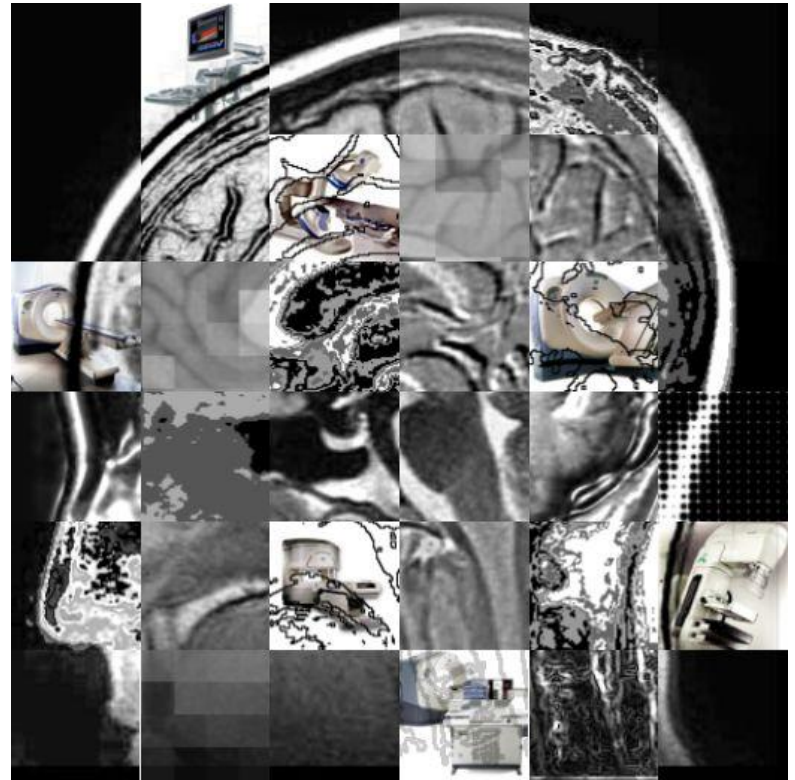


Realce de Imágenes

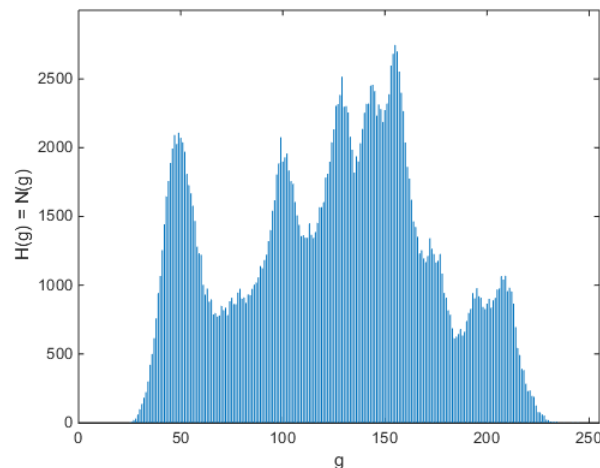


Procesamiento Digital de Imágenes

Dr. Ernesto Moya Albor

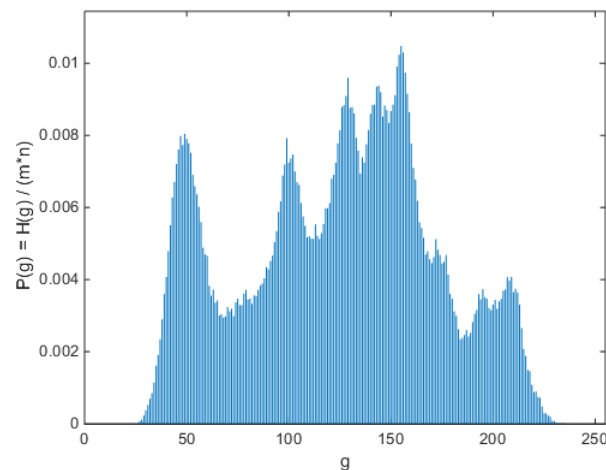
Conceptos Básicos

- Sea $I(x,y)$ una imagen digital en el rango $g=0, 1, \dots, L-1$ donde L es el número total de niveles de gris (si $L=256$ se tiene $g=0, 1, \dots, 255$)
- El **histograma** de una imagen digital es una función discreta $H(g) = N(g)$ donde $N(g)$ es el número de píxeles en la imagen con nivel de gris g



Histograma

- Un **histograma normalizado** se obtiene dividiendo cada uno de sus valores entre el número total de píxeles en la imagen ($M \times N$): $P(g) = N(g) / (M \times N)$
- $P(g)$ da una estimación de la probabilidad de que aparezca el nivel de gris g



Histograma

- Propiedades estadísticas del histograma:
 - **Media del histograma:** Es el valor medio de los niveles de gris y nos informa sobre el brillo general de la imagen:

$$\bar{g} = \sum_{g=0}^{L-1} g P(g) = \sum_i \sum_j \frac{I(i,j)}{M * N}$$

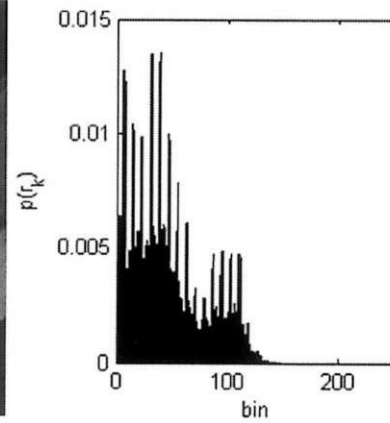
- Una **imagen brillante** tendrá una media alta y una **imagen oscura** una media baja

Histograma

Brillo bajo



(a)

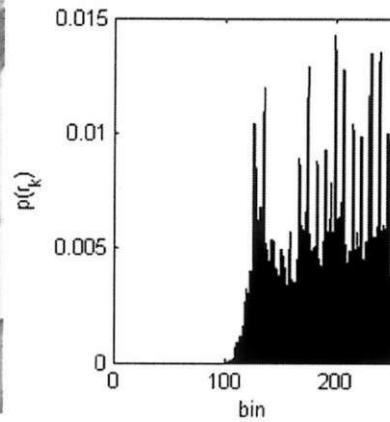


(b)

