



Universidad Autónoma del Estado de México

Facultad de Ingeniería

UA Tratamiento de Imágenes

Ingeniería en Computación

Unidad 3: Operaciones Básicas con Imágenes en Escala de Gris

Tiempo: 6 horas Teóricas, 3 horas prácticas

INFORMACIÓN IMPORTANTE

Estas diapositivas representan material de apoyo para la Unidad de Aprendizaje, no deben tomarse como referencia única de estudio durante el curso.

Para complementar la información presentada, refiérase a la bibliografía propuesta.

Atte: Dra. Vianney Muñoz Jiménez
vmunozj@uaemex.mx

TRATAMIENTO DE IMÁGENES

UNIDAD 3: OPERACIONES BÁSICAS CON IMÁGENES EN ESCALA DE GRIS

Contenido:

- ▶ 3.1 Introducción
- ▶ 3.2 Objetivos
- ▶ 3.3 Operaciones básicas con imágenes en escala de gris
- ▶ 3.4 Operaciones básicas con el histograma
- ▶ 3.5 Umbralización (thresholding)
- ▶ 3.6 Conclusiones y referencias

3.1 INTRODUCCIÓN

- ▶ En esta unidad se presenta la importancia de conocer las operaciones básicas con imágenes en escala de gris, y se trabajará con operaciones del histograma para mejorar la calidad de la imagen.
- ▶ Se presentará el concepto de umbralización.
- ▶ Se reforzará el conocimiento teórico con la realización de prácticas en MatLab.

3.2 OBJETIVOS

- ▶ Manipular el manejo de las operaciones básicas con imágenes en escala de gris.
- ▶ Realizar operaciones básicas con el histograma.
- ▶ Comprender el concepto de umbralización.

3.3 OPERACIONES BÁSICAS CON IMÁGENES EN ESCALA DE GRIS

- ▶ Existe una gran cantidad de operaciones básicas que se realizan con imágenes en escala de gris, estas operaciones permiten la manipulación de la información en la imagen.
- ▶ Entre las operaciones básicas se encuentra:
 - Limpieza, copia, inversión, desplazamientos, rotación, espejo.
 - Transformaciones logarítmicas y de potencia.
 - Aumento y disminución de ruido
 - Contraste

3.3 OPERACIONES BÁSICAS CON IMÁGENES EN ESCALA DE GRIS

- ▶ Limpieza (Clear): Poner todos los píxeles de la imagen a un valor fijo.
- ▶ Instrucción: `Imagen_entrada = valor fijo;`
- ▶ Ejemplo:
 - `Imagen_entrada=128;` → Produce una imagen de salida en donde todos los píxeles valen 128

3.3 OPERACIONES BÁSICAS CON IMÁGENES EN ESCALA DE GRIS

► Limpieza (clear)



Recordemos que una imagen codificada en 8 bits, la intensidad 128 representa un gris

3.3 OPERACIONES BÁSICAS CON IMÁGENES EN ESCALA DE GRIS

- ▶ **Copia (copy):** Replica la información de la imagen de entrada en la imagen de salida. Es decir, los píxeles de la imagen de entrada son los mismos que en la imagen de salida.
- ▶ Instrucción: `Imagen_salida = Imagen_entrada;`
- ▶ Ejemplo en MatLab:
 - `P=imread('Imagen_entrada');`
 - `Q=P;` → Q(imagen de salida) contiene los mismos datos de la imagen de entrada (P)

3.3 OPERACIONES BÁSICAS CON IMÁGENES EN ESCALA DE GRIS

► Copia (copy)



La imagen de salida contiene la misma información que la imagen de entrada

3.3 OPERACIONES BÁSICAS CON IMÁGENES EN ESCALA DE GRIS

- ▶ **Inversión:** La operación de inversión se lleva a cabo tanto con imágenes en escala de gris como en imágenes binarias.
 - **Inversión en imagen binaria**
Instrucción: $Q_0 = 1 - P_0$; → Para producir la imagen de salida, a 1 se le resta el valor del píxel de la imagen de entrada (es decir el 0 se convierte en 1 y el 1 en 0)
 - **Inversión con imagen en escala de gris (negativo fotográfico)**
Instrucción: $Q_0 = (L - 1) - P_0$; → Para producir la imagen de salida, al valor máximo de intensidad se le resta el valor del píxel de la imagen de entrada.

3.3 OPERACIONES BÁSICAS CON IMÁGENES EN ESCALA DE GRIS

► Inversión fotográfica



Recuerden que el valor máximo de un píxel codificado en 8 bits es 255

$$L=2^8=256$$
$$L-1=255$$

La inversión realza detalles claros que se confunden con un fondo oscuro, y viceversa.

3.3 OPERACIONES BÁSICAS CON IMÁGENES EN ESCALA DE GRIS

► Desplazamientos

Arriba: $Q0=P7$;

Abajo: $Q0=P3$;

Derecha: $Q0=P5$;

Izquierda : $Q0=P1$;

Abajo_derecha: $Q0=P4$;

...

Nota: Las operaciones de desplazamiento, se realizan tanto con imágenes en escala de grises como con imágenes a color.

