

Nota: Algunas de las imágenes que aparecen en esta presentación provienen del libro:  
Visión por Computador: fundamentos y métodos.  
Arturo de la Escalera Hueso. Prentice Hall.



# Sistemas de Percepción

## Visión por Computador

Arturo de la Escalera  
José María Armingol  
Fernando García  
David Martín  
Abdulla Al-Kaff



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



# Imágenes Digitales

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

# Índice

- **Definición**
- Resolución y niveles de gris
- Histogramas
- Relaciones entre píxeles
- Operaciones con píxeles
- Color

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



# Imágenes digitales

- Una imagen es una zona de memoria donde se almacena lo captado por la cámara
  - unsigned char Imagen[480][640]
  - A la hora de almacenar una imagen habrá que decidir dos factores:
    - El tamaño: **muestreo espacial**
    - La amplitud de la señal: **niveles de gris**

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



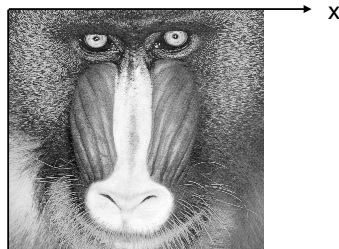
# Índice

- Definición
- **Resolución y niveles de gris**
- Histogramas
- Relaciones entre píxeles
- Operaciones con píxeles
- Color

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



# Muestreo espacial

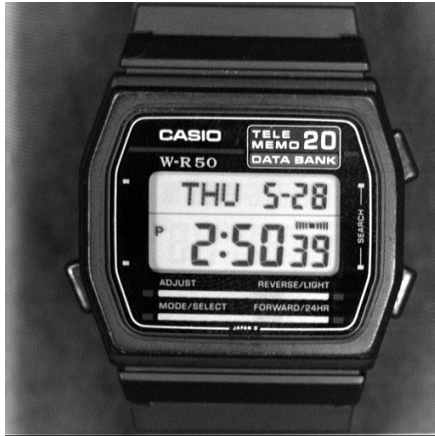


$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(1,0) & \dots & f(M-2,0) & f(M-1,0) \\ f(0,1) & f(1,1) & \dots & f(M-2,1) & f(M-1,1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ f(0,N-2) & f(1,N-2) & \dots & f(M-2,N-2) & f(M-1,N-2) \\ f(0,N-1) & f(1,N-1) & \dots & f(M-2,N-1) & f(M-1,N-1) \end{bmatrix}$$

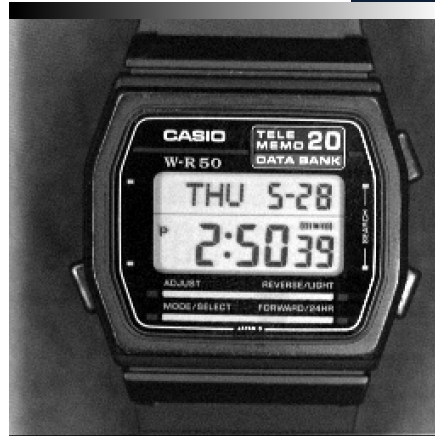
uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



