

# Tema 4. Reducción del ruido

 **Tabla de Contenidos** 

-  **Definición**
- Filtros Lineales**
- Filtros No Lineales**
- Filtros Temporales**
- Realce Espacial**



## Definición



- **Ruido:**
  - El ruido es la información no deseada que contamina la imagen.
- **Funciones que permiten modelar el ruido:**
  - Distribución Normal
  - Distribución Uniforme
  - 'Salt & Pepper'

$$G = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(g-m)^2}{2\sigma^2}}$$

$$U = \begin{cases} \frac{1}{b-a} & a \leq g \leq b \\ 0 & \text{otro} \end{cases}$$

$$A = \begin{cases} A & g = a(\text{Pepper}) \\ B & g = b(\text{Salt}) \end{cases}$$



## Definición



- **Reducción del ruido**
  - **Algoritmos más frecuentes**
    - **Filtros lineales**
      - Convolución de una imagen con una máscara predefinida
    - **Filtros no lineales**
      - Operación no lineal con los píxeles del entorno de vecindad
    - **Filtros temporales**
      - Análisis de varias imágenes de la misma escena tomadas en instantes diferentes de tiempo

Tabla de Contenidos	
■	Definición
☰	Filtros Lineales
■	Filtros No Lineales
■	Filtros Temporales
■	Realce Espacial

Filtros Lineales										
■	Promediado del Entorno de Vecindad (Filtro de la Media)									
□	Dada una imagen $f(x,y)$ , se genera una nueva imagen $g(x,y)$ en la que la intensidad para cada punto $(x,y)$ se obtiene promediando los valores de intensidad de los pixels de $f$ incluidos en el entorno de vecindad $S$ , de dimensión $P \times Q$									
	$g(x,y) = \frac{1}{P \cdot Q} \cdot \sum_{(i,j) \in S} f(i,j)$									
■	Entornos de vecindad de $3 \times 3$									
	$\frac{1}{9}$ <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1								
1	1	1								
1	1	1								



## Filtros Lineales



### ■ Distribución Gaussiana de la función de convolución

- La función de convolución se aproxima a la discretización de una gaussiana de media cero y varianza sigma

$$h(u,v) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \cdot e^{-\frac{u^2+v^2}{2\sigma^2}}$$

- Disminución de nitidez
- Aumento de borrosidad
- Pérdida de detalles



## Filtros Lineales

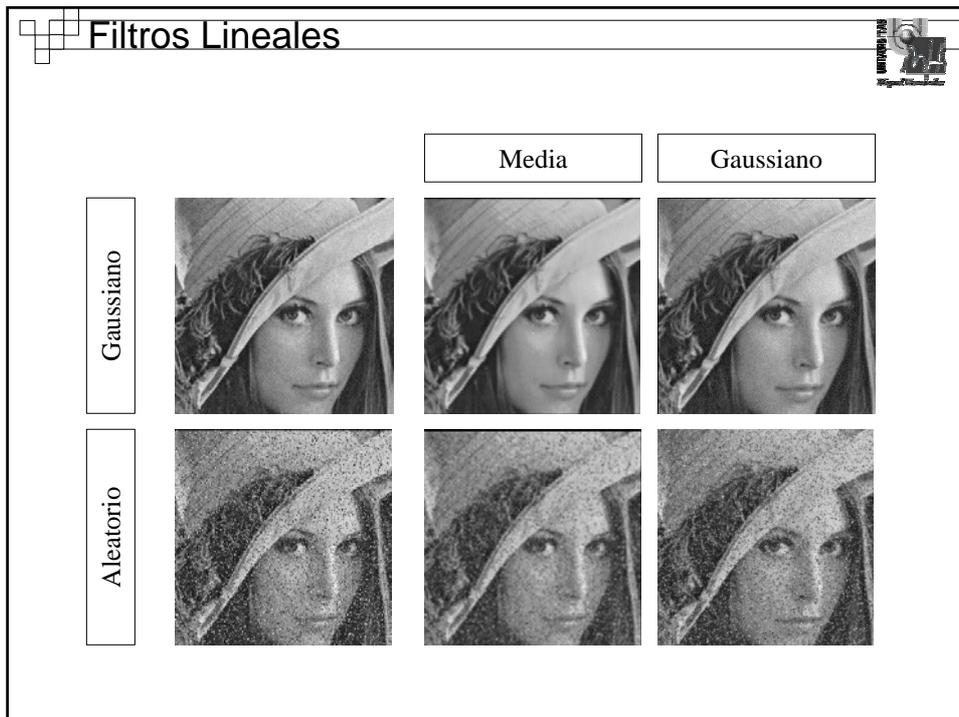


- Máscaras de convolución empleadas

$$\frac{1}{16} \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 2 & 1 \\ \hline 2 & 4 & 2 \\ \hline 1 & 2 & 1 \\ \hline \end{array}$$

$$\frac{1}{249} \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 3 & 6 & 8 & 6 & 3 \\ \hline 6 & 14 & 19 & 14 & 6 \\ \hline 8 & 19 & 25 & 19 & 8 \\ \hline 6 & 14 & 19 & 14 & 6 \\ \hline 3 & 6 & 8 & 6 & 3 \\ \hline \end{array}$$