Imagen de Entrada P

P4	P3	P2
P5	P0	P1
P6	P7	P8

Imagen de Salida Q

Q4	Q3	Q2
Q5	Q0	Q1
Q6	Q7	Q8

3.3 OPERACIONES BÁSICAS CON IMÁGENES EN ESCALA DE GRIS

- ▶ Desplazamiento hacia arriba



Aparecen
“ceros” al
desplazarse
la imagen

3.3 OPERACIONES BÁSICAS CON IMÁGENES EN ESCALA DE GRIS

- ▶ Desplazamiento hacia abajo

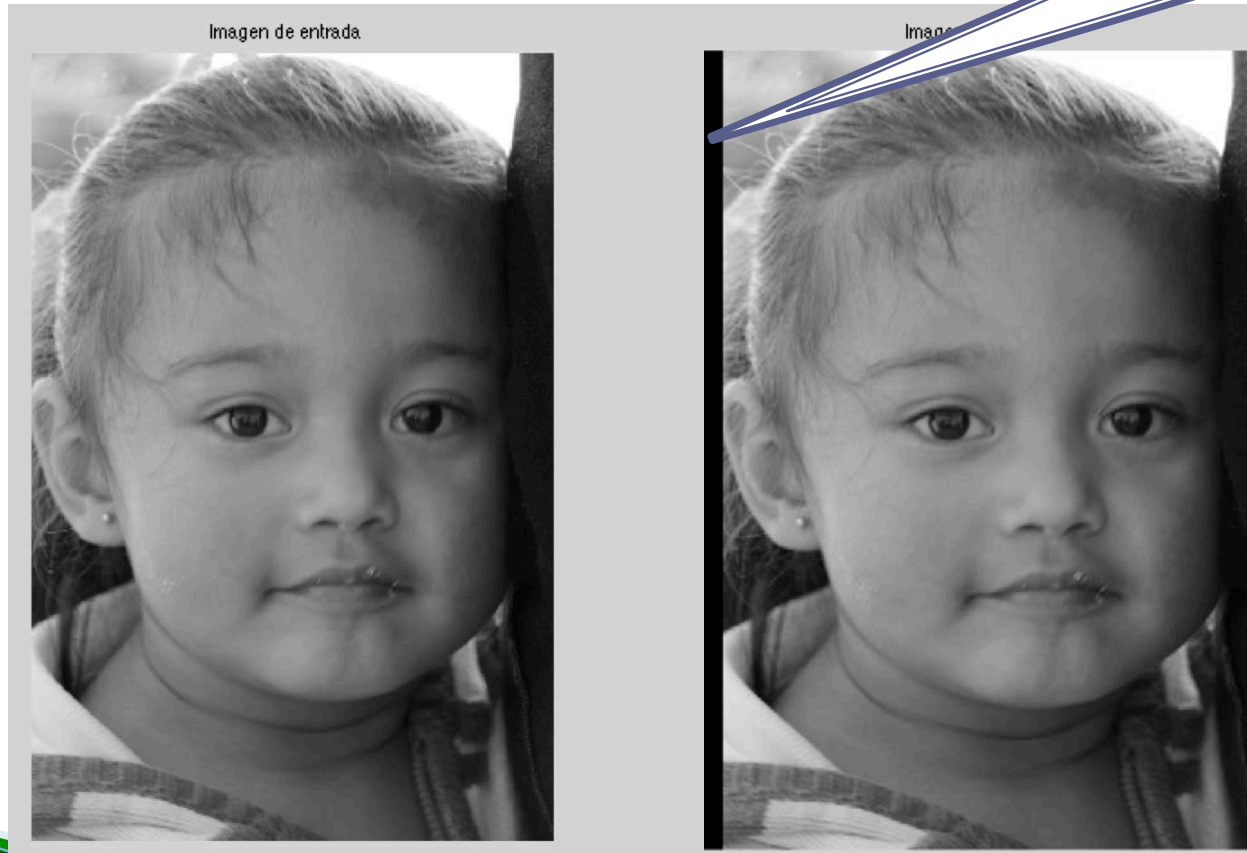


Aparecen “ceros” al desplazarse la imagen

3.3 OPERACIONES BÁSICAS CON IMÁGENES EN ESCALA DE GRIS

- ▶ Desplazamiento a la derecha

Aparecen
“ceros” al
desplazarse
la imagen



3.3 OPERACIONES BÁSICAS CON IMÁGENES EN ESCALA DE GRIS

► Desplazamiento a la izquierda



Aparecen
“ceros” al
desplazarse
la imagen

3.3 OPERACIONES BÁSICAS CON IMÁGENES EN ESCALA DE GRIS

- ▶ Rotación: La operación básica de rotación se realiza en múltiplos de 90 grados.
- ▶ Cada iteración rota la imagen en 90 grados.
- ▶ Es una operación iterativa.
- ▶ Instrucción: $Q(\text{renglón}, :) = P(:, \text{numColumna}(P) + 1 - \text{renglón})$];
 - ➔ Los dos puntos en la imagen de entrada P, corresponde a todos los renglones, y en la imagen de salida Q, corresponde a todas las columnas.

3.3 OPERACIONES BÁSICAS CON IMÁGENES EN ESCALA DE GRIS

▶ Rotaciones

Imagen de entrada



Imagen rotada 90 grados



Imagen rotada 180 grados



Imagen rotada 270 grados



3.3 OPERACIONES BÁSICAS CON IMÁGENES EN ESCALA DE GRIS

▶ Espejo: horizontal y vertical

EspejoHorz $Q(:, \text{column}) = P(:, \text{numColum}(P) + 1 - \text{column});$

→ En la imagen de entrada se manipulan todos los renglones y se van variando las columnas.

