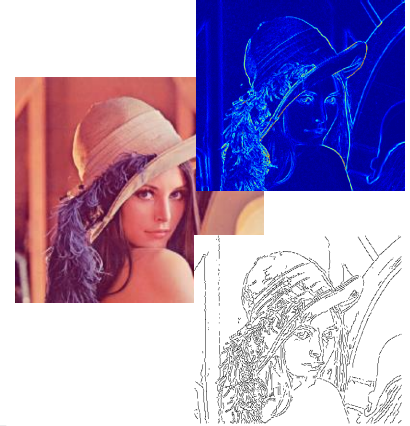




DEPARTAMENTO
DE COMPUTACION

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA



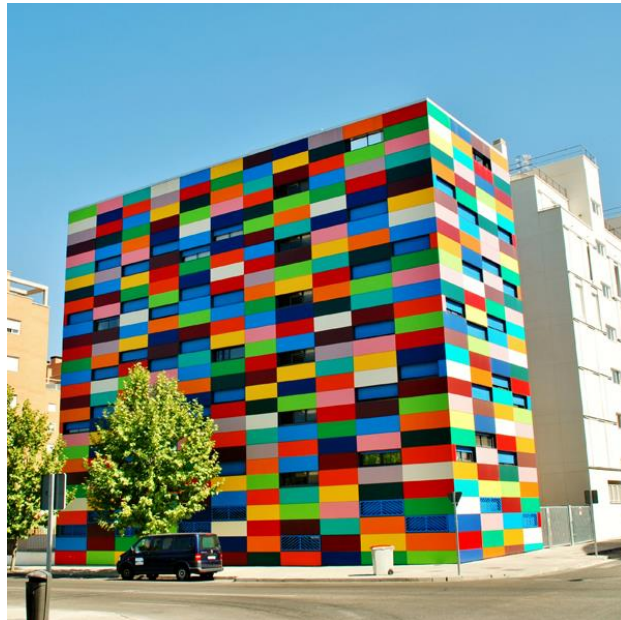
Introducción al Procesamiento Digital de Imágenes

PLAN

- › INTRODUCCIÓN
- › GENERACIÓN DEL COLOR
- › MODELOS Y ESPACIO DE COLOR
- › TRANSFORMACIONES DE COLOR
- › SEGMENTACIÓN BASADA EN EL COLOR
- › APLICACIONES

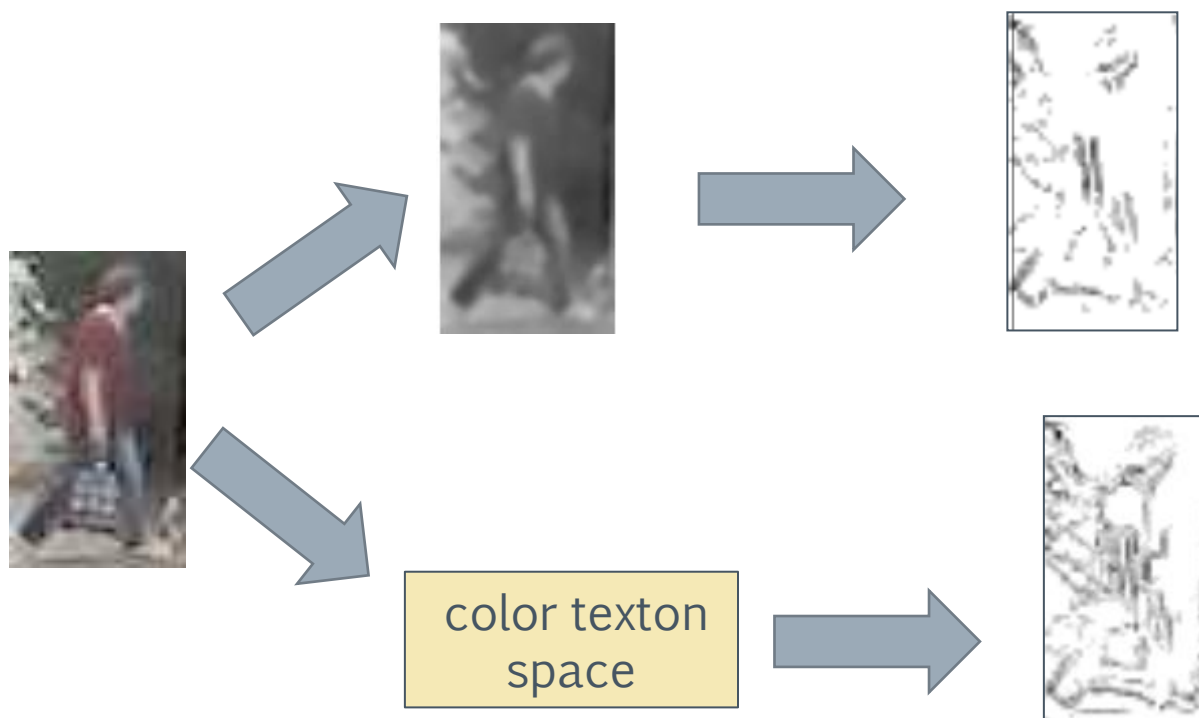
INTRODUCCIÓN

- › Los seres humanos pueden percibir miles de colores e intensidades.
- › Los colores representan un poderoso descriptor que completa la información sobre la imagen en estudio.



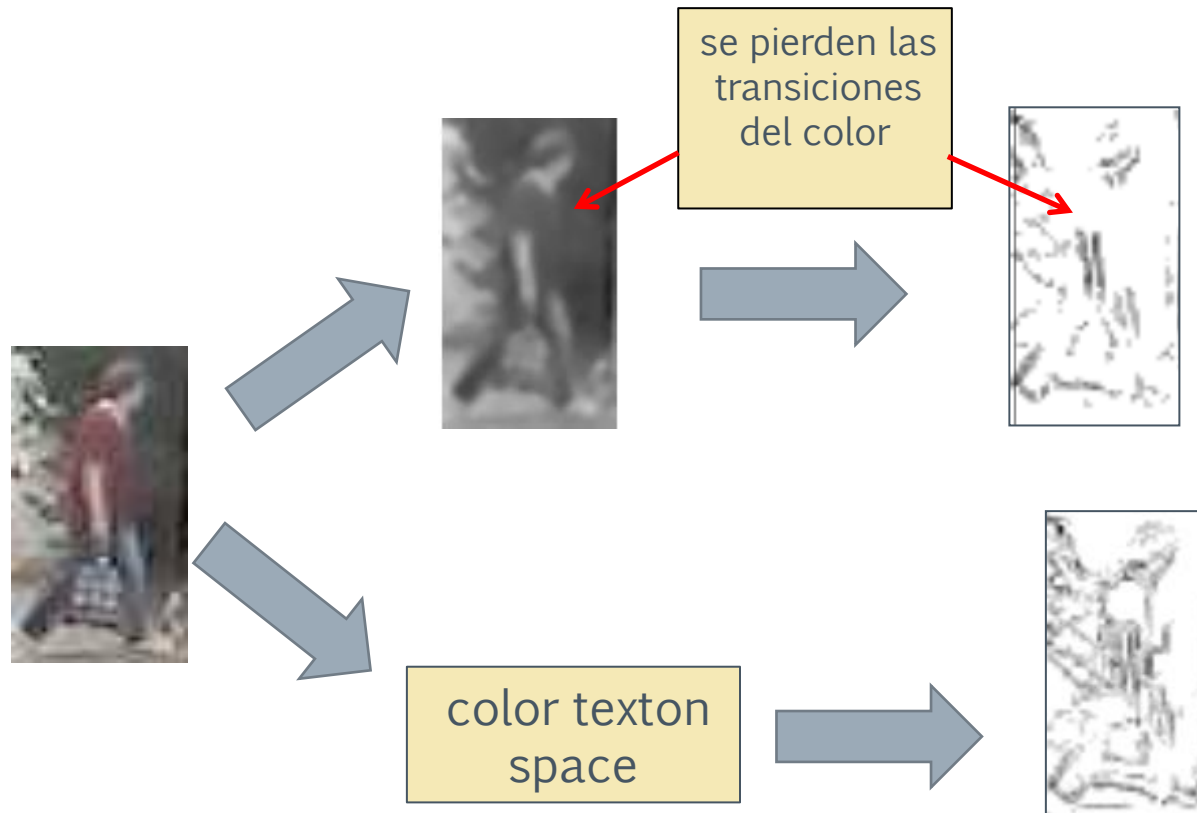
INTRODUCCIÓN

- › Ejemplo de comparación con niveles de gris



INTRODUCCIÓN

› Ejemplo de comparación con niveles de gris

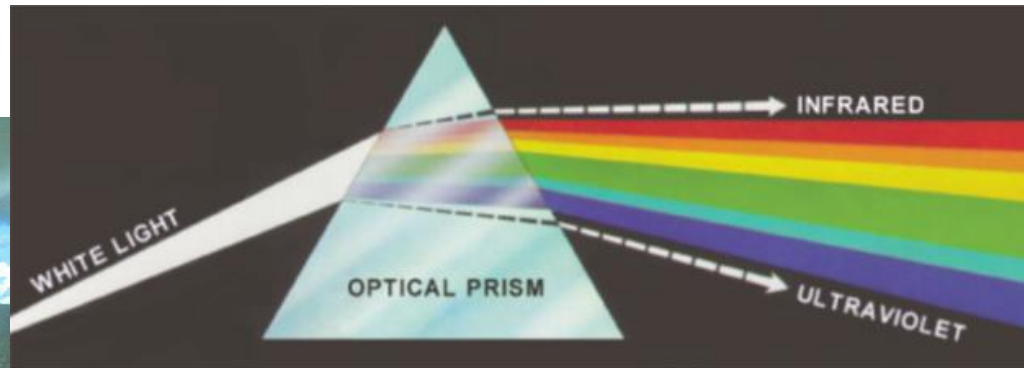
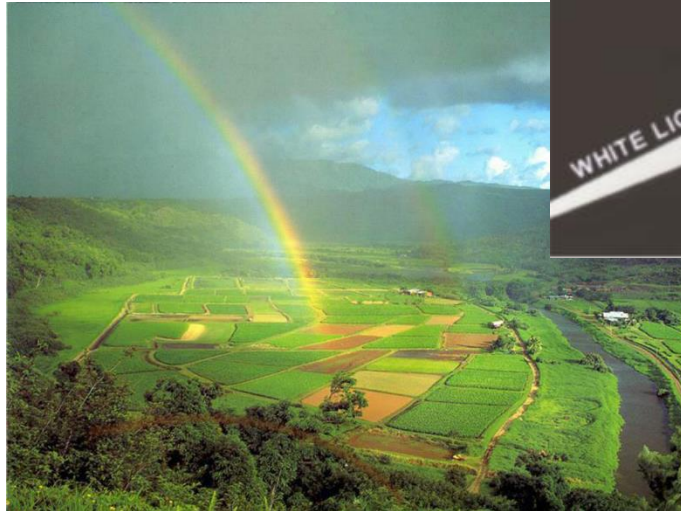


PLAN

- › INTRODUCCIÓN
- › **GENERACIÓN DEL COLOR**
- › MODELOS Y ESPACIO DE COLOR
- › TRANSFORMACIONES DE COLOR
- › SEGMENTACIÓN BASADA EN EL COLOR
- › APLICACIONES

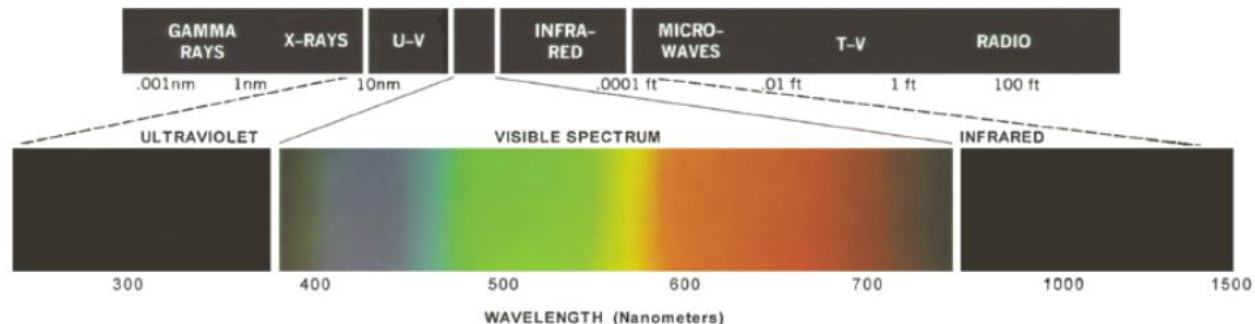
GENERACIÓN DEL COLOR

- › En 1666, Sir Isaac Newton logró recrear el efecto del arco iris al hacer pasar por un prisma un haz de luz obteniendo un espectro continuo de colores que iban del rango violeta al rojo.



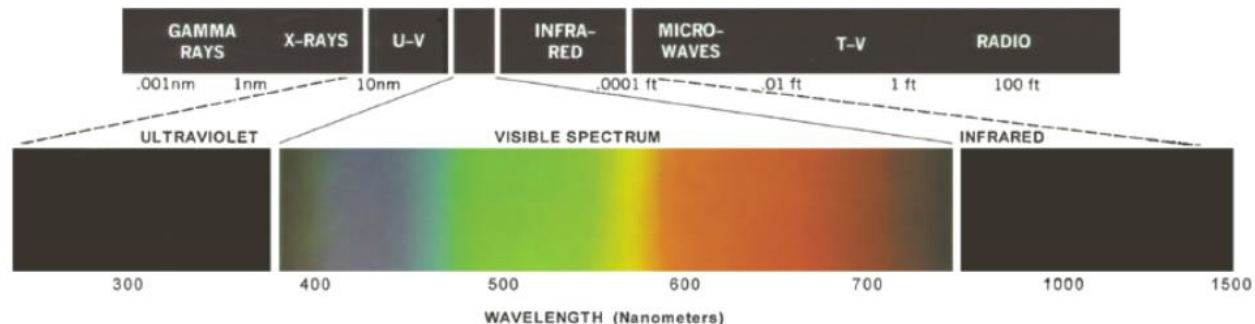
GENERACIÓN DEL COLOR

- › El espectro se puede dividir en 6 regiones: violeta, azul, verde, amarillo, naranja y rojo.
- › Los límites de estas regiones no son abruptos, cada color se mezcla suavemente al próximo.
- › La banda de frecuencias visibles en el espectro electromagnético es muy angosta, como muestra la figura:



GENERACIÓN DEL COLOR

- › Un objeto verde reflejaría luz en el rango de 500 a 570 nm, mientras que absorbería las otras longitudes de onda.
- › Un objeto que refleja igualmente todas las frecuencias se vería blanco.