Brillo alto



(c)



(d)

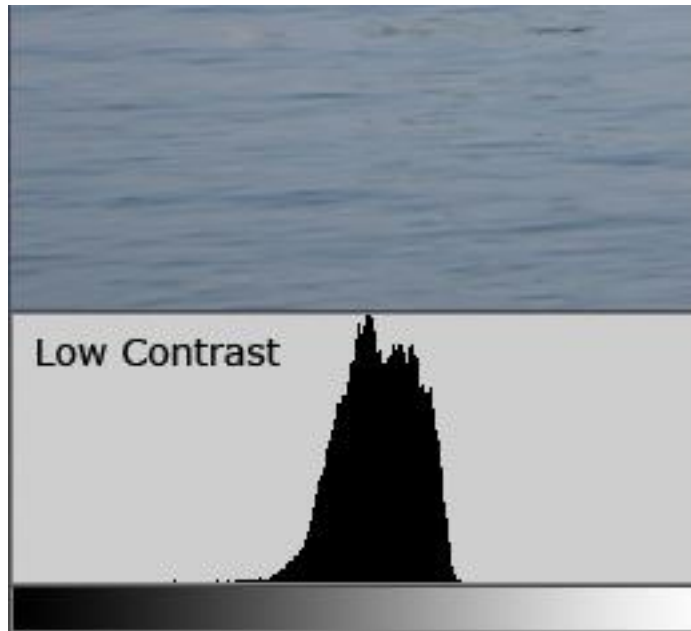
Histograma

- Propiedades estadísticas del histograma:
 - **Varianza del histograma**: Mide la dispersión de los alrededores de la media:

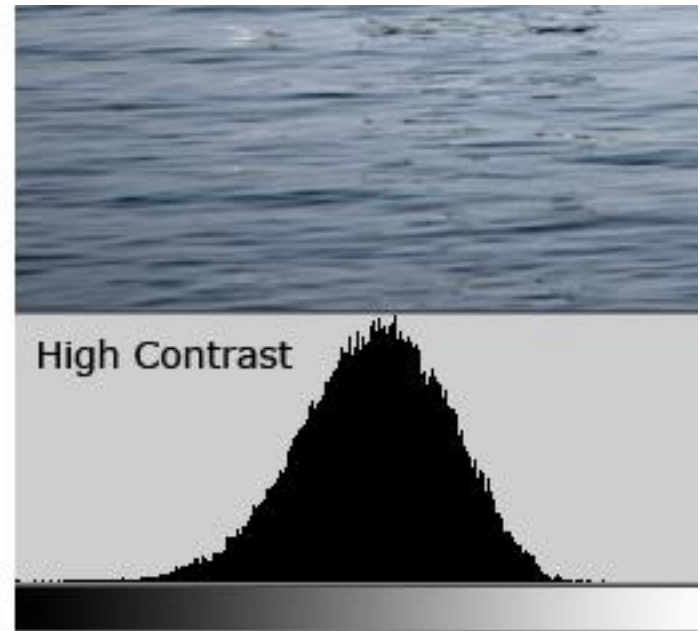
$$\sigma^2 = \sum_{g=0}^{L-1} (g - \bar{g})^2 P(g)$$

- Siempre será mayor que cero
- Si se aproxima a cero se tiene una imagen con **bajo contraste**
- Entre mayor sea se tiene una imagen con **alto contraste**

Histograma



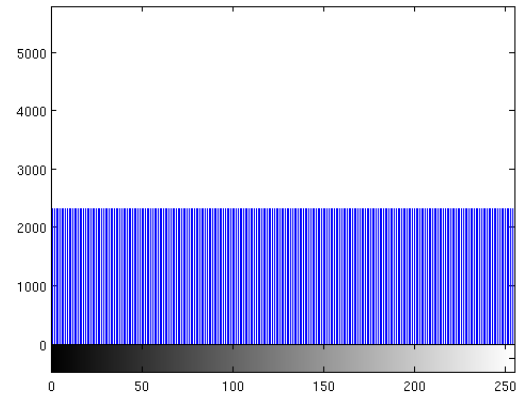
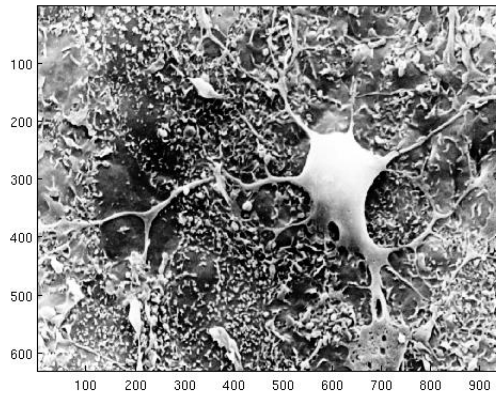
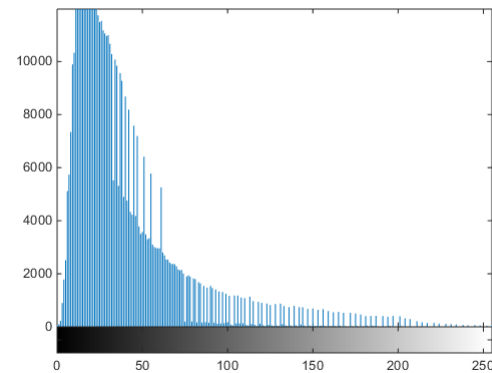
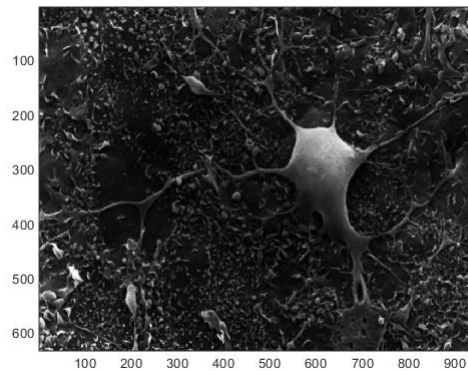
Bajo contraste



