

# Procesado de la imagen digital

MASTER ICOT UCO

Procesado basado en la vecindad.

# Contenidos

- Procesamiento basado en la vecindad:
  - **Concepto de vecindad.**
  - Interpolación.
  - Procesamiento por ventanas.
    - Filtrado lineal.
    - Filtrado no lineal.

MASTER ICOT UCO

# Contenidos

- Vecindad.

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

125	10	123	167	52	218	128	203	50	252
216	223	58	186	62	13	251	254	123	87
26	249	87	86	93	218	153	121	26	215
152	203	184	25	53	245	148	64	189	132
60	23	196	216	183	193	221	27	51	94
91	97	65	104	239	22	222	138	207	184
162	255	245	198	111	13	132	13	115	170
33	191	75	97	56	121	4	83	47	81
70	183	200	207	127	2	48	80	73	241
30	103	17	239	25	183	13	170	226	223

207	110	89	152	223	109	173	180	12	194
130	16	95	222	147	118	7	171	101	31
74	40	67	168	173	11	100	207	124	239
242	100	97	43	100	244	69	137	223	233
145	144	88	214	123	89	185	120	147	166
55	116	160	249	189	189	87	226	185	143
182	36	6	120	160	144	131	214	38	183
146	188	104	146	82	170	69	224	98	131
127	182	64	63	207	46	211	124	251	231
248	149	74	161	142	149	2	158	227	162

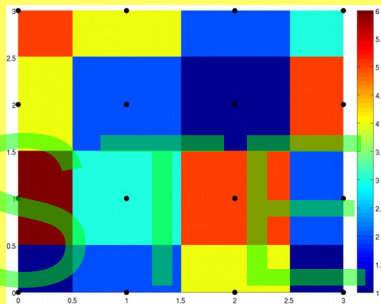
$$g(x,y) = T[f(x-1,y-1),f(x,y-1),f(x+1,y-1),f(x-1,y),f(x,y),f(x+1,y),f(x-1,y+1),f(x,y+1),f(x+1,y+1)]$$

# Contenidos

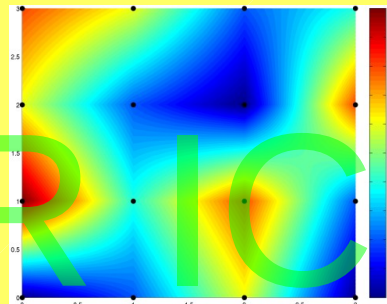
- Procesamiento basado en la vecindad:
  - Concepto de vecindad.
  - **Interpolación.**
    - Concepto y tipos.
    - Transformaciones geométricas.
    - Corrección de la distorsión geométrica.
  - Procesamiento por ventanas.
    - Filtrado lineal.
    - Filtrado no lineal.

# Interpolación

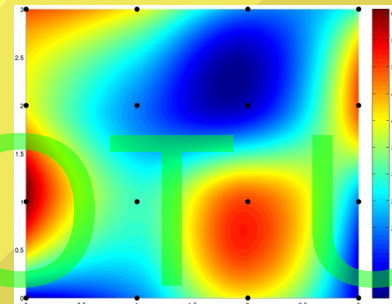
- En qué consiste.



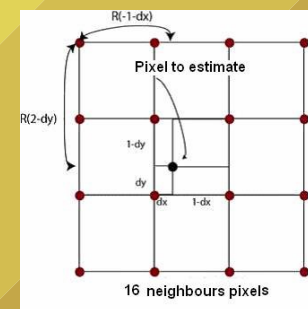
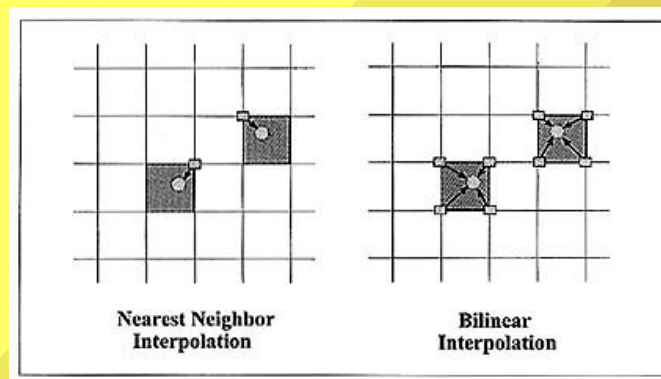
NN



bilineal

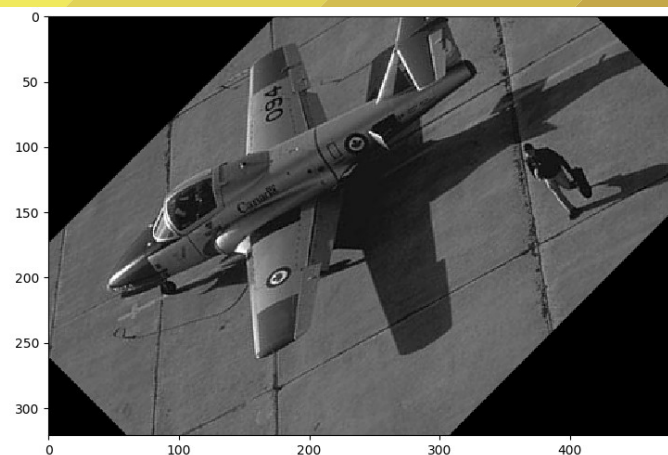
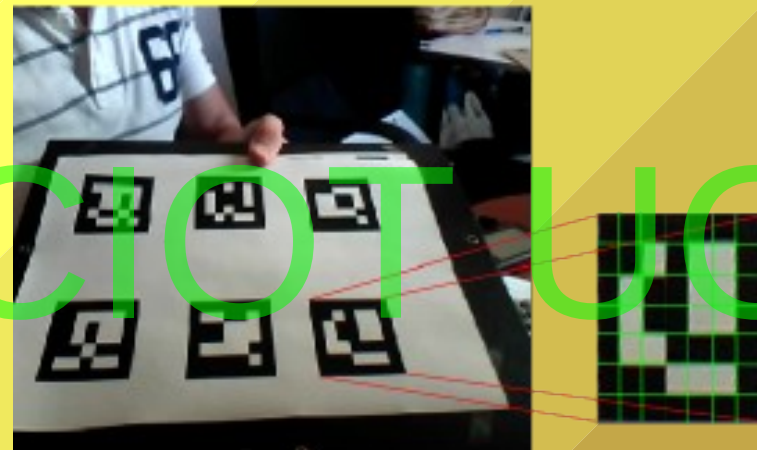
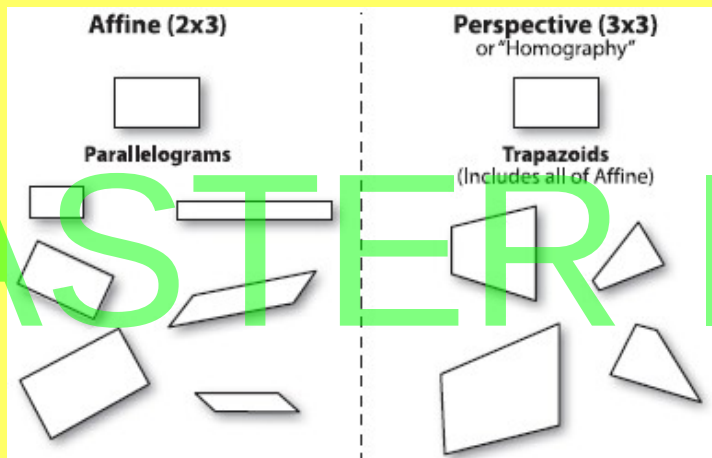