# Muestreo espacial



512x512



256x256

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

# Muestreo espacial



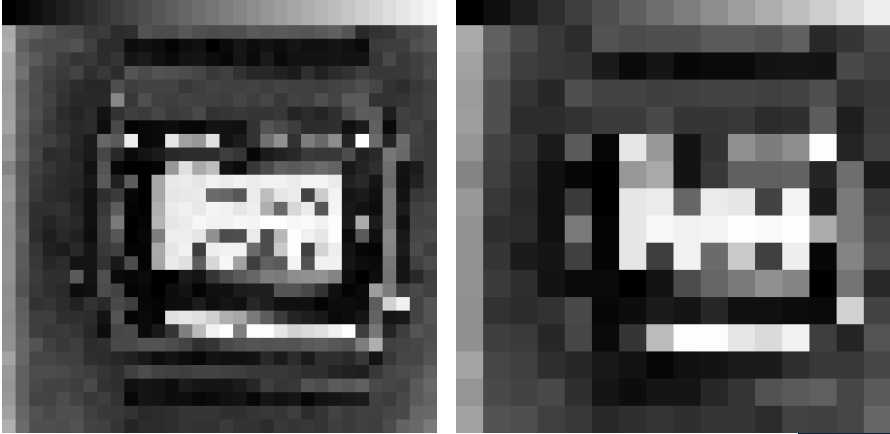
128x128



64x64

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

## Muestreo espacial



32x32

16x16


uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



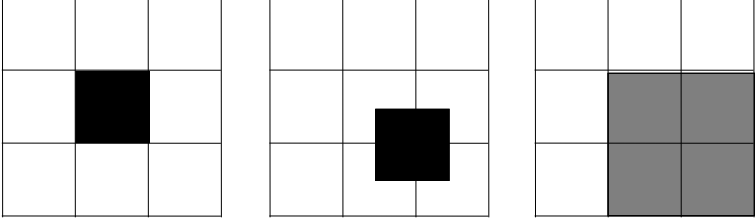
## Determinación de los parámetros

- Resolución del objeto de interés más pequeño
- Memoria del sistema

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



## Dimensiones espaciales



255	255	255
255	0	255
255	255	255

255	255	255
255	192	192
255	192	192

255	255	255
255	192	192
255	192	192

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

## Memoria del sistema

- $512p \times 512p \times 256 \text{ ng} = 256 \text{ Kbytes (6.25 M/s)}$
- $256p \times 256p \times 256 \text{ ng} = 64 \text{ Kbytes (3.12 M/s)}$
- $128p \times 128p \times 256 \text{ ng} = 16 \text{ Kbytes (1.56 M/s)}$
- $64p \times 64p \times 256 \text{ ng} = 4 \text{ Kbytes (0.78 M/s)}$
- $32p \times 32p \times 256 \text{ ng} = 1 \text{ Kbytes (0.39 M/s)}$

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

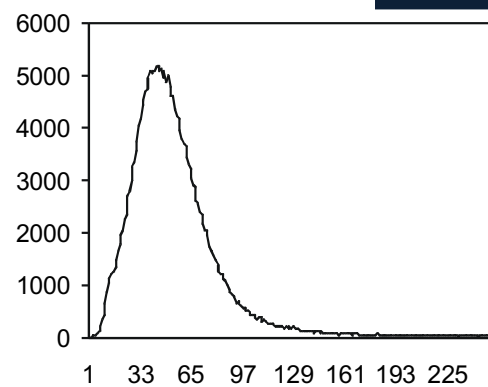
# Índice

- Definición
- Resolución y niveles de gris
- **Histogramas**
- Relaciones entre píxeles
- Operaciones con píxeles
- Color

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



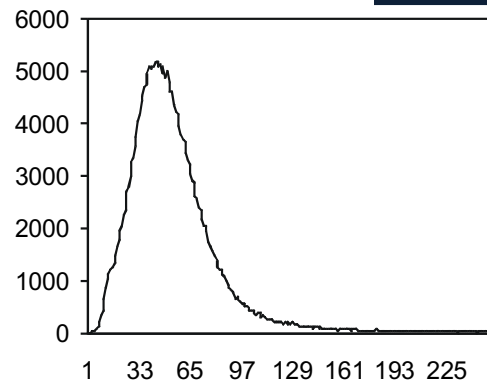
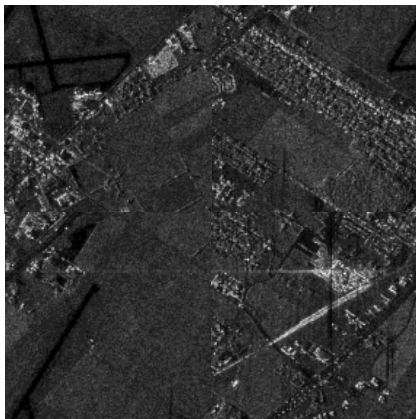
# Histograma de una imagen



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



## Histograma de una imagen



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

## Índice



- Definición
- Resolución y niveles de gris
- Histogramas
- **Relaciones entre píxeles**
- Operaciones con píxeles
- Color

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

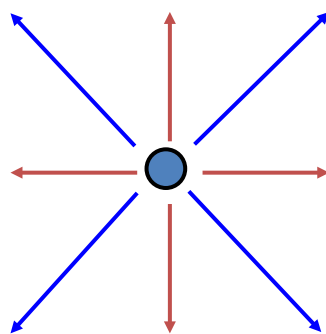


## Relaciones entre pixels




- Vecindad
- Conectividad
- Distancia

## Vecindad



- Un pixel tiene:
  - 4 vecinos en el plano vertical y horizontal
  - 4 vecinos asociados a las diagonales

