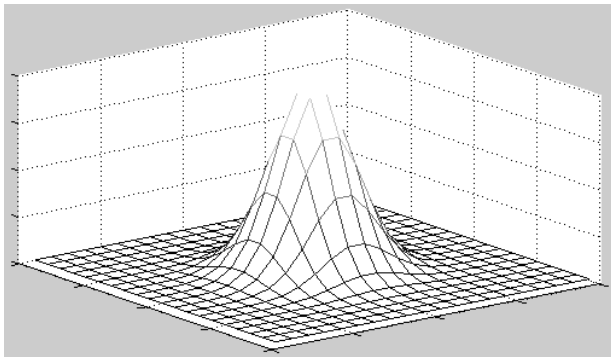
- Imágenes con ruido.



OPERADORES DE GRADIENTE

- Uno de los métodos para hallar bordes se le atribuye a Marr y Hildreth (1980).
- Este operador realiza la convolución de la imagen con el Laplaciano del Gaussiano.

$$\nabla^2 G(x, y) = -\frac{1}{\pi\sigma^4} \left[1 - \frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2} \right] e^{-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}}$$



OPERADORES DE GRADIENTE

Detector de Bordes Canny

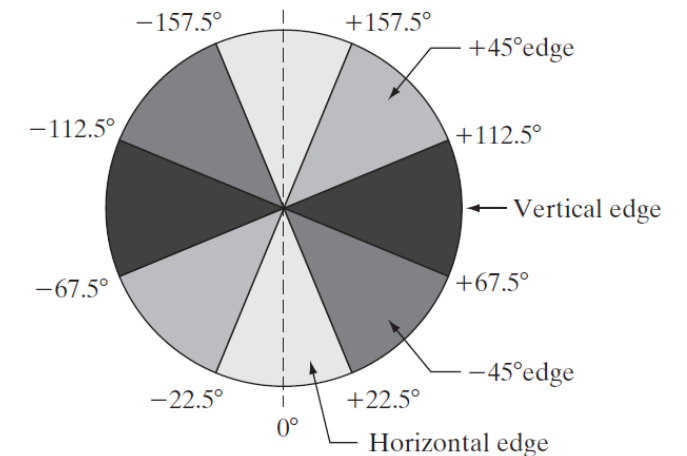
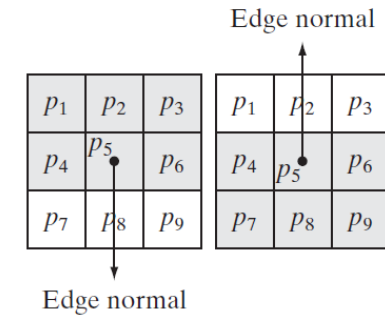
- A pesar que el algoritmo es más complejo, el desempeño del detector de bordes Canny (1986) es el más eficiente.

$$f_s(x, y) = G(x, y) * f(x, y)$$

- Luego se hallan la magnitud gradiente y dirección.
- El siguiente paso es adelgazar las crestas, asiendo uso de supresión de los “no-máximos”.
 - Encontrar la dirección d_k que está más cerca a $\alpha(x, y)$.
 - Si el valor de $M(x, y)$ es menor a uno de sus vecinos, a lo largo de la dirección d_k , entonces $g_N(x, y) = 0$ (se suprime); de otro modo $g_N(x, y) = M(x, y)$. Donde $g_N(x, y)$ es la imagen de supresión de los “no-máximos”.
- A continuación se umbraliza, creando dos imágenes adicionales:

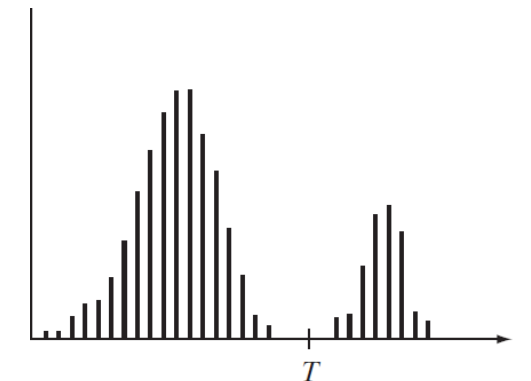
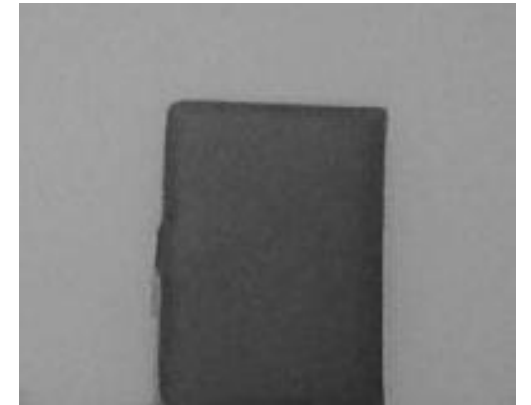
$$g_{NH}(x, y) = g_N(x, y) \geq T_H$$

$$g_{NL}(x, y) = g_N(x, y) \geq T_L$$



Umbralización

- Se realiza para separar objetos contrastados respecto al fondo.
- Este manejo del umbral se puede hacer de manera global si el fondo está bien contrastado y todos los objetos tienen valores semejantes.
- Se tiene el histograma, derecha, de escala de grises que corresponde a la imagen, $f(x, y)$.
- Se separan las modas con el umbral T .
- Así, cualquier punto (x, y) que cumpla $f(x, y) > T$ se le denomina punto del objeto, en caso contrario se le denomina punto de fondo.



Umbralización

- El ruido sobre la imagen afecta el proceso de umbralización.
- Así también, la iluminación sobre la escena afecta la operación a realizar para lograr una correcta umbralización.



Suavizado de Imagen

- El ruido en una imagen puede convertir en un problema complicado de resolver.

Umbralización

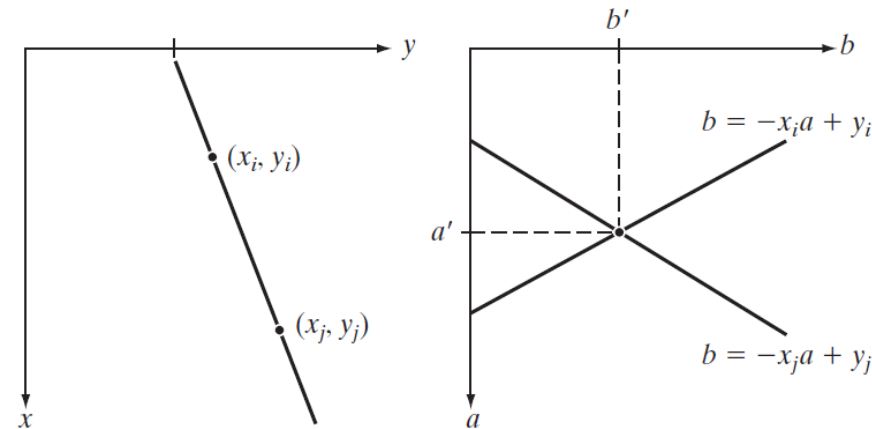
Umbralización Global Básica

- Se puede utilizar un algoritmo para obtener automáticamente T:
 1. Seleccionar un T inicial, estimado.
 2. Segmentar la imagen usando T. Esto producirá 2 grupos de píxeles: G1 con niveles de grises $>T$ y G2 con los píxeles $<T$.
 3. Calcular los valores promedio del nivel de gris μ_1 y μ_2 para los píxeles en la región G1 y G2.
 4. Calcular un nuevo umbral: $T = \frac{1}{2}(\mu_1 + \mu_2)$
 5. Repetir del paso 2 al 4, hasta que la diferencia de umbrales en iteraciones sucesivas sea más pequeña que un valor predefinido T_0 .

Límites enlazados y detección de bordes

Procesamiento Global, usando la Transformada de Hough

- Considerar el punto (x_i, y_i) , la ecuación general de una línea:
$$y_i = ax_i + b$$
- Existen infinitas líneas que pasan por (x_i, y_i) . Todas ellas satisfacen $y_i = ax_i + b$, variando los valores de a y b .
- Se considera el plano ab (también llamado espacio de parámetros).



