

Procesamiento de Imágenes

Color

Gonzalo Sad
gonzalosad@gmail.com



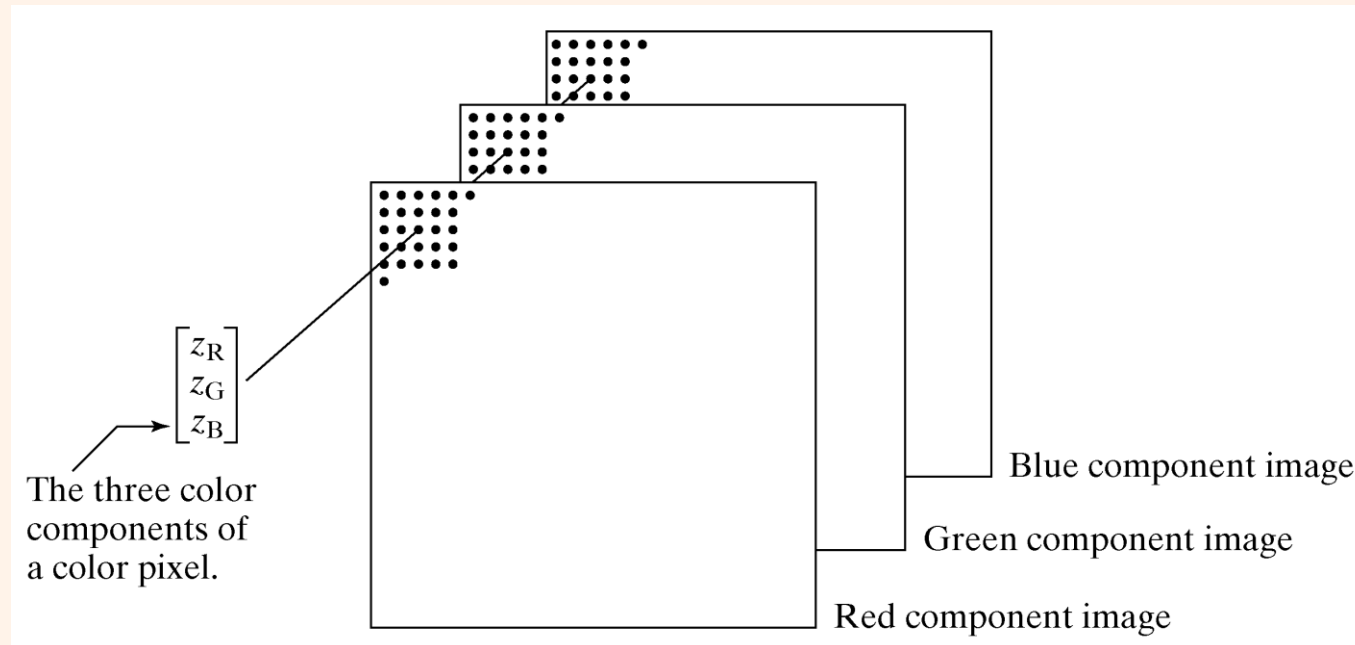
Representación Imágenes Color

Existen diversas maneras de representar las imágenes a color mediante los denominados **Espacios de Colores**. Algunos de los más utilizados son:

- **RGB** (Red – Green - Blue)
- **CMYK** (Cyan - Magenta - Yellow - Black)
- **HSV** (Hue - Saturation - Value)
- **CIELAB** (CIE: International Commission on Illumination)
- **NTSC** (National Television System Committee)
- **YCbCr** (Y: luma - Cb & Cr: blue/red diff. chroma)
- ...

