






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 pixeles 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 3×3
	$\frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$



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

$$\frac{1}{16}$$

1	2	1
2	4	2
1	2	1

$$\frac{1}{249}$$

3	6	8	6	3
6	14	19	14	6
8	19	25	19	8
6	14	19	14	6
3	6	8	6	3

- Este tipo de filtros reducen especialmente el ruido gaussiano

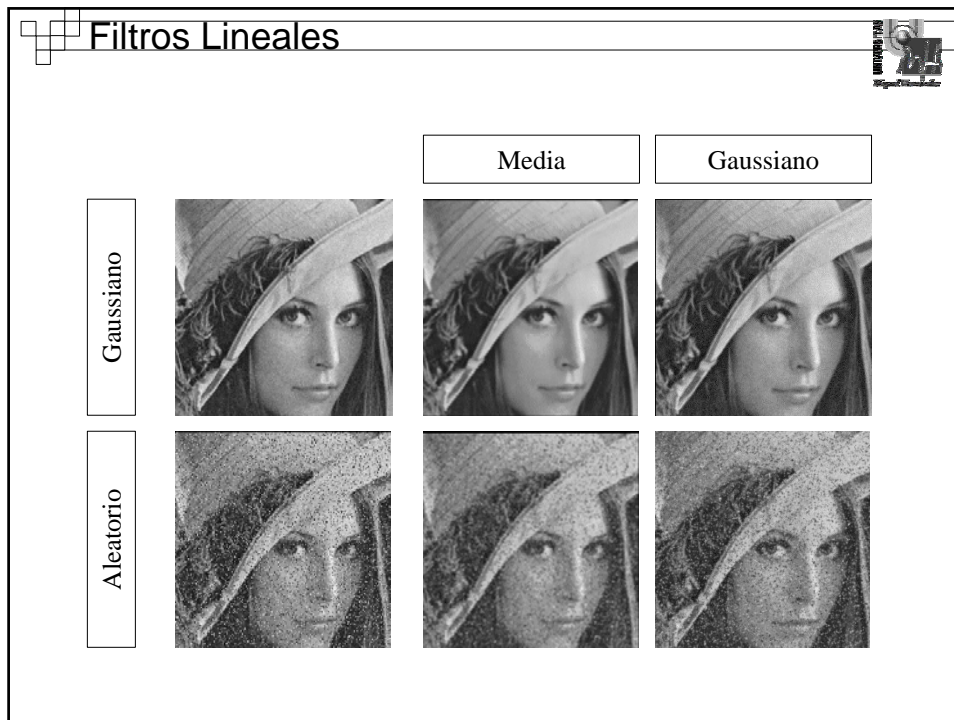


Tabla de Contenidos

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



Filtros No Lineales



□ Filtro de la mediana





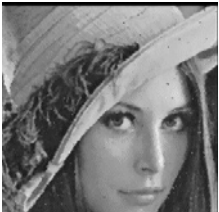

- Los pixeles de la nueva imagen se generan calculando la mediana del conjunto de pixeles del entorno de vecindad del pixel correspondiente a la imagen origen
- Se homogeneizan los pixeles de intensidad muy diferente con respecto a la de los vecinos
- Indicado en el caso de ruido aleatorio



Filtros No Lineales



□ Ejemplo de uso del filtro de la mediana

		Mediana	Media
Gaussiano			
Aleatorio			



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:

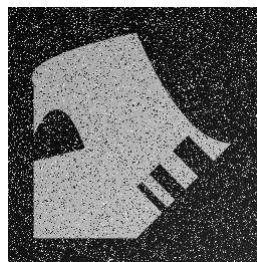
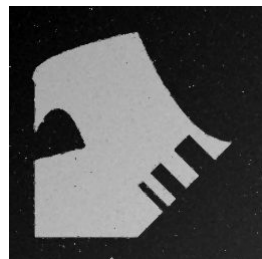
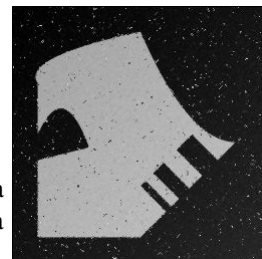


Imagen con Ruido Aleatorio



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

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

σ_n^2 : Varianza del ruido σ_l^2 : Varianza local

m_l : 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	
	$g(x,y) = \frac{1}{k} \cdot \sum_{i=1}^k f_i(x,y)$	

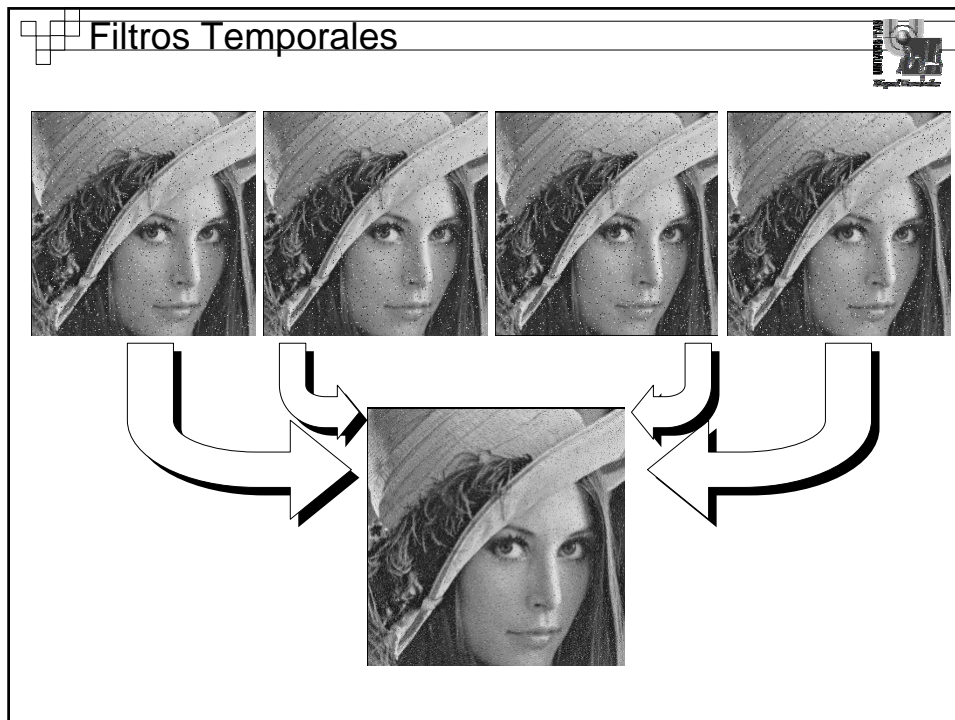


Tabla de Contenidos

- 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

$\frac{1}{8}$

-1	-1	-1
-1	9	-1
-1	-1	-1

Realce Espacial

Ejemplo de realce espacial

Imagen con ruido

Imagen filtrada

Imagen realzada

13