Digital Image Processing. R.C. Gonzalez y R. Woods.

Límites enlazados y detección de bordes

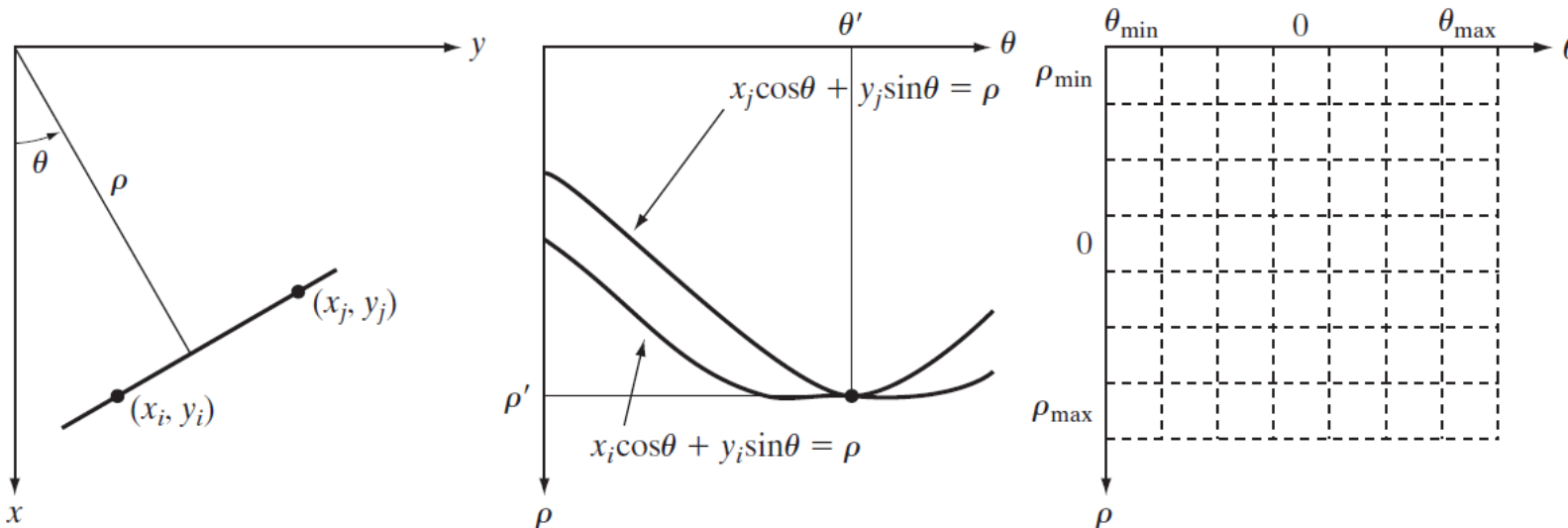
- Para cada punto (x_i, y_i) en el plano de la imagen, se da un valor a ' a ' (de la división a) y se resuelve b , usando la ecuación $b = -x_i a + y_i$
- Si para un a_p resulta la solución b_q , entonces la celda $A(p, q) = A(p, q) + 1$.
- Al final del procedimiento, el valor de Q en $A(p, q)$ corresponde a los puntos Q en el plano xy que corresponden a la línea $y = a_p x + b_q$.
- Si se subdivide el eje a en k valores, entonces k valores corresponde a los k valores de ' a '. Con ' n ' puntos en la imagen, este método toma nk cálculos.

Límites enlazados y detección de bordes

- Una mejor manera de trabajar la Transformada Hough es haciendo uso de la representación normal de una línea:

$$x \cos \theta + y \sin \theta = \rho$$

- Puntos colineales Q caen en una línea $x \cos \theta_j + y \sin \theta_j = \rho_i$ sobre la curva sinusoidal Q en la intersección (ρ_i, θ_j) en el espacio de parámetros.



Digital Image Processing. R.C. Gonzalez y R. Woods.