- Este tipo de filtros reducen especialmente el ruido gaussiano



**Tabla de Contenidos**

- Definición
- Filtros Lineales
- Filtros No Lineales
- Filtros Temporales
- Realce Espacial



## Filtros No Lineales



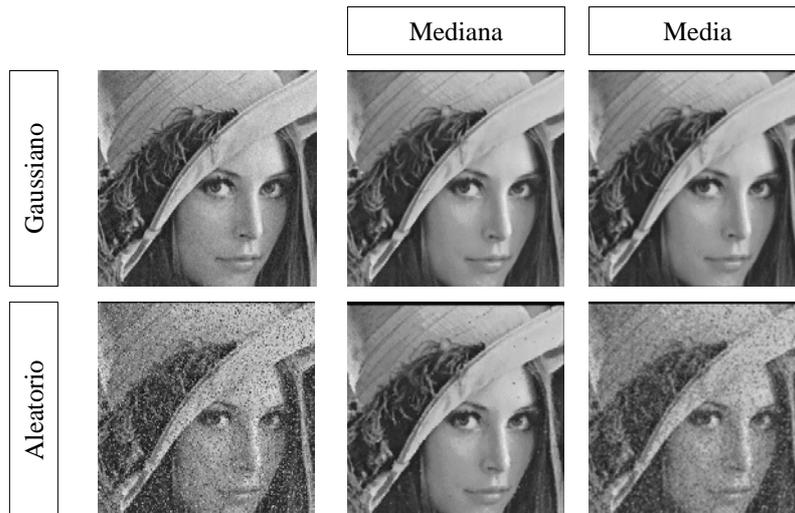
- Filtro de la mediana
  - Los pixeles de la nueva imagen se generan calculando la mediana del conjunto de pixeles del entorno de vecindad del pixel correspondiente a la imagen origen
  - Se homogeneizan los pixeles de intensidad muy diferente con respecto a la de los vecinos
  - Indicado en el caso de ruido aleatorio



## Filtros No Lineales



- Ejemplo de uso del filtro de la mediana





## Filtros No Lineales



### □ Mediana Ponderada del Entorno de Vecindad

- La nueva imagen  $g(x,y)$  se genera a base de hallar la mediana del conjunto formado por los píxeles de la imagen  $f$ , en un entorno de vecindad del punto  $(x,y)$ , repetidos tantas veces como se indique en la máscara  $h(u,v)$
- Una máscara  $h(u,v)$  muy utilizada:

1	2	1
2	4	2
1	2	1



## Filtros No Lineales



### □ Mediana Ponderada del Entorno de Vecindad

- Ejemplo:

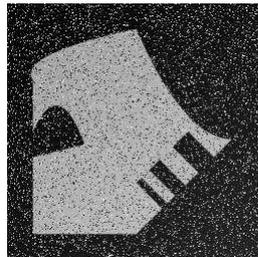
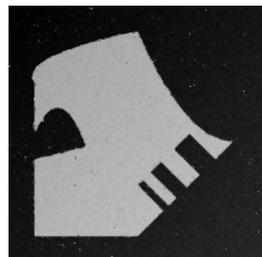
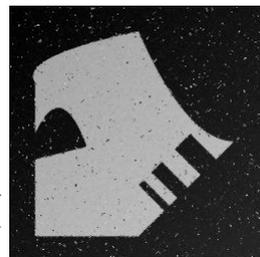


Imagen con Ruido Aleatorio



Filtro Mediana



Filtro Mediana Ponderada



## Filtros No Lineales



### □ Punto Medio del Entorno de Vecindad

- La nueva imagen se genera a base de hallar la semisuma de los píxels máximo y mínimo del conjunto formado por los píxels de la imagen  $f$  en un entorno de vecindad del punto  $(x,y)$

$$g(x, y) = \frac{f_{\max}(i, j) + f_{\min}(i, j)}{2} \quad (i, j) \in S$$

- Disminuye la Nitidez
- Pérdida de detalles de forma
- Más indicado para eliminar ruido Uniforme



## Filtros No Lineales



### □ Alpha-Media del Entorno de Vecindad

- La nueva imagen  $g(x,y)$  se genera a base de hallar la media del conjunto formado por los píxels de la imagen  $f$  en un entorno de vecindad del punto  $(x,y)$ , eliminados los  $T$  de mayor y menor valor

$$g(x, y) = \frac{1}{P \cdot Q - 2T} \sum_{k=T+1}^{P \cdot Q - T} f(k)$$

- Buen compromiso para imágenes con ruido gaussiano y aleatorio simultáneamente



## Filtros No Lineales



- Media Geométrica del Entorno de Vecindad
  - Producto de los valores de los pixels dentro de la ventana elevados a la potencia  $1/N^2$

$$M_{\text{Geom.}} = \prod_{(i,j) \in S_{x,y}} [f(i,j)]^{\frac{1}{N^2}}$$

- Trabaja bien con ruido Gaussiano, reteniendo mejor los detalles de la información que el filtro de la media aritmética
- Falla con ruido de tipo sal y pimienta



