

# Suavizado de una imagen utilizando filtros de promedio y mediana.

Walter Alejandro Moreno Ramírez  
Departamento de Estudios Multidisciplinarios  
Universidad de Guanajuato  
Yuriria, Guanajuato  
Correo: wa.morenoramirez@ugto.mx

**Abstract**—This article describes what is the meaning of local smoothing, the different methods that we can apply over an image such as the average filter and median filter. Also show their advantages as well as their applications.

**Index Terms**—Pixel, convolución, filtros, promedio, mediana, función, C++, OpenCV, ventana, máscara.

## I. INTRODUCCIÓN

Para realizar mejoras y obtener información de las imágenes existen distintos métodos, los cuales se pueden categorizar de acuerdo a las transformaciones que realizas sobre la imagen o sobre su histograma.

Como se realizó en prácticas anteriores, se puede mejorar las características de una imagen realizando transformaciones sobre su histograma. También se pueden obtener buenos resultados aplicando transformaciones sobre cada pixel, donde un pixel en la imagen de salida depende de la transformación que se le aplique al pixel en la misma posición de la imagen de entrada.

Al aplicar dichos métodos se obtienen resultados como en el aumento de contraste, corrección de brillo, obtener negativos de la imagen, entre otros resultados posibles. Cada técnica o método se realiza ya sea sobre el histograma o sobre un pixel en específico. Para esta práctica se utilizarán métodos en el dominio espacial.

### Dominio espacial

El término dominio espacial se refiere al conjunto de puntos que componen una imagen y los procedimientos en el dominio espacial operan directamente sobre los píxeles.

Una transformación en el dominio espacial se puede expresar de acuerdo a la Ecuación (1).

$$g(x, y) = T[f(x, y)] \quad (1)$$

donde  $f(x, y)$  es la imagen de entrada,  $g(x, y)$  es la imagen procesada, y  $T$  es el operador definido sobre alguna vecindad del punto  $(x, y)$ .

Para definir la vecindad de  $(x, y)$  se utiliza una máscara, matriz, filtro o subimagen con centro en el pixel ubicado en  $(x, y)$ . Para esta práctica se utilizarán matrices bidimensionales

simétricas que tengan por lado un valor impar, esto para que la matriz tenga un centro, a estas matrices se les llamará filtro. El centro del filtro, que coincide con un pixel de la imagen, se mueve por toda la imagen, pixel a pixel, para así obtener el valor de la nueva imagen  $g(x, y)$  en cada punto.

## II. METODOLOGÍA

En una imagen digital, la convolución se denomina a una función que transforma la imagen de entrada en una nueva imagen de salida. La función de convolución se expresa por el símbolo  $*$ .

La convolución entre una imagen  $g(x, y)$  con respecto al filtro se denota en la Ecuación (2).

$$f(i, j) = \sum_{(x, y) \in O} h(i - m, j - n) * g(m, n) \quad (2)$$

Donde  $f(i, j)$  es la imagen de salida,  $h(i - m, j - n)$  es el vecindario del pixel central que coincide con el centro del filtro y  $g(m, n)$  es la imagen de entrada, con estos dos últimos factores denotamos la convolución entre la imagen y el filtro. Las coordenadas  $(i - m, j - n)$  representan la posición donde nos ubicaremos dentro del filtro, esto debido a que es necesario desplazarse de la posición del pixel central con coordenadas  $(i, j)$ , o lo que es lo mismo, nos desplazamos a la esquina superior izquierda de nuestro filtro, siendo  $m$  y  $n$  el radio o la distancia entre el pixel central con alguna orilla de nuestro filtro. Se realiza dicho desplazamiento para comenzar a recorrer todo el filtro, elemento a elemento y realizar las operaciones pertinentes.

Dichos filtros serán matrices con valores de uno en todas sus posiciones. Si se quiere resaltar un valor simplemente se agrega un valor mayor en la posición deseada, comúnmente el centro de nuestro filtro. Como ejemplo de un filtro se puede ver en la Figura 1.

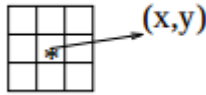


Figura 1: Filtro de dimensión 3x3 con centro en  $(x,y)$ , donde  $x$  son columnas y  $y$  filas.

### Filtro de promedio

Para realizar un suavizado utilizando un filtro de promedio en una imagen primero se define el filtro con valores de 1 en todas sus posiciones. Se recorre la imagen pixel a pixel, la vecindad de cada pixel estará dado por el tamaño de nuestro filtro. Éste método implica obtener el promedio entre todos los vecinos del pixel central incluido este mismo, el resultado de la convolución para cada pixel será el valor para cada pixel individual en la imagen de salida. El promedio se obtiene sumando los valores de todos los píxeles vecinos y el pixel central, dicha suma se dividirá entre la suma total de los valores del filtro. En la Figura 2. se muestra un filtro bidimensional de 3x3 con valor de 1 en todas sus posiciones.

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

Figura 2: Ejemplo de un filtro de promedio bidimensional de 3x3.

El procedimiento anteriormente explicado se representa mediante el pseudocódigo de la Figura 3.

```

1  para i=0 hasta rows
2  para j=0 hasta cols
3      sum=0; mi=0;
4      para ni=i-N hasta i+N
5          mj=0;
6          para nj=j-N hasta j+N
7              suma += mask(mi,mj)*image(ni, nj);
8              mj++;
9          fin para
10         mi++;
11     fin para
12     imageOut(i,j) = redondea(suma/(NumElementos))
13 fin para
14 fin para

```

Figura 3: Pseudocódigo para realizar la convolución entre una imagen y un filtro de promedio.

Donde rows son las filas de la imagen, cols las columnas. suma es la variable encargada de acumular la suma para cada vecindad,  $mi$  y  $mj$  son contadores para poder ir cambiando de posición dentro del filtro que tiene como nombre “mask”,  $ni$  y  $nj$  ambos son contadores con las posiciones en que se

mueve el filtro pero de la imagen de entrada. “imageOut” es el objeto creado para la imagen resultante de la convolución. “NumElementos” es el total de píxeles dentro del filtro.

Se puede realizar la convolución de dos maneras distintas, primero se puede dividir cada elemento del filtro entre el total de elementos y posteriormente realizar la convolución con la imagen o primero se realiza la convolución y posteriormente se divide el valor total para obtener el promedio.

Cabe mencionar que, como el filtro tendrá valores fuera de las dimensiones de la imagen de entrada al posicionarse en las orillas de la misma, como resultado, el promedio tenderá a un tono de gris muy oscuro, lo que se traduce en un marco con dichos tonos de gris alrededor de toda la imagen, el ancho del marco será proporcional al radio del filtro.

Para solucionar este imperfecto se pueden aplicar distintas técnicas como realizar un espejo con los valores de los píxeles que se encuentre dentro de las dimensiones y realizar el promedio con dichos valores. Una manera más sencilla es omitir esas posiciones exteriores y simplemente realizar el promedio con los valores válidos para la imagen de entrada. Para ésta práctica se realiza la segunda técnica ya mencionada.

### Filtro de mediana

Una vez que se tiene el filtro de promedio, el filtro de mediana es similar. Nos ubicamos en cada pixel de la imagen y obtenemos todos sus valores vecinos determinado por las dimensiones del filtro, y dichos valores se guardan en un vector o arreglo. Para esta práctica se utilizó una función a parte para ordenar de menor a mayor los valores dentro del filtro utilizando el métodos de burbuja para el ordenamiento y escoger el valor que se encuentre en medio, para esto se divide el tamaño de un lado del filtro entre dos. La función retorna el valor central que corresponde a la mediana del conjunto de valores contenidos en el filtro. Este procedimiento se realizar con todos los píxeles de la imagen de acuerdo al pseudocódigo de la Figura 4.

```

1  para i=0 hasta rows
2  para j=0 hasta cols
3      m=0; mi=0;
4      para ni=i-N hasta i+N
5          mj=0;
6          para nj=j-N hasta j+N
7              arregloVecindad[m] = mask(mi,mj)*image(ni, nj);
8              mj++; m++;
9          fin para
10         mi++;
11     fin para
12     imageOut(i,j) = funcionMediana(arregloVecindad, pixelesFiltro);
13 fin para
14 fin para

```

Figura 4: Pseudocódigo para realizar la convolución entre una imagen y un filtro de mediana.

Al igual que en la Figura 3. el pseudocódigo para el filtro de mediana es similar, la diferencia es que los valores resultantes de la convolución entre el filtro y la imagen se guardan en

un arreglo “arregloVecindad” para al final de cada bucle asignar el valor medio o mediana obtenido de la función “funcionMediana” que se le pasan como parámetros tanto el arreglo como el total de elementos dentro del filtro.

### III. RESULTADOS

Se realizaron pruebas con tres imágenes en total, dos para la convolución con el filtro de promedio y una para la convolución entre el filtro de mediana. Las imágenes que se utilizaron para las pruebas se pueden observar en la Figura 5.

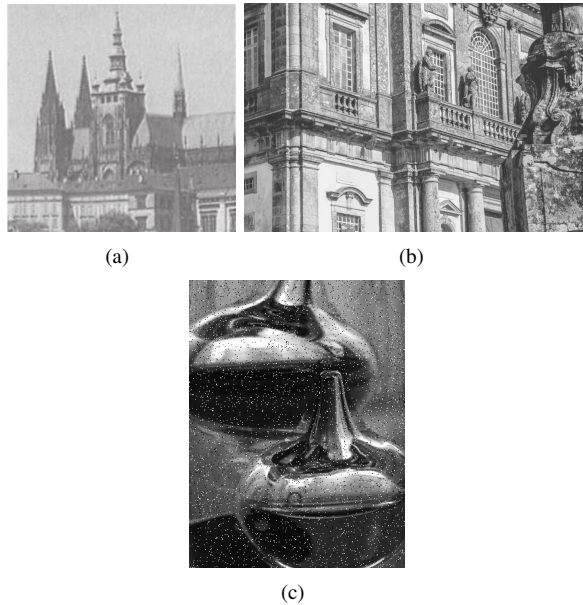


Figura 5: (a) y (b) se utilizaron para la convolución con el filtro de promedio; (c) para la convolución con el filtro de mediana.

#### Filtro de promedio (pruebas y resultados):

Cuando se realizó la convolución entre la imagen y el filtro de promedio con la imagen de la Figura 5. (a) el resultado se muestra en la figura 6.

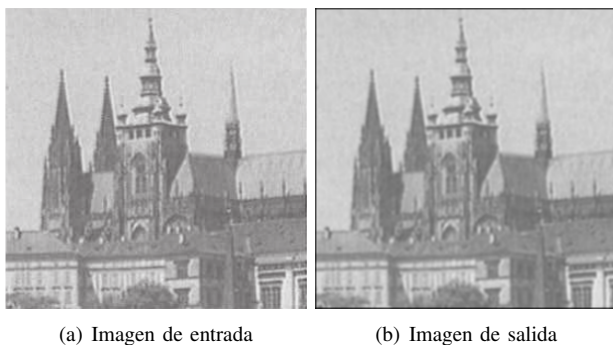


Figura 6: Convolución aplicando un filtro de promedio de 3x3.

De la Figura 6. podemos observar un suavizado ligero ya que es un filtro pequeño, lo que se hace notar más es el recuadro negro que es el resultado de dicho filtro, de igual manera, no es tan notorio.

Cuando notamos una diferencia sustancial es al realizar la convolución con un filtro de 7x7 como se muestra en la Figura 7.

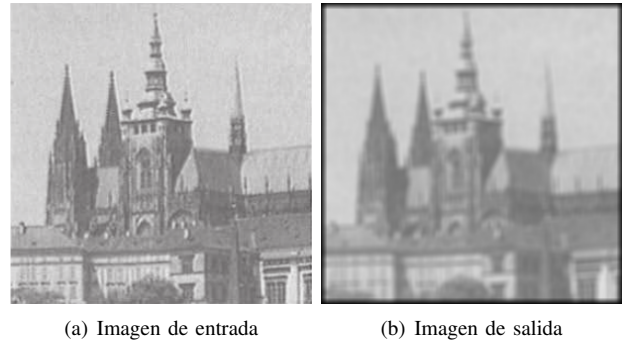


Figura 7: Convolución aplicando un filtro de promedio de 7x7.

La imagen de salida es incluso aún mas suavizada, llegando a un punto donde se pierdes algunos detalles como las ventanas del castillo o se mezclan sombras de los tejados. También se puede apreciar un marco de un tono de gris muy oscuro debido a la gran cantidad de píxeles con dicho tono de gris que se encuentran en las orillas al momento del filtro coincidir con los píxeles de las orillas. Su grosor también se ve aumentado debido al tamaño del filtro.

Para la segunda imagen, al aplicar el mismo procedimiento con un filtro de 3x3 el suavizado se nota poco, aunque está presente como se muestra en la Figura 8.

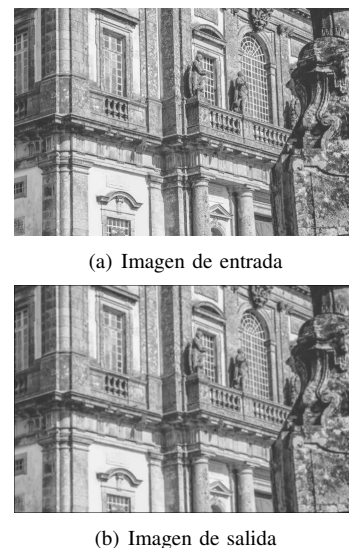


Figura 8: Convolución aplicando un filtro de promedio de 3x3.

Al tener tonos de grises muy oscuros en las orillas de la imagen el marco negro característico de estos filtros no es muy notorio.

Todo cambia cuando se aumenta de tamaño al filtro, pasando a ser de  $7 \times 7$  lo que tiene repercusiones en la imagen de salida dándole un suavizado más marcado y notorio. Al igual, el marco se hace presente ya que aumenta de grosor, esto se aprecia mejor en la Figura 9.



(a) Imagen de entrada



(b) Imagen de salida

Figura 9: Convolución aplicando un filtro de promedio de  $7 \times 7$ .

#### Filtro de promedio (pruebas y resultados):

Al realizar la convolución con el filtro de mediana los cambios son muy distintos. Debido al procedimiento para obtener el valor en cada pixel de la imagen de salida, en este caso se realiza utilizando el valor que se encuentre en medio de un arreglo de los valores vecinos del pixel central. Obtener la mediana de un conjunto de valores es útil al momento de quere eliminar el ruido de una imagen, mas exactamente el ruido del tipo sal y pimienta como se muestra en la Figura 10.



(a) Imagen de entrada



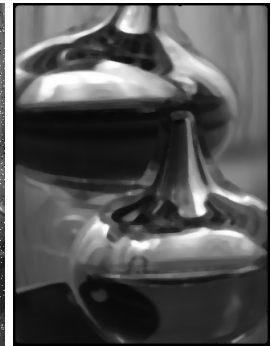
(b) Imagen de salida

Figura 10: Convolución aplicando un filtro de mediana de  $3 \times 3$ .

Pero si el filtro aumenta de tamaño, la imagen de salida comienza a perder detalle. Los tonos grises claros se comienzan a mezclar con los tonos grises medios y grises oscuros viendose de mejor manera en la Figura 11.



(a) Imagen de entrada



(b) Imagen de salida

Figura 11: Convolución aplicando un filtro de mediana de  $7 \times 7$ .

Además, al aumentar el tamaño del filtro, lo que implica que en las orillas se encuentren con una mayor cantidad de tonos negros, se comienza a observar un recuadro negro en toda la imagen. Conforme el tamaño del filtro va aumentando también se notará más el recuadro negro en cualquier imagen.

Los resultados de realizar la convolución con un filtro de mediana son buenos mientras no exista mucho ruido en la imagen, ya que al presentarse con menos diferencia entre píxeles, la mediana seguirá siendo, en algunos casos, un valor que corresponda al ruido presente en la imagen.

#### IV. CONCLUSIONES

Es importante escoger un tamaño adecuado de nuestro filtro para cada imagen o un conjunto de imágenes semejantes, ya que el escoger un filtro de tamaño inadecuado puede causar la perdida de información en las imágenes. Este detalle se puede reducir en gran medida resaltando los píxeles importantes, esto se podría realizar modificando los valores del filtro.

Para lograr el suavizado ideal se debe obtener una perfecta combinación entre la eliminación del ruido, y un suavizado tal que no se pierda información de la imagen.