CRECIMIENTO DE REGIONES

- Entrada:
 - Posición de semilla, $\mathbf{p} = (x, y)$
 - Umbral de intensidad, f_{th}
- Algoritmo:
 1. Se inicia la segmentación en $\mathcal{R} = \mathbf{p}$ e intensidad de referencia como $r = f(\mathbf{p})$
 2. Ubicar los vecinos de la región semilla $\mathbf{p}_i \in \Omega(\mathcal{R})$
 3. La segmentación crece con $\mathcal{R} = \mathbf{p}_i \cup \mathcal{R}$, donde $\mathbf{p}_i \in \Omega(\mathcal{R}) \wedge \|f(\mathbf{p}_i) - r\| < f_{th}$
 4. Actualizar la intensidad de referencia $r = \text{promedio}\{f(\mathcal{R})\}$
 5. Si la región \mathcal{R} crece, regresar al punto 2, si no crece, la salida sería \mathcal{R} .

5	6	6	7	7	7	7	2
5	9	8	10	15	17	15	5
10	19	18	17	16	17	16	8
12	21	21	19	18	18	11	5
12	14	14	13	12	11	11	5
12	12	12	6	6	6	6	6

TRANSFORMACIÓN GEODÉSICA

Dilatación geodésica:

- Una dilatación geodésica involucra dos imágenes: una imagen corresponde a las marcas y la otra imagen es la máscara.
- Primero se dilata la imagen de marcas por un SE isotrópico elemental.
- La imagen dilatada resultante se fuerza a estar debajo de la imagen de máscara.
- Sea f la imagen de marcas y g la imagen máscara ($f \leq g$). La dilatación geodésica de tamaño 1 de la imagen de marcas f con respecto a la imagen máscara g se denota por $\delta_g^{(1)}(f)$ y se define como el mínimo entre la máscara y la dilatación elemental $\delta^{(1)}$ de la imagen de marcas:

$$\delta_g^{(1)}(f) = \delta^{(1)}(f) \wedge g$$

K-MEANS

- Sea las entradas: x_1, x_2, \dots, x_n . Se desea agrupar en K grupos.
- Se ubican de manera aleatoria los centroides c_1, c_2, \dots, c_n .
 - Por cada punto x_i :
 - Encontrar al centroide más cercano c_j .
 - Se asigna el punto x_i al grupo j .
 - Para cada grupo $j = 1, 2, \dots, K$:
 - Encontrar el nuevo centroide con en cada reagrupación j .
 - Repetir hasta que los centroides dejen de cambiar.

$$c_j = \frac{1}{n_j} \sum_{x_i \rightarrow c_j} x_i$$

<https://towardsdatascience.com/k-means-a-complete-introduction-1702af9cd8c>

El Uso de Movimiento para la Segmentación

- El movimiento de objetos es un indicador potente usado por muchos animales, incluido el humano, que sirve para extraer el objeto deseado de fondo indeseado.
- Un cálculo simple para detectar el cambio entre dos imágenes consecutivas, $f(x, y, t_i)$ y $f(x, y, t_j)$, tomados en los tiempo t_i y t_j , respectivamente.

$$d_{ij}(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{Si } |f(x, y, t_i) - f(x, y, t_j)| > T \\ 0 & \text{Para otros casos} \end{cases}$$

El Uso de Movimiento para la Segmentación

- Se estima un valor del fondo de la imagen calculando la mediana de cada píxel en un periodo de tiempo.
- Se asume que un píxel pertenece al fondo si está más de la mitad de cuadros almacenados.
- Para los cuadros $i \in \{0, \dots, n - 1\}$, tenemos:

$$d_{ij}(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{Si } |f(x, y, t_0) - \text{median}\{f(x, y, t_i)\}| > T \\ 0 & \text{Para otros casos} \end{cases}$$

El Uso de Movimiento para la Segmentación

- También se utiliza el valor promedio de las últimas n imágenes.
- Para los cuadros $i \in \{0, \dots, n - 1\}$, tenemos:

$$d_{ij}(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{Si } |f(x, y, t_0) - \text{mean}\{f(x, y, t_i)\}| > T \\ 0 & \text{Para otros casos} \end{cases}$$