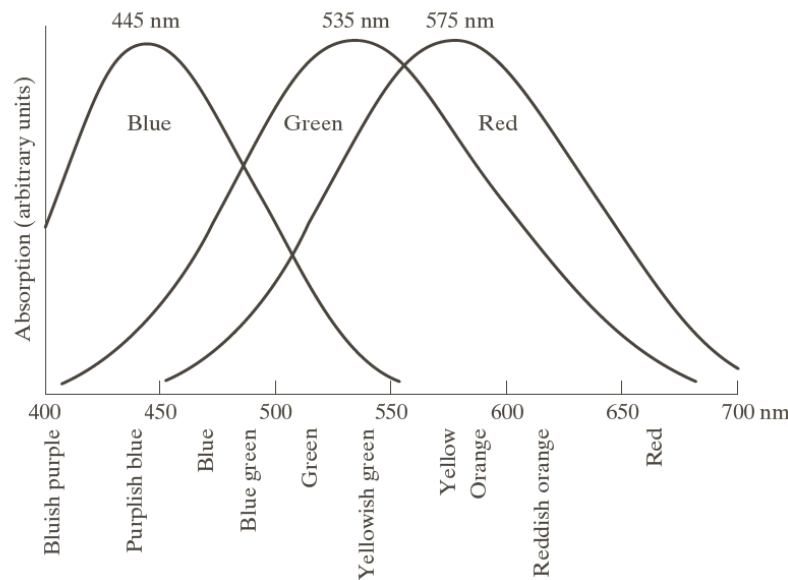


GENERACIÓN DEL COLOR

- › Existen tres cantidades básicas usadas para describir la calidad de una fuente de luz cromática:
 - **Radiación**, que es la cantidad de energía que emite la fuente luminosa medida en watts (W).
 - **Luminosidad**: medida en lumens (lm) que da la cantidad de energía que el observador percibe desde la fuente luminosa.
 - **Brillo**, que describe la sensación de color, aunque es un descriptor muy subjetivo y muy difícil de medirse.

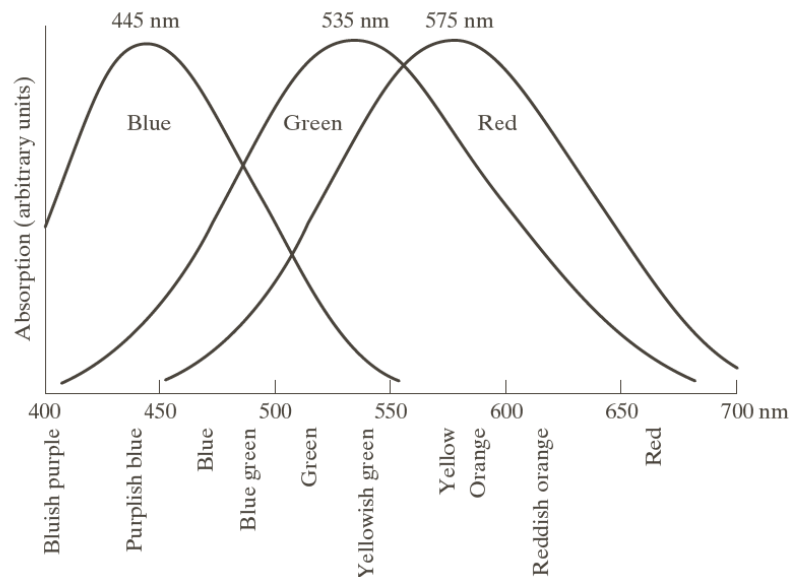
GENERACIÓN DEL COLOR

- › La luz visible se ubica en el rango entre 400 y 700 nm del espectro electromagnético.



- › 67% de los conos (receptores del sistema visual humano) son sensibles al rojo, 33% son sensibles al verde y solo 2% son sensibles al azul.

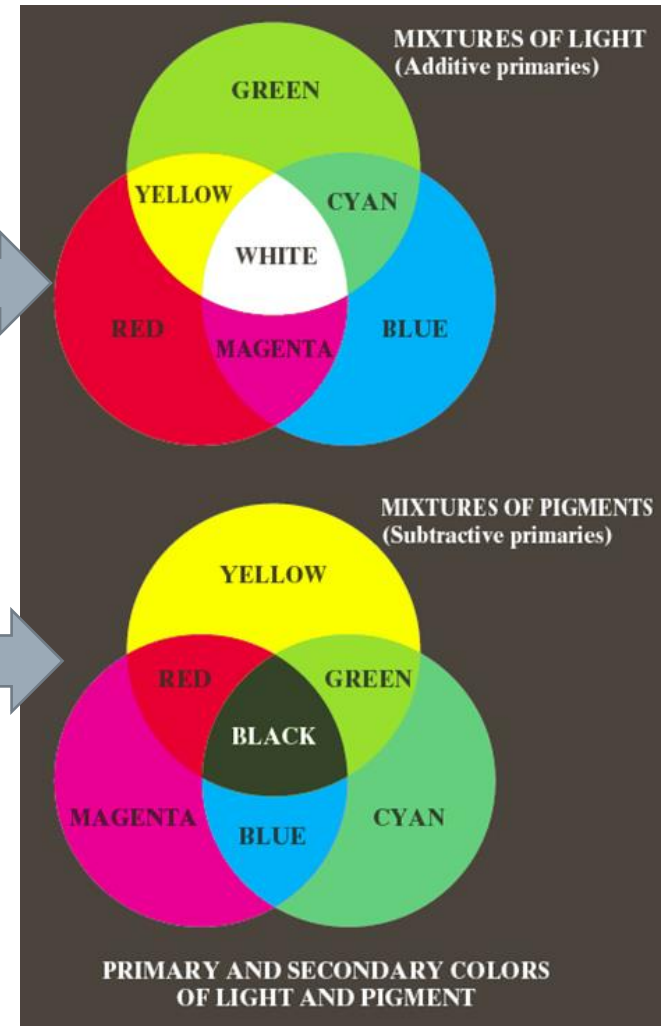
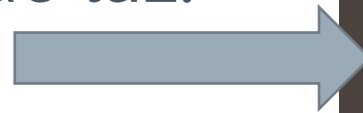
GENERACIÓN DEL COLOR



- › El gráfico muestra la absorción de los colores por el ojo humano,
- › No existe lo llamado color para el azul, verde y rojo,
- › Los otros colores son la combinación de estos tres que representan los colores primarios.

GENERACIÓN DEL COLOR

- › La combinación de los colores primarios produce los secundarios de luz.



- › En cambio, los colores de pigmentación poseen una dinámica diferente: un color primario se define como el color que absorbe un color primario para transmitir los otros dos.

PLAN

- › INTRODUCCIÓN
- › GENERACIÓN DEL COLOR
- › **MODELOS Y ESPACIOS DE COLOR**
- › TRANSFORMACIONES DE COLOR
- › SEGMENTACIÓN BASADA EN EL COLOR
- › APLICACIONES

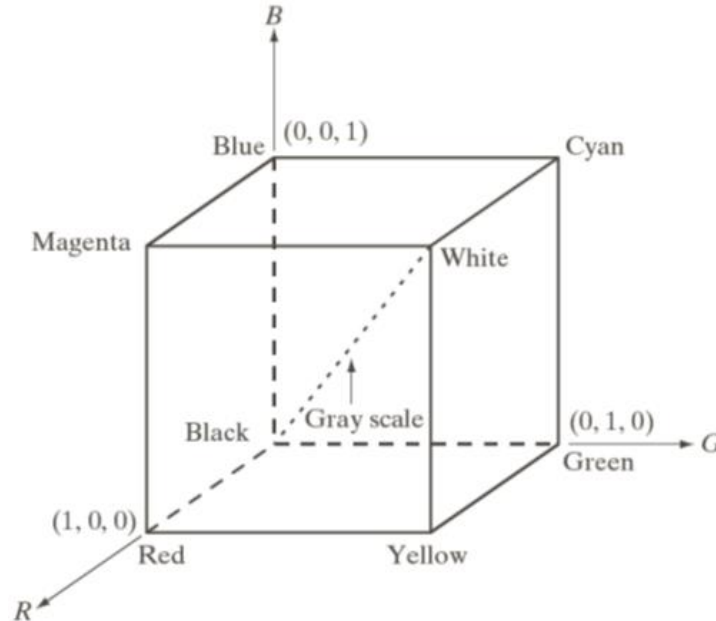
MODELOS Y ESPACIO DE COLOR

- › Los modelos de color (también llamados espacios de color) establecen un standard sobre la representación del color.
- › Representan un **sistema de coordenadas** donde cada color es un punto en el mismo.
- › La utilización de un espacio de color dependerá de la aplicación, ya sea por la utilización de un hardware especial o por la necesidad de generar colores gráficos especiales.

MODELOS Y ESPACIOS DE COLOR

› Espacio RGB (red, green, blue)

- En el modelo RGB cada color se representa utilizando los componentes espectrales de los colores primarios.
- Este modelo está basado en un sistema de coordenadas cartesianas.



MODELOS Y ESPACIOS DE COLOR

› Espacio RGB (red, green, blue)

- El número de bits utilizados para representar cada color se denomina *profundidad del color*.
- Considerando una imagen RGB donde cada pixel se representa mediante la combinación de 3 bytes (8 bits), la profundidad en este caso es de 24 bits.
- La profundidad de 24 bits se denomina full color.
- La cantidad total de colores disponible en 24 bits RGB es $(2^8)^3 = 16.777.216$.



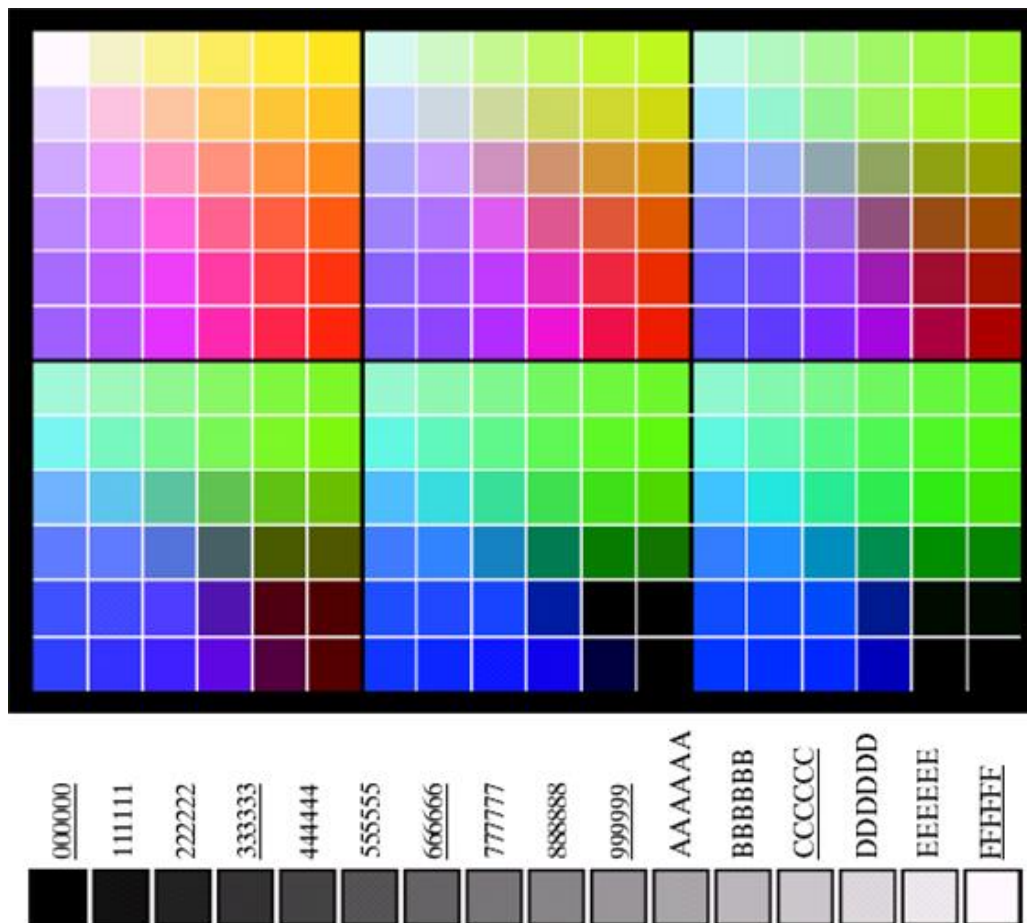
MODELOS Y ESPACIOS DE COLOR

› Espacio RGB (red, green, blue)

- Aunque varios sistemas soportan imágenes en 24 bits de color, muchos otros se limitan a solo 256 combinaciones.
- Este subconjunto de colores se denomina el conjunto de safe RGB colors o el set de all-systems-safe colors.
- Este subconjunto es muy utilizado en Internet.
- En realidad, el set se limita a 216 colores que son comunes a los diferentes sistemas operativos.
- También se considera que estos colores tienen la misma apariencia percibida por la mayoría de las personas.

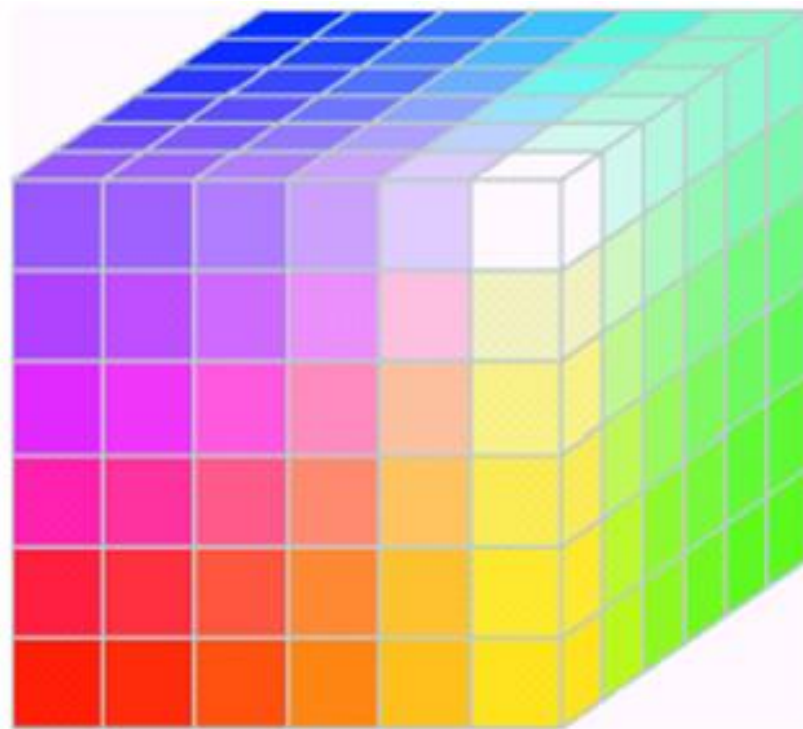
MODELOS Y ESPACIOS DE COLOR

- › Espacio RGB (red, green, blue)
 - Set de 216 safe colors



MODELOS Y ESPACIOS DE COLOR

- › **Espacio RGB** (red, green, blue)
 - Set de 216 safe colors



MODELOS Y ESPACIOS DE COLOR

› El espacio CMY

- El cyan, magenta y amarillo son los colores secundarios de luminosidad, o, alternatively, los colores primarios de pigmentos.
- Muchos dispositivos de impresión utilizan el espacio CMY como entrada, o realizan la conversión de RGB a CMY:

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

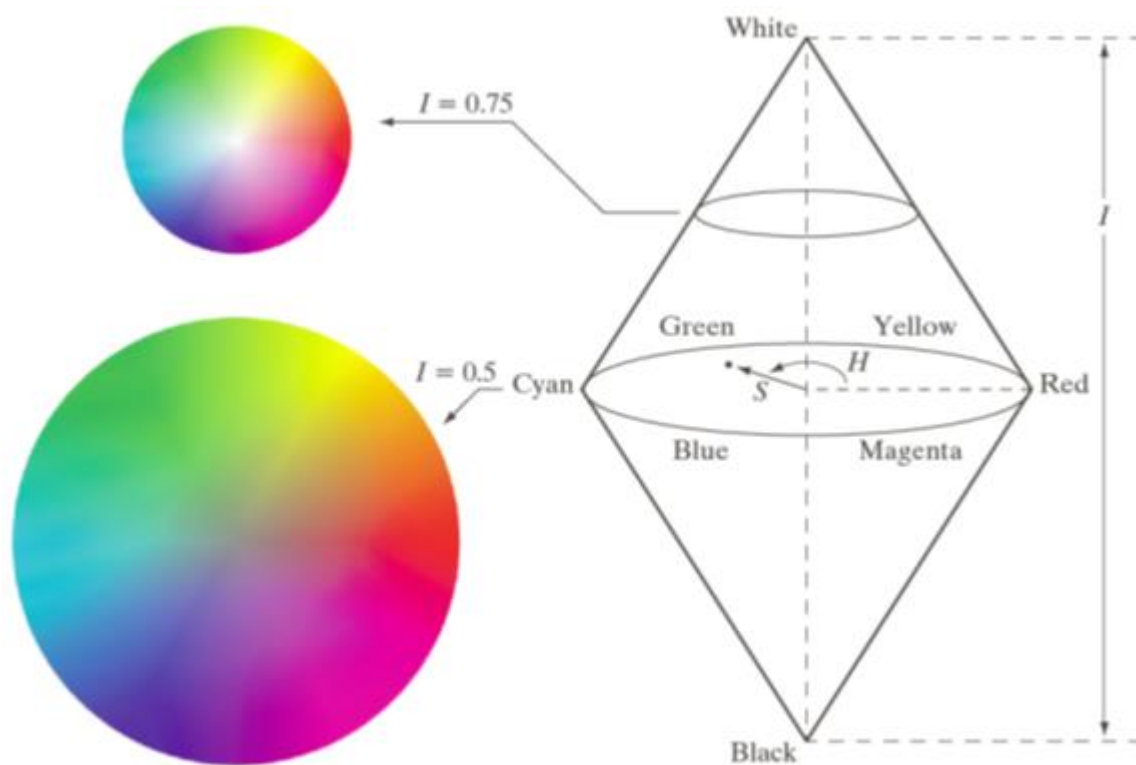
MODELOS Y ESPACIOS DE COLOR

› Espacio HSI o HSV

- Basado en la percepción humana, donde los colores (hue H) de los objetos se definen por su pureza (saturación S) y su intensidad (I o V).
- Este tipo de espacio es más intuitivo para el procesamiento del color.
- **Hue** es un ángulo, representando el color,
- **Saturation** es la pureza del color, el grado de dilución con la luz blanca.
- **Intensity**, está ligada a la luminosidad percibida.

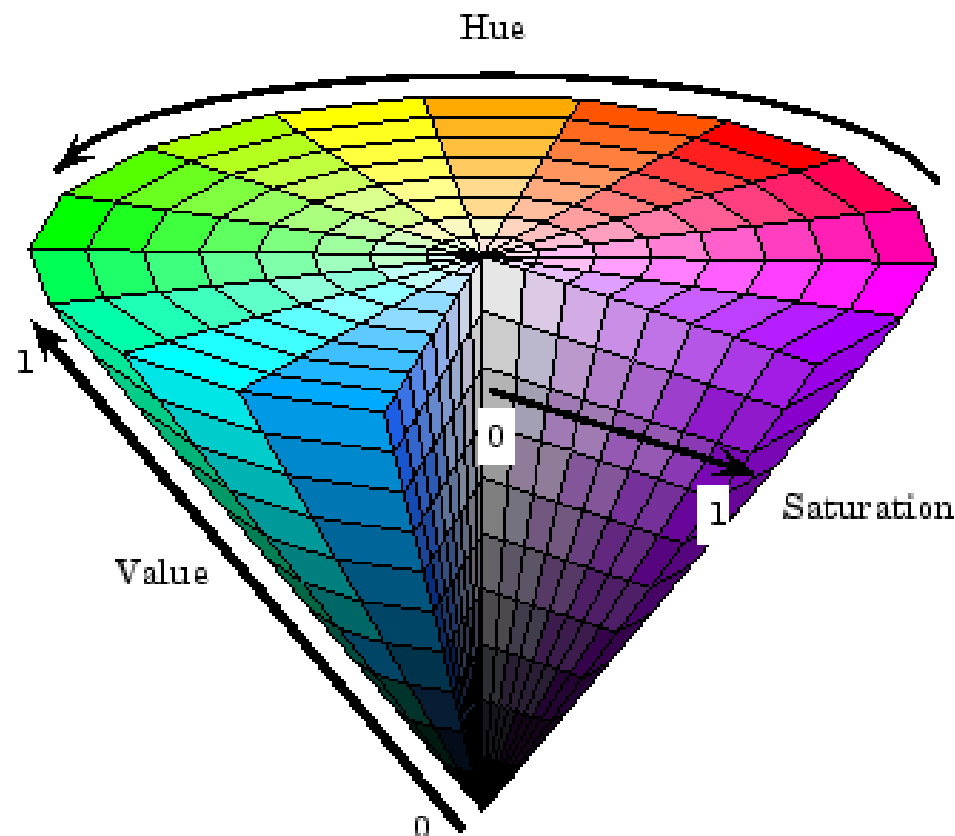
MODELOS Y ESPACIOS DE COLOR

› Espacio HSI o HSV



MODELOS Y ESPACIOS DE COLOR

› Espacio HSI o HSV



MODELOS Y ESPACIOS DE COLOR

› Espacio HSI o HSV

- Conversión del espacio RGB al HSV

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

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

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

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

MODELOS Y ESPACIOS DE COLOR

- › **Modelo CIE XYZ- 1931** (Commission Internationale de l'Eclairage)

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.42 & -0.16 & -0.08 \\ -0.09 & 0.25 & 0.16 \\ 0.001 & -0.002 & 0.179 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

- › **Modelo CIEL*a*b***
 - Este modelo está basado en el XYZ .
 - L es la luminancia,
 - a y b son las coordenadas cromáticas

MODELOS Y ESPACIOS DE COLOR

› Modelo YCbCr

- Es el espacio cromático, muy utilizado en video digital.
- Y es la intensidad e gris.
- Cb es la coordenada cromática del azul.
- Cr es la coordenada cromática del rojo.

$$\begin{bmatrix} Y \\ C_b \\ C_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 16 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 65.481 & 128.553 & 24.966 \\ -37.797 & -74.203 & 112 \\ 112.0 & -93.786 & -18.214 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix}$$

MODELOS Y ESPACIOS DE COLOR

› Color Texton Space

- Está basado en el HSV.
- Explota el hecho de que algunas veces la saturación (pureza) de un color dado a un pixel no es importante (valor cercano a 0) para “restarle” importancia.

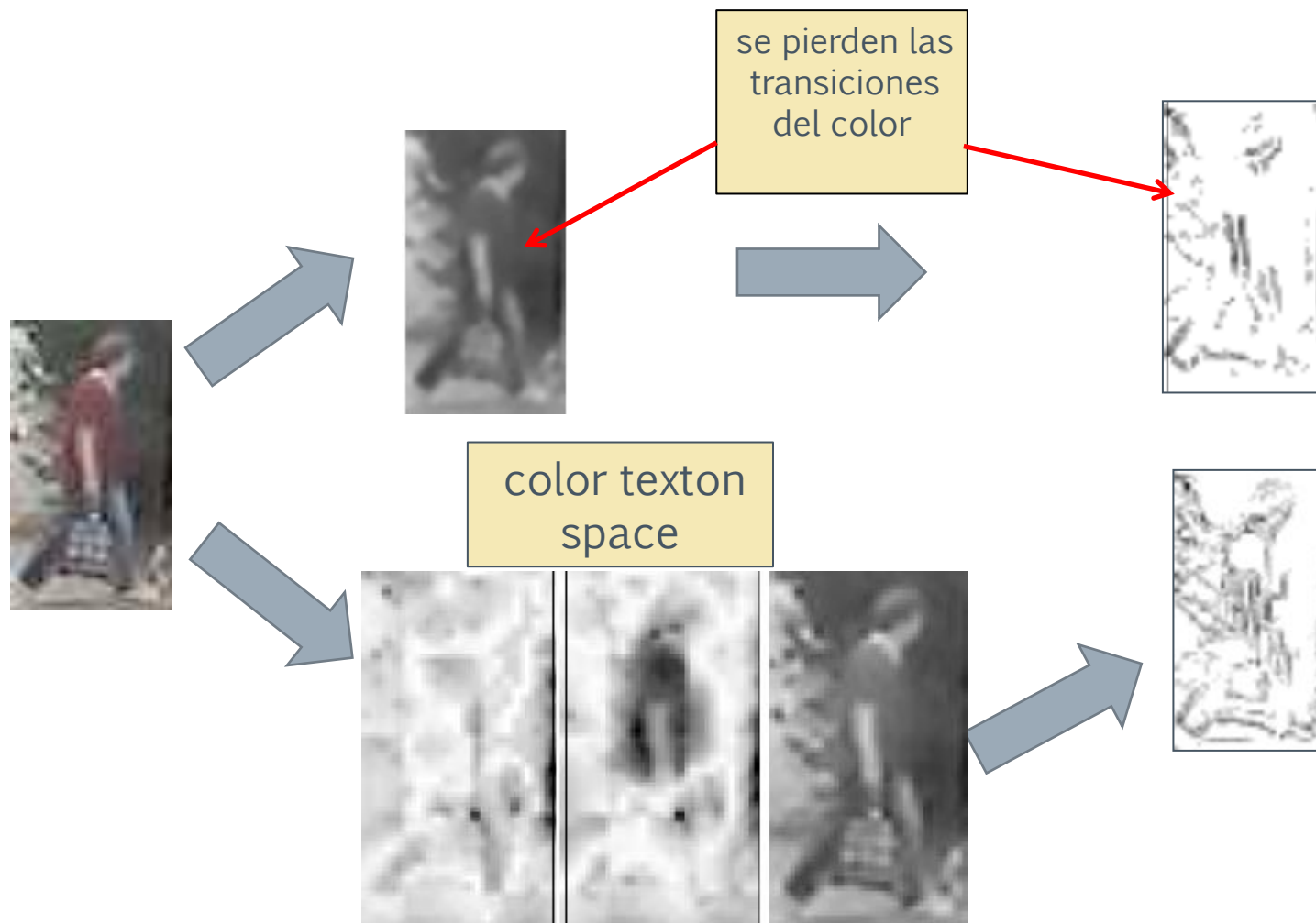
$$V = V$$

$$C_1 = S \sin H$$

$$C_2 = S \cos H$$

MODELOS Y ESPACIOS DE COLOR

- › Segmentación usando el color texton space.



PLAN

- › INTRODUCCIÓN
- › GENERACIÓN DEL COLOR
- › MODELOS Y ESPACIOS DE COLOR
- › **TRANSFORMACIONES DE COLOR**
- › SEGMENTACIÓN BASADA EN EL COLOR
- › APLICACIONES

TRANSFORMACIONES DE COLOR

› Formulación

- Las transformaciones de color se basan en la expresión

$$g(x, y) = T[f(x, y)]$$

- $f(x, y)$ es la imagen color, $g(x, y)$ es la imagen color procesada y T es el operador.
- De la misma manera que cuando se trabajó con niveles de gris, al procesar los colores en general se trata cada plano de color independientemente.

TRANSFORMACIONES DE COLOR

› Formulación



Full color



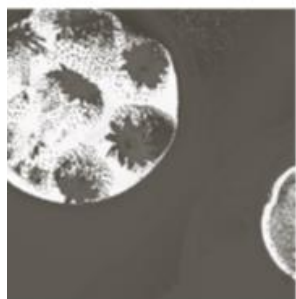
Red



Green



Blue



Hue



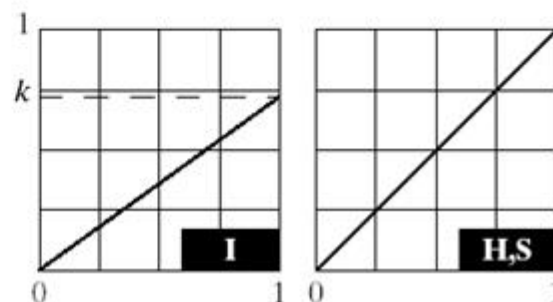
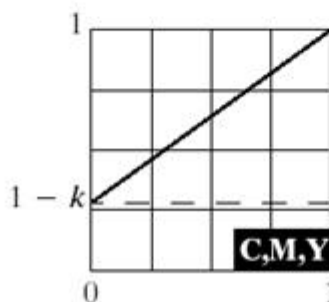
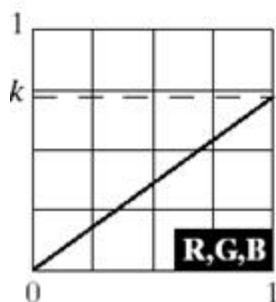
Saturation



Intensity

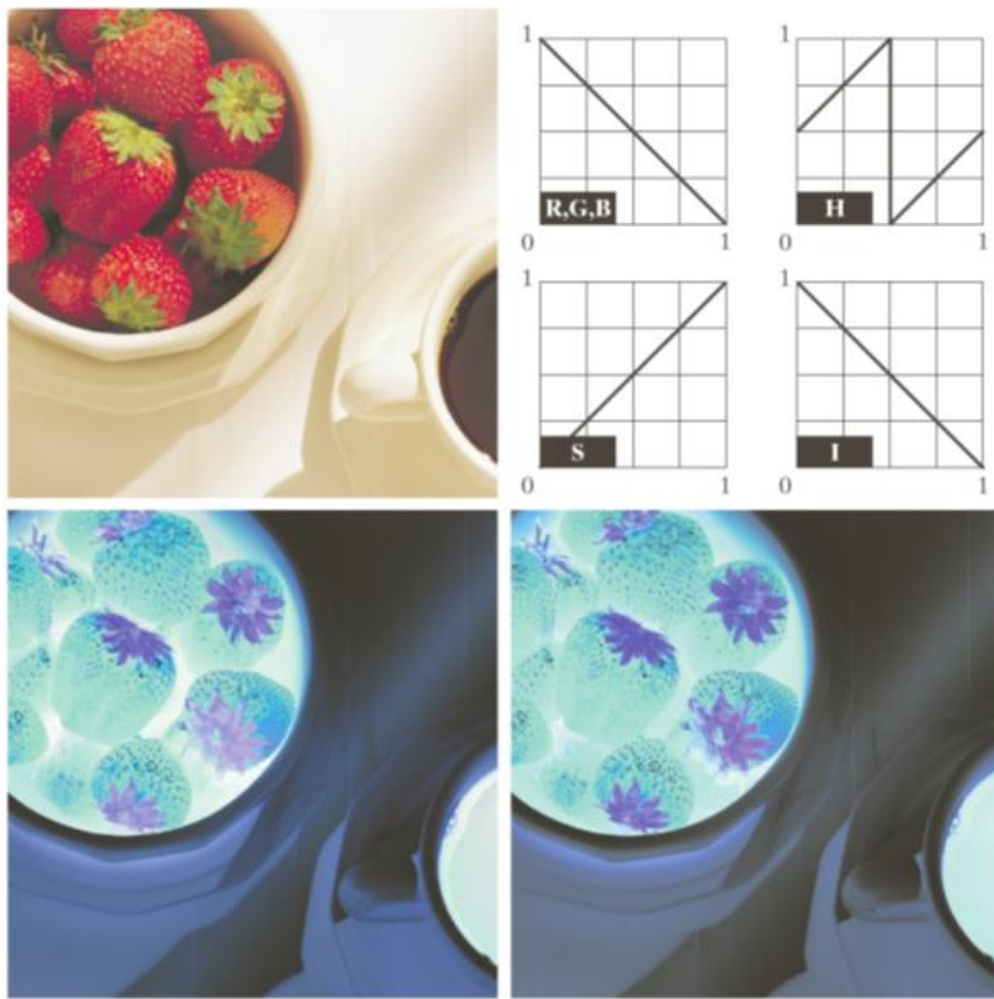
TRANSFORMACIONES DE COLOR

› Ajuste de Intensidad



TRANSFORMACIONES DE COLOR

› Complemento de Color



TRANSFORMACIONES DE COLOR

- › Correcciones de tono y color
 - Al realizar las correcciones de tono y color, tanto la computadora como cualquier otro procesador, se convierte en un cuarto oscuro digital.
 - La corrección de color posee innumerables aplicaciones, desde hogareñas hasta cinematográficas.
 - Sin embargo, la efectividad de la corrección es juzgada cuando se visualiza el resultado, requiriendo un modelo de color independiente del dispositivo de salida.
 - Uno de los modelos elegidos para los sistemas de control de color es el CIEL^{*}a^{*}b^{*}

TRANSFORMACIONES DE COLOR

- › Correcciones de tono y color
 - La corrección del tono ajusta experimentalmente el brillo y contraste para proveer un máximo detalle en un rango de intensidades.