Alto contraste

Histograma

- **Histograma ideal (criterio matemático)**



Tipos de Realce

- El **Realce** es el mejoramiento de una imagen en:
 - Contraste
 - Ruido
 - Luminosidad
 - Nitidez
- En la práctica existen dos tipos de realce:
 - **Realces Radiométricos (Procesos Puntuales)**
 - **Realces con Operaciones entre Vecinos**

Tipos de Realce

■ **Realces Radiométricos**

- Operaciones que se efectúan directamente **sobre un pixel** (contraste, luminosidad)
- Se utiliza la modificación del histograma para variar la distribución de la intensidad de la imagen

■ **Realces con Operaciones entre Vecinos**

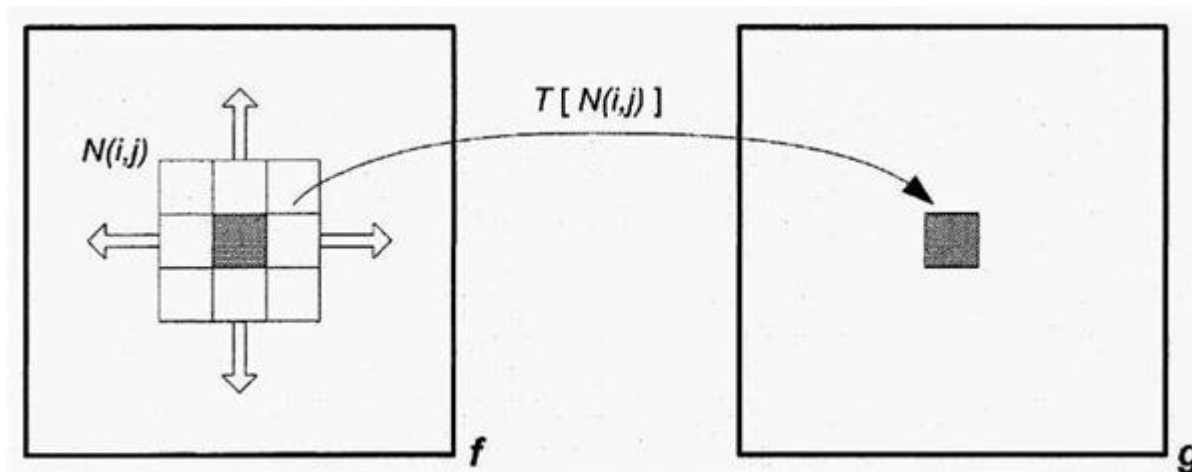
- Operaciones que se efectúan sobre un pixel pero tomando en cuenta los **pixeles vecinos** (eliminar ruido, mejorar nitidez, suavizar)

Procesamiento Puntual

- Los procesos en el **dominio espacial** se denotarán por la expresión:

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

- donde ***T*** es la **función de transformación** de la imagen de entrada que produce la imagen de salida



Procesamiento Puntual

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

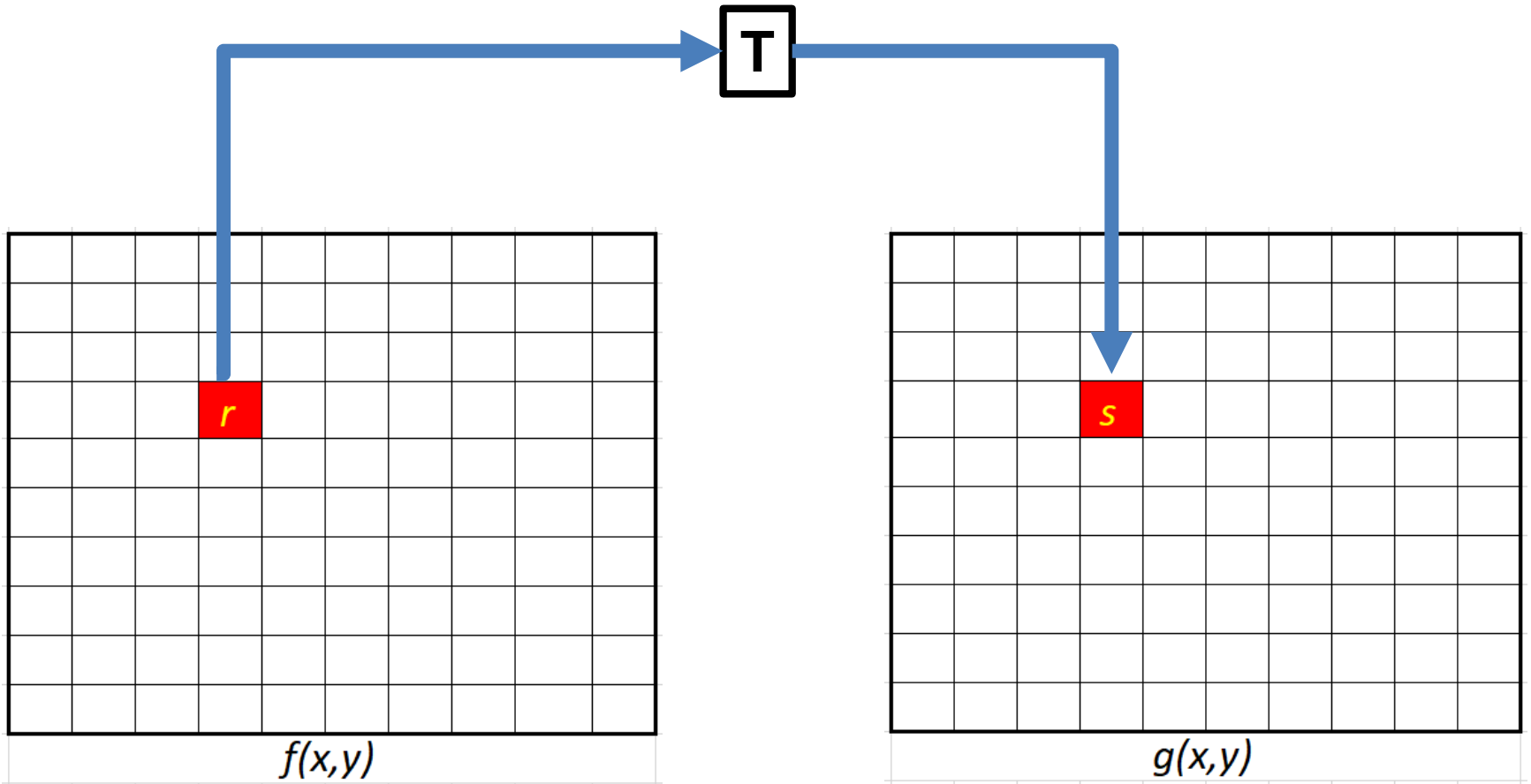
- La forma más simple de T es cuando la vecindad es de tamaño 1x1 (un solo pixel)
- $g(x, y)$ depende sólo del valor de f en (x, y) y T se convierte en una función de transformación del nivel de gris:

$$s = T[r]$$

donde r y s son los niveles de gris de $f(x, y)$ y $g(x, y)$ en el punto (x, y)

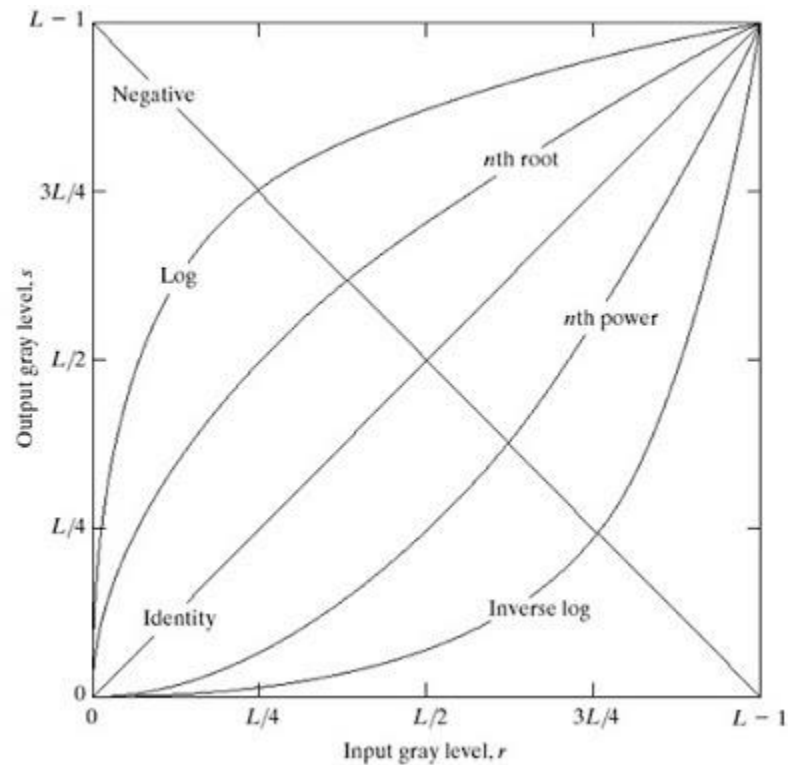
Procesamiento Puntual

$$s = T[r]$$



Procesamiento Puntual

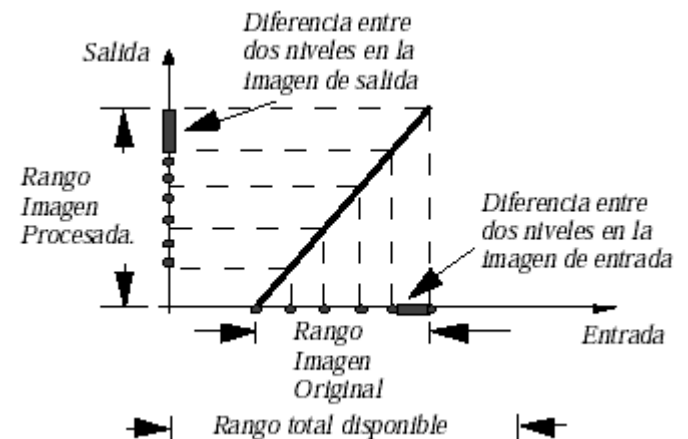
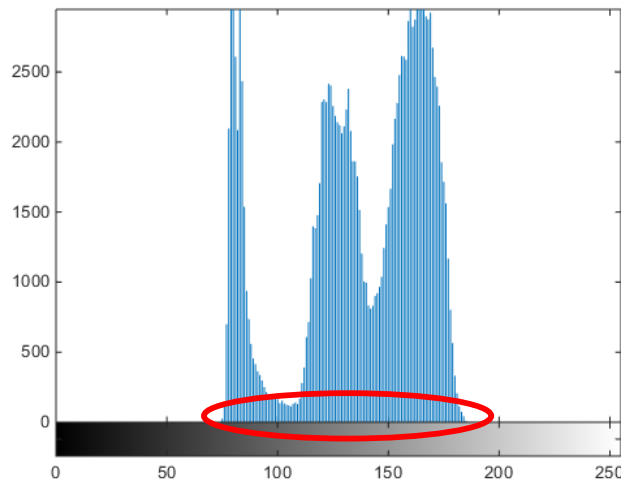
- Funciones de transformación básicas:



Procesamiento Puntual

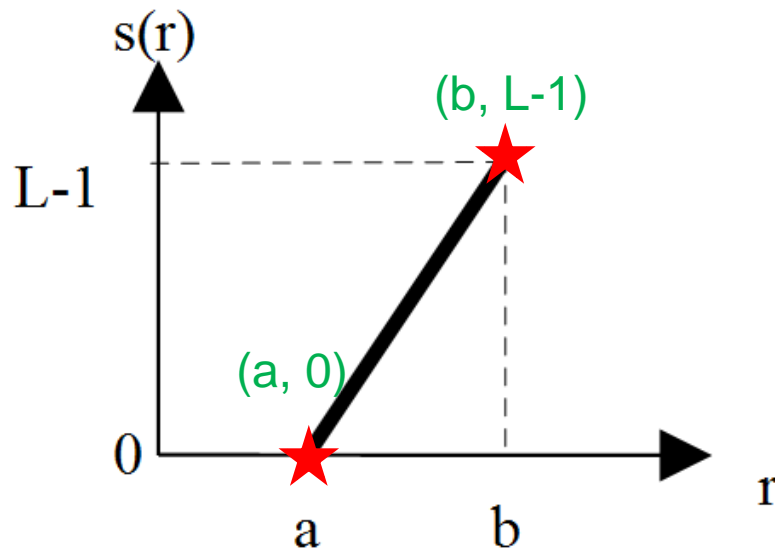
■ Aumento del contraste

- Una de las imperfecciones más comunes de las imágenes digitales, es el pobre contraste resultante de un rango de intensidad reducido en comparación al rango disponible de niveles de gris (por ejemplo de 0 a 255 niveles)



