

# Operaciones Matemáticas del Código Operaciones.Java

Jose Maria Romero Davila

March 20, 2025

## 1 Escala de Grises (Promedio)

La escala de grises se calcula obteniendo el promedio de los tres canales de color (R, G y B).

$$\text{Gris} = \frac{R + G + B}{3}.$$

### 1.1 Mini Ejemplo

Supongamos un píxel con valores  $R = 100$ ,  $G = 150$ ,  $B = 200$ . Entonces:

$$\text{Gris} = \frac{100 + 150 + 200}{3} = 150.$$

El píxel resultante tendrá un valor de gris de 150.

## 2 Imagen Binaria

Para generar una imagen binaria, primero se calcula el promedio de los tres canales:

$$\text{promedio} = \frac{R + G + B}{3}.$$

Luego se compara con un umbral (`umbral`):

$$\text{binario}(x, y) = \begin{cases} 255 & \text{si promedio} > \text{umbral}, \\ 0 & \text{en caso contrario.} \end{cases}$$

## 2.1 Mini Ejemplo

Sea un píxel con  $R = 50$ ,  $G = 100$ ,  $B = 150$  y un umbral de 100. Entonces:

$$\text{promedio} = \frac{50 + 100 + 150}{3} = 100.$$

Como  $\text{promedio} = 100 \leq \text{umbral}$ , el píxel se establece en 0 (negro).

## 3 Negativo

Para generar el negativo de la imagen:

$$R' = 255 - R, \quad G' = 255 - G, \quad B' = 255 - B.$$

### 3.1 Mini Ejemplo

Para un píxel con  $R = 100$ ,  $G = 150$ ,  $B = 200$ :

$$R' = 255 - 100 = 155, \quad G' = 255 - 150 = 105, \quad B' = 255 - 200 = 55.$$

El píxel resultante será  $(155, 105, 55)$ .

## 4 Ecualización de Histograma (en Grises)

### 4.1 Conversión a Gris

$$\text{gris}(x, y) = \frac{R + G + B}{3}.$$

### 4.2 Cálculo de Histograma

$$\text{hist}[i] = (\text{número de píxeles con gris} = i), \quad i \in [0, 255].$$

### 4.3 Función de Distribución Acumulada (CDF)

$$\begin{aligned} \text{cdf}[0] &= \text{hist}[0], \quad \text{cdf}[i] = \text{cdf}[i-1] + \text{hist}[i], \quad i = 1, 2, \dots, 255. \\ \text{cdfMin} &= \min\{\text{cdf}[i] > 0\}. \end{aligned}$$

### 4.4 Look-Up Table (LUT)

Sea  $\text{totalPíxeles} = \text{ancho} \times \text{alto}$ . Para cada nivel  $i$ :

$$\text{lut}[i] = \left\lfloor \frac{(\text{cdf}[i] - \text{cdfMin}) \times 255}{\text{totalPíxeles} - \text{cdfMin}} \right\rfloor,$$

donde se hace clamp a  $[0, 255]$  si es necesario.

## 4.5 Aplicación de la LUT

$$\text{nuevoGris}(x, y) = \text{lut}[\text{gris}(x, y)].$$

## 4.6 Mini Ejemplo

Supongamos una imagen de  $2 \times 2$  con valores de gris:  $[50, 100, 150, 200]$ .

1. **Histograma**:

$$\text{hist}[50] = 1, \quad \text{hist}[100] = 1, \quad \text{hist}[150] = 1, \quad \text{hist}[200] = 1.$$

2. **CDF**:

$$\text{cdf}[50] = 1, \quad \text{cdf}[100] = 2, \quad \text{cdf}[150] = 3, \quad \text{cdf}[200] = 4.$$

$\text{cdfMin} = 1$ .

3. **LUT**:

$$\text{lut}[50] = \left\lfloor \frac{(1 - 1) \times 255}{4 - 1} \right\rfloor = 0,$$

$$\text{lut}[100] = \left\lfloor \frac{(2 - 1) \times 255}{3} \right\rfloor = 85,$$

$$\text{lut}[150] = \left\lfloor \frac{(3 - 1) \times 255}{3} \right\rfloor = 170,$$

$$\text{lut}[200] = \left\lfloor \frac{(4 - 1) \times 255}{3} \right\rfloor = 255.$$

4. **Aplicación de LUT**: Los nuevos valores de gris son:  $[0, 85, 170, 255]$ .

## 5 Filtros de Suavizado

### 5.1 Filtro de Media

Para una máscara de tamaño  $n \times n$ :

$$R_{\text{salida}} = \frac{\sum R_{\text{vecinos}}}{n \times n}, \quad G_{\text{salida}} = \frac{\sum G_{\text{vecinos}}}{n \times n}, \quad B_{\text{salida}} = \frac{\sum B_{\text{vecinos}}}{n \times n}.$$

## 5.2 Mini Ejemplo

Sea una ventana  $3 \times 3$  con valores de  $R$ :

$$\begin{bmatrix} 10 & 20 & 30 \\ 40 & 50 & 60 \\ 70 & 80 & 90 \end{bmatrix}.$$

El valor central se calcula como:

$$R_{\text{salida}} = \frac{10 + 20 + 30 + 40 + 50 + 60 + 70 + 80 + 90}{9} = 50.$$

## 6 Filtros de Detección de Bordes

### 6.1 Filtro Sobel

$$K_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad K_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}.$$

La magnitud resultante se obtiene con:

$$R' = \sqrt{(\text{sumXr})^2 + (\text{sumYr})^2}.$$

### 6.2 Mini Ejemplo

Para una ventana  $3 \times 3$  con valores de  $R$ :

$$\begin{bmatrix} 10 & 20 & 30 \\ 40 & 50 & 60 \\ 70 & 80 & 90 \end{bmatrix},$$

las sumas son:

$$\text{sumXr} = (-1 \times 10) + (1 \times 30) + (-2 \times 40) + (2 \times 60) + (-1 \times 70) + (1 \times 90) = 80,$$

$$\text{sumYr} = (-1 \times 10) + (-2 \times 20) + (-1 \times 30) + (1 \times 70) + (2 \times 80) + (1 \times 90) = 160.$$

La magnitud es:

$$R' = \sqrt{80^2 + 160^2} = \sqrt{6400 + 25600} = \sqrt{32000} \approx 178.89.$$

## 7 Clampeo (*Clamp*)

Los valores finales de cada canal se ajustan al rango  $[0, 255]$ :

$$\text{val} = \begin{cases} 0 & \text{si } \text{val} < 0, \\ 255 & \text{si } \text{val} > 255, \\ \text{val} & \text{en caso contrario.} \end{cases}$$

### 7.1 Mini Ejemplo

Si  $\text{val} = 300$ , entonces  $\text{val} = 255$ . Si  $\text{val} = -10$ , entonces  $\text{val} = 0$ .