EspejoVert $Q(\text{renglons}, :) = P(\text{numReng}(P) + 1 - \text{renglons}, :);$

→ En la imagen de entrada se manipulan todas las columnas y se van variando los renglones.

3.3 OPERACIONES BÁSICAS CON IMÁGENES EN ESCALA DE GRIS

▶ Espejo horizontal



3.3 OPERACIONES BÁSICAS CON IMÁGENES EN ESCALA DE GRIS

▶ Espejo vertical



3.3 OPERACIONES BÁSICAS CON IMÁGENES EN ESCALA DE GRIS

- ▶ Transformaciones logarítmicas y de potencia

- ▶ Instrucciones:

- Logarítmica: $Q_0 = c \cdot \log(1 + P_0)$;

- Potencia: $Q_0 = c \cdot P_0^e$;

➔ El resultado de las transformaciones logarítmicas y de potencia sobre una imagen en escala de gris, es la compresión/expansión de los niveles de gris, lo que resulta en un realzado en la imagen de salida.

3.3 OPERACIONES BÁSICAS CON IMÁGENES EN ESCALA DE GRIS

▶ Transformación logarítmica



3.3 OPERACIONES BÁSICAS CON IMÁGENES EN ESCALA DE GRIS

► Transformación de potencia



3.3 OPERACIONES BÁSICAS CON IMÁGENES EN ESCALA DE GRIS

Otras operaciones básica relacionadas:

- ▶ Aumento/disminución de brillo

$$Q_0 = P_0 \pm \text{constante};$$

- ▶ Contraste

$$Q_0 = \text{gamma} * P_0 \pm \text{beta};$$

3.4 OPERACIONES BÁSICAS CON EL HISTOGRAMA

- ▶ El histograma es la base de numerosas técnicas del Tratamiento de la Imagen.
- ▶ Es fácil de calcular y provee de información estadística útil.
- ▶ La manipulación del histograma puede ser muy efectiva para:
 - Realzar la imagen
 - Comprimir la imagen
 - Segmentar la imagen

3.4 OPERACIONES BÁSICAS CON EL HISTOGRAMA

Histograma:

- ▶ Función discreta que cuenta el número de repeticiones de un valor determinado (intensidades).

$$H(r_k) = n_k$$

Donde:

- r_k es el valor de la intensidad o nivel de gris
- n_k es el número total de píxeles que tienen nivel de gris r_k .

3.4 OPERACIONES BÁSICAS CON EL HISTOGRAMA

- ▶ Las imágenes se pueden clasificar de acuerdo a su histograma como:
 - De alto contraste (high-contrast) y de bajo contraste (low-contrast)

→ De alto contraste (high-contrast):

Los valores están extendidos a lo largo de todo el histograma (histograma uniforme).

3.4 OPERACIONES BÁSICAS CON EL HISTOGRAMA

→ De bajo contraste (low-contrast):

Los valores están agrupados en una región del histograma

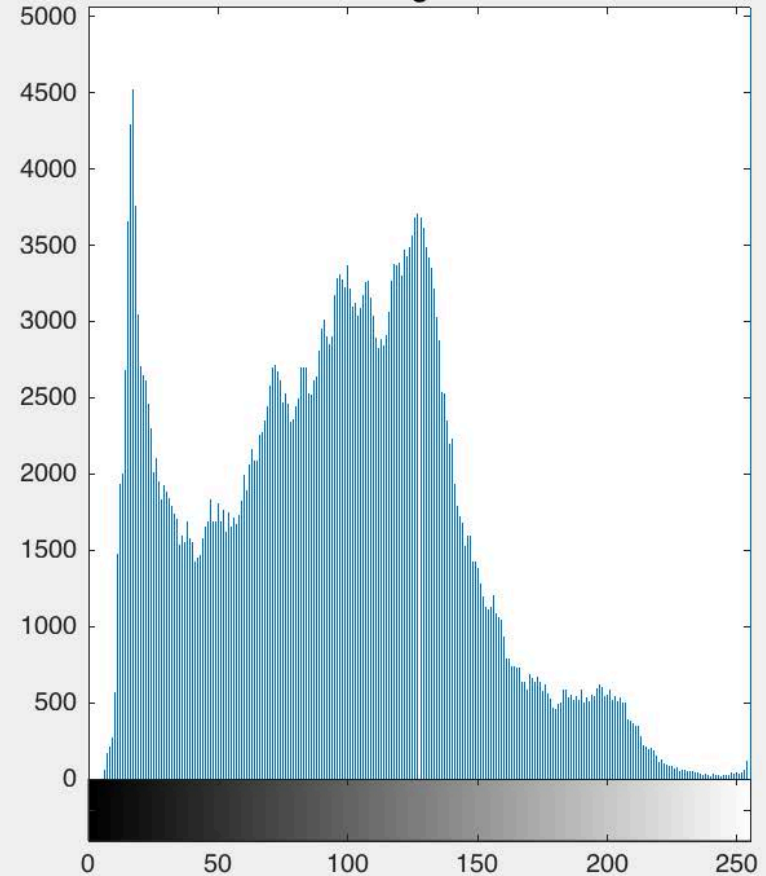
- **Oscuras (dark):** La mayor parte de los valores están en la parte baja del histograma
- **Claros (bright):** La mayor parte de los valores están en la parte alta del histograma
- **Gris:** La mayor parte de los valores están en la parte central del histograma