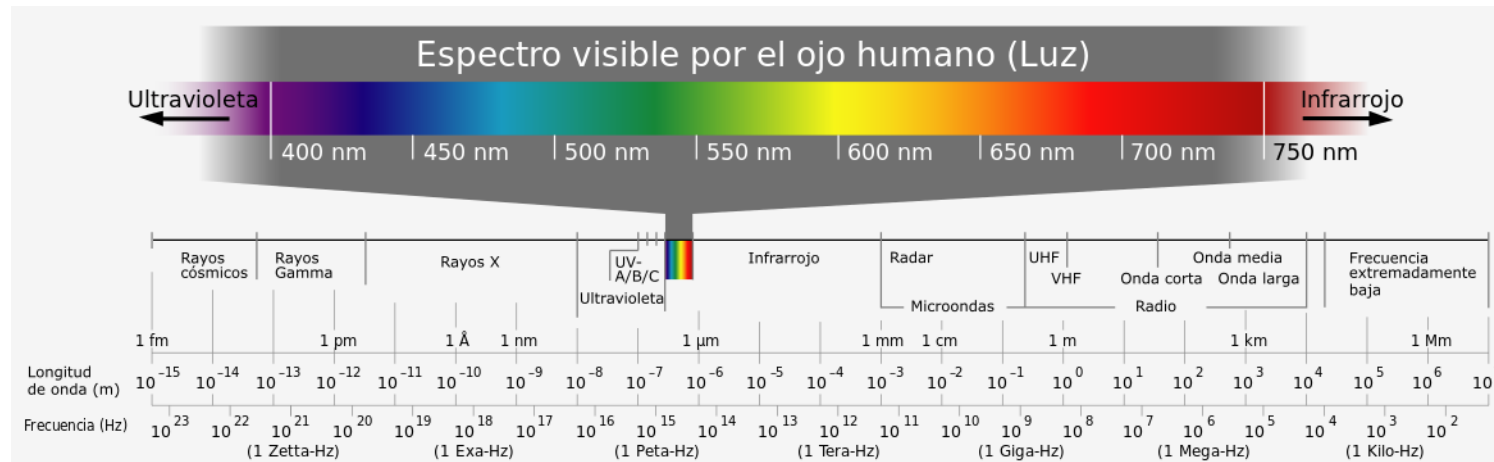
El Uso de Movimiento para la Segmentación

- Técnica Espacial – Acumulación de diferencias.



Procesamiento de Color

- El color es un descriptor muy potente que permite la detección de un objeto.
- Nosotros podemos reconocer cientos de colores, comparado con solo una docena de formas de gris.
- Los colores que los humanos y algunos animales perciben de un objeto está determinado por la naturaleza de la luz que refleja el objeto.
 - Ejemplo: Un objeto verde refleja luz con longitudes de onda entre 500 a 570nm, mientras absorbe la mayoría de energía en los otros rangos de longitudes de onda.