- En el caso de trabajar con HSV solo la intensidad se modificaría.

TRANSFORMACIONES DE COLOR

- › Correcciones de tono y color
 - Corrección del tono en imagen clara.



TRANSFORMACIONES DE COLOR

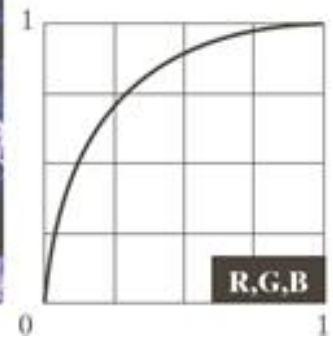
- › Correcciones de tono y color
 - Corrección del tono en imagen oscura.



Dark



Corrected



TRANSFORMACIONES DE COLOR

› Balance de color

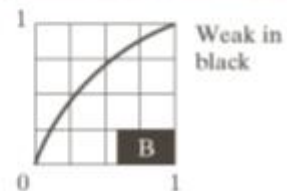
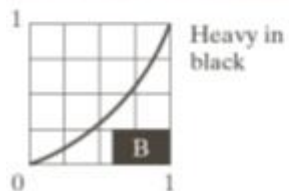
- El balance de color significa que se actúa sobre un solo canal.
- Hay que tomar en consideración que cada acción afecta el balance global de la imagen: la percepción de un color es afectada por los colores que lo rodean.

TRANSFORMACIONES DE COLOR

› Balance de color



imagen original

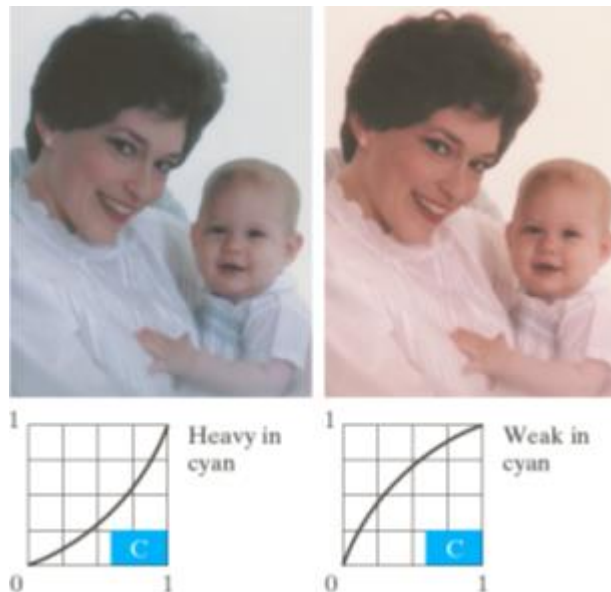


TRANSFORMACIONES DE COLOR

› Balance de color



imagen original

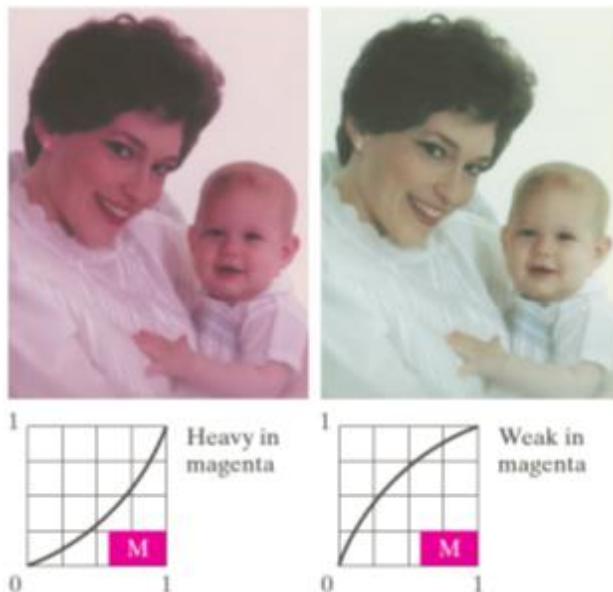


TRANSFORMACIONES DE COLOR

› Balance de color



imagen original

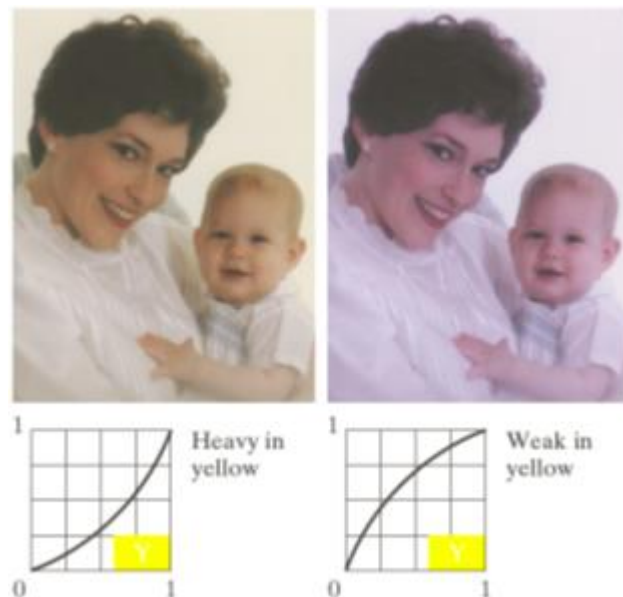


TRANSFORMACIONES DE COLOR

› Balance de color



imagen original

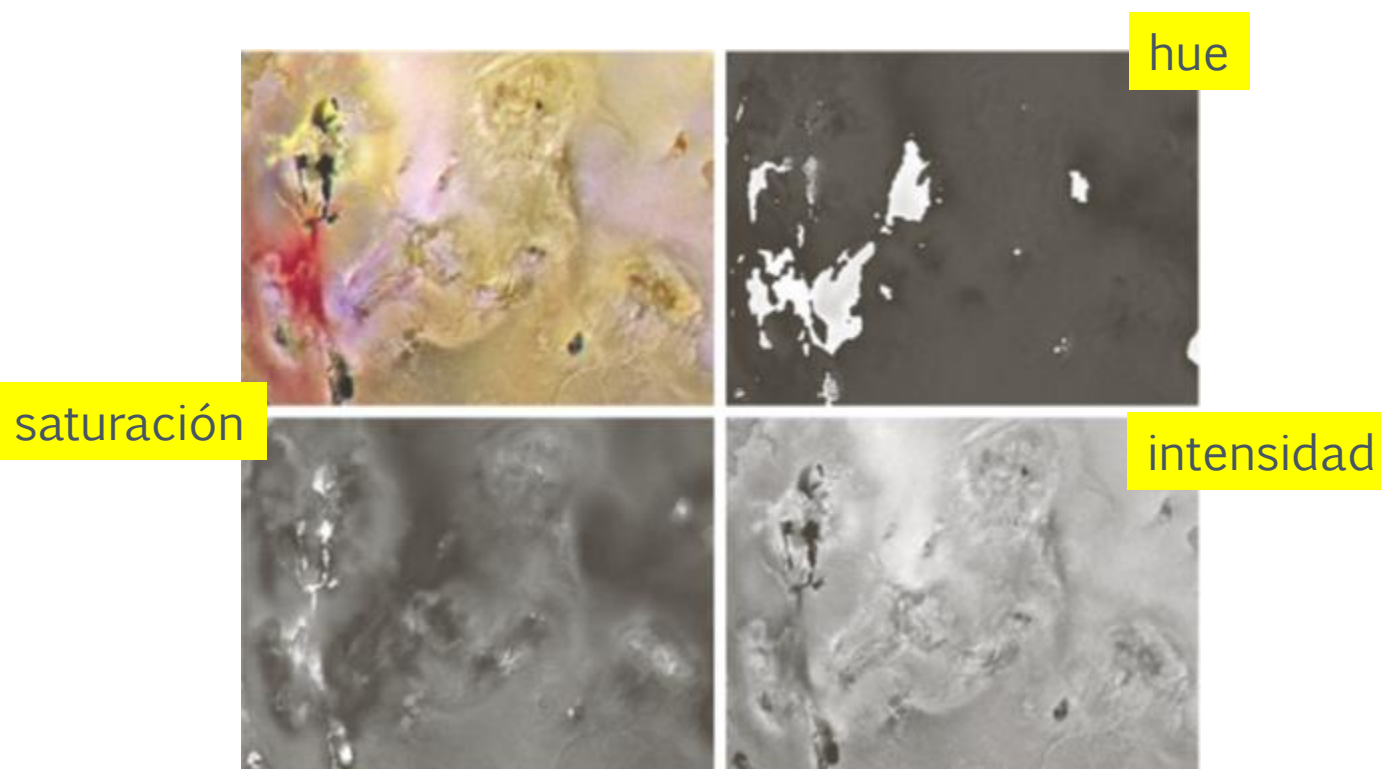


PLAN

- › INTRODUCCIÓN
- › GENERACIÓN DEL COLOR
- › MODELOS Y ESPACIOS DE COLOR
- › TRANSFORMACIONES DE COLOR
- › **SEGMENTACIÓN BASADA EN EL COLOR**
- › APLICACIONES

SEGMENTACIÓN BASADA EN EL COLOR

- › Segmentación de regiones
 - Espacio HSI



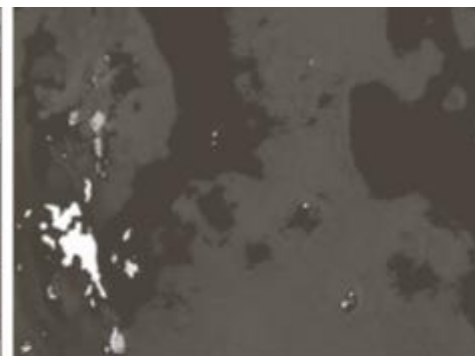
SEGMENTACIÓN BASADA EN EL COLOR

- › Segmentación de regiones
 - Espacio HSI

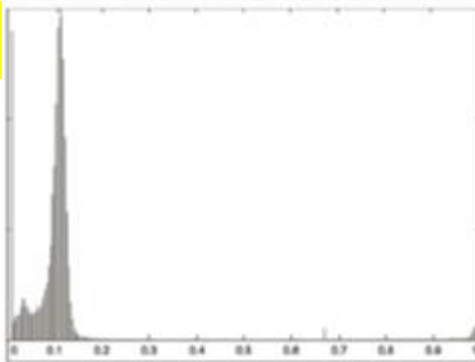
valores
altos de
saturación



hue * valores
altos de
saturación



histograma



segmentación
tomando el
ultimo percentil
del histograma



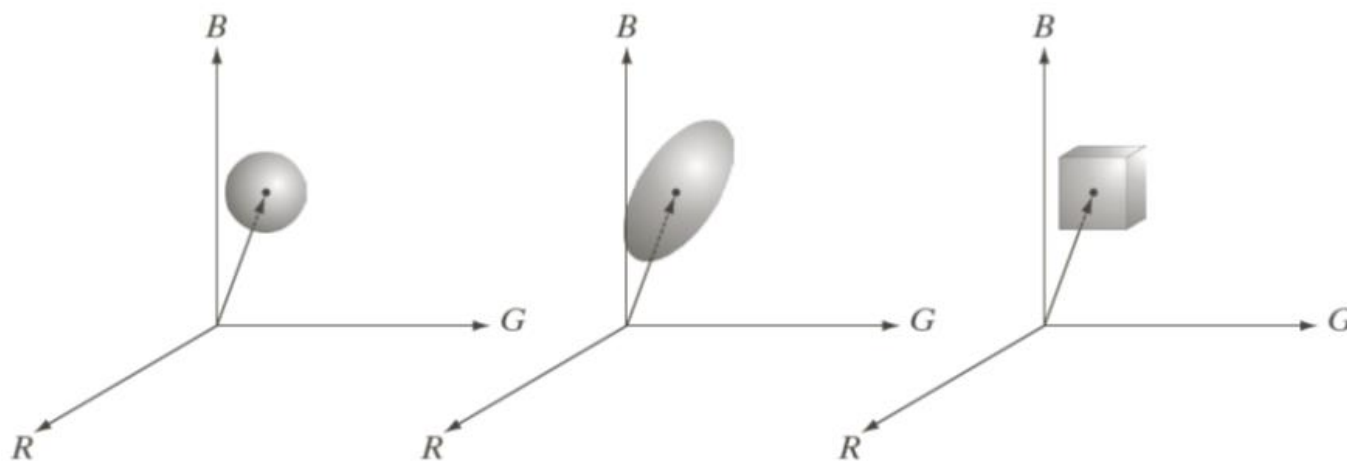
SEGMENTACIÓN BASADA EN EL COLOR

› Segmentación de regiones

– Espacio RGB

- › Si queremos identificar, como en el ejemplo anterior, la región roja en la imagen, podríamos estimar los valores promedios en RGB del color que queremos segmentar.
- › Estos valores promedios podrían ser un vector