# Conectividad



1	1	1	1	1	1	1	1	1			
				\		/					
1	-	1	0	1	-	1	0	1	-	1	0
0	0	1	0	0	1	0	0	1			

Conectividad  
tipo 4

Conectividad  
tipo 8

Conectividad  
mixta

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

# Conectividad







uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

## Distancia



- Dados tres pixels  $p$ ,  $q$  y  $z$ , con coordenadas  $(x,y)$ ,  $(s,t)$  y  $(u,v)$  respectivamente, se puede definir una función de distancia  $D$  si cumple:
  - $D(p,q) > 0$ , ( $D(p,q) = 0$ , si  $p=q$ ).
  - $D(p,q) = D(q,p)$
  - $D(p,r) < D(p,z) + D(z,r)$

## Distancia



- Distancia euclídea

$$D_E(p, q) = \sqrt{(x-s)^2 + (y-t)^2}$$

- Distancia Manhattan

$$D = |x-s| + |y-t|$$

- Mínima distancia

$$D(p,q) = \max(x-s, y-t)$$

## Distancia



$\sqrt{8}$	$\sqrt{5}$	2	$\sqrt{5}$	$\sqrt{8}$	4	3	2	3	4	2	2	2	2	2
$\sqrt{5}$	$\sqrt{2}$	1	$\sqrt{2}$	$\sqrt{5}$	3	2	1	2	3	2	1	1	1	2
2	1	0	1	2	2	1	0	1	2	2	1	0	1	2
$\sqrt{5}$	$\sqrt{2}$	1	$\sqrt{2}$	$\sqrt{5}$	3	2	1	2	3	2	1	1	1	2
$\sqrt{8}$	$\sqrt{5}$	2	$\sqrt{5}$	$\sqrt{8}$	4	3	2	3	4	2	2	2	2	2

## Índice



- Definición
- Resolución y niveles de gris
- Histogramas
- Relaciones entre píxeles
- **Operaciones con píxeles**
- Color

# Operaciones entre pixels



- Operaciones aritméticas
- Operaciones lógicas

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

# Operaciones aritméticas



+ 100 =



- 100 =



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

## Operaciones aritméticas con saturación




uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



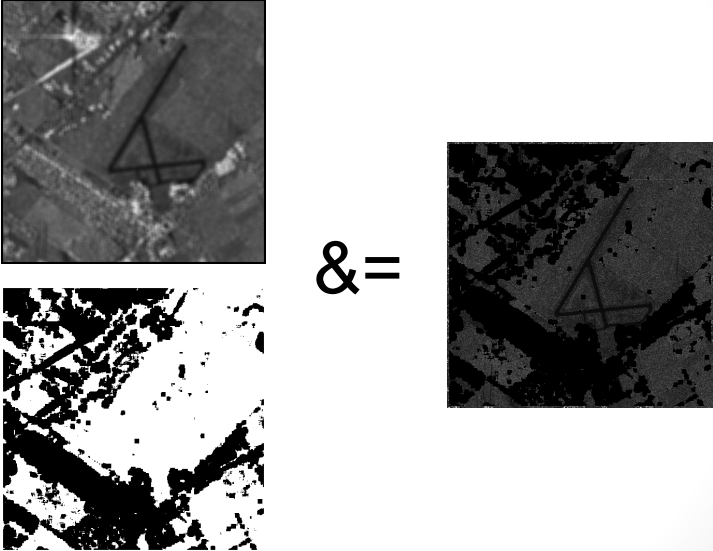
## Operaciones aritméticas

- Operaciones con/sin saturación
- Datos con/sin signo
- Bits por pixel (8, 16, 32)
- Imagen por pantalla
  - 8 bits (0-255 n.d.g.)
  - Valores positivos