Procesamiento Puntual

- Aumento del contraste
 - Transformación lineal



$$s(r) = [p * r] + ord$$

$$p = \frac{(L - 1) - 0}{b - a}$$

Para $r=b$ y $s(r)=L-1$:

$$\begin{aligned} s(r) &= [p * r] + ord \\ (L - 1) &= [p * (b)] + ord \end{aligned}$$

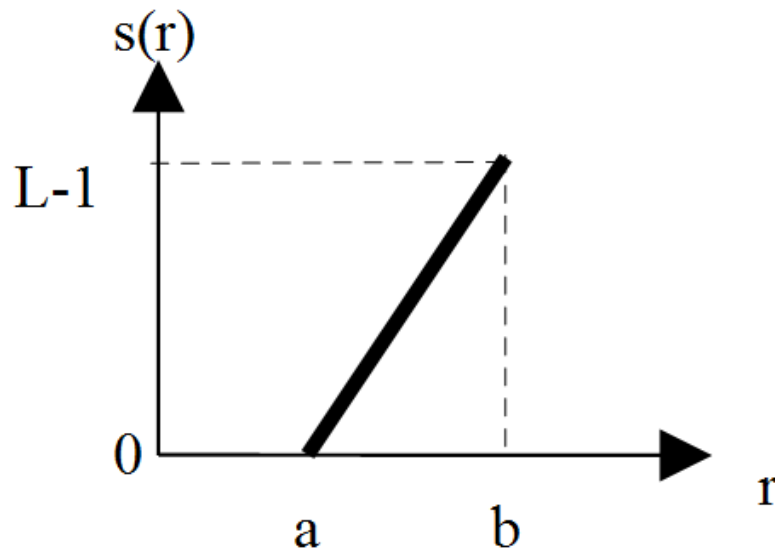
$$ord = (L - 1) - p * (b)$$

$$\begin{aligned} s(r) &= [p * r] + ord \\ s(r) &= [p * r] + (L - 1) - p * (b) \end{aligned}$$

$$s(r) = p * (r - b) + (L - 1)$$

Procesamiento Puntual

- Aumento del contraste
 - Transformación lineal

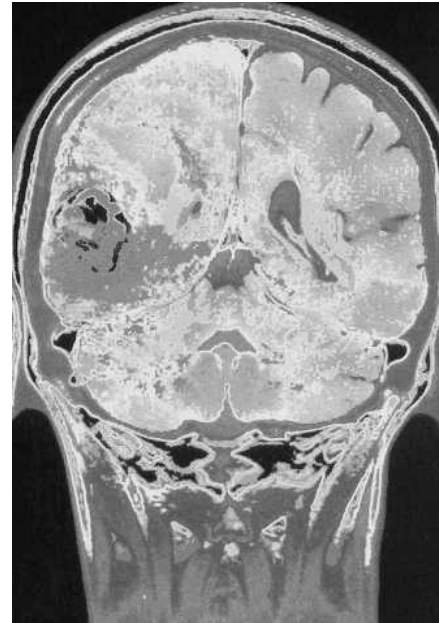
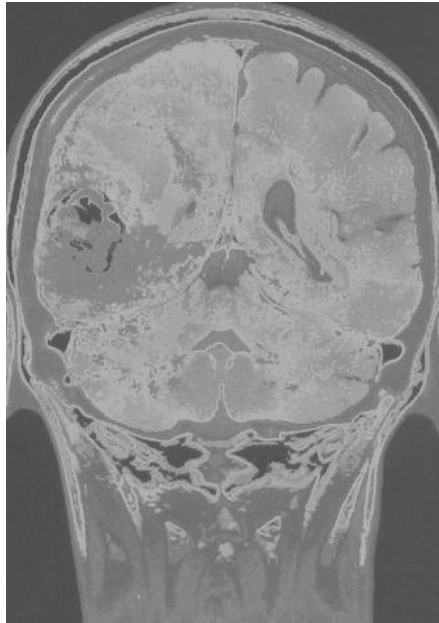


$$s = [p * (r - b)] + (L - 1)$$

$$p = \frac{(L - 1)}{b - a}$$

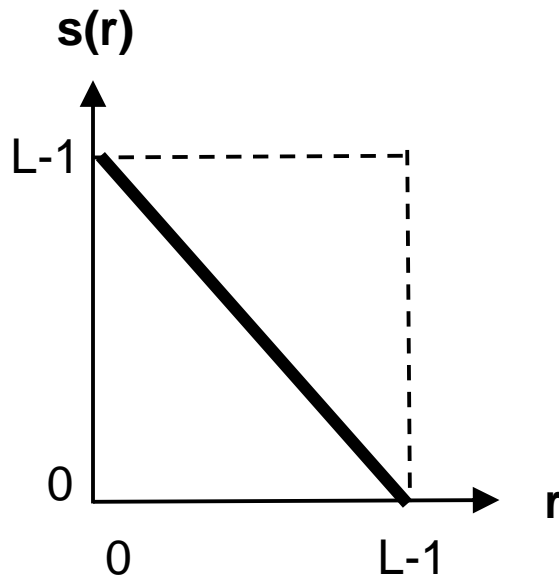
Procesamiento Puntual

- **Aumento del contraste**
 - Transformación lineal



Procesamiento Puntual

- *Negativo de la imagen*



$$s(r) = [p * r] + ord$$

$$p = \frac{(L-1) - 0}{0 - (L-1)} = -1$$

$$ord = (L-1)$$

$$s = [(-1) * r] + (L-1)$$

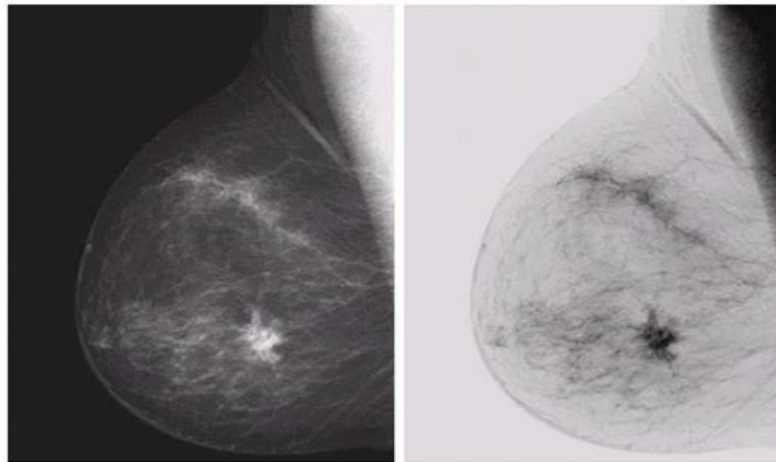
$$s = (L-1) - r$$

Procesamiento Puntual

- *Negativo de la imagen*

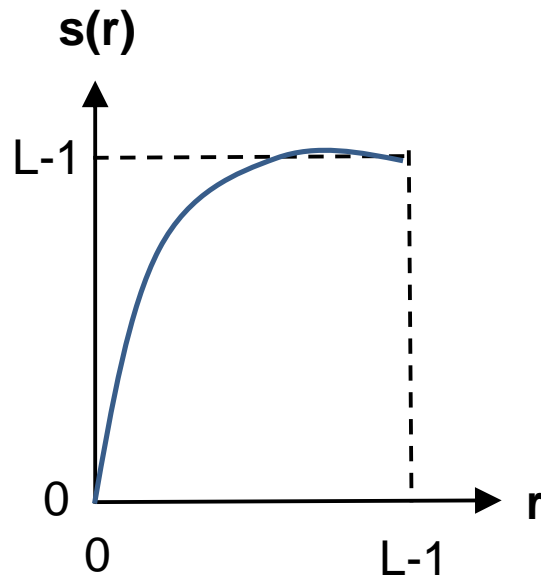
$$s = (L - 1) - r$$

- Equivalente de un negativo fotográfico
- Útil para mejorar niveles de blanco o gris en regiones oscuras que dominan en tamaño



Procesamiento Puntual

■ Transformación Logarítmica



$$s = c * \log(1 + r)$$

Para $r=(L-1)$ y $s(r)=(L-1)$:

$$(L - 1) = c * \log(1 + (L - 1))$$

$$c = \frac{(L - 1)}{\log(1 + (L - 1))}$$

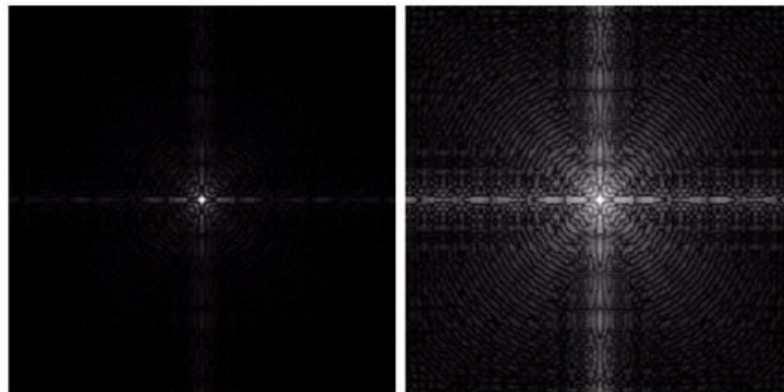
$$c = \frac{255}{\log(1 + 255)}$$

Procesamiento Puntual

■ Transformación Logarítmica

$$s = c * \log(1 + r)$$

- Mapea un pequeño rango de valores bajos de nivel de gris a un rango más amplio de niveles de salida
- Comprime el rango dinámico en imágenes con variaciones grandes en los valores de gris

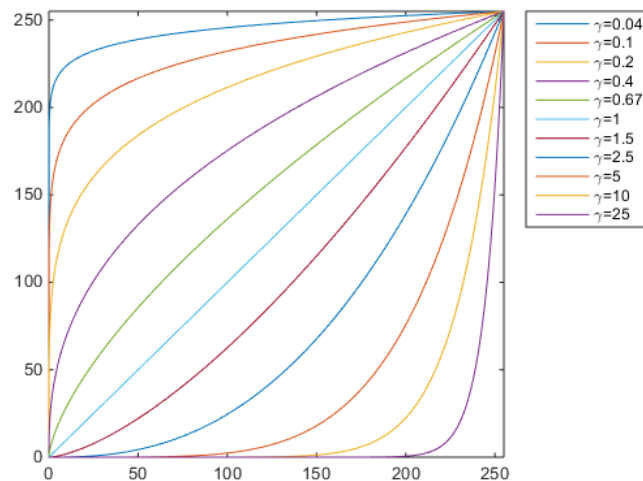


Procesamiento Puntual

■ Transformación de potencia

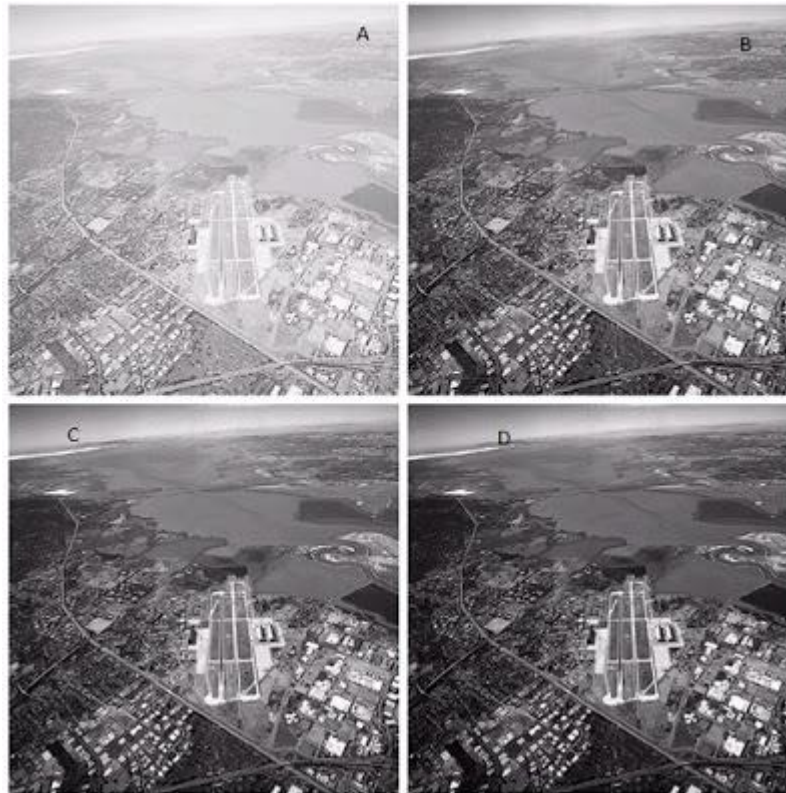
$$s = c * (r)^\gamma$$

- donde **c** y **γ** son constantes
- Mapean un rango pequeño de valores oscuros (cuando $\gamma < 1$) en un rango amplio de valores claros de salida
- Mapean un rango pequeño de valores claros (cuando $\gamma > 1$) en un rango amplio de valores oscuros de salida



Procesamiento Puntual

- Resultado de aplicar la transformación de potencia a una imagen aérea (A) con $\gamma = 3.0$ (B), con $\gamma = 4.0$ (C) y con $\gamma = 5.0$.



Procesamiento Puntual

- **Desplazamiento del histograma**
 - Se utiliza para aclarar u oscurecer una imagen pero manteniendo la relación entre los valores de gris.
$$s = r + \Delta$$
 - **Si el desplazamiento es negativo disminuye el brillo** mientras que **un desplazamiento positivo aumenta el brillo**
 - Se asume que los valores que sobrepasen el máximo o mínimo nivel de gris se redondean a los valores máximo y mínimo permitidos

Procesamiento Puntual

- Desplazamiento del histograma



Desplazamiento negativo
del histograma ($\Delta < 0$)

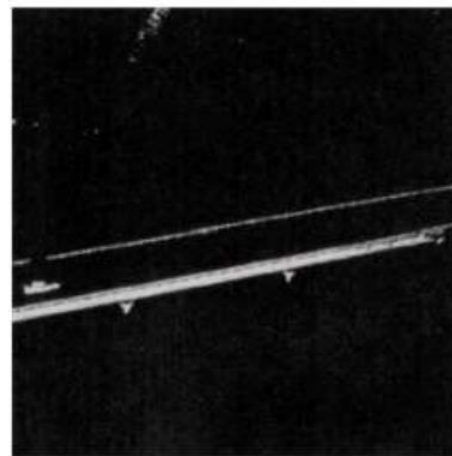
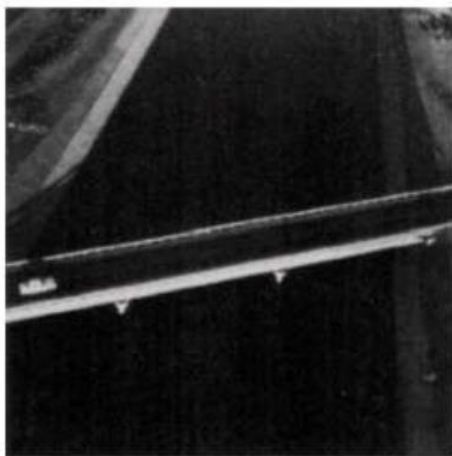
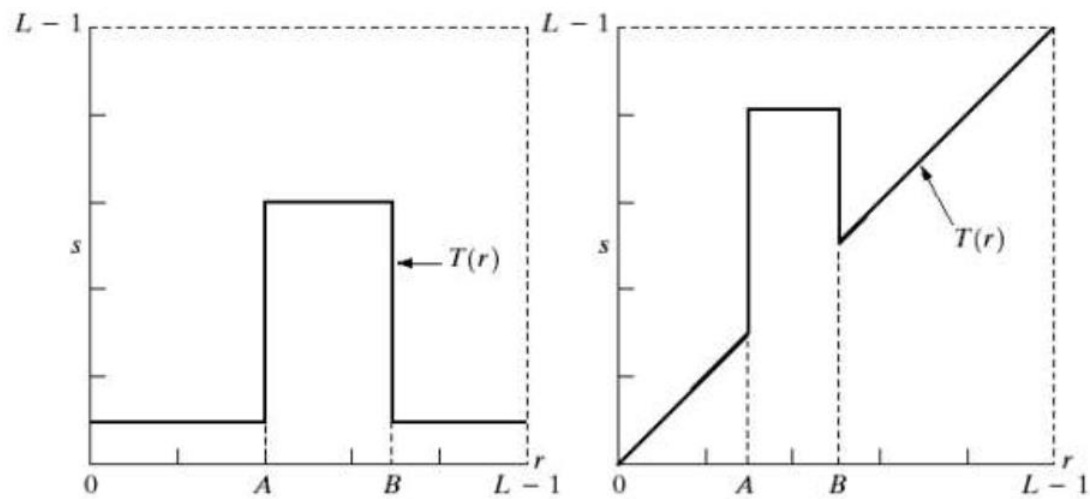


Desplazamiento positivo
del histograma ($\Delta > 0$)

Procesamiento Puntual

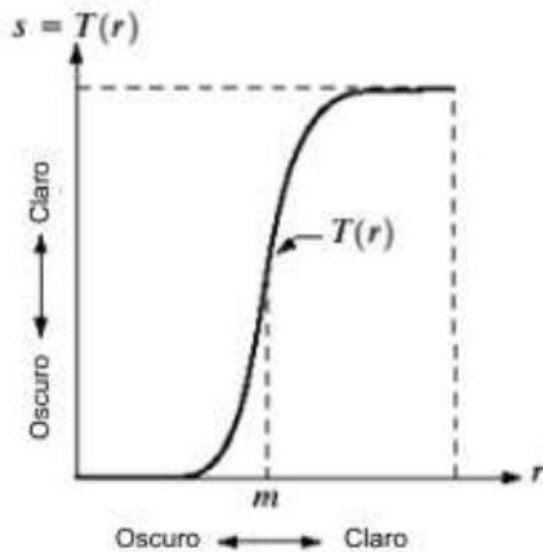
- **Otras transformaciones**
 - **Fraccionamiento del nivel de gris**
 - Permite mostrar un rango específico de niveles de gris
 - Por ejemplo masas de agua en fotos satelitales
 - Una manera de lograrlo es usando una transformación lineal por partes
 - Se muestra un valor alto para todos los valores dentro del rango de interés y un valor bajo para todos los demás

Procesamiento Puntual



Procesamiento Puntual

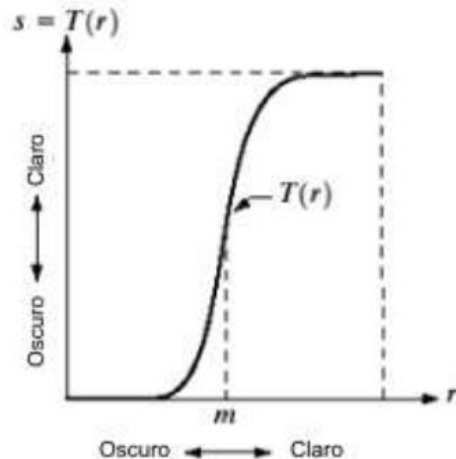
- Otras transformaciones
 - Mejoramiento del contraste



$$s = \frac{(L - 1)}{1 + (m/r)^E}$$

Procesamiento Puntual

- Mejoramiento del contraste



$$s = \frac{(L - 1)}{1 + (m/r)^E}$$

- Permite obtener una **imagen de más alto contraste** al oscurecer los niveles de gris bajo el umbral **m** y aclarar los niveles de gris sobre el umbral **m**
- Permite **realizar simultáneamente** dos transformaciones de **potencia** con $\gamma_1 < 0$ y $\gamma_2 > 0$

Procesamiento Puntual

- Mejoramiento del contraste
 - En el caso límite (valores grandes de E) produce una imagen binaria:

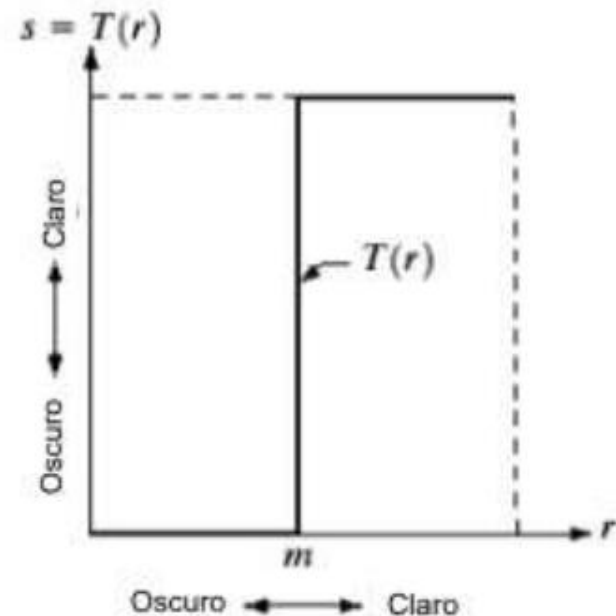
$$s = \frac{(L - 1)}{1 + (m/r)^E}$$

Para $r < m$

$$s = \frac{(L - 1)}{1 + \infty} = 0$$

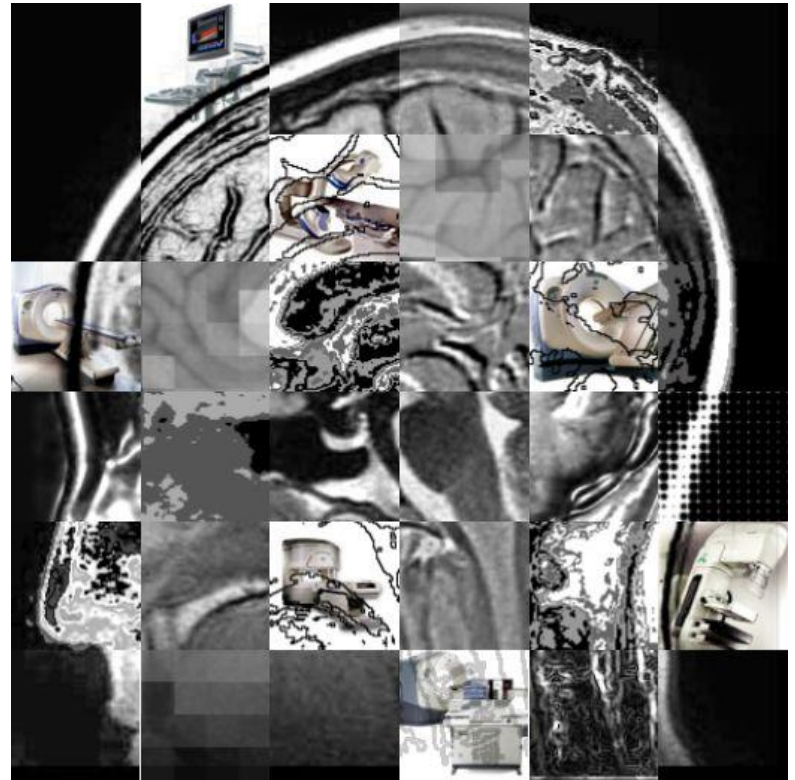
Para $r > m$

$$s = \frac{(L - 1)}{1 + 0} = L - 1$$



Binarización

Realce de Imágenes



Procesamiento Digital de Imágenes

Dr. Ernesto Moya Albor