$$\mathbf{a} = [a_R, a_G, a_B]$$



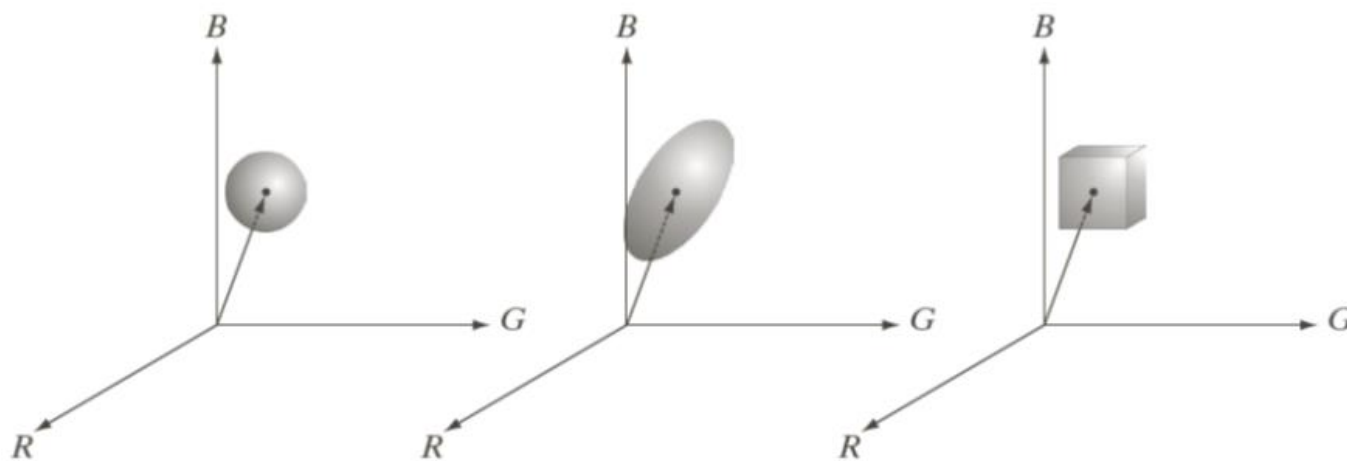
SEGMENTACIÓN BASADA EN EL COLOR

› Segmentación de regiones

– Espacio RGB

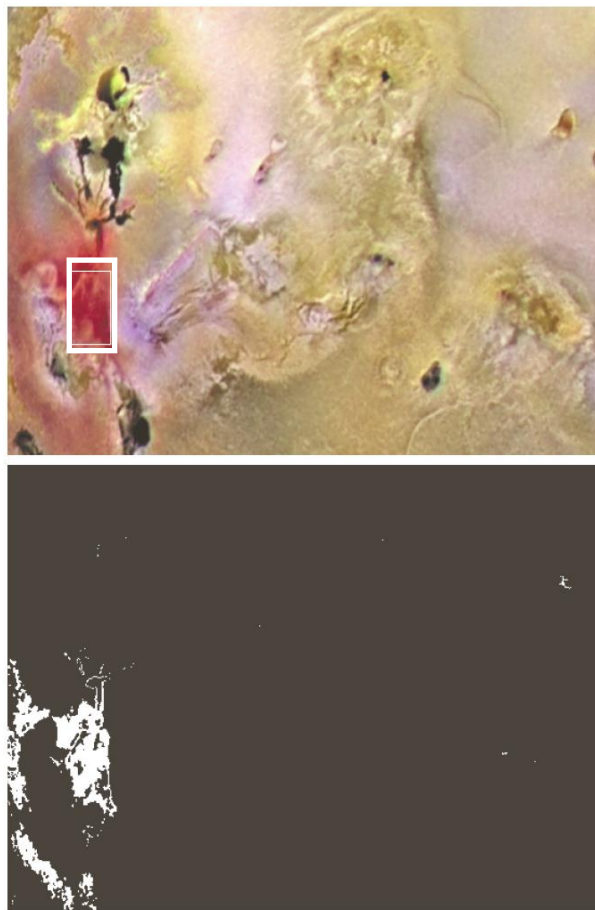
- › Cualquier punto $\mathbf{z} = [z_R, z_G, z_B]$ del espacio RGB se compara con \mathbf{a} mediante una función de distancia $D(\mathbf{z}, \mathbf{a})$ y si esta medida es menor que un umbral D se considera que este pixel es del color definido por \mathbf{a} .

$$D(\mathbf{z}, \mathbf{a}) = [(\mathbf{z} - \mathbf{a})^t \mathbf{C}^{-1} (\mathbf{z} - \mathbf{a})]^{\frac{1}{2}} < D_0$$



SEGMENTACIÓN BASADA EN EL COLOR

- › Segmentación de regiones
 - Espacio RGB



SEGMENTACIÓN BASADA EN EL COLOR

π

› Segmentación de contornos

- La segmentación de contornos se puede hacer separadamente, una por cada canal de color y luego fusionar el resultado.
- La fusión puede ser el objeto de encontrar el máximo entre los gradientes de cada canal
- También puede calcularse un promedio entre los gradientes, que se acerca al cálculo en niveles de gris.

SEGMENTACIÓN BASADA EN EL COLOR

π

› Segmentación de contornos



PLAN

- › INTRODUCCIÓN
- › GENERACIÓN DEL COLOR
- › MODELOS Y ESPACIOS DE COLOR
- › TRANSFORMACIONES DE COLOR
- › SEGMENTACIÓN BASADA EN EL COLOR
- › APLICACIONES

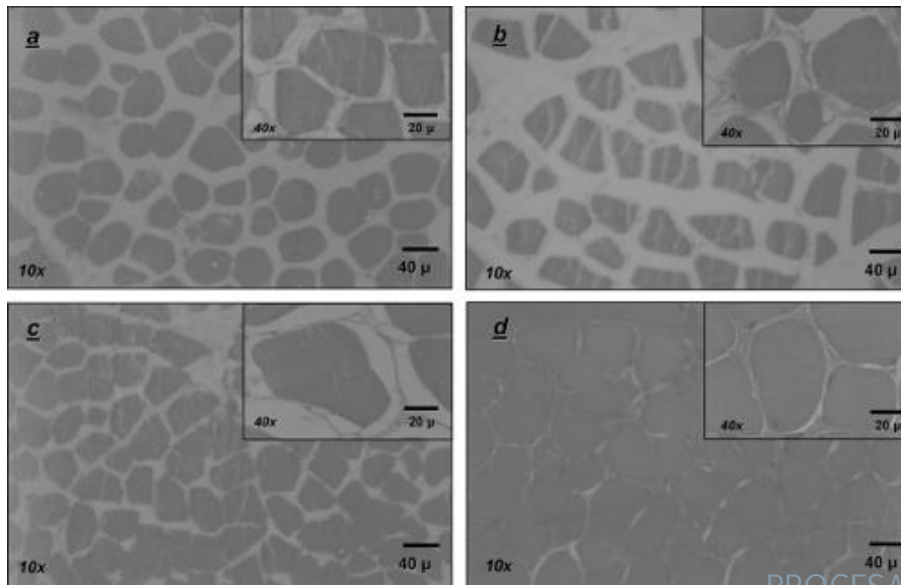
PLAN

- › INTRODUCCIÓN
- › GENERACIÓN DEL COLOR
- › MODELOS Y ESPACIOS DE COLOR
- › TRANSFORMACIONES DE COLOR
- › SEGMENTACIÓN BASADA EN EL COLOR
- › APLICACIONES
 - DETECCIÓN DE FIBRAS
 - DETECCIÓN DE RATONES

DETECCIÓN DE FIBRAS

MOTIVACIÓN

- › “Effect of salt addition on sous vide cooked whole beef muscles from Argentina”, S. Vaudagna et al., Meat Science, 2008.



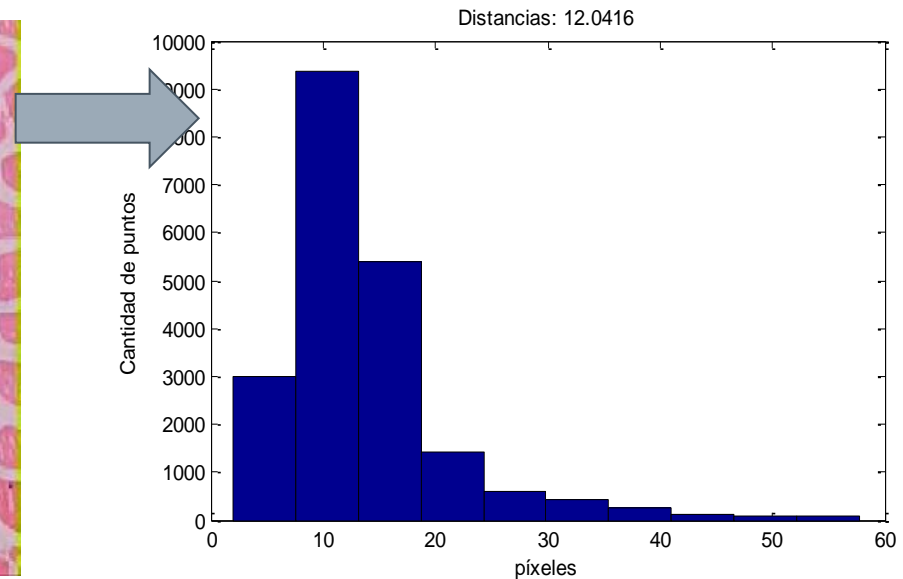
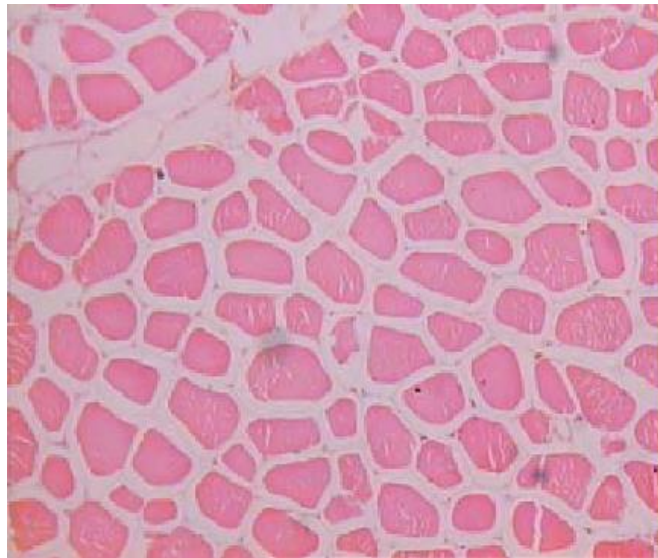
Distancias entre fibras mencionadas en el artículos y medidas a mano.

0.8 μm	2.3 μm
2.2 μm	

DETECCIÓN DE FIBRAS

OBJETIVO

- › Desarrollar un método automático para medir la distancia entre las fibras



DETECCIÓN DE FIBRAS

HIPOTESIS

- › Mis objetos a detectar son las fibras.
- › La imagen representa un corte donde se puede apreciar fibra y grasa o líquido inter fibras.
- › Las fibras tienen todas el mismo color.

DETECCIÓN DE FIBRAS

› METODOLOGÍA

- Lectura de la imagen de entrada

```
>>> img = cv2.imread('fibras.bmp')
```

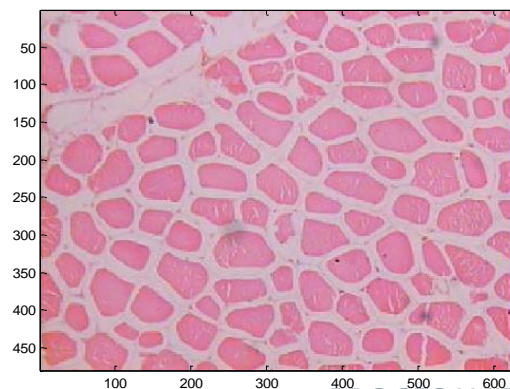
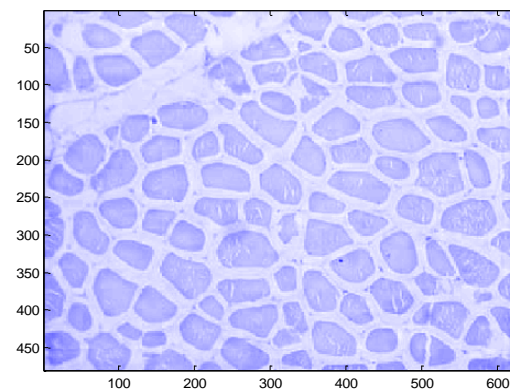
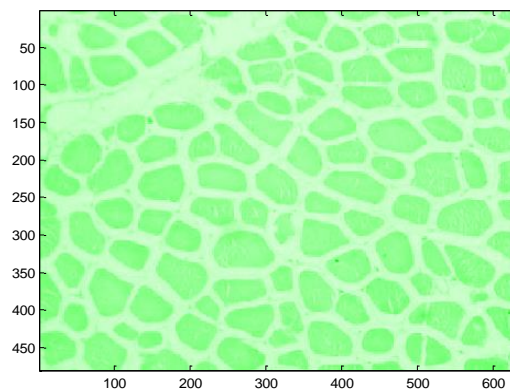
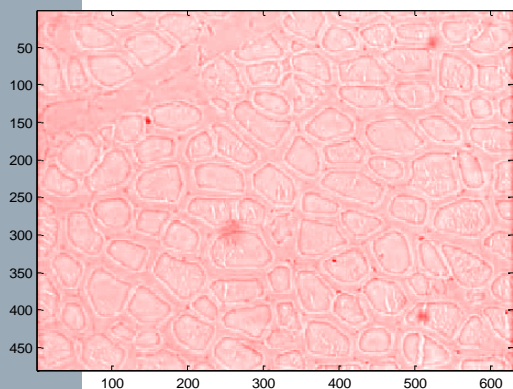
- Estudio de sus características

```
>>> img.shape  
→ (480,629,3)
```

img posee 3 canales, es una imagen color. Cada canal corresponde a un color.

π

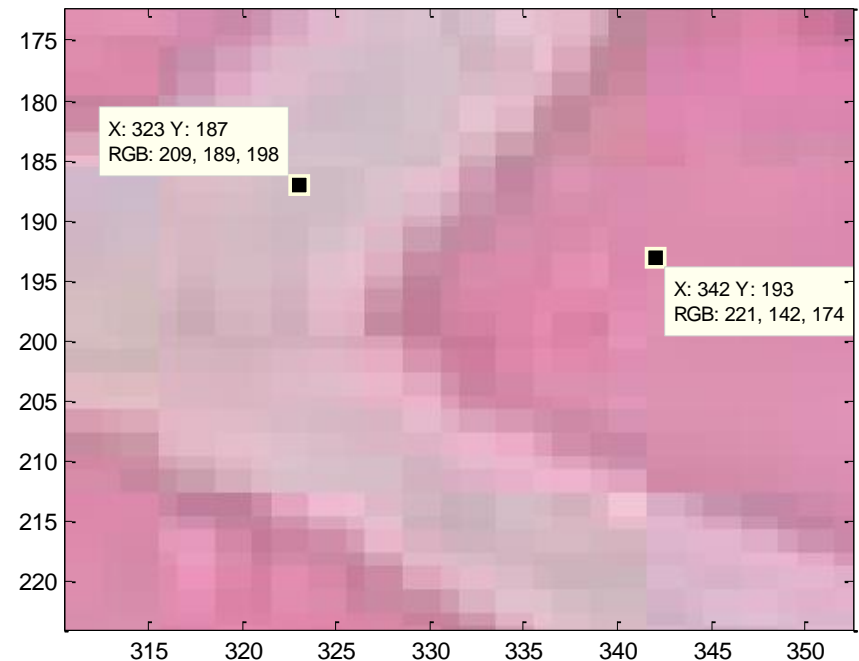
DETECCIÓN DE FIBRAS



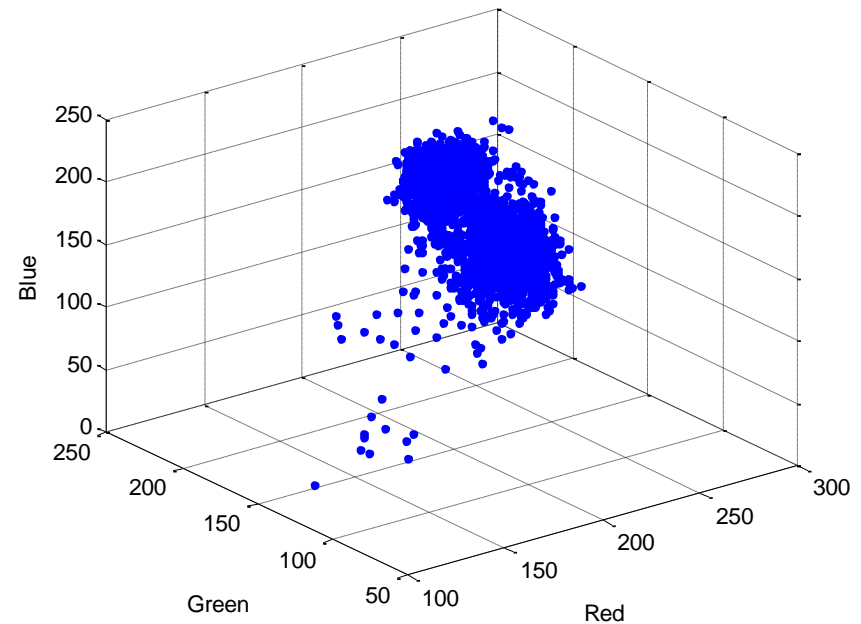
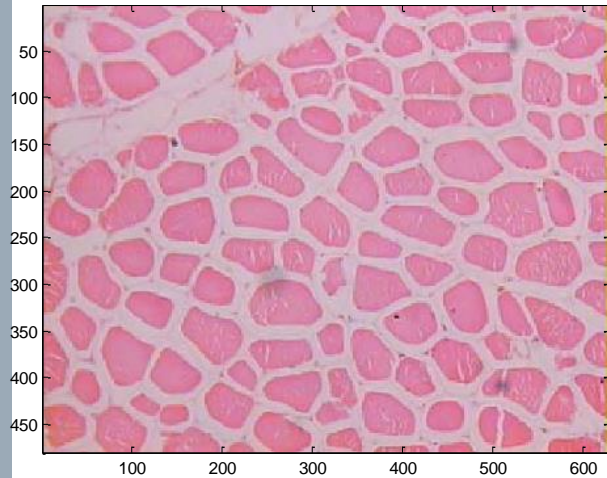
DETECCIÓN DE FIBRAS

› FORMACIÓN DE LOS COLORES

- Color de fibra
 - › R: 221
 - › G: 142
 - › B: 174
- Color del espacio
 - › R: 209
 - › G: 189
 - › B: 198

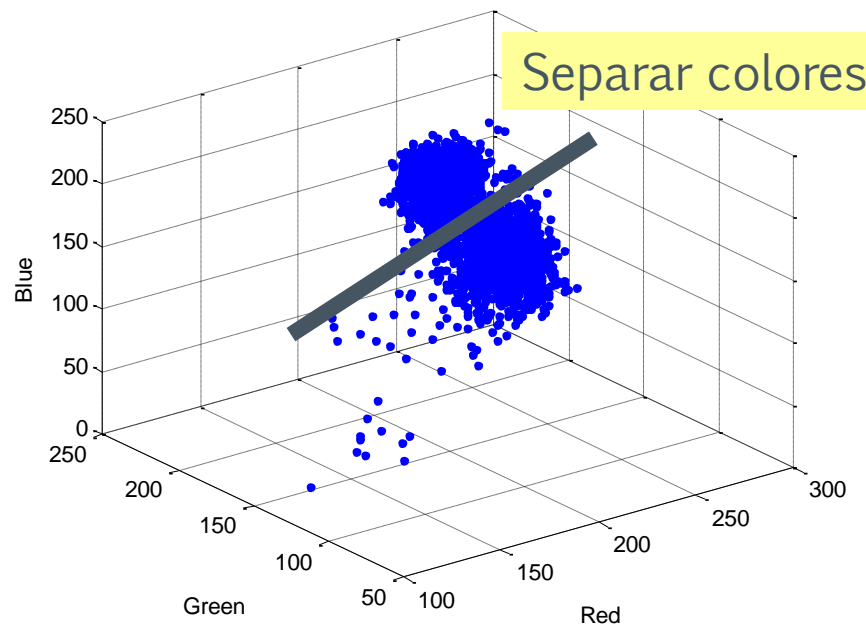
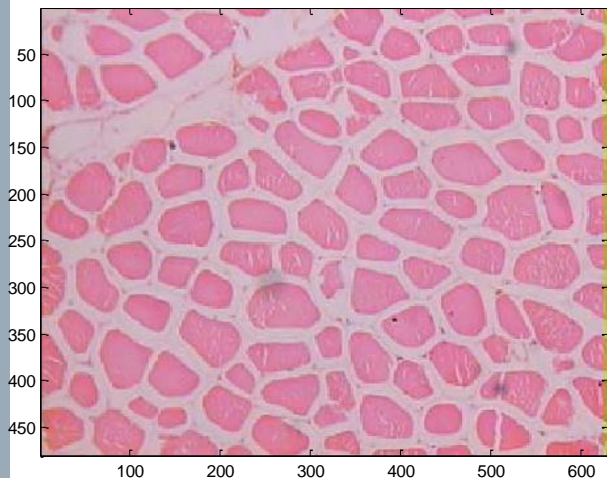


DETECCIÓN DE FIBRAS



Color fibras \neq Color espacio entre fibras

DETECCIÓN DE FIBRAS



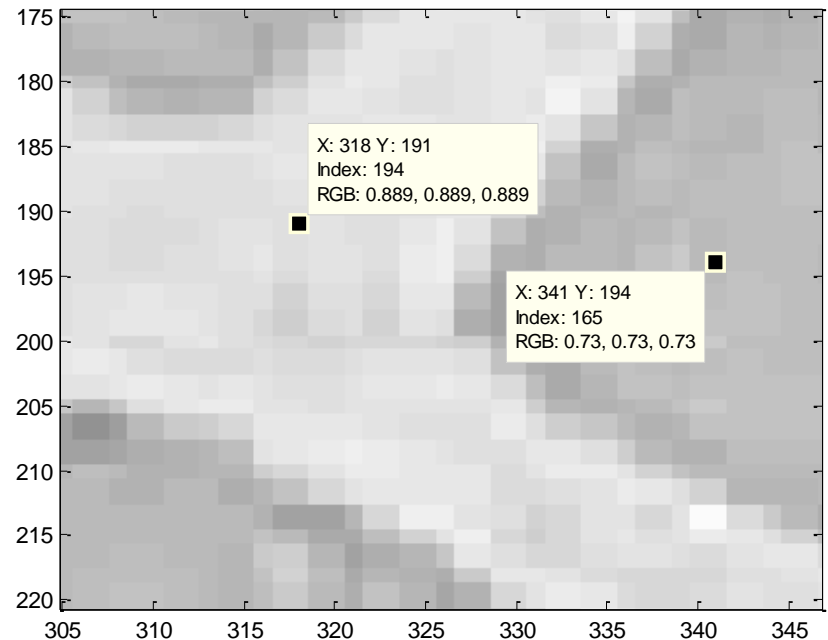
Color fibras \neq Color espacio entre fibras

DETECCIÓN DE FIBRAS

- › Transformación a niveles de gris
 - Para cada pixel se calcula el promedio de los valores de los canales RGB
 - En Python tenemos la instrucción de la librería OPENCV `cv2.cvtColor`.
 - O, leemos directamente la imagen en niveles de gris con `cv2.imread`
- ```
>>> img_gray = cv2.imread('fibras.bmp',0)
>>> img_gray.shape
→ (480,629)
```

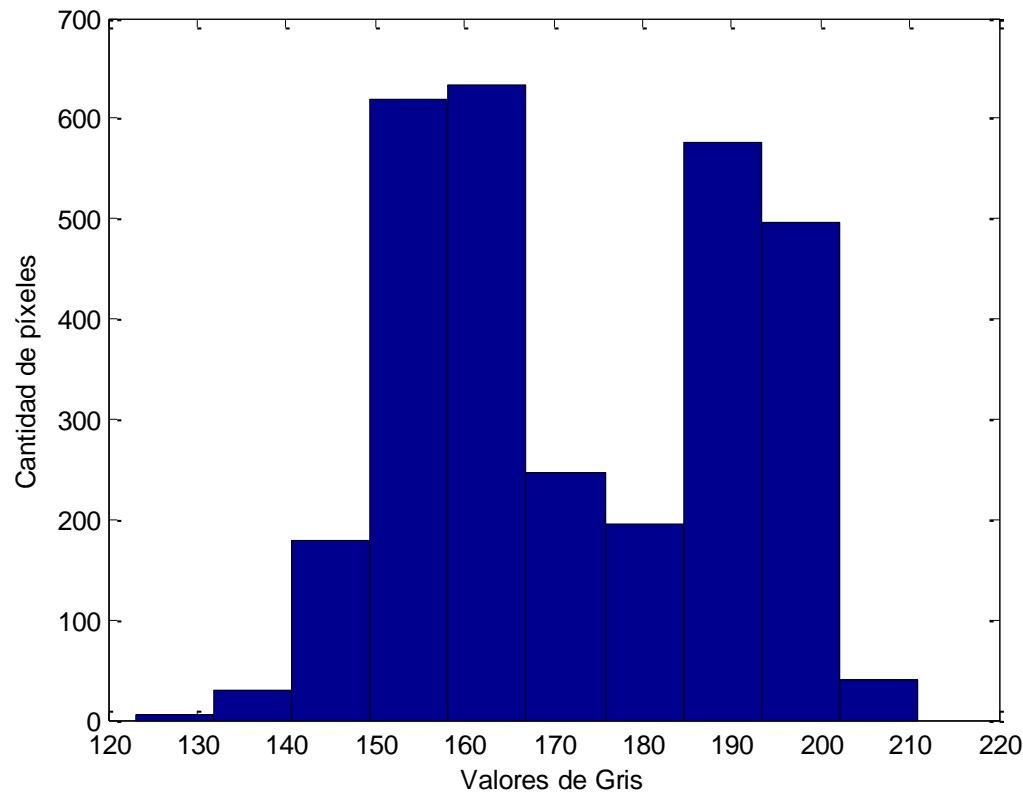
# DETECCIÓN DE FIBRAS

- › Formación de colores
  - Color de fibra
    - › Gray: 165
  - Color del espacio
    - › Gray: 194



# DETECCIÓN DE FIBRAS

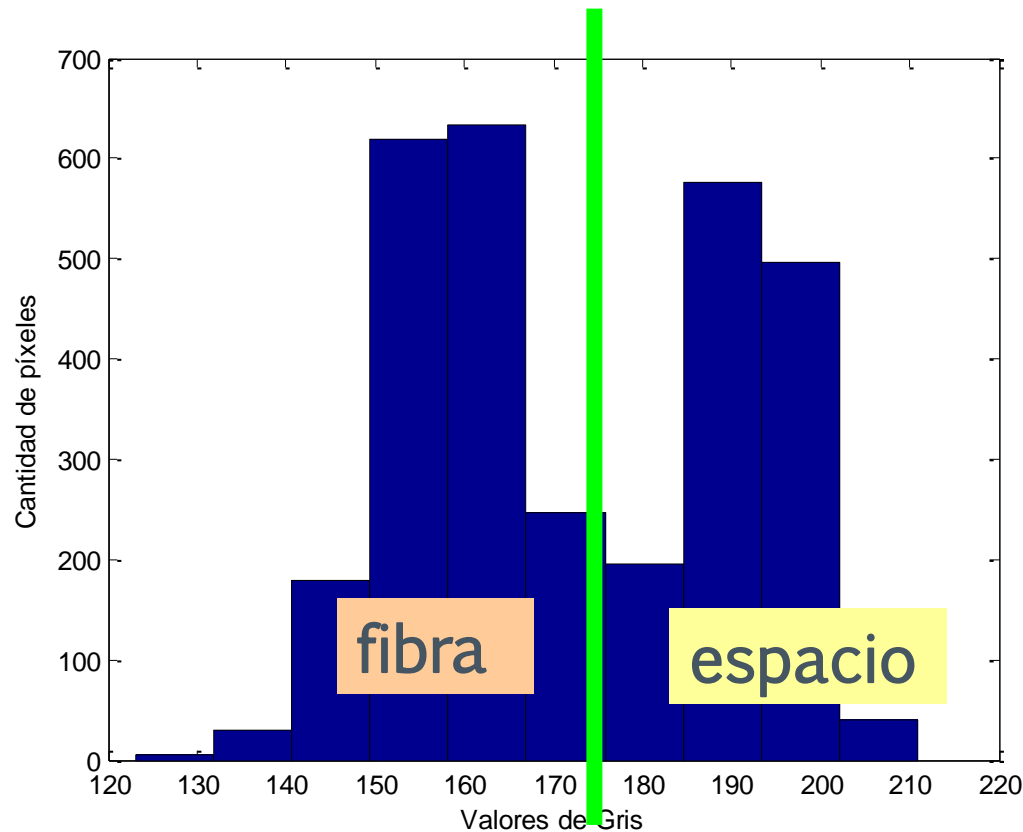
- › Formación de colores
  - Análisis del espacio de gris





# DETECCIÓN DE FIBRAS

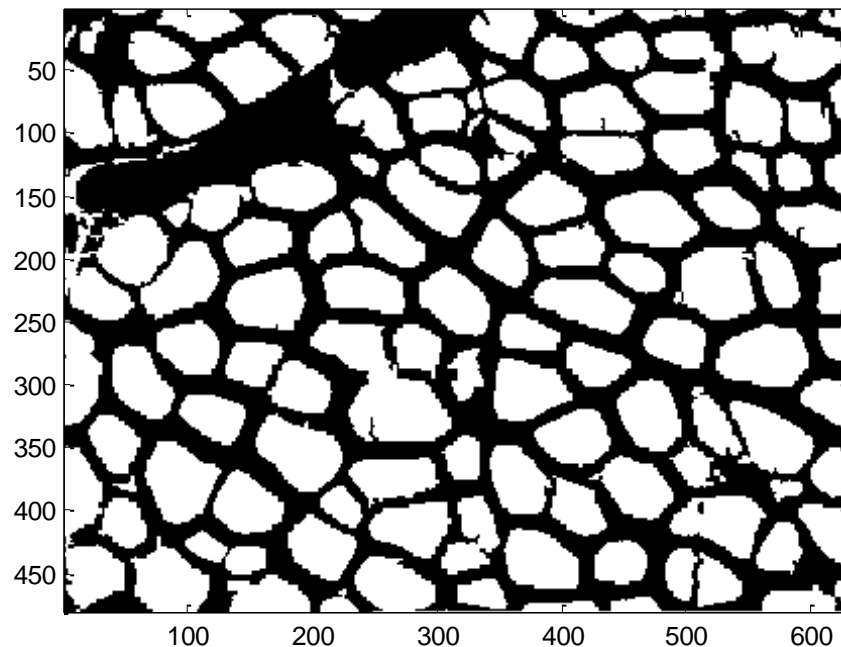
- › Formación de colores
  - Análisis del espacio de gris



# DETECCIÓN DE FIBRAS

## BINARIZACIÓN

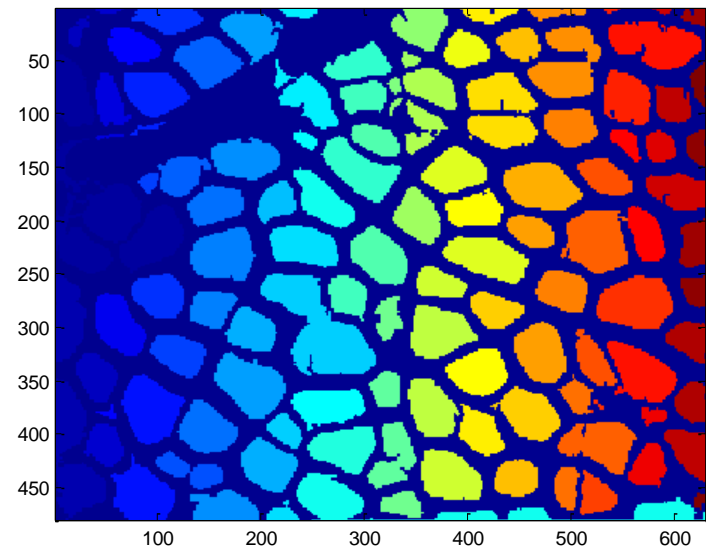
- › 1 → fibra
- › 0 → espacio



# DETECCIÓN DE FIBRAS

## › SEGMENTACIÓN EN REGIONES

- Una región es un conjunto de píxeles que están “conectados”
- En la matriz se le asignó un número de región a todos los píxeles de la misma región.



Región 48

## Región 53

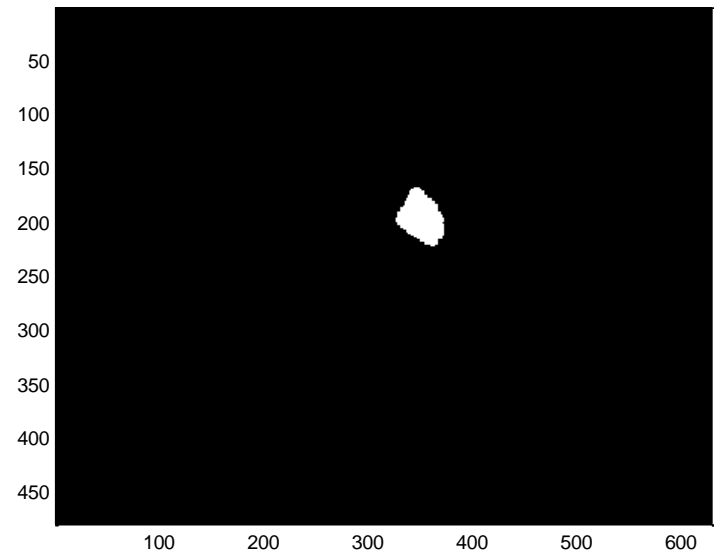
## Región 61

PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES - 2021

# DETECCIÓN DE FIBRAS

## › SEGMENTACIÓN EN REGIONES

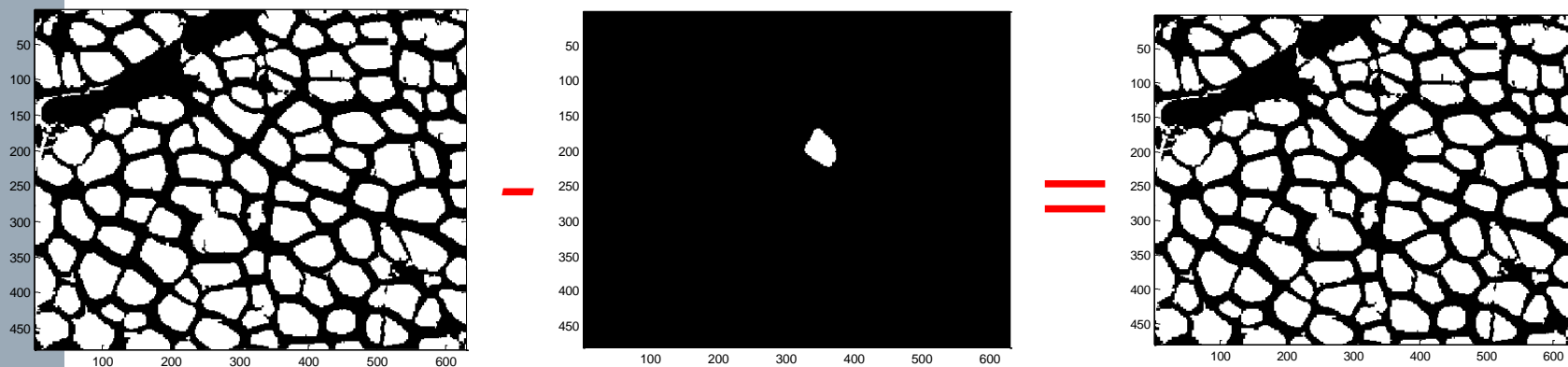
- Podría recuperar una región conservando en una matriz solo los puntos que tiene el valor de la región que me interesa:
  - › Individualización de la región 61



# DETECCIÓN DE FIBRAS

## › SEGMENTACIÓN EN REGIONES

- Puedo crear una imagen SIN la región 61



# DETECCIÓN DE FIBRAS

## CÁLCULO DE DISTANCIAS

- › Nuestro objetivo es calcular la distancia entre el borde de una fibra y el borde de la fibra más cercana.

Borde de una fibra



|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|



Borde de una fibra

- › Aplicamos una función de distancias:

Vector distancias

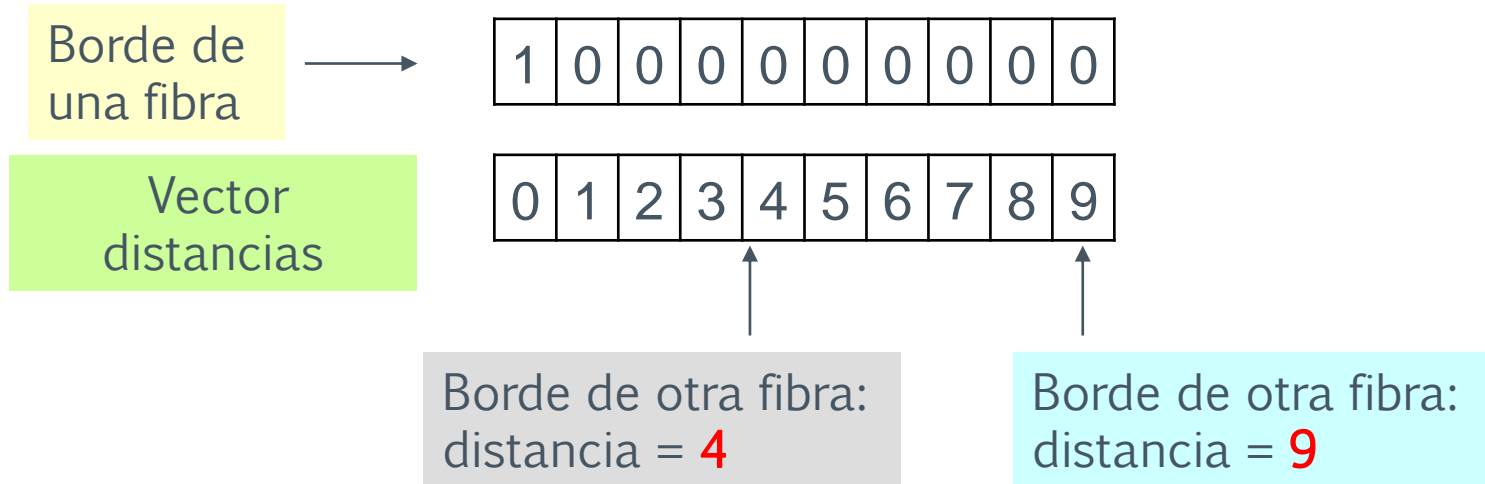
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

- › Cada valor corresponde a la distancia (en píxeles) del borde de una región más cercano.

# DETECCIÓN DE FIBRAS

## CÁLCULO DE DISTANCIAS

- › Nuestro objetivo es calcular la distancia entre el borde de una fibra y el borde de la fibra más cercana.





$\pi$ [illegible]

$\pi$ [illegible]

# DETECCIÓN DE FIBRAS

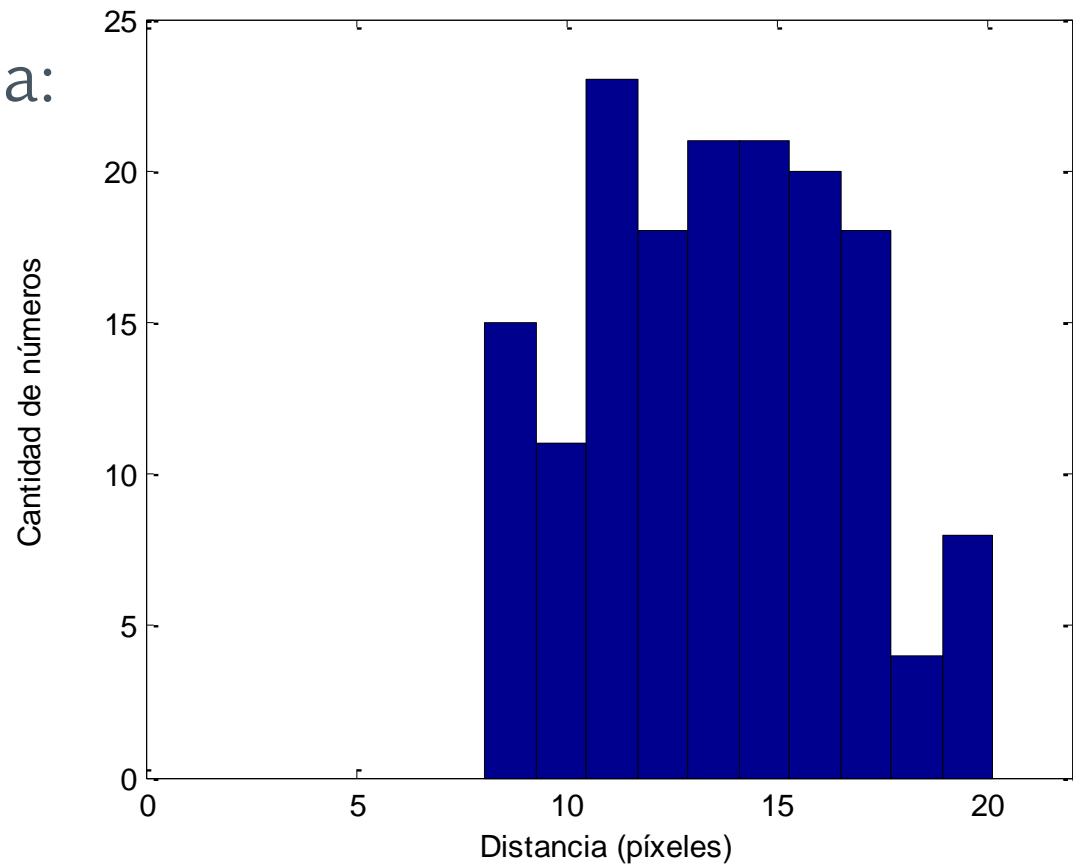
## CALCULO DE DISTANCIAS

- › Se calcula el promedio de todos los píxeles pertenecientes al contorno de la región.
- › Se repite la metodología, extrayendo todas las regiones asociadas a las fibras y se calcula para cada una el promedio de las distancias.
- › Se construye un histograma.

# DETECCIÓN DE FIBRAS

## CALCULO DE DISTANCIAS

Distancia media:  
13.6 píxeles



# PLAN

- › INTRODUCCIÓN
- › GENERACIÓN DEL COLOR
- › MODELOS Y ESPACIOS DE COLOR
- › TRANSFORMACIONES DE COLOR
- › SEGMENTACIÓN BASADA EN EL COLOR
- › APLICACIONES
  - DETECCIÓN DE FIBRAS
  - DETECCIÓN DE RATONES

# DETECCIÓN DE RATONES

## MOTIVACIÓN

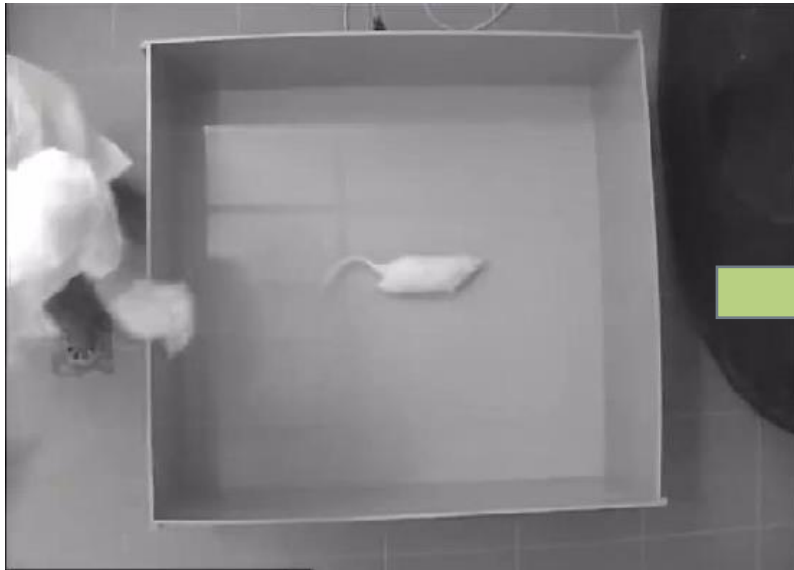
- › Explotación de la información comportamental provista por el modelo biológico de ratones.

# DETECCIÓN DE RATONES

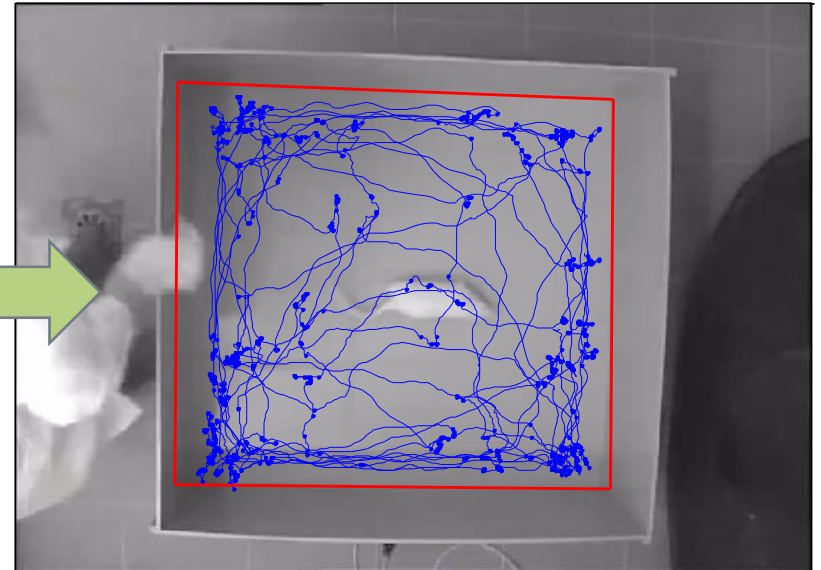
## OBJETIVOS

- › Trazar la trayectoria del ratón a lo largo de toda la secuencia grabada.

Recorrido del raton en el lapso de tiempo



Recorrido del raton en el lapso de tiempo



# DETECCIÓN DE RATONES

## HIPOTESIS

- › La secuencia se filma con cámara fija.
- › El color del ratón es mas claro que el color del fondo de la caja.
- › El ratón es el objeto en movimiento más grande en la secuencia.
- › Puedo aproximar la forma del ratón a una elipse (visto desde arriba)



# DETECCIÓN DE RATONES







## METODOLOGÍA

- › Creación de un modelo de fondo.
- › Obtención del movimiento.
- › Eliminación de la sombra.
- › Filtrado morfológico.
- › Ajuste a una elipse.

# DETECCIÓN DE RATONES

## MODELO DE FONDO

- › En el modelo de fondo, cada píxel de la imagen tiene dos parámetros, la media y la desviación estándar de intensidades.

|                                                                                                                    |                                                                                                                    |                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>$(\mu_{1,1}, \sigma_{1,1})$   | <br>$(\mu_{1,2}, \sigma_{1,2})$  | <br>$(\mu_{1,3}, \sigma_{1,3})$ |
| <br>$(\mu_{2,1}, \sigma_{2,1})$  | <br>$(\mu_{2,2}, \sigma_{2,2})$ | ...                                                                                                                |
| <br>$(\mu_{3,1}, \sigma_{3,1})$ | ...                                                                                                                | ...                                                                                                                |

# DETECCIÓN DE RATONES

## MODELO DE FONDO

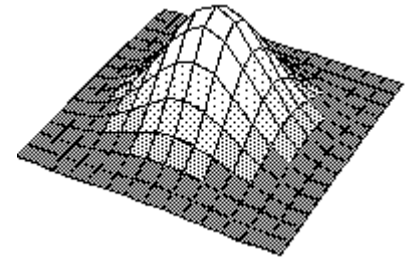
- › Para inicializar los valores de los parámetros Gaussianos  $(\mu, \sigma)$  de cada pixel:
  - Para la media  $\mu \rightarrow$  Se calcula un promedio de los niveles de gris de los primeros 100 frames de la secuencia.
  - Para la desviación estándar  $\sigma$  se le da un valor alto  $\rightarrow \sigma_{ini} = 10$

# DETECCIÓN DE RATONES

## MODELO DE FONDO

- › Para cada píxel  $(x,y)$  de la imagen  $I$  se calcula la probabilidad de que el pixel pertenezca al fondo

$$p(I(x,y)) = e^{-\frac{(I(x,y) - \mu_{x,y})^2}{2 \sigma_{x,y}^2}}$$



- › Los píxeles con una probabilidad muy pequeña se consideran como hipótesis de movimiento:

$$\rightarrow p(I(x,y)) < 10^{-3}$$

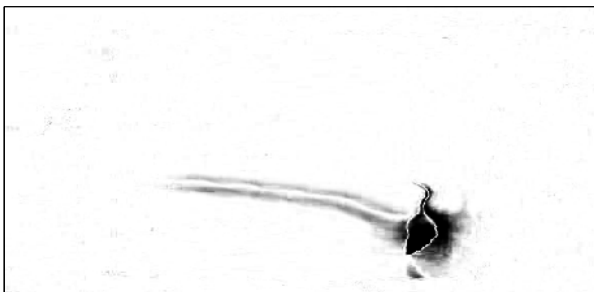
# DETECCIÓN DE RATONES

## MODELO DE FONDO

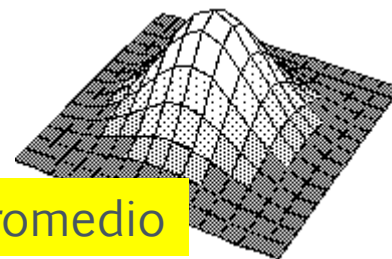
frame 1



probabilidades



matriz promedio



movimiento



# DETECCIÓN DE RATONES

## ELIMINAR LA SOMBRA

- › Retomando nuestra segunda hipótesis, el ratón de la secuencia es blanco, y mucho más claro que el fondo.
- Si hacemos una substracción entre los píxeles del ratón y los del fondo, la resta debería dar **POSITIVA**.

# DETECCIÓN DE RATONES

## ELIMINAR LA SOMBRA

- › Realizamos la resta entre los niveles de gris de la captura menos la matriz promedio.
  - › Los píxeles de movimiento que correspondan a la sombra son más oscuros que el fondo
- Esta resta da **NEGATIVA**.

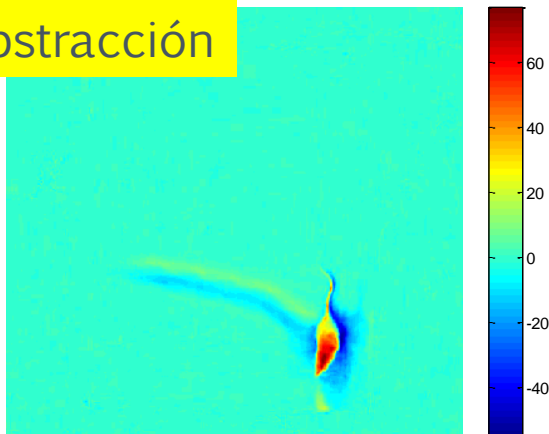
# DETECCIÓN DE RATONES

## ELIMINAR LA SOMBRA



movimiento

substracción



movimiento SIN SOMBRA

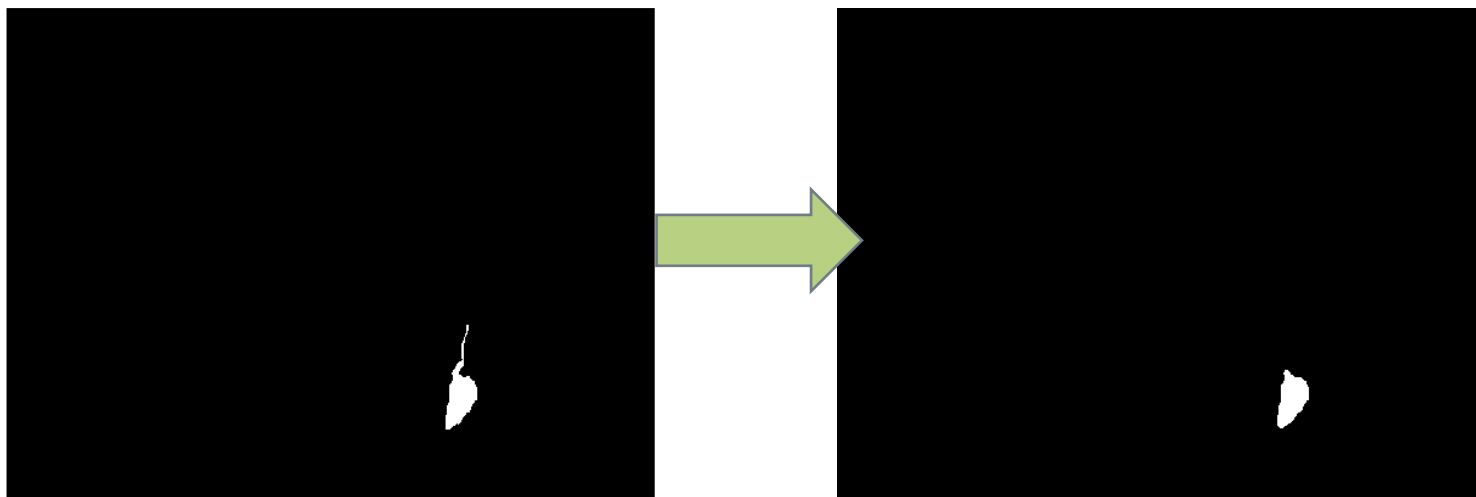




# DETECCIÓN DE RATONES

## FILTRADO MORFOLÓGICO

- › La apertura da el siguiente resultado sobre la región de movimiento encontrada



# DETECCIÓN DE RATONES

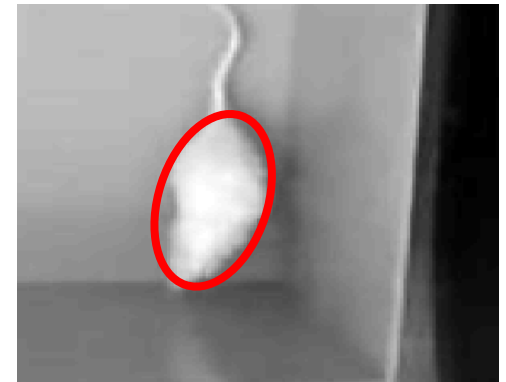
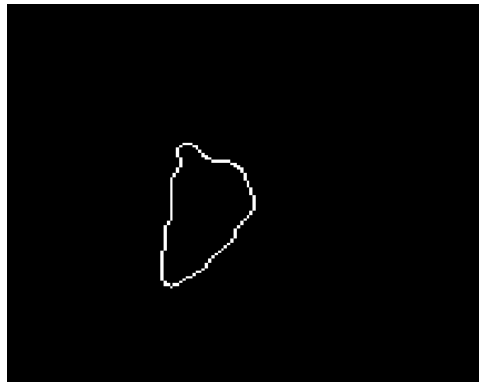
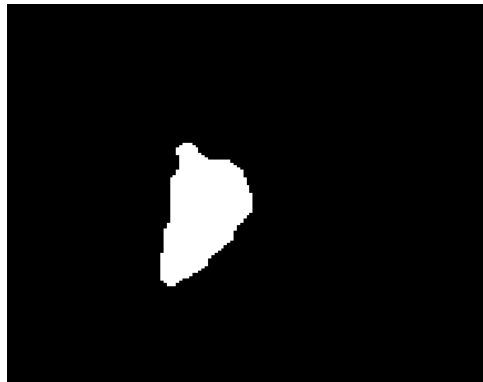
## AJUSTE A UNA ELIPSE

- › La última hipótesis nos permite modelar la región encontrada como una elipse.
- › Esta operación se realiza basados en los puntos de contorno de la región.
- › A partir de estos puntos se calcula la elipse que mejor se ajusta a los mismos por mínimos cuadrados.

# DETECCIÓN DE RATONES

## AJUSTE A UNA ELIPSE

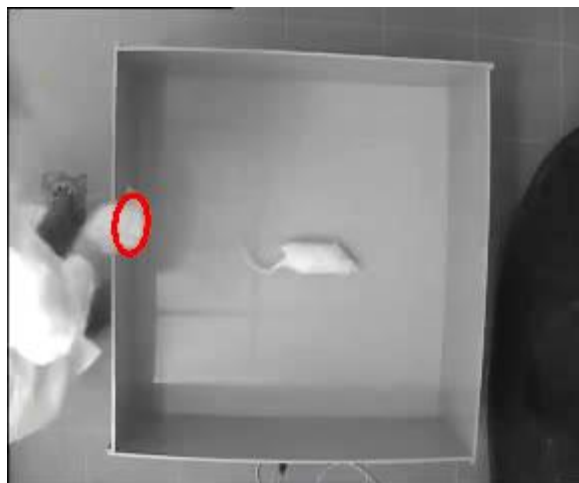
- › Se establece la posición del ratón como el centro de la elipse encontrada.



$\pi$

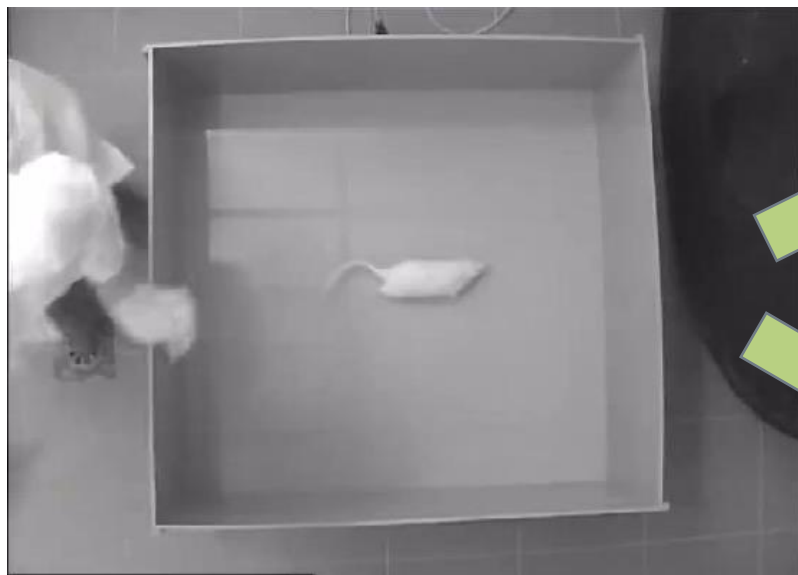
# DETECCIÓN DE RATONES

› RESULTADO

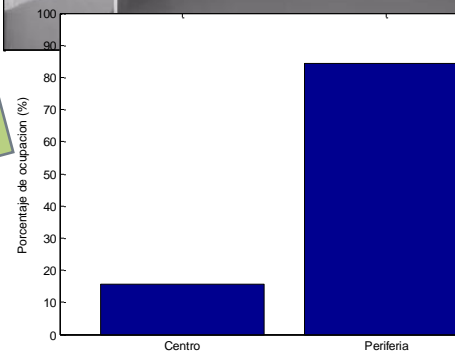
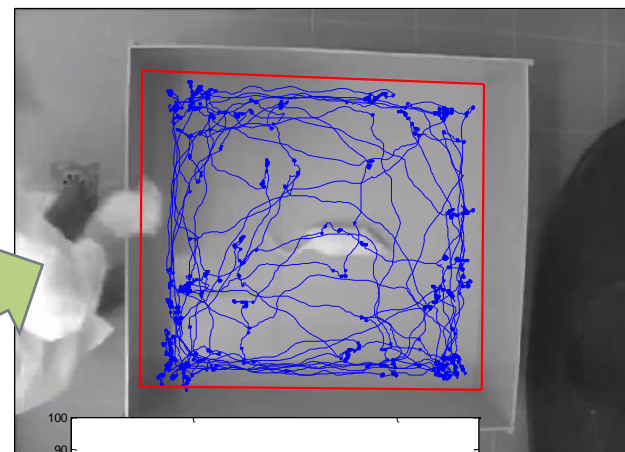


# DETECCIÓN DE RATONES

Recorrido del raton en el lapso de tiempo



Recorrido del raton en el lapso de tiempo



# Bibliografía

- R. González, R. Woods: 'Digital Image Processing', Pearson Prentice Hall, 3ra. Edición, 2008.
- Curso: Sistemas de Inspección Industrial EUP Univ. de Valladolid, docente Eusebio de la Fuente López.
- Curso: ANIM, Ecole Nationale Supérieure de Télécommunications, docente Isabelle Bloch.