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



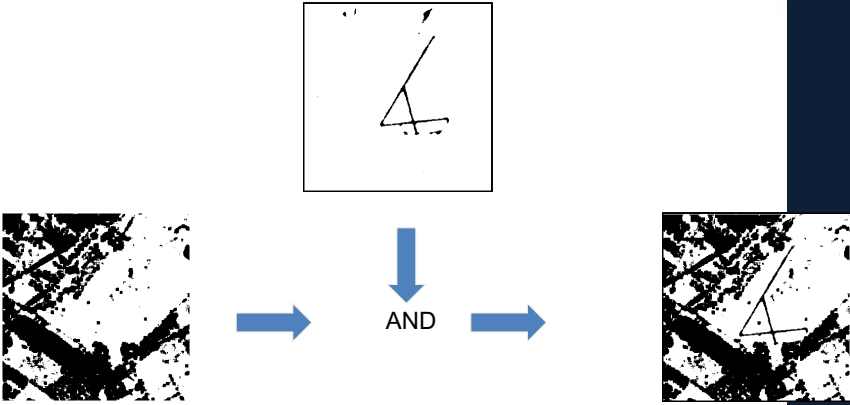
## Operaciones lógicas-Máscaras



$\&=$

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

## Operaciones lógicas- Segmentación



AND

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

# Índice

- Definición
- Resolución y niveles de gris
- Histogramas
- Relaciones entre píxeles
- Operaciones con píxeles
- **Color**

# Color

- Ventaja
  - Es una de las características más importantes que definen a los objetos.
- Inconveniente
  - Coste computacional y memoria necesaria.
- Solución
  - El desarrollo del hardware



## Color RGB

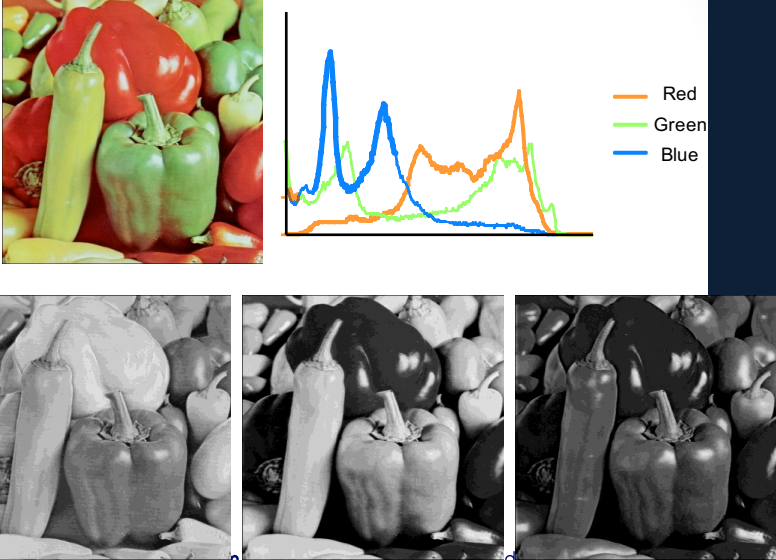
- Ventaja.
  - Intuitivo
- Inconveniente
  - Mezcla de información

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

## Color-RGB

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

## Color-RGB




The slide displays a color image of various peppers on the left. To its right is a spectral plot with three lines: Red (orange), Green (green), and Blue (blue). The Red line shows a prominent peak in the red spectrum region. The Green line shows a peak in the green region. The Blue line shows a peak in the blue region. Below the color image are three grayscale images of the same scene, representing the individual Red, Green, and Blue color channels.

