

Nota: Algunas de las imágenes que aparecen en esta presentación provienen del libro:  
Visión por Computador: fundamentos y métodos.  
Arturo de la Escalera Hueso. Prentice Hall.



# Sistemas de Percepción

## Visión por Computador

Arturo de la Escalera  
José María Armingol  
Fernando García  
David Martín  
Abdulla Al-Kaff



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

# Pre-procesamiento de Imágenes



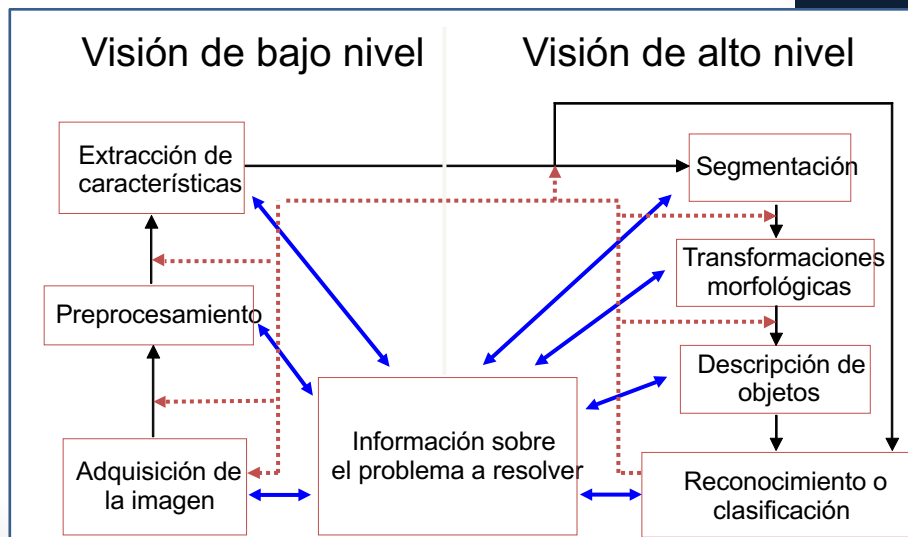
uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

# Índice

- **Introducción**
- Modificación del nivel de gris
- Reducción del ruido
- Realce de bordes



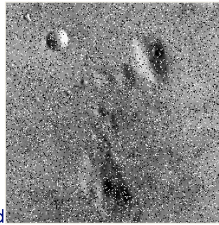
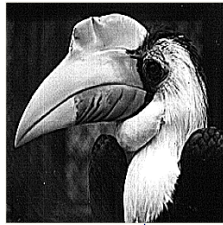
# Etapas de una aplicación



## Preprocesamiento de imágenes



- Algoritmos que consiguen mejorar la imagen original
  - Resaltar determinadas características de la imagen
  - Eliminar otras que las ocultan



## ¿Pre o Procesamiento de imágenes?



- Algoritmos similares
- Diferentes problemas
  - Enfoque distinto: aplicaciones industriales
- Análisis realizado por un ordenador frente al realizado por una persona
- No idealidad sino simplicidad

## ¿Pre o Procesamiento de imágenes?



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

## Clasificación

- Dominio del espacio
  - Se trabaja directamente con los píxeles de la imagen
  - Se modifica cada píxel dependiendo de su valor o el de sus vecinos
- Dominio de la frecuencia
  - Cambios en la TdF de la imagen
- No se excluyen mutuamente

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

# Índice

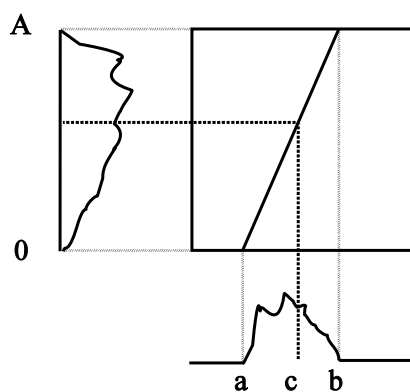
- Introducción
- **Modificación del nivel de gris**
- Reducción del ruido
- Realce de bordes