https://es.wikipedia.org/wiki/Color#/media/File:Electromagnetic_spectrum-es.svg

Procesamiento de Color

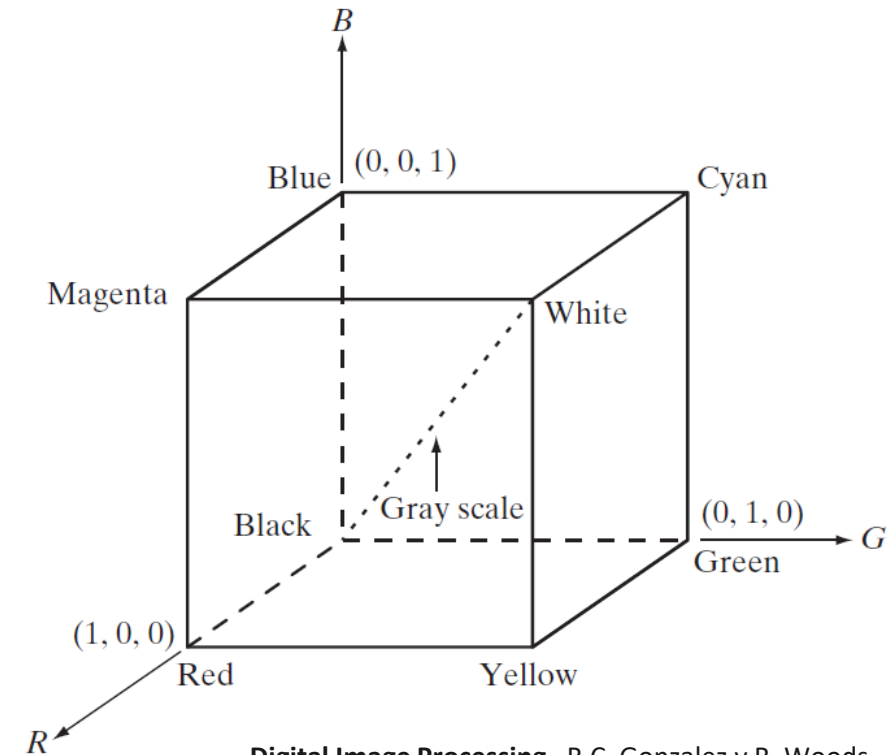
- Para distinguir un color de otro, generalmente se usan las características de brillo, matiz y saturación.
 - El brillo es la noción acromática de la intensidad.
 - La matiz es el atributo asociado con la longitud de onda dominante en una mezcla de ondas de luz.
 - La saturación indica la pureza del color o la cantidad de luz blanca mezclada con la matiz.
- La matiz y saturación, juntos, son llamados cromatismo. Así un color se puede caracterizar por su brillo y cromatismo.

Espacio de Color

- El propósito de un modelo de color (también llamada espacio de color o sistema de color) es facilitar la especificación del color.
- Modelo RGB (Red, Green, Blue) está orientado para monitores y para una amplia clase de cámaras de video.
- Modelo CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, Black) para impresoras.
- Modelo HSI (Hue, Saturation, Intensity). Corresponde a lo más cercano de como el humano describe e interpreta el color. Este modelo tiene la ventaja que desacopla el color y la escala de grises.

Modelo RGB

- En este modelo, cada color aparece en sus componentes espectrales primarios de rojo, verde y azul. Este modelo se basa en un sistema de coordenadas Cartesianas.



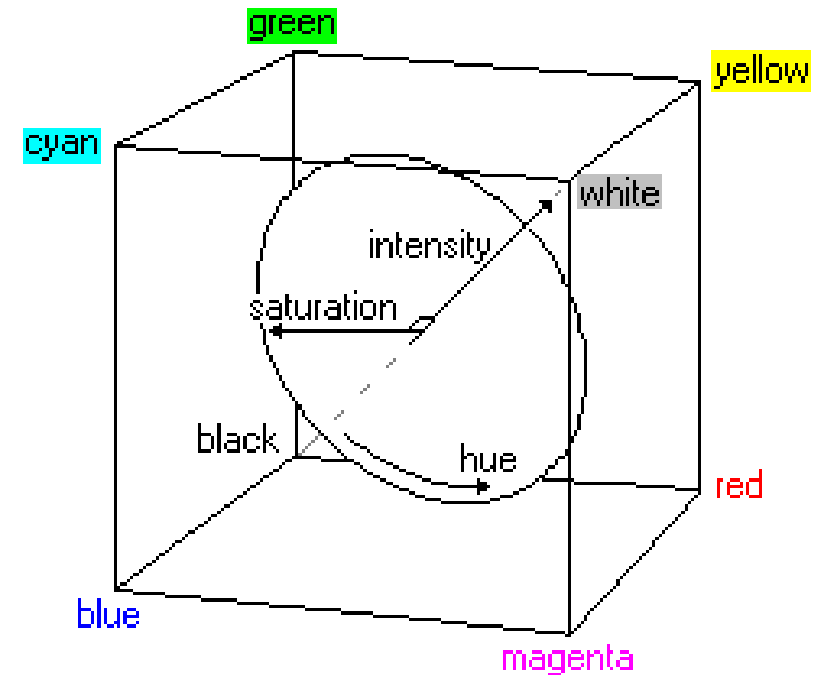
Digital Image Processing. R.C. Gonzalez y R. Woods.

