

## TAREA #1 — Procesamiento y Análisis de Imágenes Digitales

# 1. Filtro de la Mediana

## 1.1. Introducción al Filtro de la Mediana

El filtro de la mediana es un método robusto y no lineal utilizado ampliamente en el procesamiento digital de imágenes para reducir el ruido, especialmente eficaz contra el ruido impulsivo, también conocido como ruido "sal y pimienta". Este tipo de ruido se manifiesta como píxeles extremadamente claros o extremadamente oscuros en una imagen. A diferencia de los filtros lineales, que pueden suavizar o distorsionar los bordes en una imagen, el filtro de la mediana preserva los detalles importantes, como los bordes y las líneas finas, al reemplazar cada píxel con el valor de la mediana de sus píxeles vecinos.

El concepto clave es que, al calcular la mediana, los valores extremos (representando ruido) son ignorados en favor de un valor más representativo de la vecindad, lo que permite que el filtro elimine eficazmente el ruido mientras mantiene las estructuras importantes de la imagen.

## 1.2. Formulación Matemática

Sea  $I(x, y)$  una imagen en escala de grises definida en un dominio bidimensional, y sea  $m \times n$  el tamaño de la ventana centrada en un píxel  $(x_0, y_0)$ . El filtro de la mediana calcula el valor de la mediana de todos los píxeles en la vecindad  $m \times n$  alrededor de  $(x_0, y_0)$  y lo asigna al píxel central. Matemáticamente, el valor filtrado  $I'(x_0, y_0)$  se expresa como:

$$I'(x_0, y_0) = \text{mediana}(\{I(x_i, y_i)\})$$

donde  $\{I(x_i, y_i)\}$  representa el conjunto de valores de los píxeles dentro de la ventana  $m \times n$ .

El resultado es una imagen en la que cada píxel ha sido reemplazado por la mediana de los valores de su vecindad, lo que elimina efectivamente los valores atípicos (ruido) mientras preserva los bordes nítidos de la imagen.

## 1.3. Pseudocódigo del Filtro de la Mediana

Para implementar el filtro de la mediana, se puede seguir el siguiente pseudocódigo:

Para cada píxel  $(x, y)$  en la imagen  $I$ :

1. Extraer una vecindad cuadrada de píxeles de tamaño  $m \times n$  alrededor del píxel  $(x, y)$ .
2. Ordenar los valores de los píxeles en esta vecindad.
3. Reemplazar el valor del píxel  $(x, y)$  con la mediana de los valores ordenados.

Este algoritmo es sencillo pero extremadamente eficaz para la reducción de ruido sin distorsionar significativamente los bordes de la imagen.

## 1.4. Implementación en MATLAB usando medfilt2

En MATLAB, la función `medfilt2` proporciona una forma conveniente de aplicar el filtro de la mediana a imágenes bidimensionales. A continuación, se describen las principales sintaxis y cómo utilizarlas:

- `J = medfilt2(I)`: Esta es la sintaxis básica que aplica un filtro de mediana a la imagen  $I$  utilizando un entorno de  $3 \times 3$  de forma predeterminada.

- `J = medfilt2(I, [m n])`: En esta variante, se puede especificar el tamaño de la ventana de vecindad como  $m \times n$ , lo que permite ajustar la robustez del filtro contra el ruido.
- `J = medfilt2(___, padopt)`: Esta opción adicional controla cómo se manejan los bordes de la imagen. Los valores de `padopt` pueden ser `'zeros'`, `'symmetric'` o `'indexed'`, y cada uno tiene diferentes implicaciones sobre cómo se extienden los valores de la imagen en los bordes.

## 1.5. Ejemplo Práctico en MATLAB

Para ilustrar el uso del filtro de la mediana en MATLAB, consideremos el siguiente ejemplo:

```
% Leer una imagen en escala de grises
I = imread('eight.tif');

% Añadir ruido de tipo sal y pimienta
J = imnoise(I, 'salt & pepper', 0.02);

% Aplicar el filtro de la mediana
K = medfilt2(J);

% Mostrar la imagen con ruido y la imagen filtrada lado a lado
imshowpair(J, K, 'montage');
```

En este ejemplo:

1. Se carga una imagen original y se introduce ruido de tipo sal y pimienta para simular una imagen deteriorada.
2. Luego, se aplica el filtro de la mediana usando la función `medfilt2`, con la configuración predeterminada (ventana  $3 \times 3$ ).
3. Finalmente, las dos imágenes (con ruido y filtrada) se muestran una al lado de la otra para comparar visualmente la efectividad del filtro. La reducción del ruido en la imagen filtrada es evidente, con los bordes preservados de manera efectiva.

## 2. Resultados de los Códigos

### 2.1. Filtro de la Mediana

Este proceso aplica un filtro de mediana a una imagen en color para reducir el ruido presente, particularmente el ruido de tipo "sal y pimienta". La imagen filtrada muestra una reducción notable del ruido sin comprometer los detalles importantes de la imagen original.

- **Carga de Imagen:** Se procesa una imagen con ruido perceptible. - **Aplicación del Filtro de Mediana:** El filtro suaviza la imagen, reduciendo el ruido al reemplazar cada píxel afectado por la mediana de sus vecinos, conservando la integridad de los bordes. - **Comparación Visual:** Se comparan visualmente la imagen original y la filtrada, mostrando la efectividad del filtro en la eliminación del ruido.



Figura 1: Comparación entre la imagen original con ruido y la imagen filtrada utilizando el filtro de la mediana

## 2.2. Rotación de la Imagen

Este proceso consiste en rotar una imagen 45 grados y aplicar un filtro de mediana para mejorar la calidad visual de las áreas afectadas por la rotación, específicamente los píxeles negros que aparecen en las esquinas. El resultado es una imagen rotada que mantiene la calidad visual sin artefactos notables.

- **Rotación de Imagen:** La imagen se rota 45 grados, lo que desplaza los píxeles y genera zonas negras en las esquinas. - **Filtrado Posterior:** Se aplica un filtro de mediana a los píxeles negros resultantes, suavizando estas áreas para que se integren mejor con el resto de la imagen. - **Comparación de Resultados:** Se presentan la imagen original, la imagen rotada sin filtrado, y la imagen rotada con el filtro aplicado, lo que permite observar cómo el filtrado mejora la apariencia tras la rotación.



Figura 2: Comparación entre la imagen original, la imagen rotada sin filtrado y la imagen rotada con filtro de mediana

### 3. Referencias Bibliográficas

1. Lim, Jae S. *Two-Dimensional Signal and Image Processing*. Prentice Hall, 1990, pp. 469-476.
2. Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. *Digital Image Processing*. 3rd Edition, Prentice Hall, 2008. Disponible en: <https://dl.ebooksworld.ir/motoman/Digital.Image.Processing.3rd.Edition.www.EBooksWorld.ir.pdf>
3. MATLAB Documentation. *medfilt2*. MathWorks. Disponible en: <https://www.mathworks.com/help/images/ref/medfilt2.html>

*Submitted by Ignacio Grané Rojas - Emanuel Antonio Marín Gutiérrez - Luis Felipe Vargas Jimenez on 17 de Agosto, 2024.*