3.4 OPERACIONES BÁSICAS CON EL HISTOGRAMA

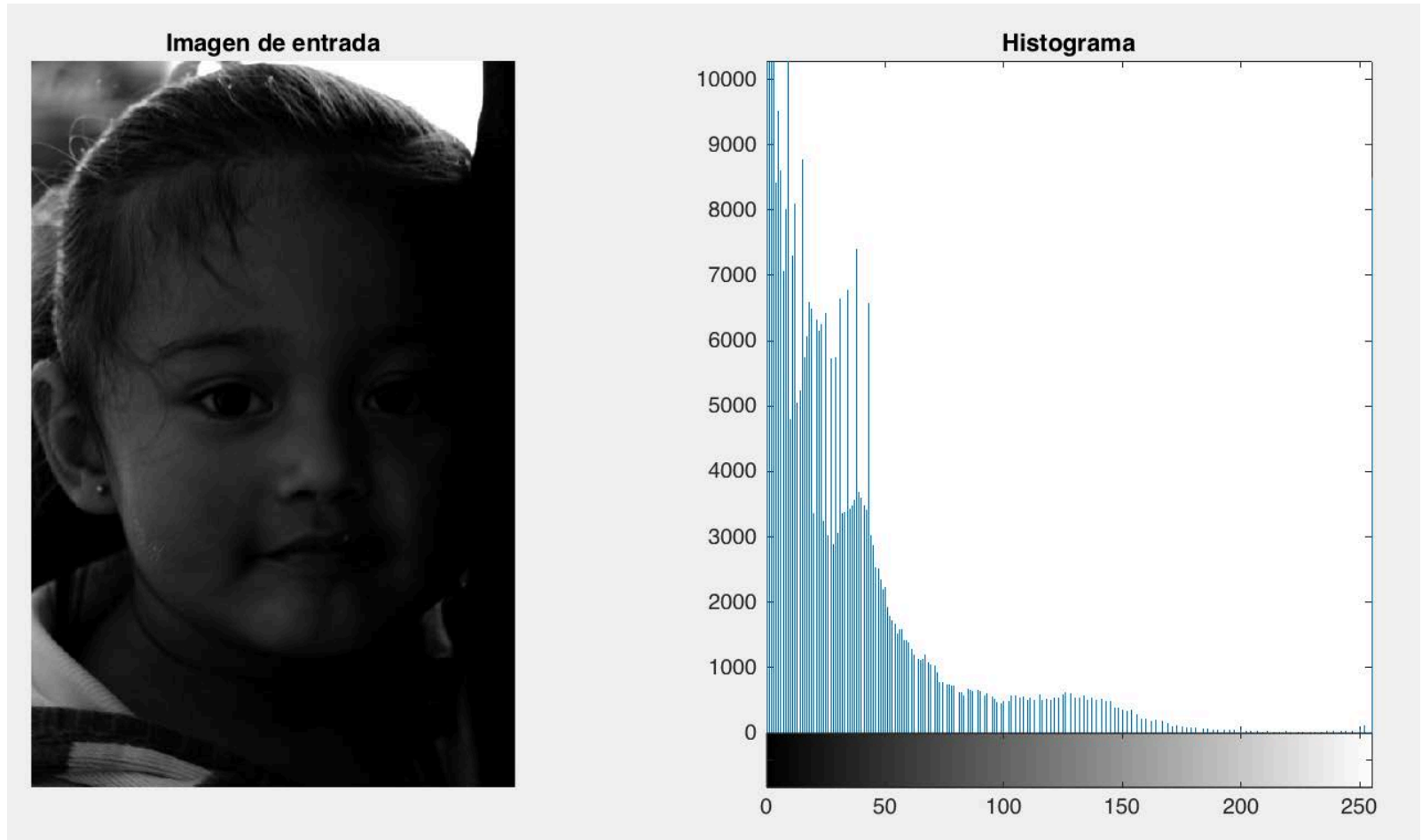
Imagen de entrada