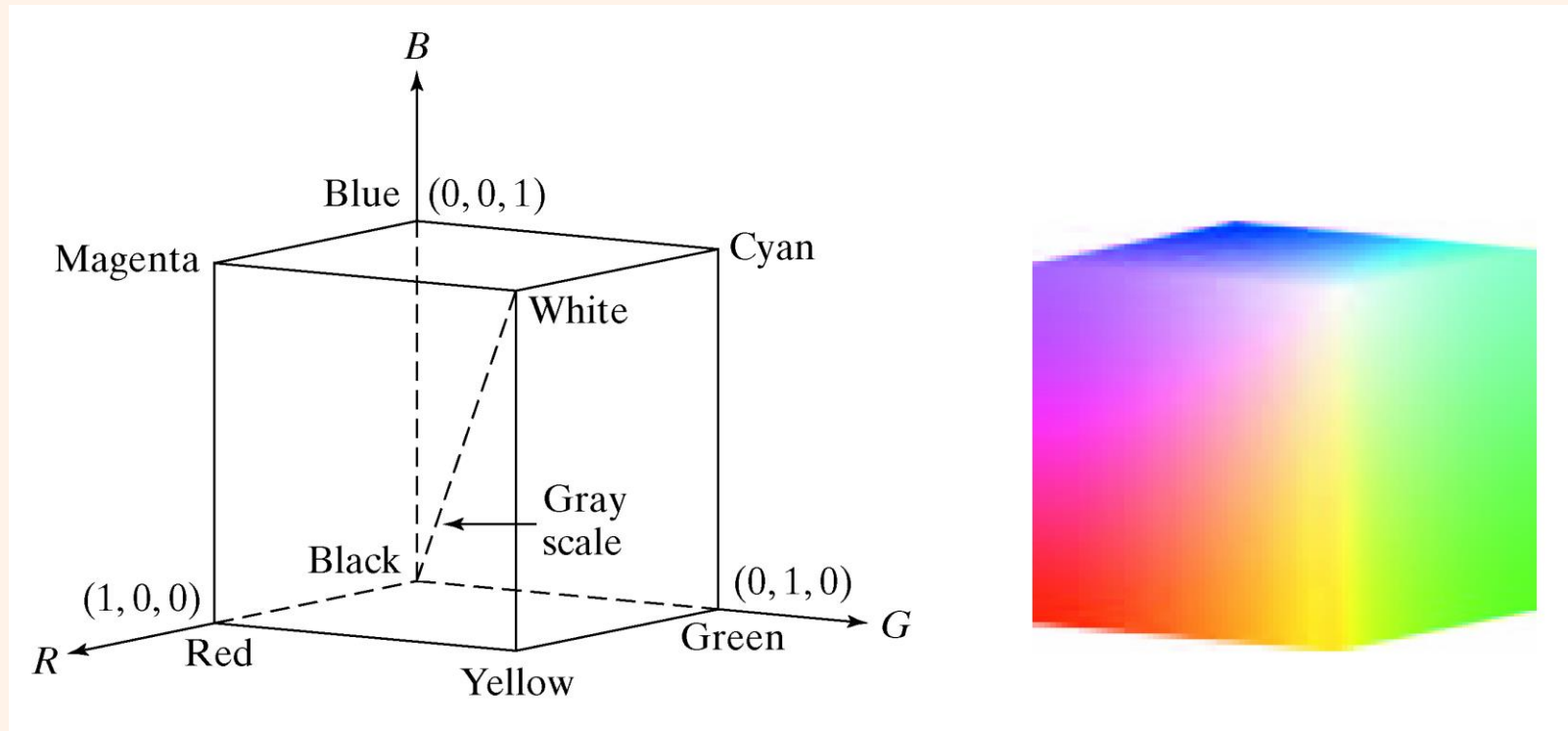
Representación RGB

En el espacio **RGB**, el color de cada pixel viene representado por la combinación de 3 canales R (rojo), G (verde) y B (azul), respectivamente.



Representación RGB

El espacio **RGB** puede interpretarse como un cubo que contiene todos los posibles colores a representar



Filtrado Espacial

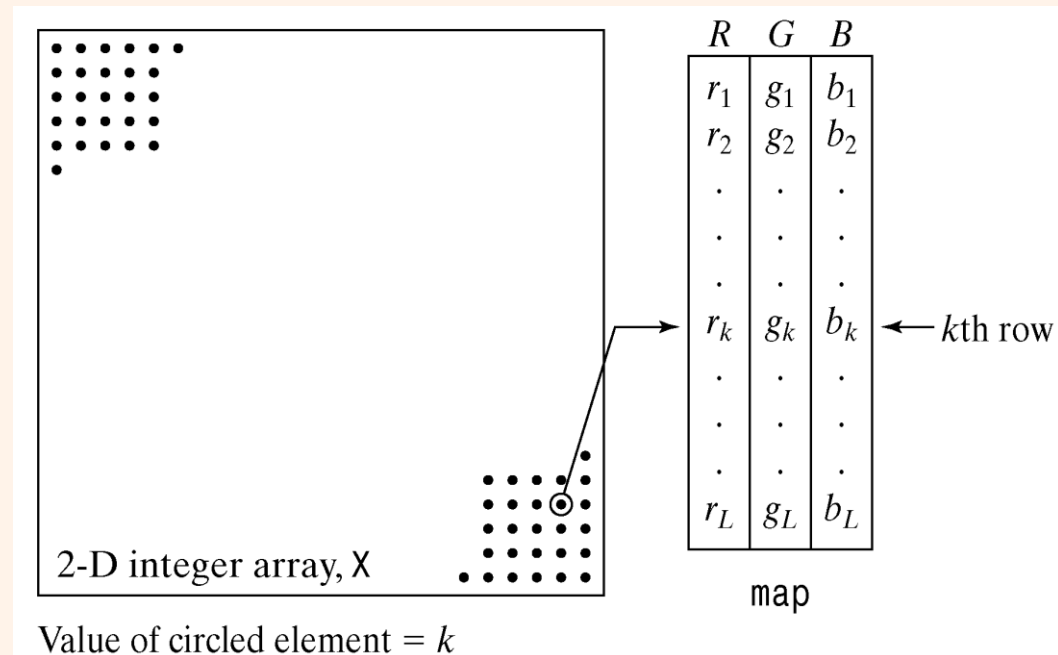


a	b
c	d

FIGURE 6.19
(a) RGB image;
(b) through
(d) are the red,
green and blue
component
images,
respectively.

Representación Indexada

Las imágenes también pueden ser representadas de forma indexada mediante una matriz de índices y un mapa de colores



Mapas de color

Name	Description
autumn	Varies smoothly from red, through orange, to yellow.
bone	A gray-scale colormap with a higher value for the blue component. This colormap is useful for adding an “electronic” look to gray-scale images.
colorcube	Contains as many regularly spaced colors in RGB color space as possible, while attempting to provide more steps of gray, pure red, pure green, and pure blue.
cool	Consists of colors that are shades of cyan and magenta. It varies smoothly from cyan to magenta.
copper	Varies smoothly from black to bright copper.
flag	Consists of the colors red, white, blue, and black. This colormap completely changes color with each index increment.
gray	Returns a linear gray-scale colormap.
hot	Varies smoothly from black, through shades of red, orange, and yellow, to white.
hsv	Varies the hue component of the hue-saturation-value color model. The colors begin with red, pass through yellow, green, cyan, blue, magenta, and return to red. The colormap is particularly appropriate for displaying periodic functions.
jet	Ranges from blue to red, and passes through the colors cyan, yellow, and orange.
lines	Produces a colormap of colors specified by the ColorOrder property and a shade of gray. Consult online help regarding function ColorOrder.
pink	Contains pastel shades of pink. The pink colormap provides sepia tone colorization of grayscale photographs.
prism	Repeats the six colors red, orange, yellow, green, blue, and violet.
spring	Consists of colors that are shades of magenta and yellow.
summer	Consists of colors that are shades of green and yellow.
white	This is an all white monochrome colormap.
winter	Consists of colors that are shades of blue and green.