bicúbica



# Interpolación

- Aplicación: transformaciones geométricas.



# Interpolación

- Aplicación: corrección de la distorsión de la lente.



$$\begin{aligned}\ddot{x} &= \dot{x} \left( 1 + k_1 r^2 + k_2 r^4 + k_3 r^6 \right) + 2 * p_1 \dot{x} \dot{y} + p_2 \left( r^2 + 2 \dot{x}^2 \right) \\ \ddot{y} &= \dot{y} \left( 1 + k_1 r^2 + k_2 r^4 + k_3 r^6 \right) + 2 * p_2 \dot{x} \dot{y} + p_1 \left( r^2 + 2 \dot{y}^2 \right) \\ r &= \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2}\end{aligned}$$



# Contenidos

- Procesamiento basado en la vecindad:
  - Concepto de vecindad.
  - Interpolación.
  - Procesamiento por ventanas.
- **Filtrado lineal.**
  - Convolución/Correlación de imágenes.
  - Correlación: template matching.
  - Filtrado lineal: filtros paso baja y paso alta.
  - Filtros paso baja:
    - Atenuación del ruido aditivo.
    - Realce de imagen “unsharp mask”
  - Filtros paso alta:
    - Derivadas.
    - Realce de imagen “sharpening”
- Filtrado no lineal.



# Contenidos

- Procesado por ventanas.

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

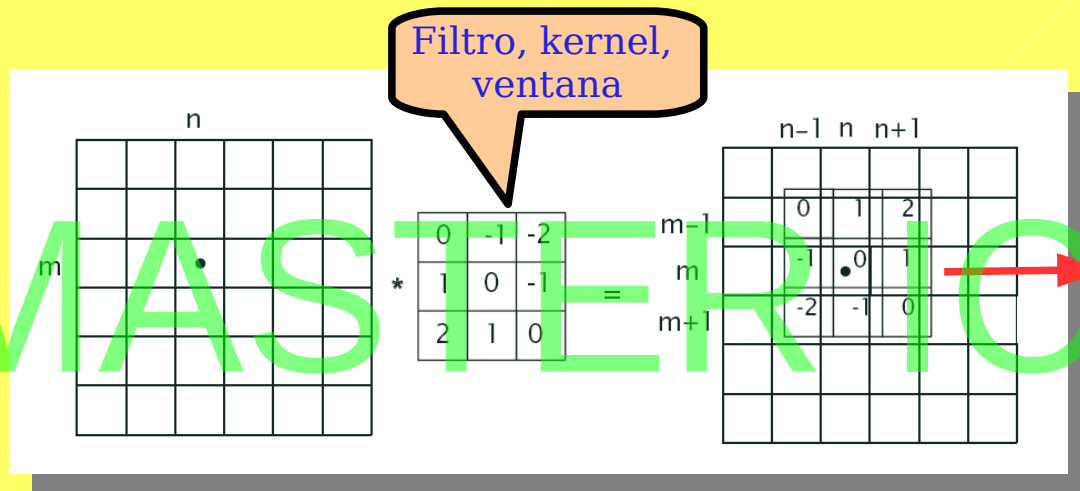
125	10	123	167	52	218	128	203	50	252
216	223	58	186	62	13	251	254	123	87
26	249	87	86	93	218	153	121	26	215
152	203	184	35	53	215	148	64	189	132
60	23	196	216	183	193	221	27	51	94
91	97	65	104	239	22	222	138	207	184
162	255	249	198	111	13	132	13	115	170
33	191	75	97	56	431	4	83	47	81
70	183	200	207	127	2	48	80	73	241
30	103	17	239	25	183	13	170	226	223

207	110	89	152	223	109	173	180	12	194
130	16	95	222	147	118	7	171	101	31
74	40	67	168	173	11	100	207	124	239
242	100	97	43	100	244	69	137	223	233
145	144	88	214	123	89	185	120	147	166
55	116	160	249	189	189	87	226	185	143
182	36	6	120	166	144	131	214	38	183
146	188	104	146	82	170	69	224	98	131
127	182	64	63	207	46	211	124	251	231
248	149	74	161	142	149	2	158	227	162

$$g(x,y) = T[f(x-1,y-1),f(x,y-1),f(x+1,y-1),f(x-1,y),f(x,y), f(x+1,y), f(x-1,y+1),f(x,y+1),f(x+1,y+1)]$$

# Filtrado lineal

- Convolución y Correlación.

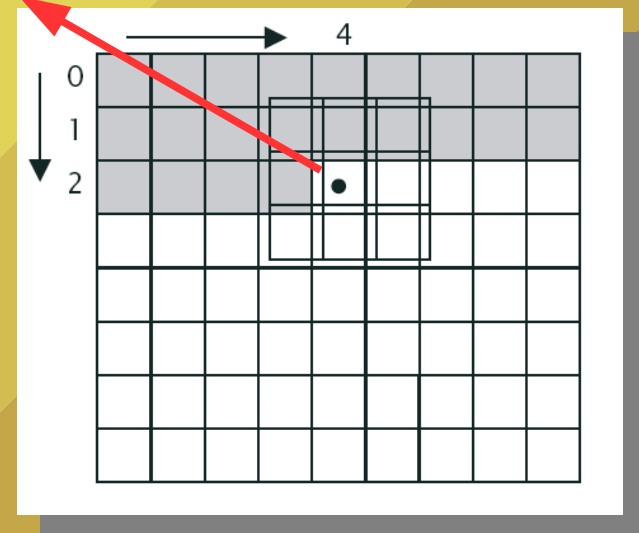


## Correlación digital

$$g(x, y) = \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s, t) f(x+s, y+t)$$

## Convolución digital

$$g(x, y) = \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s, t) f(x-s, y-t)$$



# Filtrado lineal

- Ejemplo.