## Filtros No Lineales



- Media Armónica del Entorno de Vecindad
  - La nueva imagen se genera al hallar el inverso de la media aritmética de la inversa de la intensidad de los píxels de la imagen  $f$  en un entorno de vecindad del punto  $(x,y)$

$$g(x,y) = \frac{P \cdot Q}{\sum_{(i,j) \in S_{x,y}} \frac{1}{f(i,j)}}$$

- Trabaja bien con ruido Gaussiano, manteniendo los detalles de la información mejor que el filtro de la media aritmética



## Filtros No Lineales



### ■ Filtros Adaptativos

- Modifican su comportamiento en función de las características locales de la imagen
- Filtro Mínimo Error Cuadrático MMSE

$$\text{MMSE} = f(i,j) - \frac{\sigma_n^2}{\sigma_1^2} [f(i,j) - m_1(i,j)]$$

$\sigma_n^2$ : Varianza del ruido       $\sigma_1^2$ : Varianza local

$m_1$ : Media local

- Si la imagen no tiene ruido, el filtro deja la imagen original
- En zonas de la imagen constantes, la varianza local será muy parecida a la varianza del ruido, y el filtro se convierte en la media
- En zonas de la imagen con alta varianza (zonas de bordes), prácticamente la imagen permanece inalterada



## Filtros No Lineales



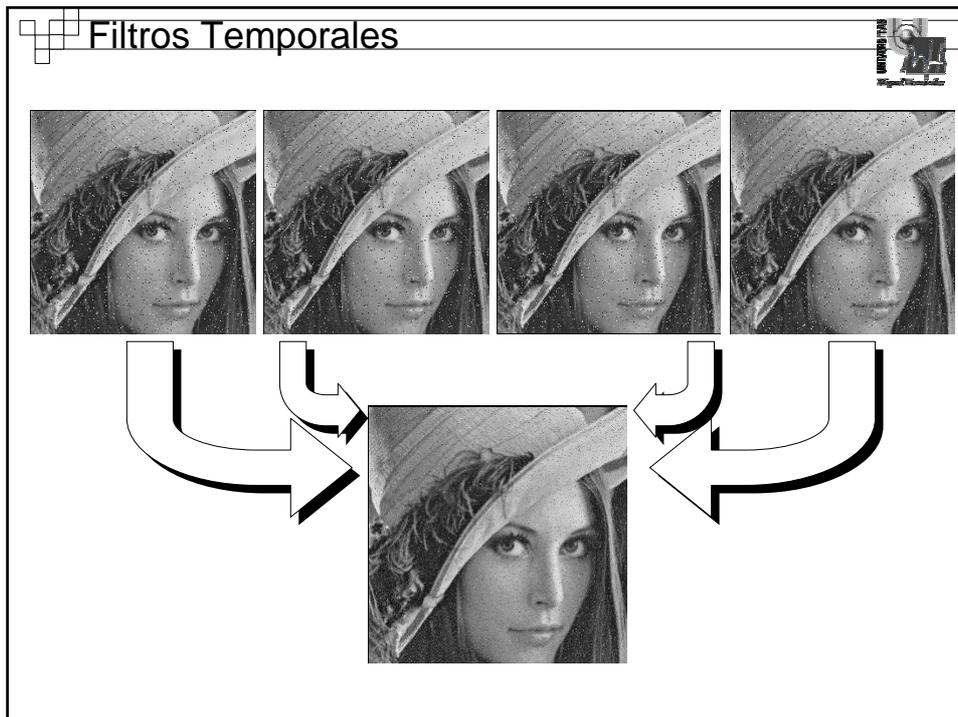
**Imagen Original  
con Ruido Gaussiano**



**Filtro MMSE  
Var. 27; 5x5**

	Tabla de Contenidos	
■	Definición	
■	Filtros Lineales	
■	Filtros No Lineales	
	Filtros Temporales	
■	Realce Espacial	

	Filtros Temporales	
■	Continuidad temporal de la información de la imagen frente a la variabilidad temporal del ruido	
■	Promedio de Varias Imágenes	
□	El ruido varía con el tiempo, la escena no	
□	Se realiza el promedio de varias imágenes de la misma escena en distintos instantes	
■	No hay movimientos relativos escena - cámara	
■	La escena no cambia en el tiempo	
$g(x,y) = \frac{1}{k} \cdot \sum_{i=1}^k f_i(x,y)$		



### Tabla de Contenidos

- Definición
- Filtros Lineales
- Filtros No Lineales
- Filtros Temporales
- Realce Espacial



## Realce Espacial



### ■ Realce Espacial

- El uso de filtros de reducción de ruido puede afectar a la nitidez
- Tratan de recuperar esa nitidez perdida
- Lo más sencillo, filtros paso-alto

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



## Realce Espacial



- Ejemplo de realce espacial