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



# Amplitud de la escala

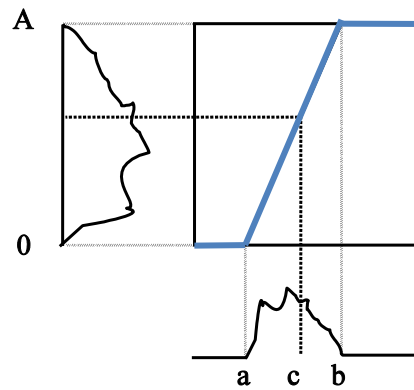
- El histograma toma unos valores limitados



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



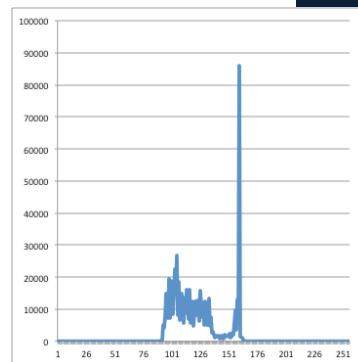
## Amplitud de la escala



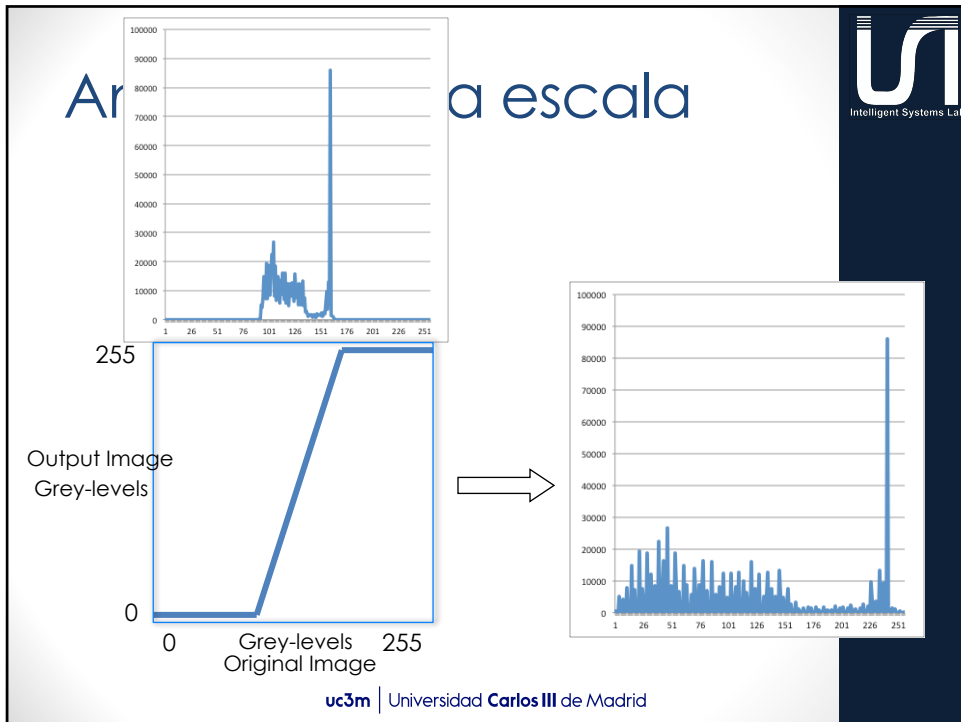
$$g(x,y) = 255 \frac{f(x,y) - a}{b - a}$$

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

## Amplitud de la escala



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



## Modificación del contraste



- $P=m^a$ 
  - m valor de gris de la imagen original
  - p nuevo valor de gris
  - a potencia a la que se eleva

## Modificación del contraste



- Función inversa  $p = 255 - m$
- Función cuadrada  $p = \frac{m^2}{255}$
- Función cúbica  $p = \frac{m^3}{255^2}$
- Función raíz cuadrada  $p = \sqrt{255m}$
- Función raíz cúbica  $p = \sqrt[3]{255^2 m}$
- Función logarítmica  $p = 255 \frac{\ln(1+m)}{\ln(1+255)}$