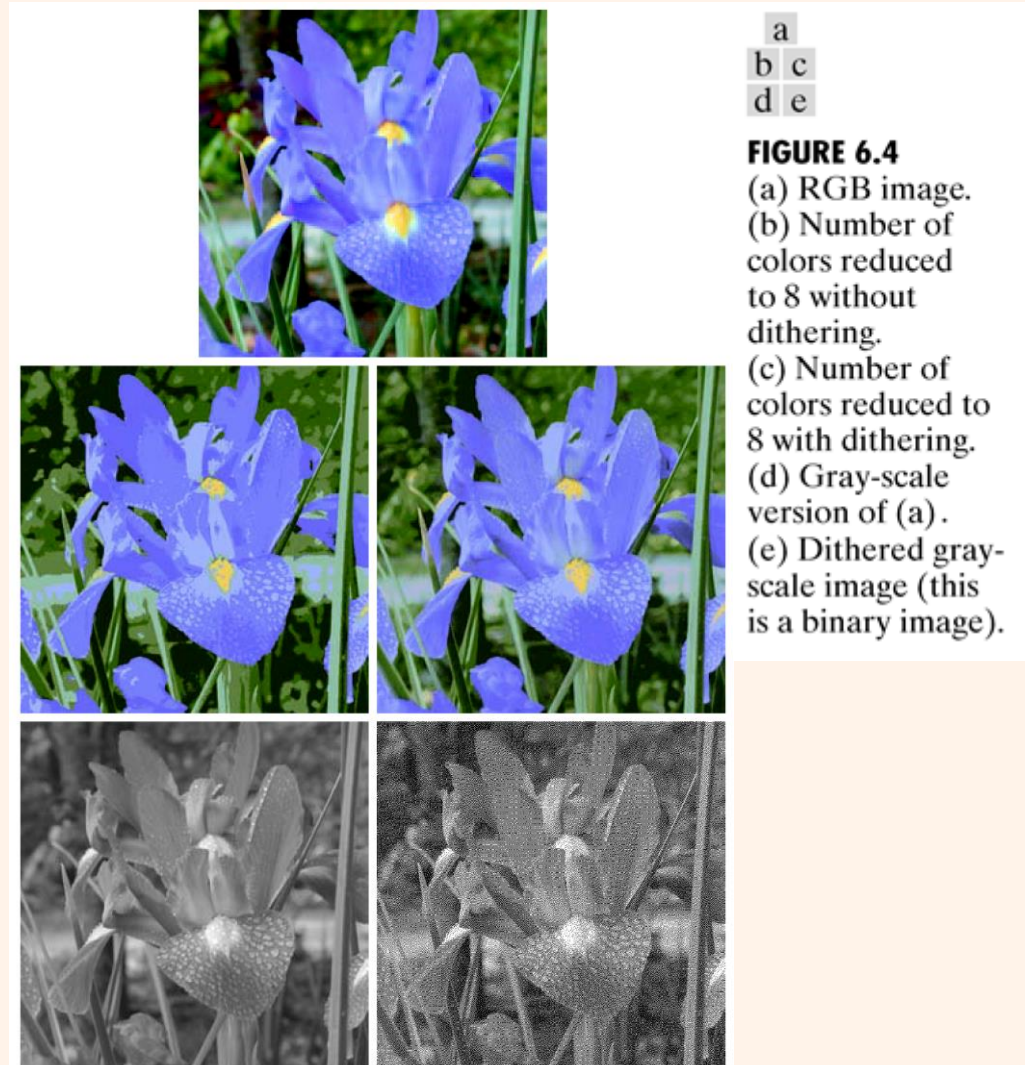


Manipulación imágenes

Dithering

Técnica utilizada en computación gráfica para crear la ilusión de profundidad de color en imágenes con una paleta de colores limitada.

Manipulación imágenes



Representación CMY - CMYK

CMY está basada en la representación de pigmentos.

Cyan, Magenta y Amarillo, son los colores secundarios de la luz y, a su vez, los colores primarios en pigmentos.

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

Por ejemplo, cuando una superficie Cyan es iluminada con luz blanca, no se refleja nada de luz roja. Es decir, el Cyan "quita" la luz roja de la luz reflejada.