Intelligent Systems Lab

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

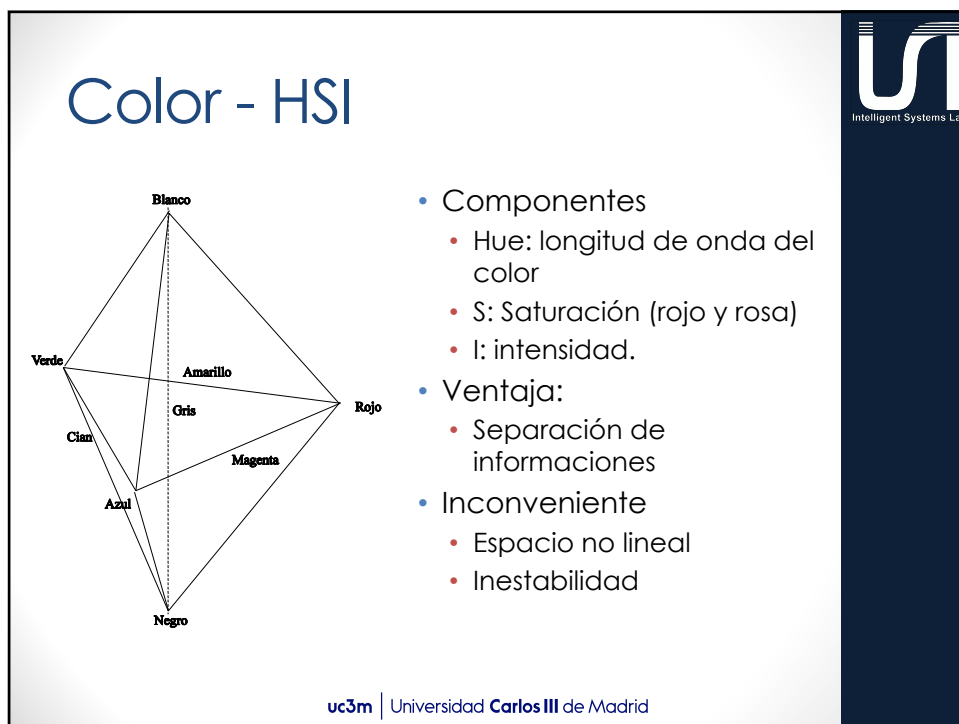
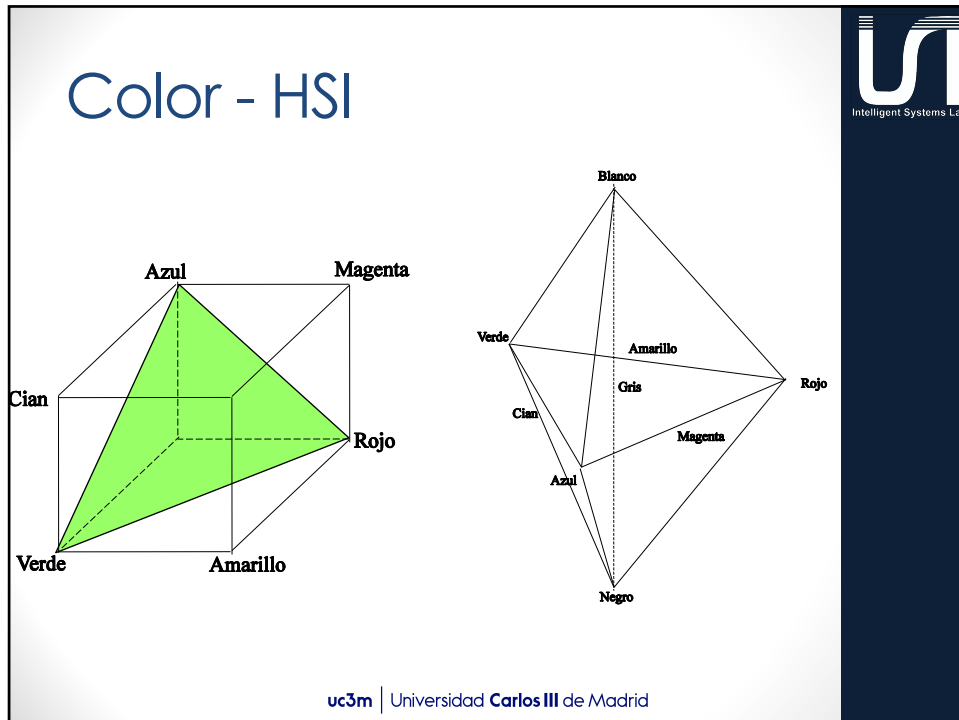
## Color-RGB



The slide shows a color image of peppers on the left. To its right is a grayscale image of the same scene, representing the individual Red, Green, and Blue color channels.