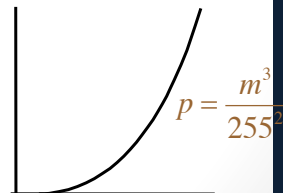
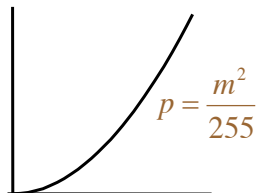
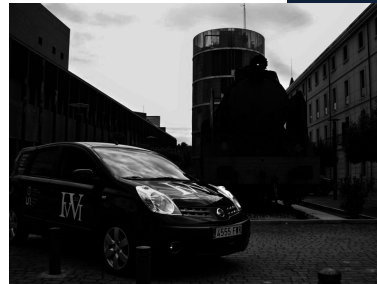


# Modificación del contraste




uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

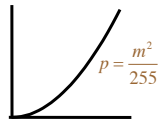
# Modificación del contraste



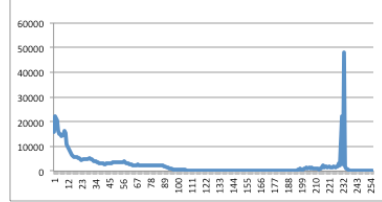
uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

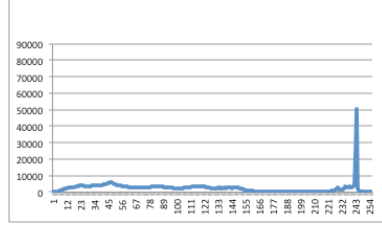
# Modificación del contraste

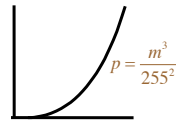




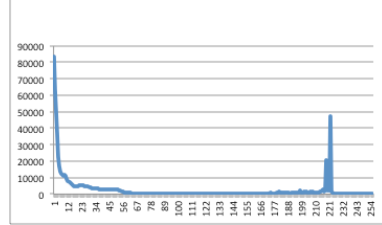
$p = \frac{m^2}{255}$











$p = \frac{m^3}{255^2}$



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

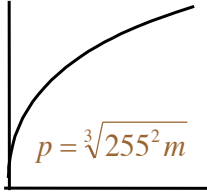
# Modificación del contraste



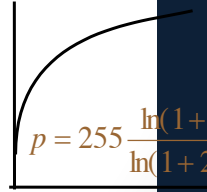






$p = \sqrt{255m}$

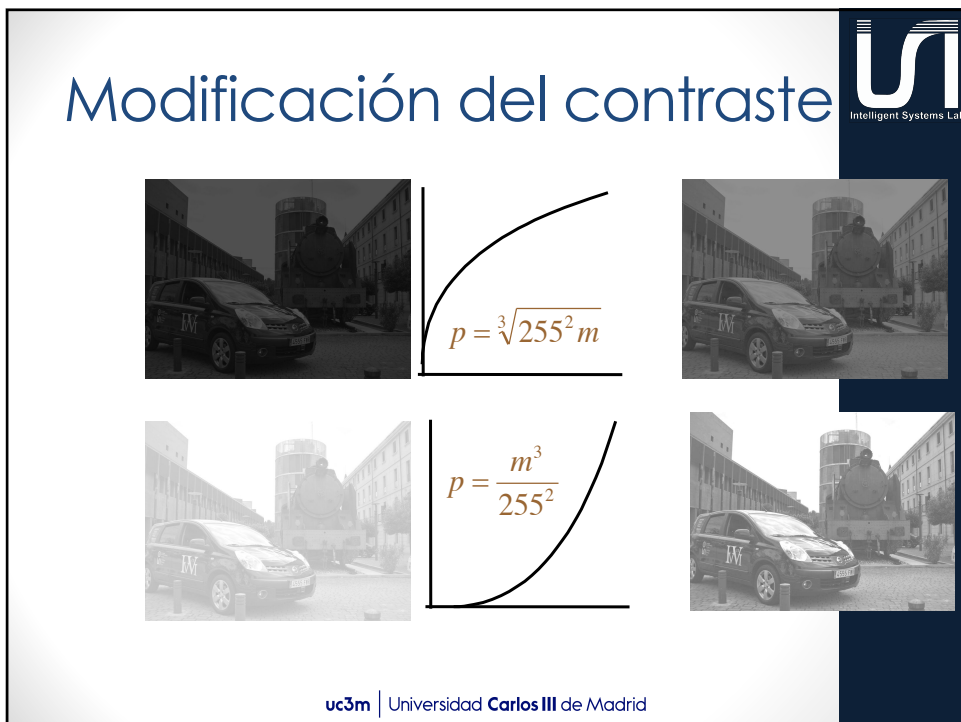
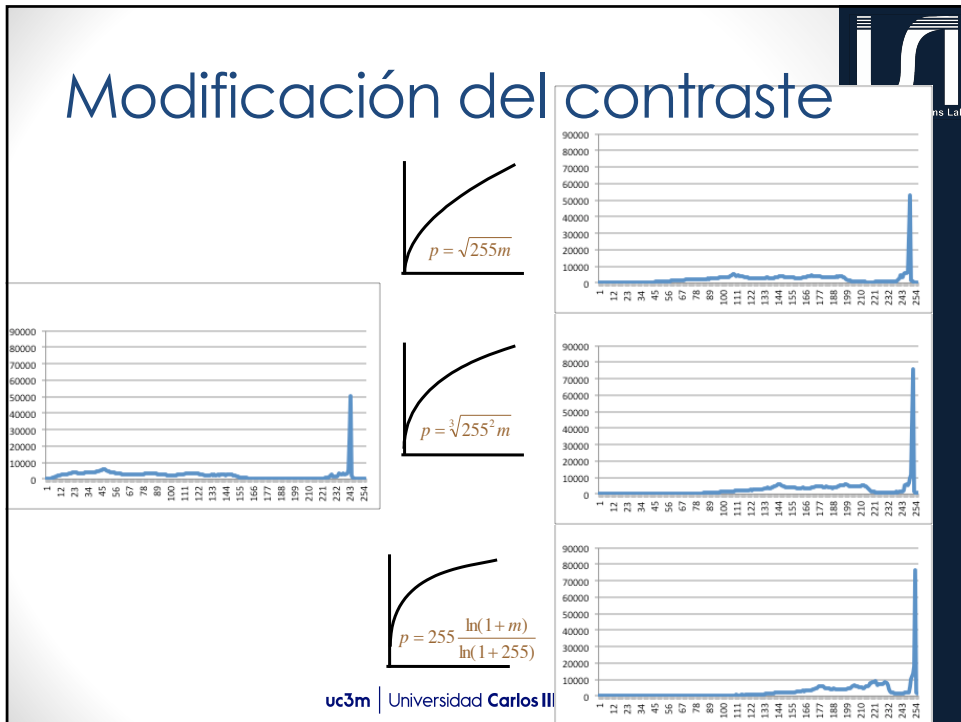


$p = \sqrt[3]{255^2 m}$



$p = 255 \frac{\ln(1+m)}{\ln(1+255)}$

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



## Modificación del histograma



- Objetivo: el histograma debe ajustarse lo máximo a una forma prefijada
- Ecualización del histograma
  - Toma una forma horizontal. Todos los niveles de gris tiene el mismo número de pixeles

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

## Modificación del histograma



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

## Ecualización del histograma



- Histograma acumulado
  - El número de píxeles cuyo nivel de gris es igual o menor a uno dado

$$A(i) = \sum_{j=0}^{j=i} h(j)$$

## Ecualización del histograma



$$A(i) = \sum_{j=0}^{j=i} h(j) \quad A^*(i) = \frac{NM}{256}(i+1)$$

$$\frac{NM}{256}(i^* + 1) = \sum_{j=0}^{j=i} h(j) \rightarrow i^* = \frac{256}{NM} \sum_{j=0}^{j=i} h(j) - 1$$