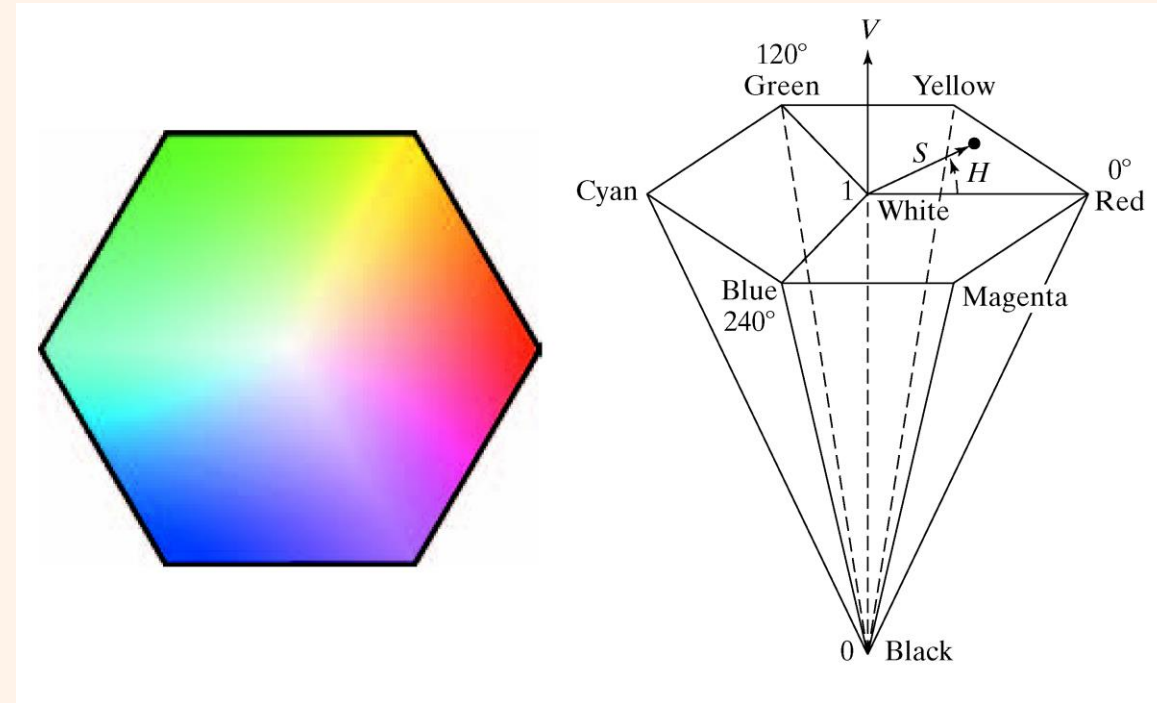
La mayoría de los dispositivos de impresión en papel, representan los colores en el espacio CMYK.

Representación HSV

El espacio **HSV** es una representación más cercana a la manera en que los humanos experimentan y describen la sensación de los colores.

Se "obtiene" observando el cubo de colores RGB a través de su eje de grises (eje que une los vértices blanco y negro). Esto resulta en una paleta de colores con forma hexagonal.

A medida que nos desplazamos sobre este eje, el tamaño del plano hexagonal perpendicular a dicho eje cambia.



RGB \Rightarrow Coordenadas Cilíndricas \Rightarrow HSV

Representación HSV

En terminología artística:

Hue → Tinta ~ Color

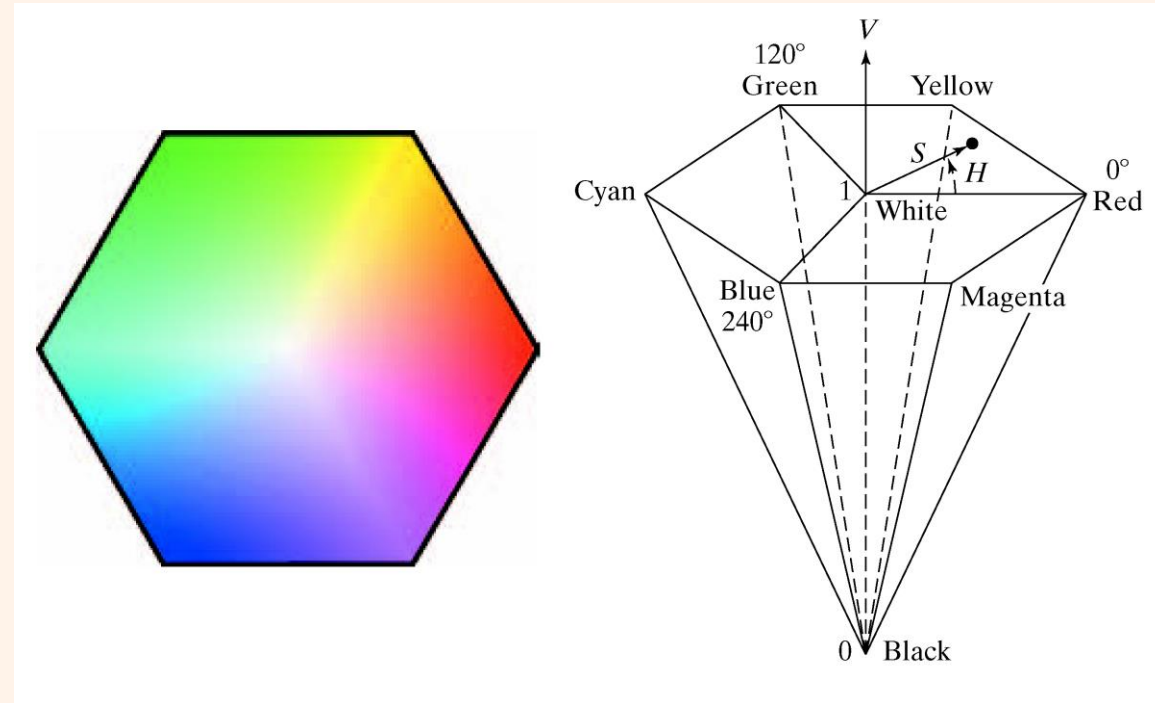
Saturation → Sombra

Value → Tono

Hue se expresa como un ángulo y adopta valores en 0-180° o 0-360°.

Value es la distancia recorrida a través del eje de grises y adopta valores en 0-255 o 0-1. Este eje representa todos los niveles de grises: V=0 es negro y V=1 es blanco.