Intelligent Systems Lab

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



# Color - HSI

$$H = \arctan\left(\frac{\sqrt{3}(G - B)}{(R - G) + (R - B)}\right)$$

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

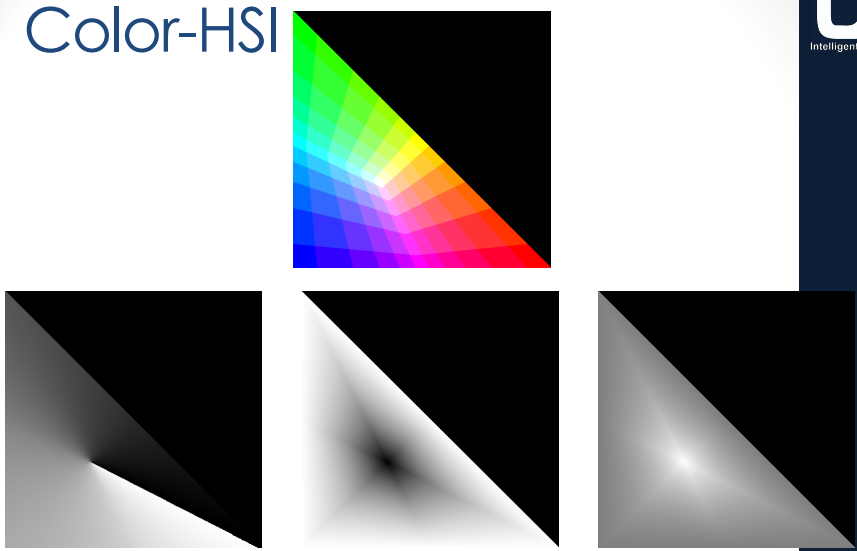
$$S = 1 - \frac{\min(R, G, B)}{I}$$

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

# Color - HSI

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

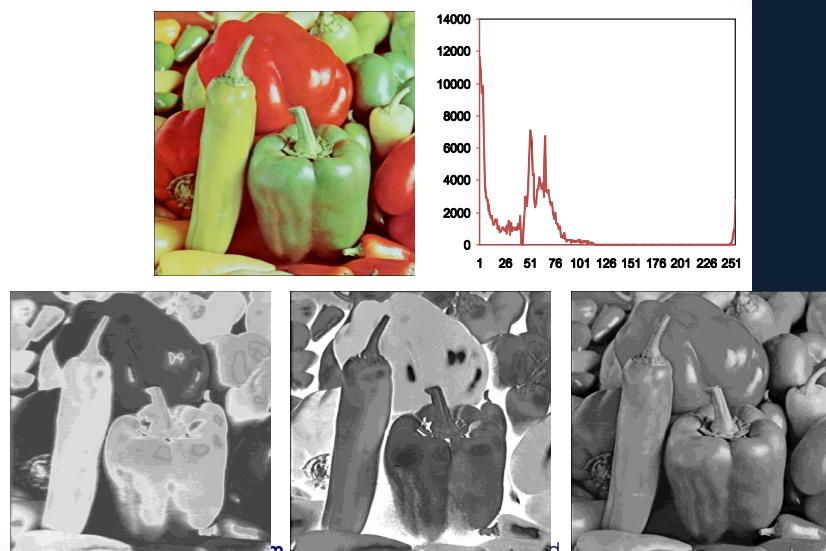
# Color-HSI



The figure illustrates the Color-HSI model. At the top right is the logo for 'Intelligent Systems Lab' (ISI). Below the title 'Color-HSI' is a color wheel showing a gradient from blue to red. Below the color wheel are three grayscale images representing the H (Hue), S (Saturation), and I (Intensity) components of the color space.

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

# Color-HSI



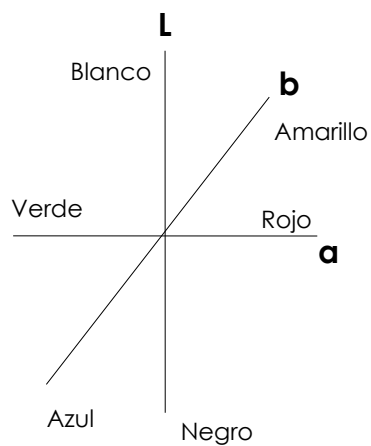
The figure shows the application of Color-HSI to a pepper image. At the top right is the logo for 'Intelligent Systems Lab' (ISI). Below the title 'Color-HSI' is a color image of various peppers. To the right of the color image is a line graph showing the intensity of the HSI components. The y-axis ranges from 0 to 14000, and the x-axis ranges from 1 to 251. The graph shows a sharp peak at approximately x=51, reaching a value of about 7000. Below the color image are three grayscale images representing the H, S, and I components of the pepper image.

## Color-HSI



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

## Color Lab



### – Espacio Lab

- L: intensidad
- a: Verde/Rojo
- b: Azul/Amarillo

### – Ventaja:



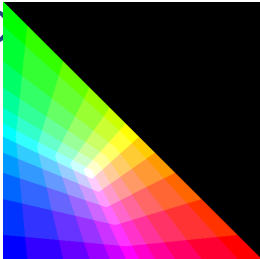
- Separación de informaciones

### – Inconveniente

- Espacio no lineal



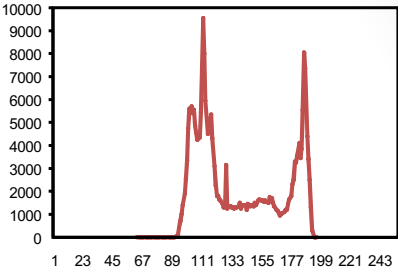

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

# Color Lab



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

# Color Lab



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



# Color Lab



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Col



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid