

Procesamiento Digital de Imágenes (filtros)

J. Fco. Jafet Pérez López

Filtrado de Imágenes

Permite aplicar diferentes efectos a imágenes.

Convolución

- Para el filtrado de imágenes utilizando la técnica de convolución, se trabaja con matrices que representan un filtro 2D.
- Recorremos la imagen pixel a pixel y para cada pixel obtenemos la suma de sus productos.
- Cada producto es el valor del color del actual pixel o su vecindario, con el correspondiente valor de la matriz del filtro.

Convolución

- La operación en la que obtenemos la suma de productos de elementos de funciones 2D, donde una de las dos funciones se mueve sobre la otra es llamada convolución.

- La operación de convolución requiere de 4 ciclos anidados, por lo que no es muy rápido, a menos de que se utilicen filtros pequeños. Usualmente se utilizan filtros de tamaño 3×3 o 5×5 .
- De igual forma la operación debe aplicarse sobre cada uno de los canales RGB por lo que para agilizar el proceso se utiliza sobre una imagen en escala de grises, evitando hacer tres veces el proceso.
- El filtro debe ser de tamaño impar, para que tenga un centro, e.g. 3×3 , 5×5 ó 7×7

Convolución

- El píxel resultado puede ser negativo o mayor que 255, si eso sucede puedes truncarlo para que valores menores de cero sean 0 y valores mayores de 255 sean 255.
- En el dominio de Fourier o dominio de la frecuencia, las operaciones de convolución se vuelven una multiplicación, lo que la hace más rápida.

El primer filtro

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$



Brillo

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$



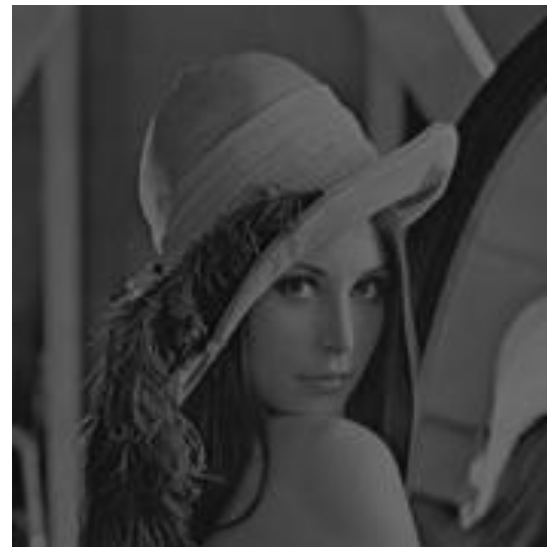
Más Brillo

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$



Menos Brillo

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$



Filtros suavizantes

- Se emplean para hacer que la imagen aparezca algo borrosa y también para reducir el ruido.
- Es útil que la imagen aparezca algo borrosa en algunas etapas de preprocesado, como la eliminación de los pequeños detalles de una imagen antes de la extracción de un objeto.

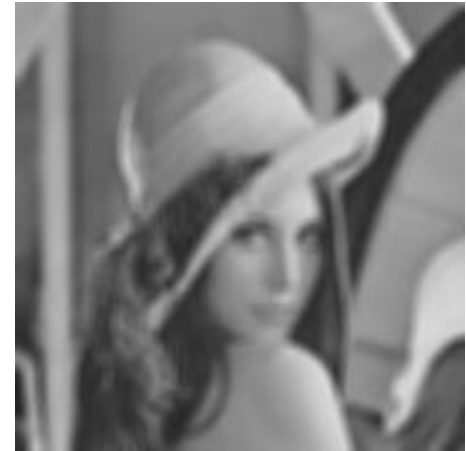
Filtrado espacial pasa bajo

$$\frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$



Filtrado espacial pasa bajo

$$\frac{1}{25} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$



Filtro mediana

- A diferencia del filtro pasa bajos este filtro se utiliza cuando el objetivo es más la reducción de ruido que el difuminado.
- La mediana m de un conjunto de valores es tal que la mitad de los valores del conjunto quedan por debajo de m y la otra mitad por encima.
- Para realizar este filtro se toma por ejemplo un entorno 3×3 es el quinto valor mayor, en 5×5 es el decimotercer valor mayor.

Filtro mediana mascara 3x3



Filtro mediana mascara 5x5



Filtro mediana mascara 7x7



Filtros Realzantes

- El objetivo principal de estos filtros es el de destacar los detalles finos de una imagen o intensificar los detalles que han sido difuminados.
- Filtro pasa altas

$$\frac{1}{9} \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Filtro pasa altas



Filtro pasa altas

$$\frac{1}{9} \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$



Filtro pasa altas

$$\frac{1}{9} \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Bias = 128



Filtro pasa altas

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Bias = 0



Filtro pasa altas

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Bias = 255



Filtrado High-boost

- Una imagen de pasa altas puede ser calculada como la diferencia entre la imagen original y una versión de esta imagen que haya sido pasada por un filtro pasa bajas, es decir:

$$\text{Pasa altas} = \text{Original} - \text{Pasa bajas}$$

Filtrado High-boost

- Multiplicando a la imagen original por un factor de amplificación A , se obtiene el filtro high-boost o de énfasis de las frecuencias altas

$$\begin{aligned}\text{High-boost} &= (A)(\text{Original}) - \text{Pasa bajas} \\ &= (A-1)(\text{Original}) + \text{Original} - \text{Pasa bajas} \\ &= (A-1)(\text{Original}) + \text{Pasa altas}\end{aligned}$$

Filtrado High-boost

- Un valor de $A=1$ de cómo resultado un filtro pasa altas normal.
- Cuando $A>1$, parte del propio original se añade al resultado del filtro pasa altas, lo que devuelve parcialmente las componentes de bajas frecuencias perdidas en el proceso de filtrado de pasa altas.

Filtrado High-boost

- El resultado es que la imagen high-boost se parece más a la imagen original, con un grado relativo de mejora de los bordes que depende del valor de A.
- Mascara para el filtro high-boost

$$\frac{1}{9} \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & w & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Donde $w = 9A - 1$, con $A \geq 1$

Filtrado High-boost

Usando mascara 3×3 $A=2$



Filtrado High-boost

Usando mascara 3×3 $A=3$



Filtro Prewitt

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$



Filtro Prewitt

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



Modificación Filtro Prewitt

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$



Combinación de Filtros Prewitt

$$\begin{bmatrix} -2 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{bmatrix}$$



+



=



Filtro Prewitt

$$\begin{bmatrix} -2 & -1 & 0 \\ -1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{bmatrix}$$



Sobel

$$\begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$



Sobel

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



Sobel

$$\begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$



Sobel

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 1 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



Combinación Sobel

$$\begin{bmatrix} -2 & -2 & 0 \\ -2 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & 2 \end{bmatrix}$$



Combinación Sobel

$$\begin{bmatrix} -2 & -2 & 0 \\ -2 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & 2 \end{bmatrix}$$



Filtro que muestra los bordes excesivamente

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -7 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$



Emboss

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$



Divisor =1 y Bias =128

Emboss

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$



Divisor =1 y Bias =128

Emboss

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$



Divisor =1 y Bias =128

Emboss

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$



Divisor =1 y Bias =128

Emboss

$$\begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$



Divisor =1 y Bias =128

Emboss

$$\begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$



Divisor =1 y Bias =128

Emboss

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \\ 2 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$



Divisor =1 y Bias =128

Motion Blur

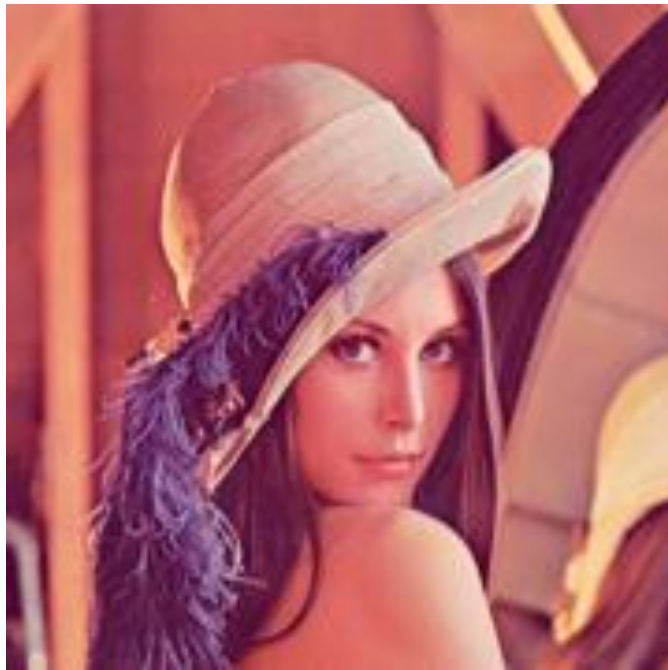
$$\frac{1}{5} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



Divisor =1 y Bias =128

Aumentar Brillo de una Imagen

$$I(x, y) = I(x, y) + \Delta$$



Otros Ejemplos

Pasa bajas

Hola

Hola

Embossing



Hola



Hola

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

Embossing



Hola



Hola

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Pasa Altas



Hola



Hola

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Motion Blur

A black rectangular box containing the word "Hola" in a white, sharp, sans-serif font. The text is centered within the box.

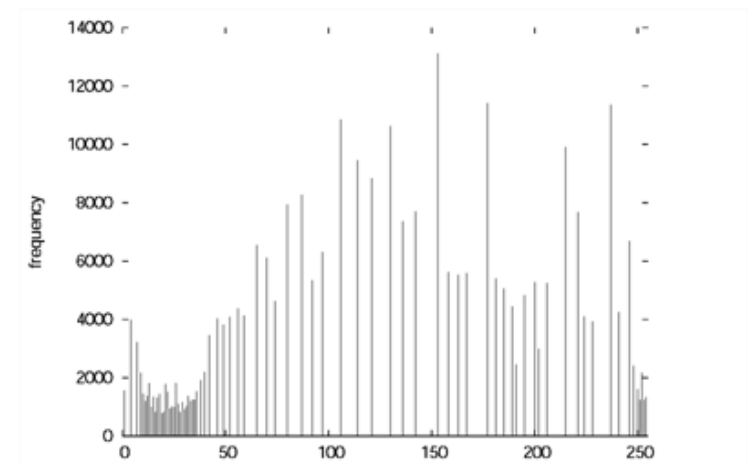
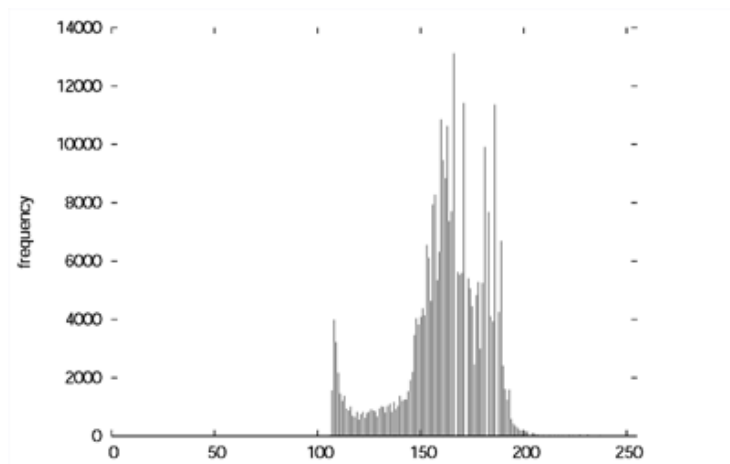
Hola

A black rectangular box containing the word "Hola" in a white, blurred, sans-serif font. The text is centered within the box, showing horizontal motion blur.

Hola

$$\frac{1}{5} \begin{bmatrix} 3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 3 \end{bmatrix}$$

Histograma



Algoritmo Histograma

- Sea $I(x,y)$ un pixel de la imagen I tamaño $n \times m$.
- El algoritmo es:
 - Calcular el histograma
 - Calcular la suma normalizada del histograma
 - Transformar la imagen de entrada

Algoritmo Histograma

- El primer paso se realiza calculando el valor de cada pixel distinto de la imagen. Para una imagen en escala de grises el tamaño de el arreglo es de 256 (0..255).
- El segundo paso necesita otro arreglo **S** (del mismo tamaño) para guardar la suma de los valores de histograma. Por ejemplo el elemento 256 contiene la suma de los elementos 255,254,253, ...,1,0

Algoritmo Histograma

- El arreglo de la suma de valores se debe normalizar multiplicando cada elemento por (máximo valor de pixel/ numero de pixels). Para una imagen de escala de grises de 320×240 la constante seria 255/76800.
- Usando el arreglo de sumas encontramos el nuevo color

$$I_2(x, y) = S[I(x, y)]$$

Algoritmo Histograma



$$\text{Alfa} = 200 / (\text{ancho} * \text{alto})$$