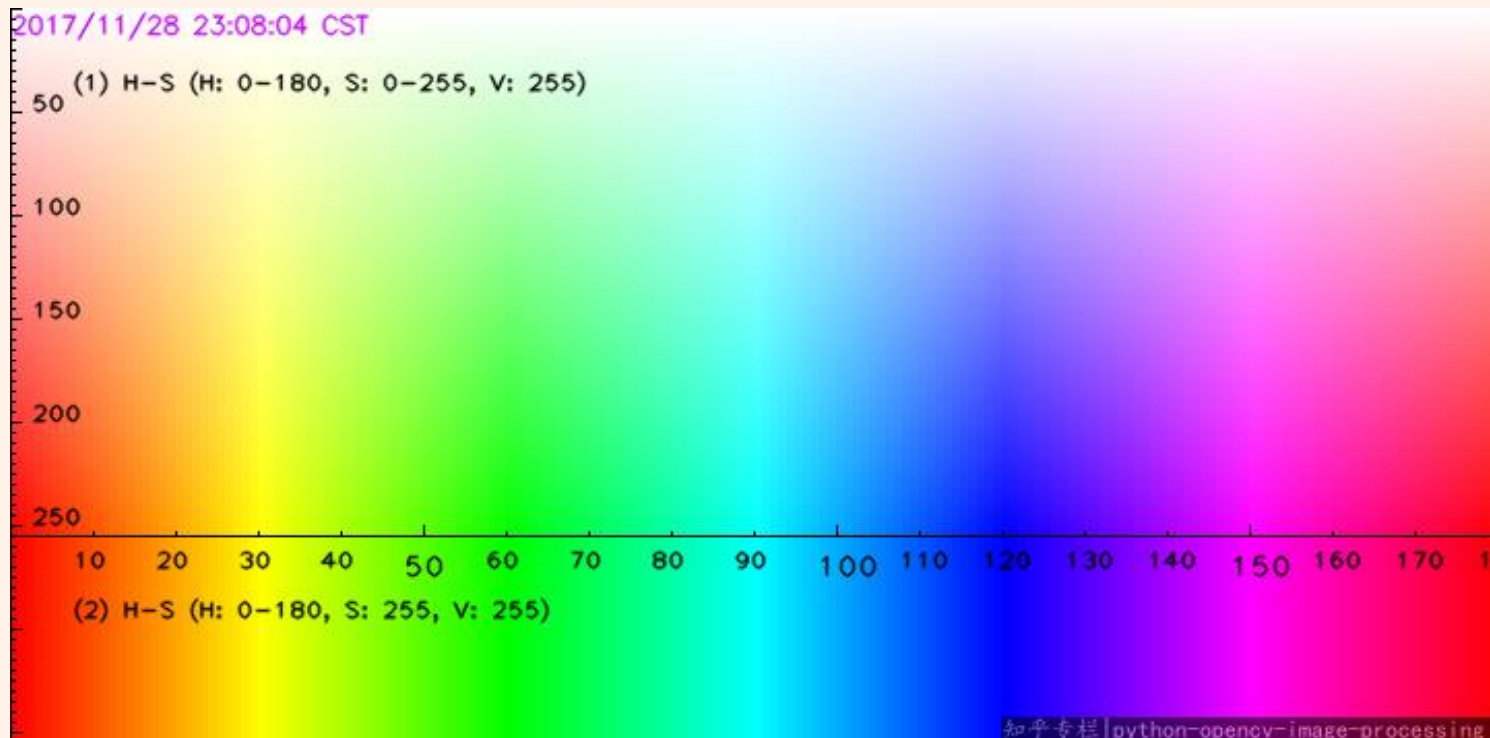
Saturation, se puede interpretar como la "pureza" del color, y representa la distancia desde el eje V. Adopta valores en 0-255 o 0-1.



Representación HSV

En Python \Rightarrow H: [0 - 180] - S: [0 - 255] - V: [0 - 255]

```
hsv = cv2.cvtColor(rgb, cv2.COLOR_RGB2HSV)
```



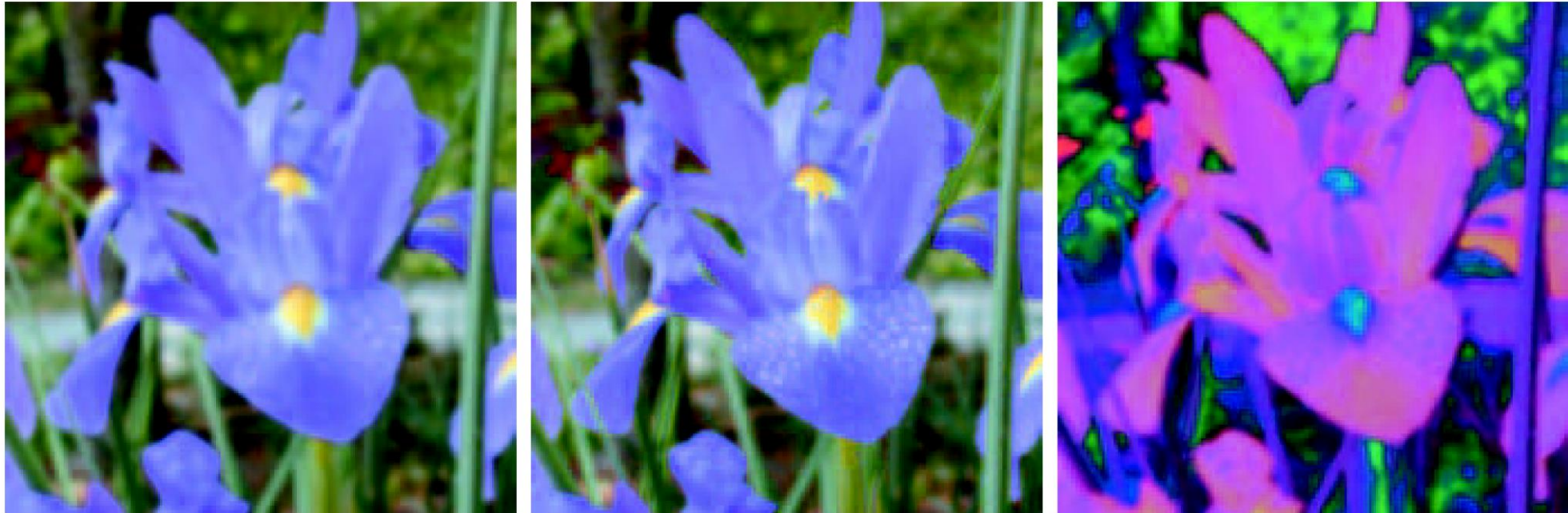
Filtrado Espacial



a b c

FIGURE 6.20 From left to right: hue, saturation, and intensity components of Fig. 6.19(a).

Filtrado Espacial



a b c

FIGURE 6.21 (a) Smoothed RGB image obtained by smoothing the R , G , and B image planes separately. (b) Result of smoothing only the intensity component of the HSI equivalent image. (c) Result of smoothing all three HSI components equally.



Representación CIELAB

El espacio de colores CIELAB ($CIE L^*a^*b^*$) cubre toda la gama de la percepción humana del color. Se basa en un modelo de colores oponentes de la visión humana, donde el rojo y el verde forman un par oponente y el azul y el amarillo forman otro par oponente.

- **L**: Representan la luminosidad de color (0: negro | 100: blanco).
- **a**: Posición entre rojo y verde. Valores negativos indican verde mientras valores positivos indican rojo.
- **b**: Posición entre amarillo y azul. Valores negativos indican azul mientras valores positivos indican amarillo.

Representación CIELAB

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \leftarrow \begin{bmatrix} 0.412453 & 0.357580 & 0.180423 \\ 0.212671 & 0.715160 & 0.072169 \\ 0.019334 & 0.119193 & 0.950227 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

$$X \leftarrow X/X_n, \text{ where } X_n = 0.950456$$

$$Z \leftarrow Z/Z_n, \text{ where } Z_n = 1.088754$$

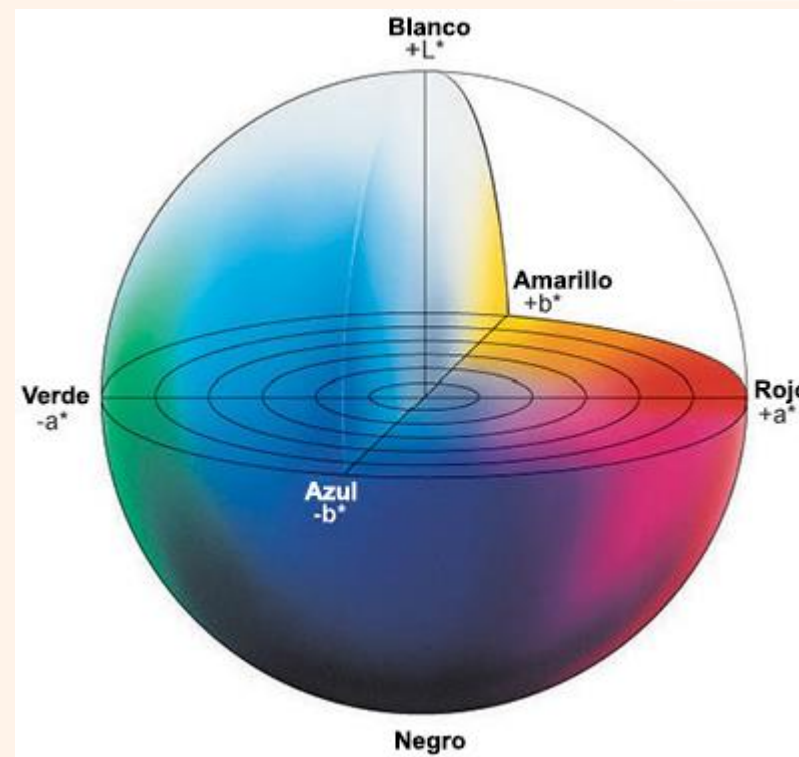
$$L \leftarrow \begin{cases} 116 * Y^{1/3} - 16 & \text{for } Y > 0.008856 \\ 903.3 * Y & \text{for } Y \leq 0.008856 \end{cases}$$

$$a \leftarrow 500(f(X) - f(Y)) + \text{delta}$$

$$b \leftarrow 200(f(Y) - f(Z)) + \text{delta}$$

$$f(t) = \begin{cases} t^{1/3} & \text{for } t > 0.008856 \\ 7.787t + 16/116 & \text{for } t \leq 0.008856 \end{cases}$$

$$\text{delta} = \begin{cases} 128 & \text{for 8-bit images} \\ 0 & \text{for floating-point images} \end{cases}$$

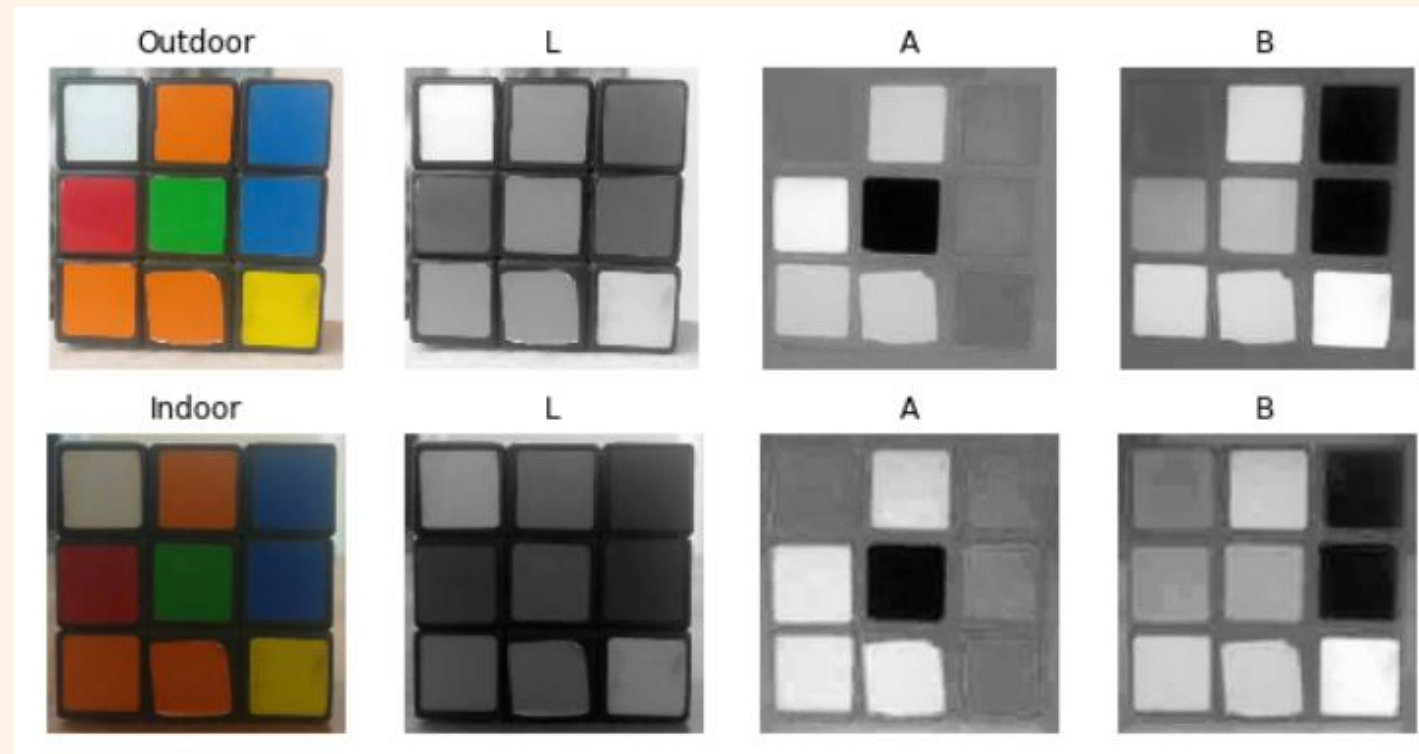


$$0 \leq L \leq 100, -127 \leq a \leq 127, -127 \leq b \leq 127$$

- 8-bit images: $L \leftarrow L * 255/100$, $a \leftarrow a + 128$, $b \leftarrow b + 128$
- 16-bit images: (currently not supported)
- 32-bit images: L, a, and b are left as is

Representación CIELAB

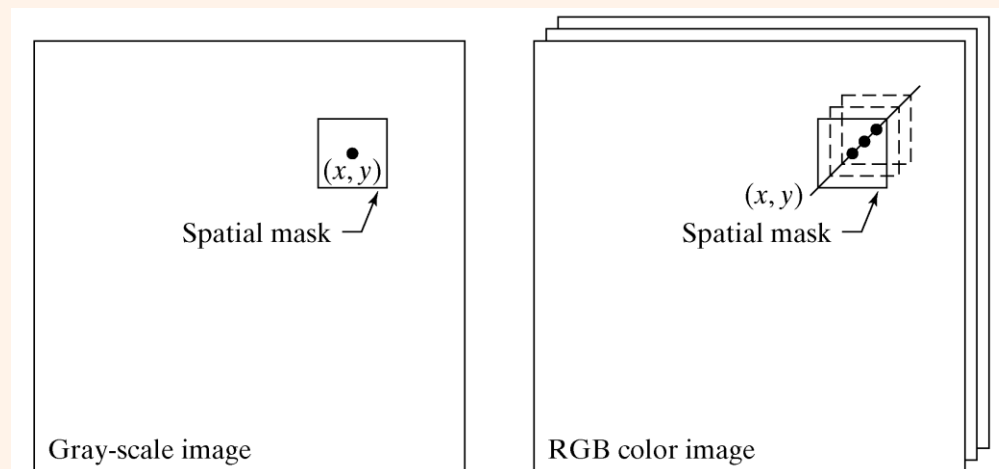
Dado que la luminosidad está "completamente" desacoplada de los canales a y b, es mas robusto frente a cambios de iluminación para tareas de segmentación de colores.



Procesamiento Color

De manera general, el procesamiento de imágenes a color puede dividirse en tres casos principales:

- Transformación de color (a nivel de pixels)
- Procesamiento espacial (por plano)
- Procesamiento vectorial



Transformación de Color

Los colores (o intensidades) de una imagen se pueden modificar aplicando alguna transformación:

$$s_i = T_i(r_i)$$

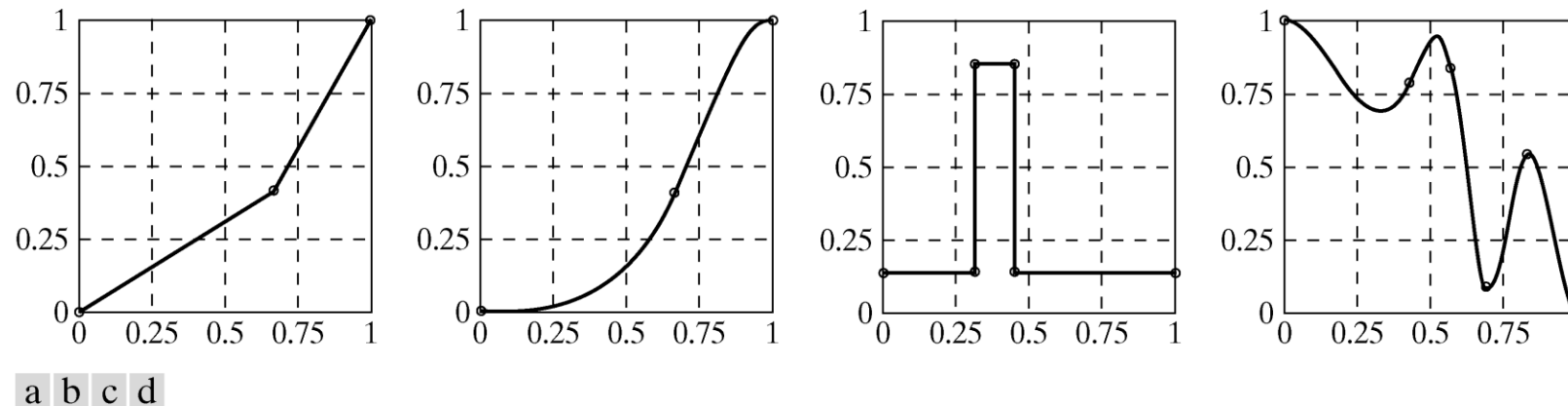


FIGURE 6.11 Specifying mapping functions using control points: (a) and (c) linear interpolation, and (b) and (d) cubic spline interpolation.

Filtrado Espacial

De la misma manera que para el caso de imágenes en niveles de grises, se puede aplicar el filtrado espacial para cada plano de una imagen color (RGB, HSV, etc.).

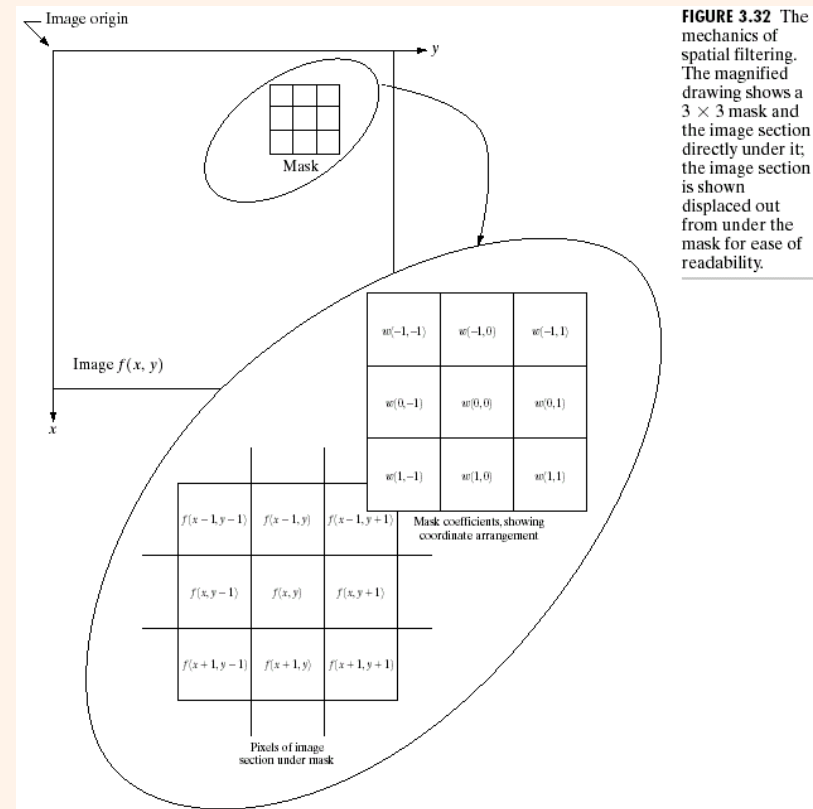


FIGURE 3.32 The mechanics of spatial filtering. The magnified drawing shows a 3×3 mask and the image section directly under it; the image section is shown displaced out from under the mask for ease of readability.

Filtrado Espacial

Filtro Pasabajos

El proceso de filtrado espacial se plantea de la misma manera, solo que en vez de utilizar valores de pixels, ahora tenemos vectores de valores de pixels.

$$\bar{c}(x, y) = \frac{1}{K} \sum_{(s,t) \in S_{xy}} c(s, t)$$

$$\bar{c}(x, y) = \begin{bmatrix} \frac{1}{K} \sum_{(s,t) \in S_{xy}} R(s, t) \\ \frac{1}{K} \sum_{(s,t) \in S_{xy}} G(s, t) \\ \frac{1}{K} \sum_{(s,t) \in S_{xy}} B(s, t) \end{bmatrix}$$



Filtrado Espacial

Filtro Laplaciano

Para enfatizar los bordes de una imagen a color, se puede utilizar, al igual que para imágenes en niveles de grises, un filtro Laplaciano.

$$\nabla^2[\mathbf{c}(x, y)] = \begin{bmatrix} \nabla^2 R(x, y) \\ \nabla^2 G(x, y) \\ \nabla^2 B(x, y) \end{bmatrix}$$

Filtrado Espacial



a b

FIGURE 6.22
(a) Blurred image.
(b) Image enhanced using the Laplacian, followed by contrast enhancement