										Padded $f$									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 1 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0									
										0 0 0 0 0									



# Filtrado lineal

- Template matching.

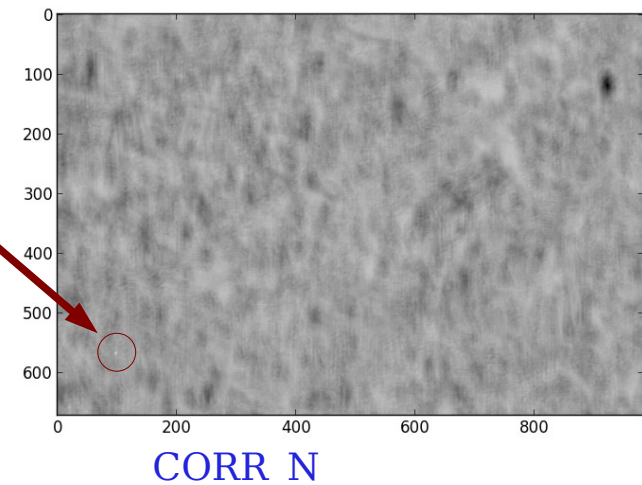
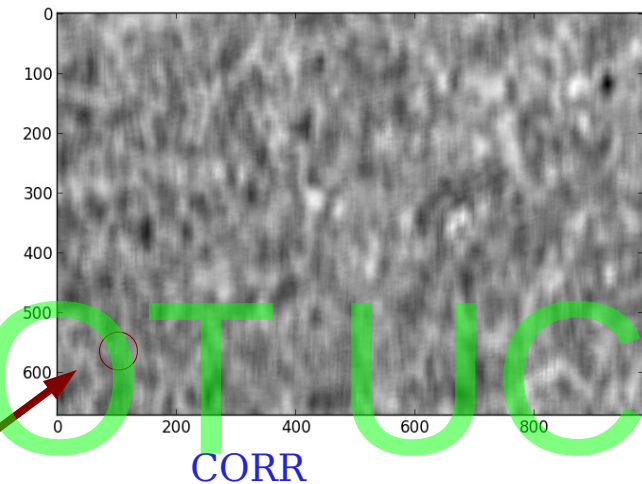


CORR

CORR\_N

$$R(x, y) = \sum_{x', y'} (T(x', y') \cdot I(x + x', y + y'))$$

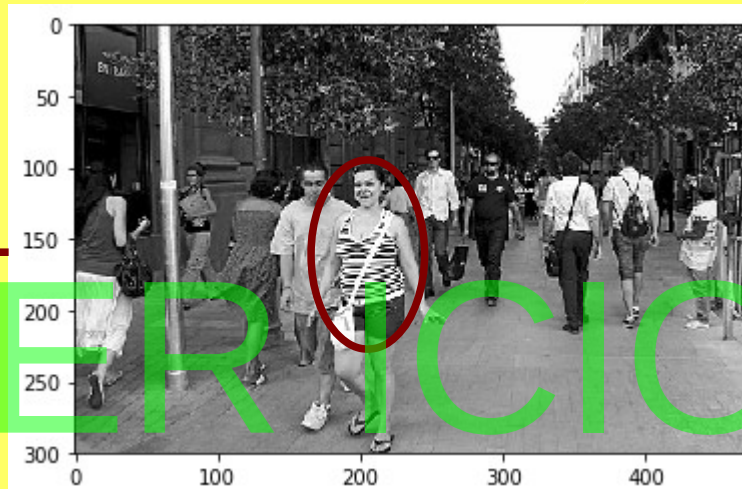
$$R(x, y) = \frac{\sum_{x', y'} (T(x', y') \cdot I(x + x', y + y'))}{\sqrt{\sum_{x', y'} T(x', y')^2 \cdot \sum_{x', y'} I(x + x', y + y')^2}}$$



# Filtrado lineal

- Bajas y altas frecuencias: tipos de filtros.

Bajas frecuencias  
Estructuras  
principales.



Altas frecuencias  
Detalles.



filtro paso baja: suavizado



filtro paso alta: derivadas

# Filtrado lineal

- Filtros paso baja: Box filter.

$\frac{1}{9} \times$

1	1	1
1	1	1
1	1	1

**Box Filter**



Kernel: 11x11

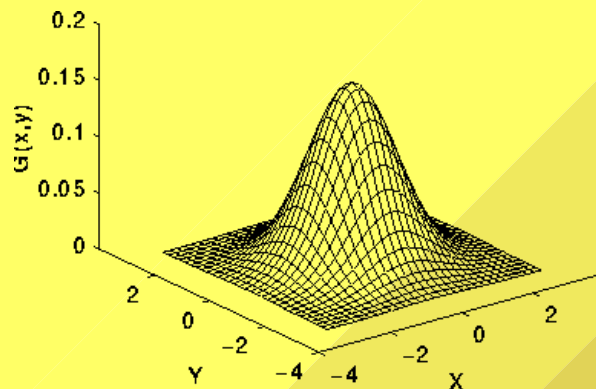


# Filtrado lineal

- Filtros paso baja: Gaussian Filter.

$w_1$	$w_2$	$w_3$
$w_4$	$w_5$	$w_6$
$w_7$	$w_8$	$w_9$

$$w(x, y) \approx \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(\frac{-x^2 + y^2}{2\sigma^2}\right)$$



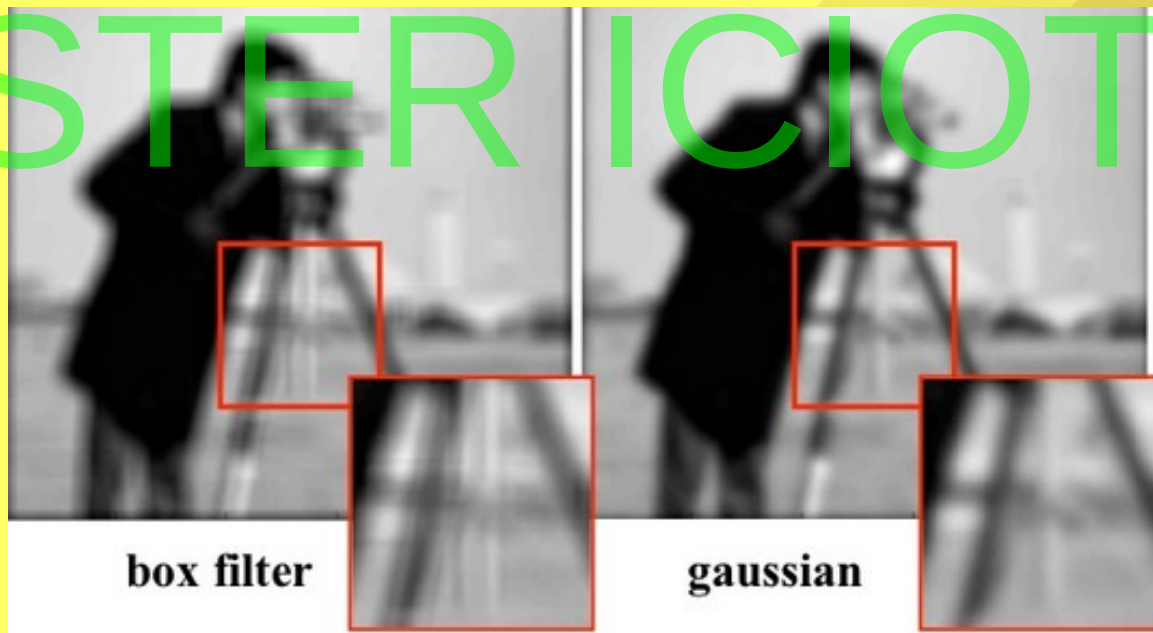
sigma = 3

¿Cuál es la extensión?



# Filtrado lineal

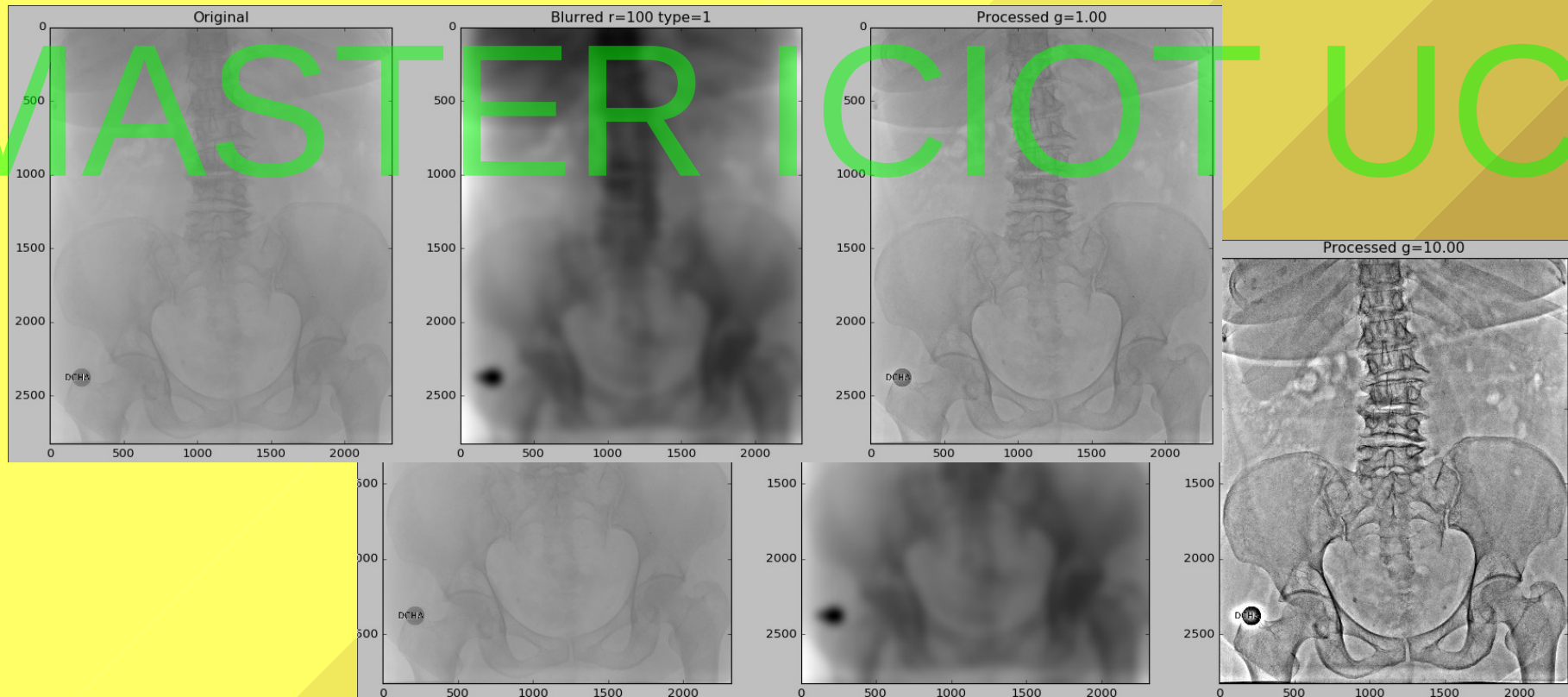
- Filtros paso baja: comparación Box vs. Gaussian.



# Filtrado lineal

- Realce de imagen usando “unsharp mask”.

**Proceso:**  $G = (1+g)I - gI_L$  (Si  $g>1$  se denomina high-boost filtering.)



# Filtrado lineal

- Filtros paso alta: derivadas de la imagen.

## Propiedades 1a derivada:

- cero en zonas constantes
- no cero en escalón o comienzo/fin de rampas.
- no cero a lo largo de una rampa.

$$\frac{\partial f(x,y)}{\partial x} = f(x+1,y) - f(x,y)$$

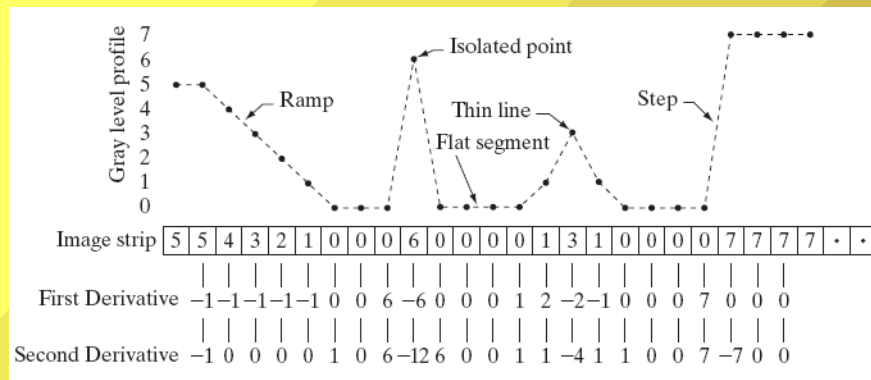
## Propiedades 2da. Derivada:

- cero en zonas constantes.
- no cero en escalones o comienzo/fin de rampas.
- cero a lo largo de una rampa de pendiente constante.

$$\frac{\partial^2 f(x,y)}{\partial^2 x} = f(x-1,y) + f(x+1,y) - 2f(x,y)$$

**$[-1, 1]$**

**$[1, -2, 1]$**



# Filtrado lineal

- Filtros paso alta: filtro de Sobel.



dx:  
[-1, 0, 1;  
-2, 0, 2;  
-1, 0, 1]



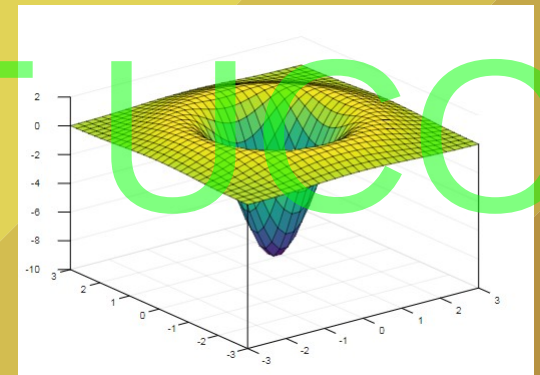
dy:  
[-1, -2, -1;  
0, 0, 0;  
1, 2, 1]



gradiente =  $\sqrt{dx^2 + dy^2}$

# Filtrado lineal

- Filtros paso alta: Operador Laplaciano.



$$d^2x + d^2y:$$

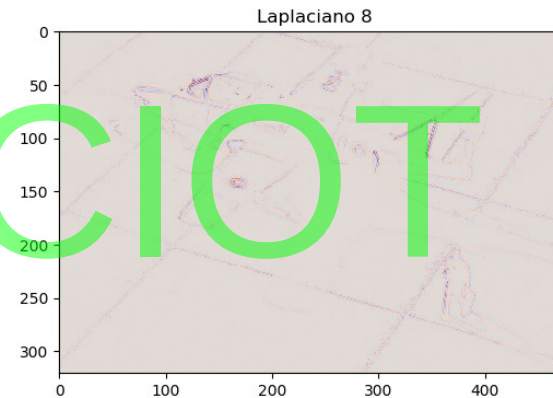
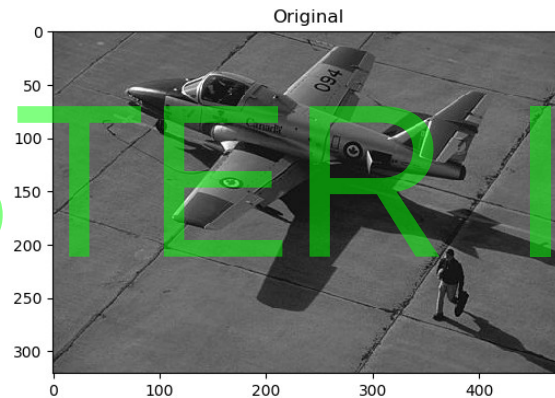
$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

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



# Filtrado lineal

- Realce de imagen “Sharpening”.



$$g(x, y) = f(x, y) + f_s(x, y)$$

$$f_s(x, y) = -\nabla^2 f(x, y)$$

0	-1	0
-1	5	-1
0	-1	0

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

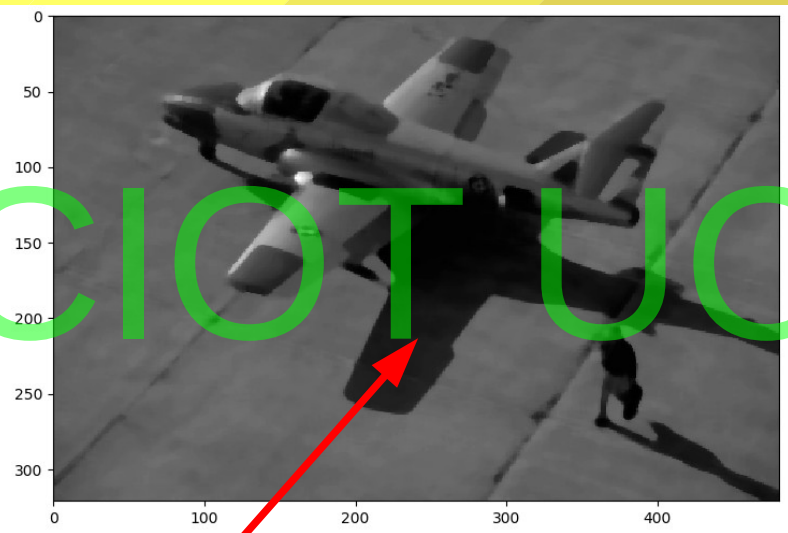
# Contenidos

- Procesamiento basado en la vecindad:
  - Concepto de vecindad.
  - Interpolación.
  - Procesamiento por ventanas.
    - Filtrado lineal.
    - **Filtrado no lineal.**
      - Concepto.
      - Filtro de mediana: atenuación del ruido impulsivo.
      - Filtro bilateral.
      - Morfología de imágenes.



