

## Filtrado no lineal

### Filtros de orden estadístico (no lineales)

El filtrado de orden estadístico es un filtrado espacial no-lineal, cuya respuesta está basada en el ordenamiento de los píxeles dentro de la ventana. El resultado basado del ordenamiento se reemplaza con el valor del centro de la ventana. Existen varios filtros que pertenecen a este grupo de filtros. El ejemplo más conocido es el ***filtro de mediana***, que reemplaza el pixel central por la mediana de los pixeles contenidos en la vecindad del filtro. Los filtros de mediana eliminan cierto tipo de ruido de manera muy eficiente, el llamado ***ruido impulso*** o ***sal y pimienta***.

#### a. Filtro de Mediana (Median Filter)

Este filtro reemplaza el valor del centro con el valor mediano de los píxeles dentro la ventana.

$$f(x, y) = \underset{(s,t) \in V}{\text{median}} \{f(s, t)\} \quad (4.9)$$

Ejemplo. Tamaño de la ventana 3x3

5	9	4
10	2	8
7	4	3

Ordenando ascendentemente los valores de los píxeles:

[2, 3, 4, 4, **5**, 7, 8, 9, 10]

El valor central de la lista es 5 y este valor se reemplaza por el valor del centro de la ventana.

Los valores de píxeles dentro de la ventana

5	9	4
10	5	8
7	4	3

Los resultados del filtro mediano para eliminar ruido de tipo sal-pimienta se muestran en las Figuras 4.19 y 4.20



**(a)**



**(b)**



**(c)**

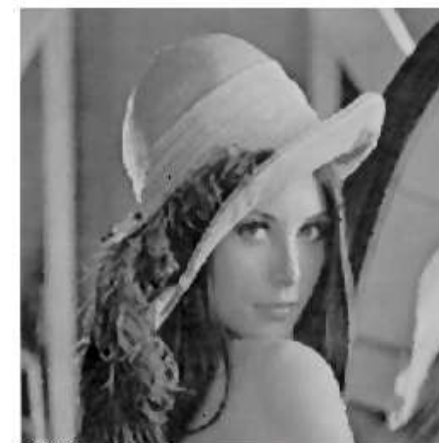
Fig. 4.19 Resultado de filtro mediano. (a) Imagen original, (b) Imagen con ruido impulsivo densidad 0.01, (c) Imagen filtrada con filtro de mediana 3x3.



**(a)**



**(b)**



**(c)**

Fig. 4.20 Resultado de filtro mediano. (a) Imagen original, (b) Imagen con ruido impulsivo densidad 0.1, (c) Imagen filtrada con filtro de mediana 3x3.

A continuación, un comparativo de resultados para eliminar ruido impulsivo usando filtrado promedio vs filtrado de mediana.



Fig. 4.21 Comparación de resultados de filtro promedio vs filtro mediano. (a) Resultado de filtro promedio para eliminar ruido impulsivo con densidad 0.01, (b) Resultado de filtro mediano para densidad 0.01, (c) Resultado de filtro promedio para eliminar ruido impulsivo de densidad 0.1, (d) Resultado de filtro mediano para densidad 0.1.

Como podemos observar de la Fig. 4.21, el filtro mediano tiene excelente capacidad para reducción de ruido impulsivo, sin que cause efecto de emborronamiento en la imagen.

Existen otro tipo de filtrados no lineales que su uso está orientado para *restauración de imágenes*.

### ***b. Filtro max y filtro min***

Como vimos los filtros de orden estadístico son filtros espaciales cuyas respuestas están basadas en el orden (ranking) de los pixeles contenidos en el área de la imagen que involucra el filtro (ventana o vecindad). La respuesta del filtro en cualquier punto está determinada por el resultado de este ordenamiento.

El ***filtro max*** se utiliza para encontrar los puntos más brillantes en una imagen. Debido a que el ***ruido pimienta*** tiene valores muy bajos se reduce como resultado de este proceso de selección de máximos en la vecindad.

$$\hat{f}(x, y) = \max_{(s, t) \in V} \{f(s, t)\} \quad (4.10)$$

El **filtro min** se utiliza para encontrar los puntos más oscuros de la imagen. También reduce el ruido sal como resultado de la operación **min**.

$$\hat{f}(x, y) = \min_{(s,t) \in V} \{f(s, t)\} \quad (4.11)$$

### c. Filtro midpoint

El filtro de punto medio (**midpoint**), simplemente calcula el punto medio entre los valores máximo y mínimo de la vecindad:

$$\hat{f}(x, y) = \frac{1}{2} \left[ \min_{(s,t) \in V} \{f(s, t)\} + \max_{(s,t) \in V} \{f(s, t)\} \right] \quad (4.12)$$

Note que este filtro combina el orden estadístico con promedio. Este filtro trabaja mejor para ruido con distribución aleatoria, como el Gausiano o el ruido uniforme.

### d. Filtro Alpha-Trimmed (Alfa Acotado)

En este filtro, primero se eliminan  $d/2$  píxeles con menor intensidad y  $d/2$  píxeles con mayor intensidad dentro de la ventana  $V$ . Con los píxeles que quedan ( $TV-d$  píxeles), se calcula el filtro promedio de la siguiente forma:

$$f(x, y) = \frac{1}{TV - d} \sum_{(s,t) \in V} f_r(s, t) \quad (4.13)$$

donde  $TV$  es el número de píxeles dentro de la ventana  $V$ . Por ejemplo, si el tamaño de la ventana es de  $5 \times 5$ , el valor de  $TV$  sería de 25.

En este filtro, el rango del valor de  $d$  es  $[0, TV-1]$ .

Cuando  $d=0$ , este filtro se convierte en un filtro promedio.

Para otros valores de  $d$ , el filtro alfa-acotado es útil en situaciones que involucran múltiples tipos de ruido, como una combinación de sal y pimienta con ruido Gaussiano.