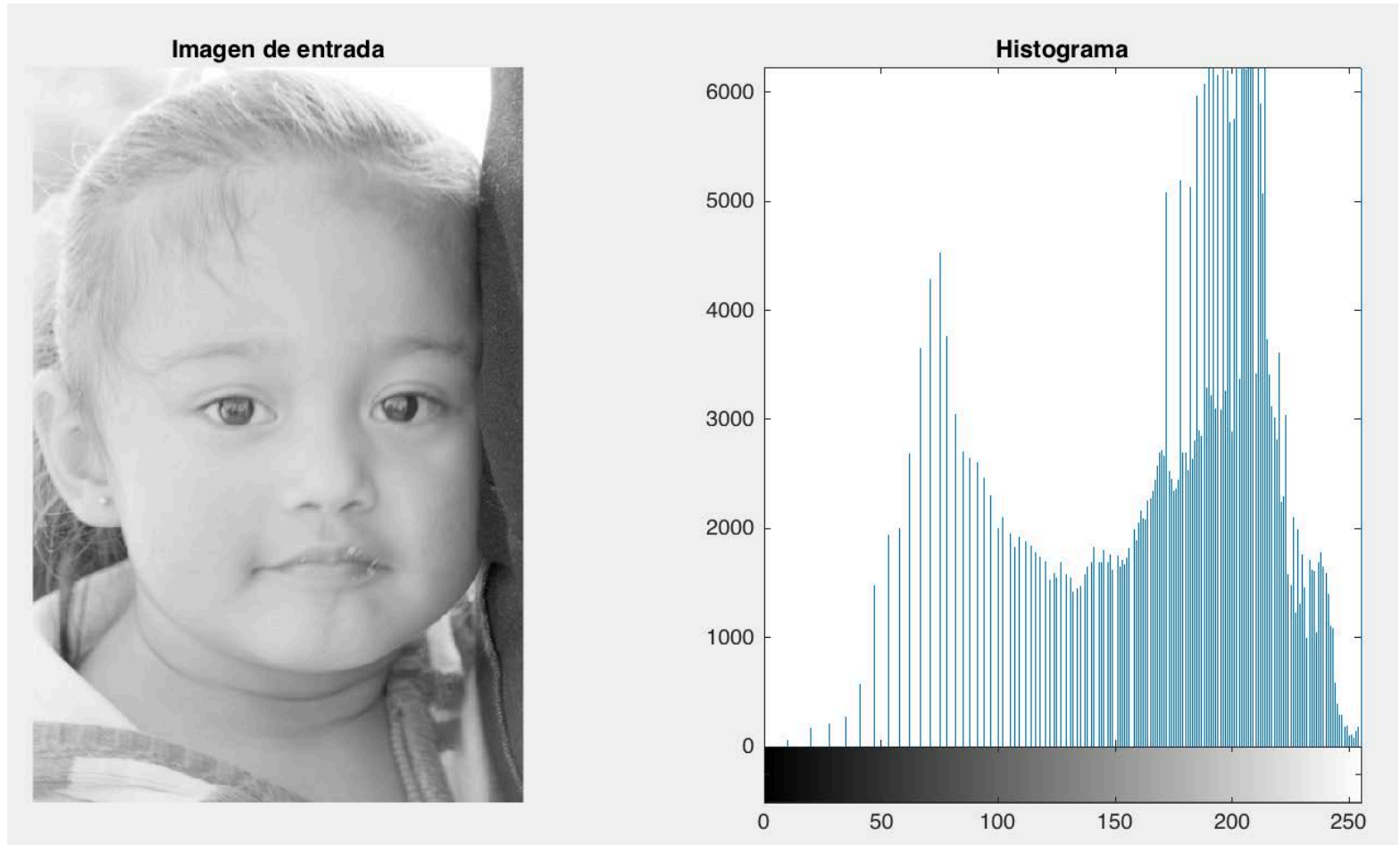
Histograma



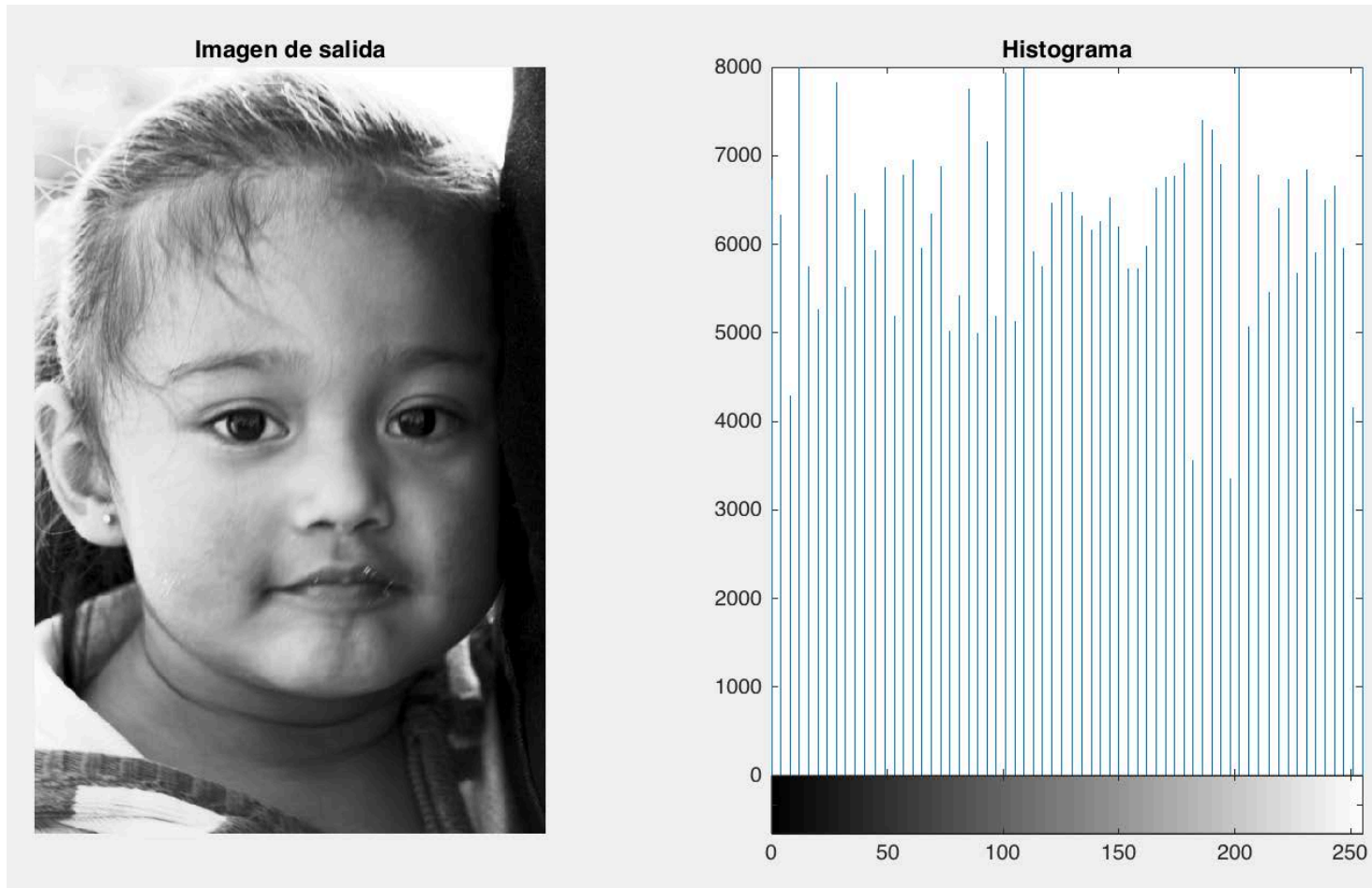
3.4 OPERACIONES BÁSICAS CON EL HISTOGRAMA