# Filtrado no lineal

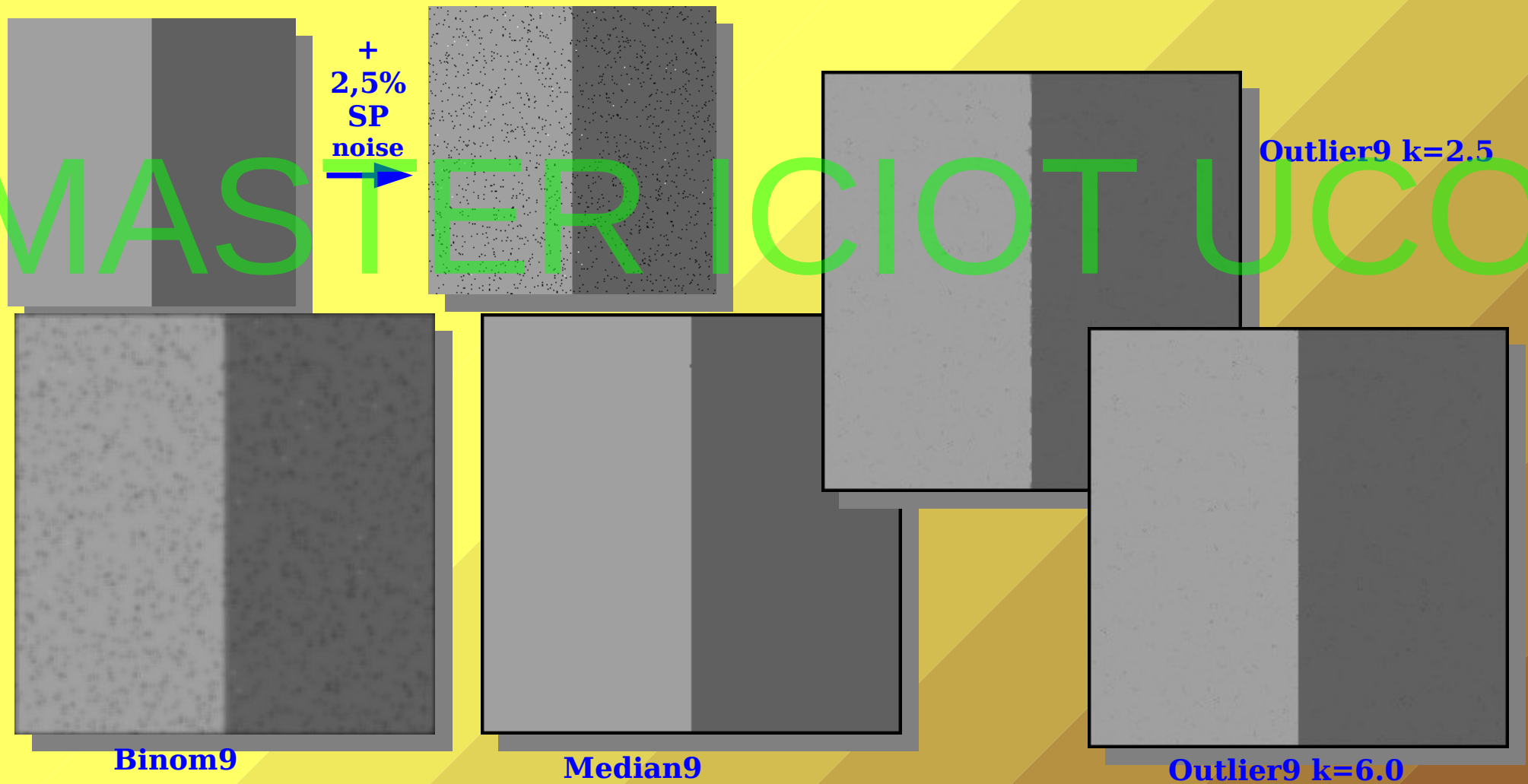
- Filtrado no lineal: filtro mediana.



**Ordenar los valores y seleccionar  
la mediana:**  
**[23, 24, 24, 25, 26, 27, 27, 27, 28]**

# Filtrado no lineal

- Filtro mediana: reducción de ruido impulsivo.

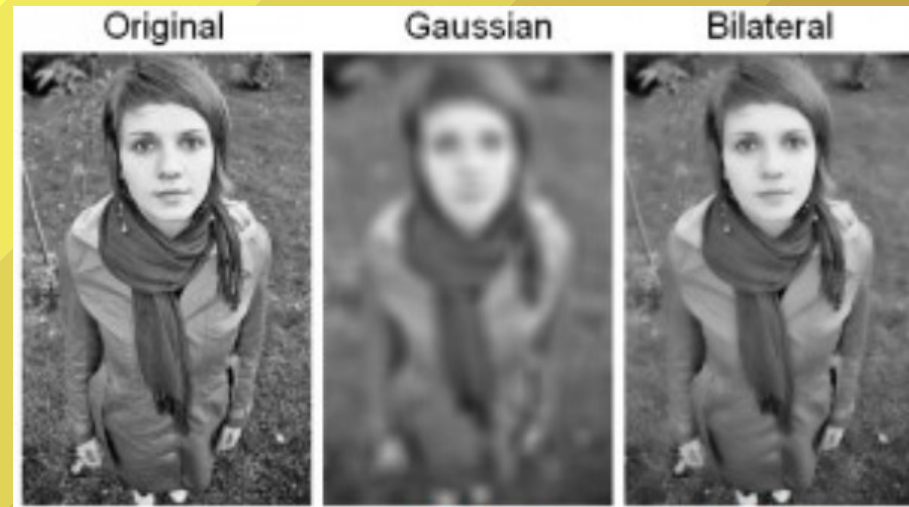
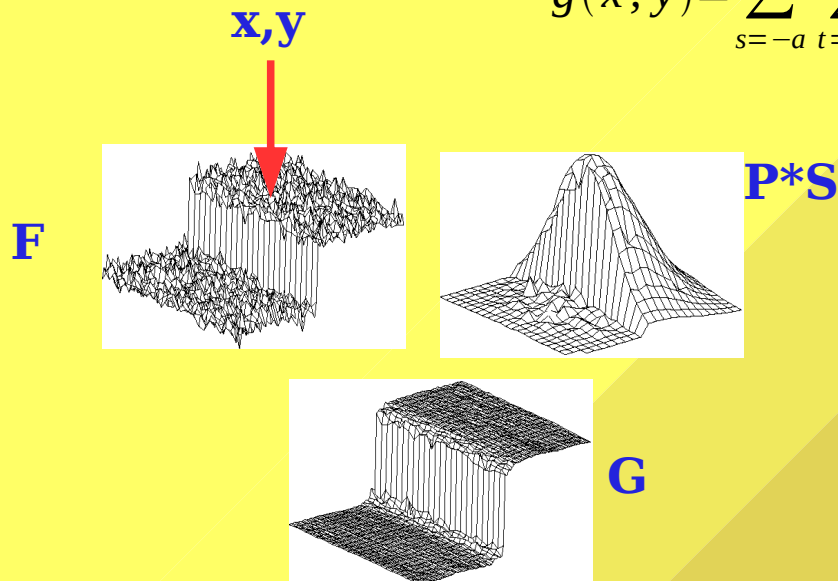


# Filtrado no lineal

- Filtro bilateral.

- **Problema:** promediar suaviza las discontinuidades.
- **Solución:** al promediar tener en cuenta además de la proximidad espacial la proximidad en similitud de la medida.
- **Cómo:** combinar dos filtros: filtro de proximidad **P** y un filtro de similitud **S**.

$$g(x,y) = \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b P(s,t) S(s,t) f(x+s, y+t)$$



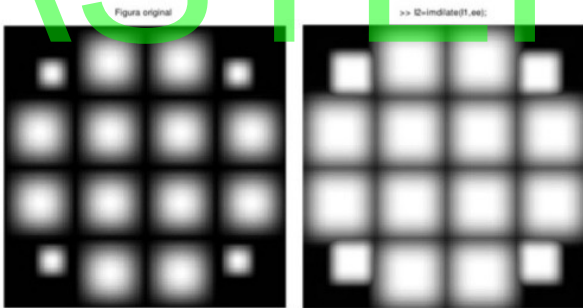
# Filtrado no lineal

- Morfolofogía: operadores.

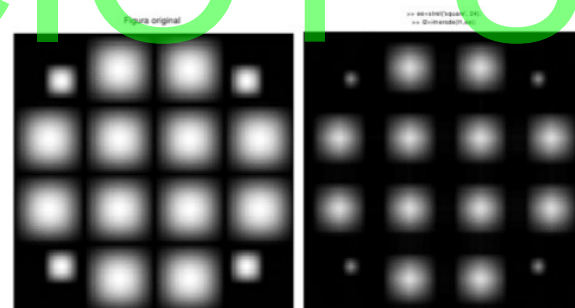
$$\text{Dilatación}(x,y) = \max \{f(x+x',y+y')\}, \\ (x',y') \text{ in } B$$

$$\text{Erosión}(x,y) = \min \{f(x+x',y+y')\}, \\ (x',y') \text{ in } B$$

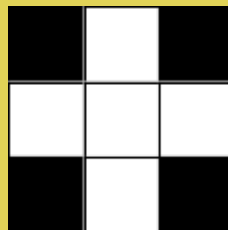
Dilatación de imágenes escala de grises



Erosión de imágenes escala de grises



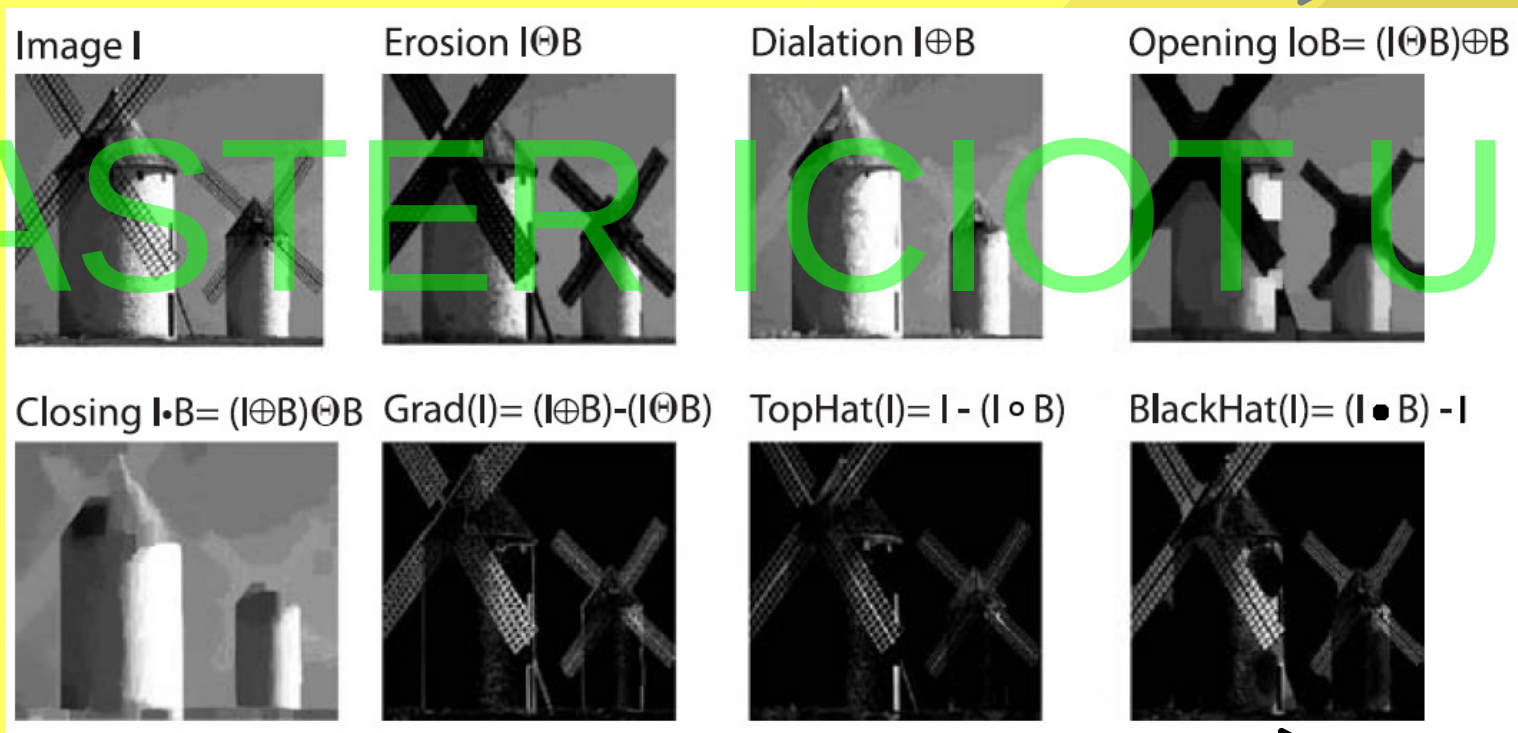
Elemento  
Estructural



# Filtrado no lineal

- Morfología: Operaciones.

Quitar claro



Quitar  
oscuro

Resalta  
transiciones

Aísla objetos claros  
en fondo oscuro

Aísla objetos oscuros  
en fondo claro



# Filtrado no lineal

- Morfolofogía: nivelación del fondo.

luz. El médico cogió la mano de la mujer, luego preguntó, Hay todavía alguien empeñado en descubrir quién mató a aquél, o estamos de acuerdo en que la mano que degolló a ese hombre era la mano de todos nosotros, más exactamente, la mano de cada uno de nosotros. Nadie respondió. La mujer del médico dijo, Démosles un plazo, esperemos hasta mañana, si los soldados no traen comida, entonces avanzamos. Se levantaron, se dividieron, unos para el lado derecho, otros para el lado izquierdo, imprudentemente no pensaron que podía haber estado escuchando algún ciego de la sala de los malvados, por fortuna el diablo no siempre está detrás de la puerta, este proverbio viene muy a cuento ahora. Fuera de tiempo habló el altavoz, últimamente unos días hablaba y otros no, pero siempre a la misma hora, como había prometido, seguro que había en el transmisor un sistema de relojería que en el momento preciso hacía entrar en movimiento la cinta grabada, la razón por la que falló algunas veces no la conoceremos, son cosas del mundo exterior, en todo caso bastante serias, porque el resultado fue un lío de calendario, la llamada cuenta de los días, que algunos ciegos, maníacos por naturaleza, o amantes del orden, que es una forma moderada de manía, intentaban llevar escrupulosamente haciendo nudos en un cordel, aquellos que no se fiaban de su memoria, como quien va escribiendo un diario. Ahora sonaba fuera de tiempo, debía de haberse averiado el mecanismo, un eje torcido, una soldadura suelta, ojalá

Otsu  
165

luz. El médico cogió la mano de la mujer, luego preguntó, Hay todavía alguien empeñado en descubrir quién mató a aquél, o estamos de acuerdo en que la mano que degolló a ese hombre era la mano de todos nosotros, más exactamente, la mano de cada uno de nosotros. Nadie respondió. La mujer del médico dijo, Démosles un plazo, esperemos hasta mañana, si los soldados no traen comida, entonces avanzamos. Se levantaron, se dividieron, unos para el lado derecho, otros para el lado izquierdo, imprudentemente no pensaron que podía haber estado escuchando algún ciego de la sala de los malvados, por fortuna el diablo no siempre está detrás de la puerta, este proverbio viene muy a cuento ahora. Fuera de tiempo habló el altavoz, últimamente unos días hablaba y otros no, pero siempre a la misma hora, como había prometido, seguro que había en el transmisor un sistema de relojería que en el momento preciso hacía entrar en movimiento la cinta grabada, la razón por la que falló algunas veces no la conoceremos, son cosas del mundo exterior, en todo caso bastante serias, porque el resultado fue un lío de calendario, la llamada cuenta de los días, que algunos ciegos, maníacos por naturaleza, o amantes del orden, que es una forma moderada de manía, intentaban llevar escrupulosamente haciendo nudos en un cordel, aquellos que no se fiaban de su memoria, como quien va escribiendo un diario. Ahora sonaba fuera de tiempo, debía de haberse averiado el mecanismo, un eje torcido, una soldadura suelta, ojalá

luz. El médico cogió la mano de la mujer, luego preguntó, Hay todavía alguien empeñado en descubrir quién mató a aquél, o estamos de acuerdo en que la mano que degolló a ese hombre era la mano de todos nosotros, más exactamente, la mano de cada uno de nosotros. Nadie respondió. La mujer del médico dijo, Démosles un plazo, esperemos hasta mañana, si los soldados no traen comida, entonces avanzamos. Se levantaron, se dividieron, unos para el lado derecho, otros para el lado izquierdo, imprudentemente no pensaron que podía haber estado escuchando algún ciego de la sala de los malvados, por fortuna el diablo no siempre está detrás de la puerta, este proverbio viene muy a cuento ahora. Fuera de tiempo habló el altavoz, últimamente unos días hablaba y otros no, pero siempre a la misma hora, como había prometido, seguro que había en el transmisor un sistema de relojería que en el momento preciso hacía entrar en movimiento la cinta grabada, la razón por la que falló algunas veces no la conoceremos, son cosas del mundo exterior, en todo caso bastante serias, porque el resultado fue un lío de calendario, la llamada cuenta de los días, que algunos ciegos, maníacos por naturaleza, o amantes del orden, que es una forma moderada de manía, intentaban llevar escrupulosamente haciendo nudos en un cordel, aquellos que no se fiaban de su memoria, como quien va escribiendo un diario. Ahora sonaba fuera de tiempo, debía de haberse averiado el mecanismo, un eje torcido, una soldadura suelta, ojalá

Otsu  
145

luz. El médico cogió la mano de la mujer, luego preguntó, Hay todavía alguien empeñado en descubrir quién mató a aquél, o estamos de acuerdo en que la mano que degolló a ese hombre era la mano de todos nosotros, más exactamente, la mano de cada uno de nosotros. Nadie respondió. La mujer del médico dijo, Démosles un plazo, esperemos hasta mañana, si los soldados no traen comida, entonces avanzamos. Se levantaron, se dividieron, unos para el lado derecho, otros para el lado izquierdo, imprudentemente no pensaron que podía haber estado escuchando algún ciego de la sala de los malvados, por fortuna el diablo no siempre está detrás de la puerta, este proverbio viene muy a cuento ahora. Fuera de tiempo habló el altavoz, últimamente unos días hablaba y otros no, pero siempre a la misma hora, como había prometido, seguro que había en el transmisor un sistema de relojería que en el momento preciso hacía entrar en movimiento la cinta grabada, la razón por la que falló algunas veces no la conoceremos, son cosas del mundo exterior, en todo caso bastante serias, porque el resultado fue un lío de calendario, la llamada cuenta de los días, que algunos ciegos, maníacos por naturaleza, o amantes del orden, que es una forma moderada de manía, intentaban llevar escrupulosamente haciendo nudos en un cordel, aquellos que no se fiaban de su memoria, como quien va escribiendo un diario. Ahora sonaba fuera de tiempo, debía de haberse averiado el mecanismo, un eje torcido, una soldadura suelta, ojalá

# Resumen

- El valor de salida depende de los valores de los píxeles vecinos alrededor del punto de aplicación.
- La interpolación:
  - Permite estimar el valor de la imagen en posiciones no enteras.
  - Ejemplos: NN, bilineal y bicúbica.
- El filtrado lineal:
  - Se implementa con la convolución/correlación de imagen y un filtro.
  - Según los valores del filtro podemos suavizar (paso baja) o derivar (paso alta).
- En el filtrado no lineal:
  - Se aplica una función no lineal a los valores de la ventana.
  - La morfología de imágenes se basa en dos operaciones básicas de erosión y dilatación.



# Referencias

- Epígrafes 3.2 y 3.3 de Computer Vision: Algorithms and Applications 2nd Edition, Richard Szeliski.

MASTER ICIOT UCO