Modelo HSI

- Desafortunadamente RGB, y otros modelos similares, no describen los colores como lo interpreta el ojo humano.
 - Matiz (Hue): es el atributo del color que describe el color puro (puro amarillo, naranja o rojo).
 - Saturación: da la medida del grado en que el color puro se diluye por la luz blanca.
 - Brillo: es el descriptor subjetivo que es prácticamente imposible de medir. Enmarca la noción acrónimo de intensidad (nivel de gris) y es uno de los factores importantes en describir la sensación de color.

Modelo HSI

- El modelo HSI es una herramienta para el desarrollo de algoritmos de procesamiento de imágenes, basado en la descripción de colores.



http://spatial-analyst.net/ILWIS/htm/ilwisapp/color_separation_functionality.htm

Modelo HSI

RGB a HSI

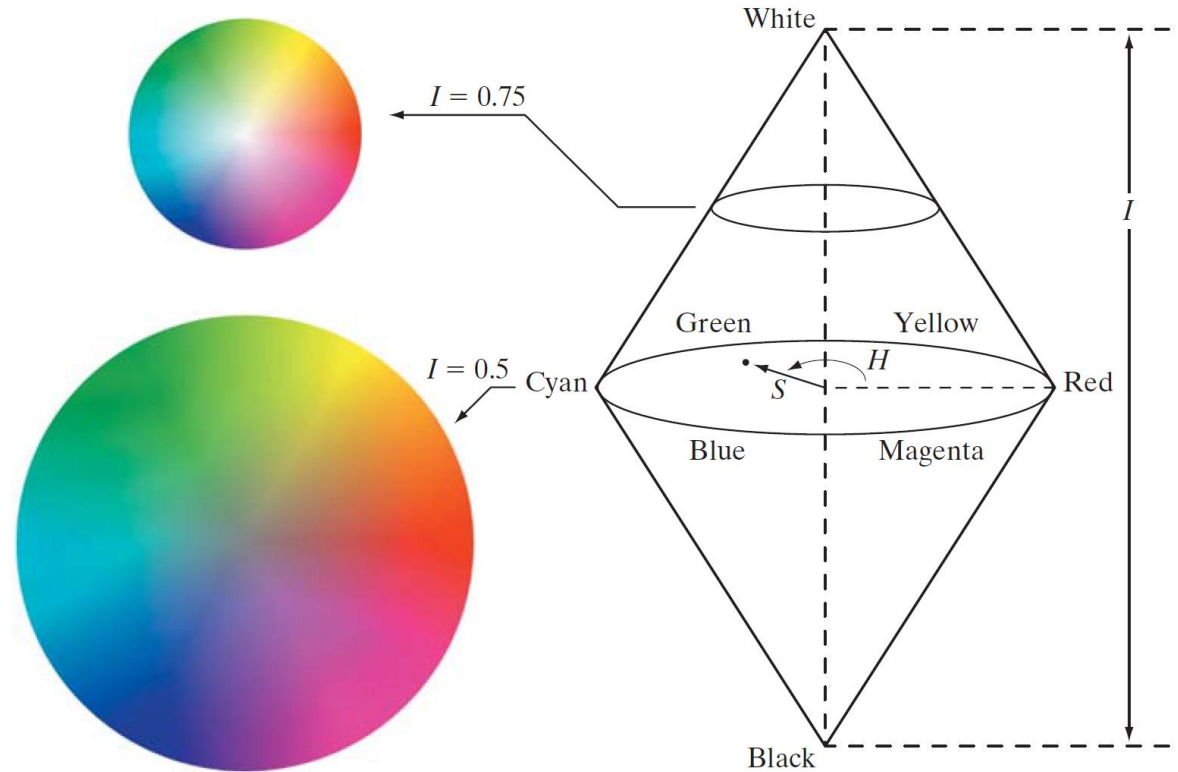
$$H = \begin{cases} \theta & \text{si } B \leq G \\ 360 - \theta & \text{si } B > G \end{cases}$$

Donde:

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [(R - G) + (R - B)]}{[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]^{1/2}} \right\}$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R + G + B)} [\min(R, G, B)]$$

$$I = \frac{1}{3} (R + G + B)$$



Digital Image Processing. R.C. Gonzalez y R. Woods.