3.4 OPERACIONES BÁSICAS CON EL HISTOGRAMA

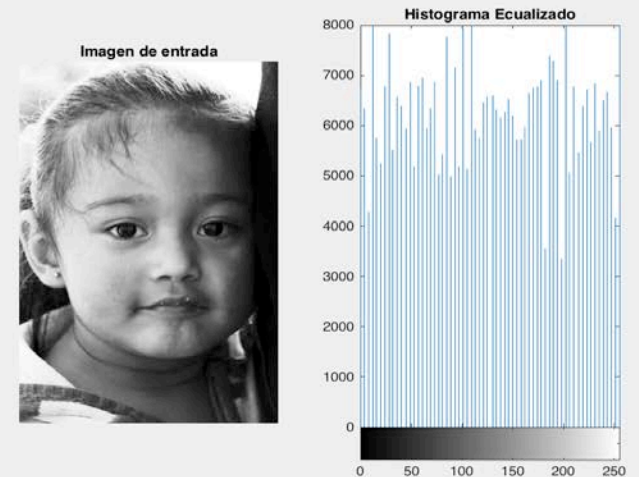
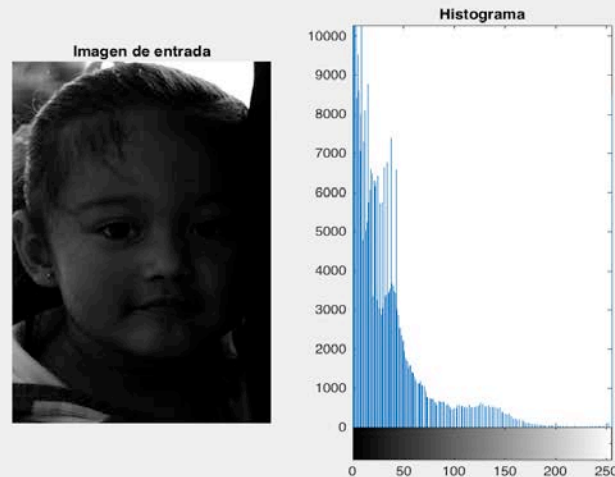
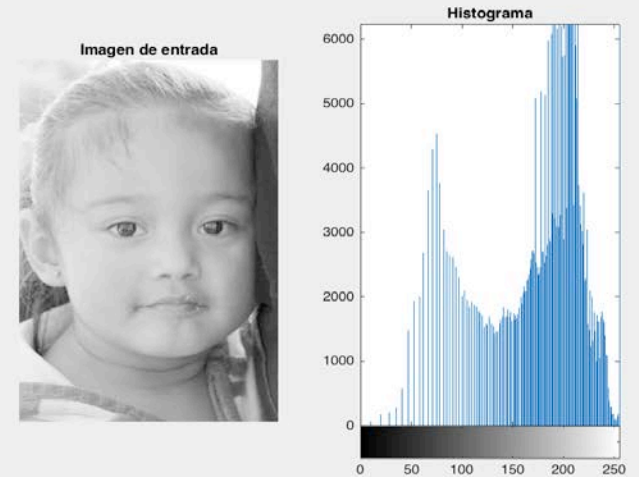
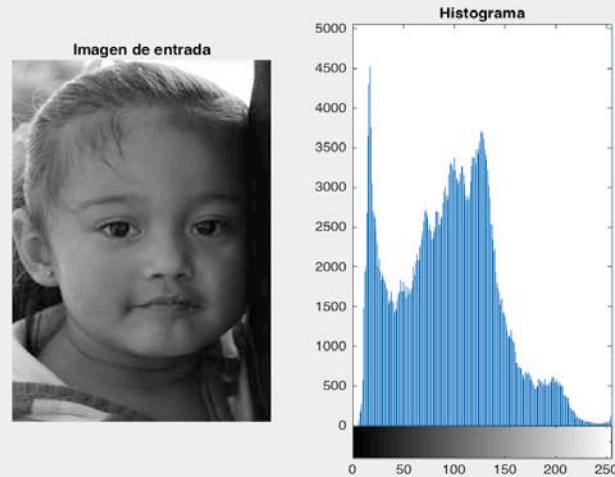


3.4 OPERACIONES BÁSICAS CON EL HISTOGRAMA



3.4 OPERACIONES BÁSICAS CON EL HISTOGRAMA

Cuando los niveles de gris de la imagen se concentran en una zona del intervalo, decimos que la imagen **posee poco contraste**. Para aumentar el contraste de la imagen se realiza la operación de **ecualización del histograma**.



3.4 OPERACIONES BÁSICAS CON EL HISTOGRAMA

Normalización del Histograma

- ▶ Se divide cada uno de sus valores por el número total de píxeles en la imagen.

$$H_n(r_k) = n_k / (M \times N)$$

Donde: $M \times N$; No. de renglones por el no. de columnas de la imagen.

La normalización del histograma hace que los valores queden en el intervalo de $[0, 1]$

3.4 OPERACIONES BÁSICAS CON EL HISTOGRAMA

Histograma normalizado:

$$H_n(r_k) = n_k / (M \times N)$$

- ▶ $H_n(r_k)$: es la probabilidad de ocurrencia del nivel de gris r_k
- ▶ La suma de todos los componentes de un histograma normalizado es igual a 1.

3.4 OPERACIONES BÁSICAS CON EL HISTOGRAMA

Ecuación del Histograma

- ▶ La Ecuación del histograma también se conoce como **linearización**.
- ▶ Se genera una imagen de salida con un **histograma uniforme**, lo que resulta en un **aumento del contraste**.

3.4 OPERACIONES BÁSICAS CON EL HISTOGRAMA

- ▶ Toma en los extremos del histograma y su forma.
- ▶ El **objetivo** es generar una imagen con valores proporcionales a su **valor** y a su **frecuencia** de aparición.
- ▶ Reparte de forma uniforme los valores del histograma.

3.4 OPERACIONES BÁSICAS CON EL HISTOGRAMA

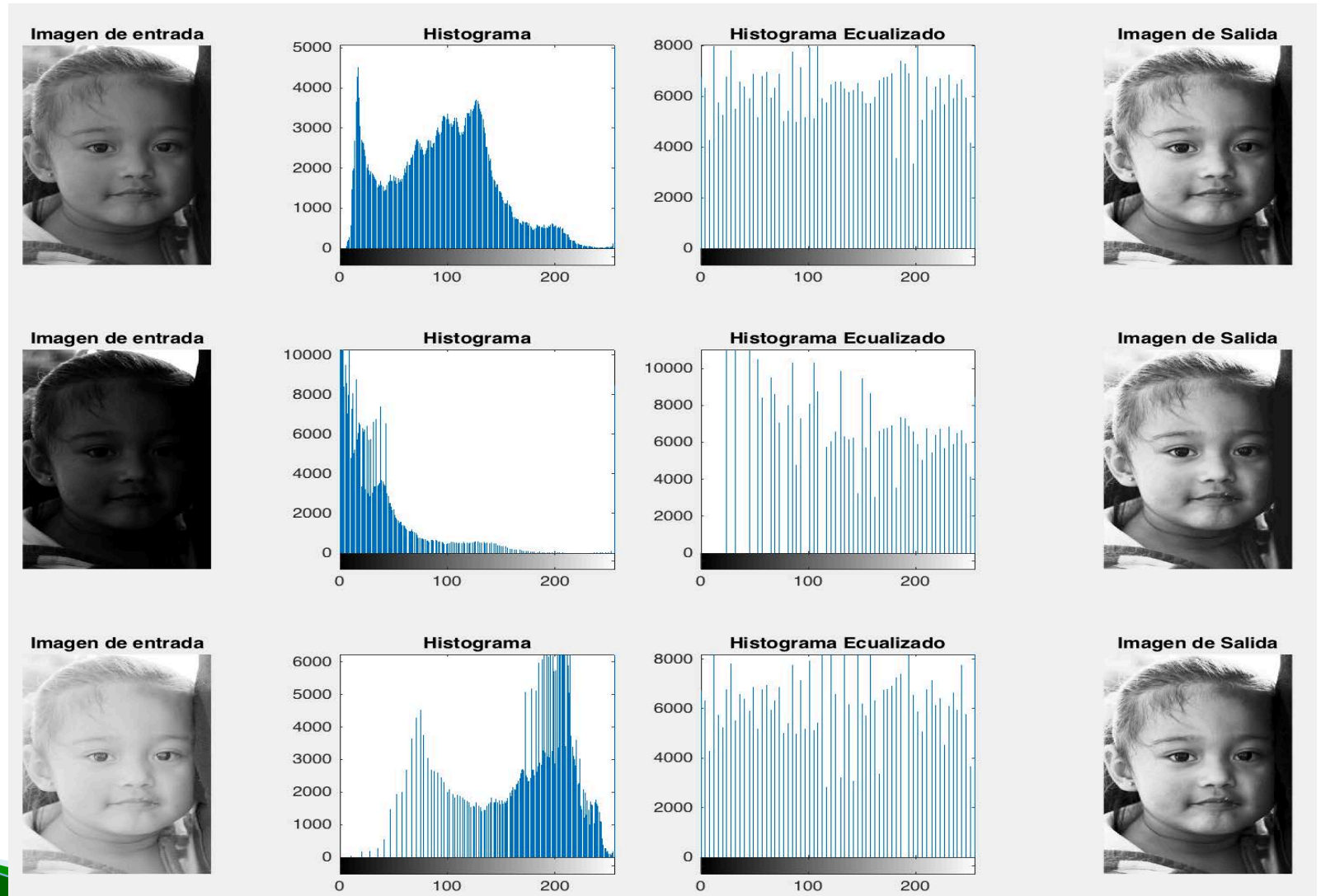
- ▶ **Ecualización del Histograma:** Dada una imagen de tamaño $M \times N$ con n_k píxeles para cada nivel r_k : $H(r_k) = n_k$

1. Aplicar la transformación de **ecualización** sobre los niveles de intensidad de la imagen ($k=0,1,2,\dots,L-1$).

$$s_k = (L-1) \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n}$$

2. Mapear cada pixel con intensidad r_k de la imagen de entrada con su valor transformado s_k en la imagen de salida.

3.4 OPERACIONES BÁSICAS CON EL HISTOGRAMA



3.4 OPERACIONES BÁSICAS CON EL HISTOGRAMA

- ▶ Ejercicio: Ecuilizar el siguiente histograma

Nivel de gris	No. De pixeles (valores del histograma)
0	10
1	8
2	9
3	2
4	14
5	1
6	5
7	2

= ?

Nivel de gris	No. De pixeles (valores del histograma)
0	1
1	2
2	4
3	4
4	6
5	6
6	7
7	7

3.5 UMBRALIZACIÓN (THRESHOLDING)

- ▶ Modificación de los niveles de gris → **Umbralización** (Thresholding)
- ▶ La Umbralización es el método más simple de **segmentar** una imagen.
- ▶ **Segmentar**: Dividir una imagen en regiones con propiedades similares.

3.5 UMBRALIZACIÓN (THRESHOLDING)

- ▶ Recordemos que la propiedad que tienen los píxeles es:
 - ➔ su intensidad
- ▶ Una manera natural de segmentar una imagen es separar las regiones claras de las regiones oscuras utilizando la **umbralización**
- ▶ La umbralización (Thresholding) crea imágenes binarias a partir de imágenes en escala de gris.

3.5 UMBRALIZACIÓN (THRESHOLDING)

► Procedimiento de umbralización:

1. Obtener el **histograma** de la imagen de entrada
2. Determinar el valor del **umbral T**, con base al histograma
3. Si **P** es la imagen de entrada y **(x,y)** es la posición de un pixel, calcular los valores de la imagen de salida **Q** con base a:

$$Q(x,y)=1, \text{ Si } P(x,y) \geq T, \text{ sino } Q(x,y)=0;$$

4. Visualizar la imagen de salida que corresponde a una imagen binaria

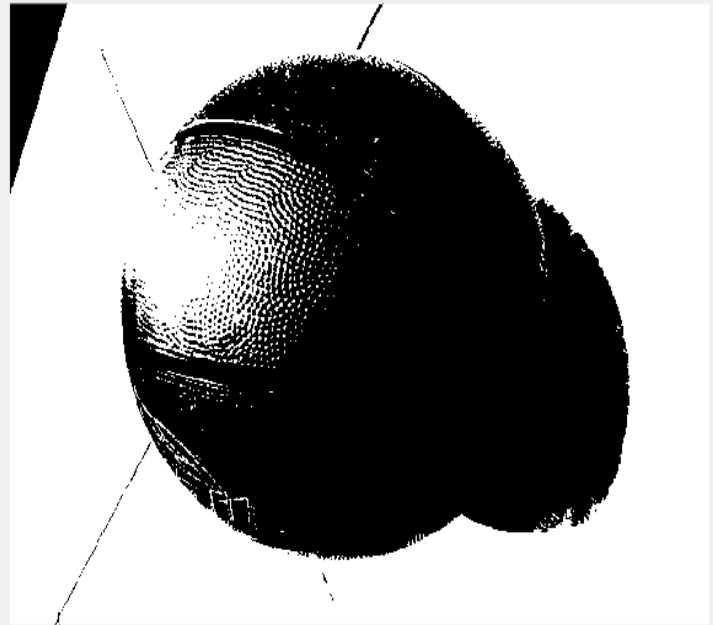
Nota: Existen diversos métodos para calcular **T** tales como: entropía, distribuciones de probabilidad, etc.

3.5 UMBRALIZACIÓN (THRESHOLDING)

Imagen de entrada



Imagen de salida



3.6 CONCLUSIONES Y REFERENCIAS

- ▶ El alumno es capaz de aplicar las diferentes operaciones con imágenes en escala de gris.
- ▶ El alumno es capaz de analizar una imagen con el histograma.
- ▶ El alumno es capaz de mejorar la calidad de una imagen.
- ▶ El alumno sabe obtener una primer segmentación de la imagen con la umbralización.
- ▶ Se refuerza el tema con la realización de dos prácticas en Matlab.

3.6 CONCLUSIONES Y REFERENCIAS

Referencias

Gonzalez Rafael C., Woods Richard E. “Digital Image Processing” , Prentice Hall, 2008

Gonzalez Rafael C., Woods Richard E. “Digital Image Processing with MatLab” , Prentice Hall, 2008