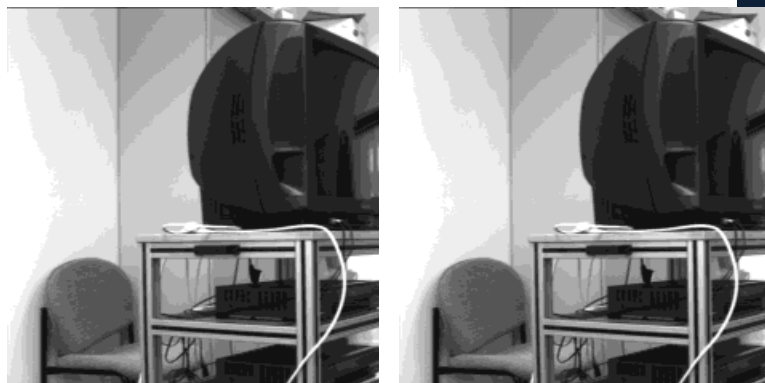
# Índice

- Introducción
- Modificación del nivel de gris
- **Reducción del ruido**
- Realce de bordes

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



# Ruido

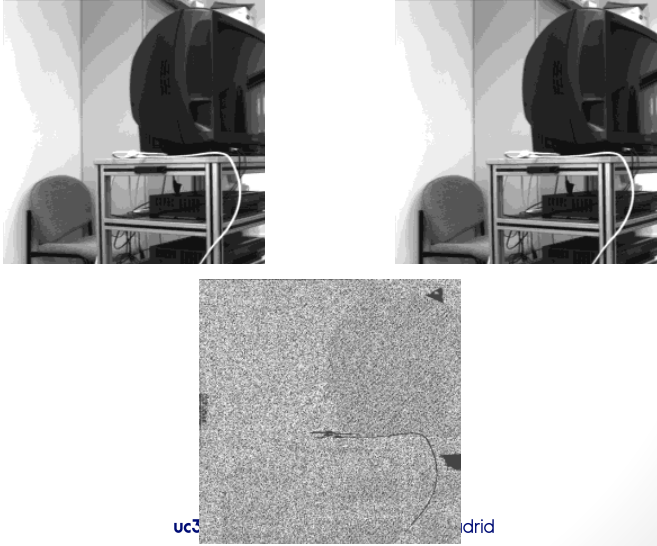


¿Las imágenes son iguales?

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



# Ruido



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

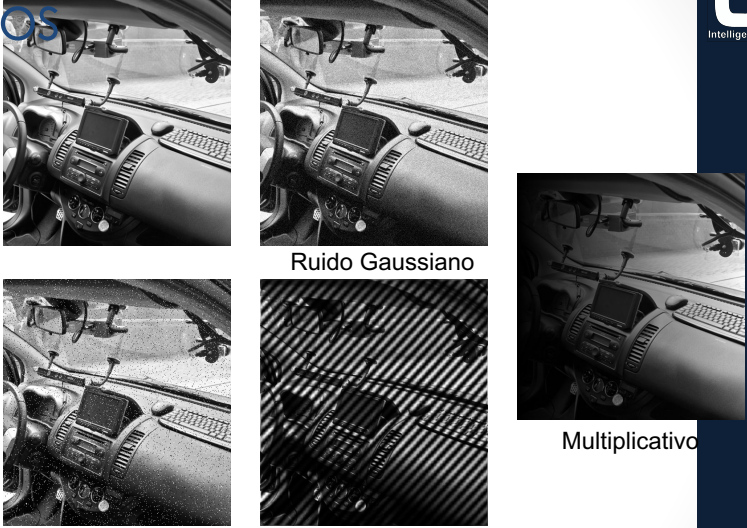
# Ruido

- Variación del nivel de gris de un pixel por causas distintas a la luz reflejada por los objetos
- Efecto
  - Pixeles aislados que toman valores distintos al de sus vecinos
- Debido a:
  - Al sensor CCD (Relación señal/ruido SNR)
  - Al medio de transmisión de la señal
  - Variaciones en la alimentación de la cámara

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



# Tipos




Ruido Gaussiano

Ruido Impulsional o Sal y pimienta


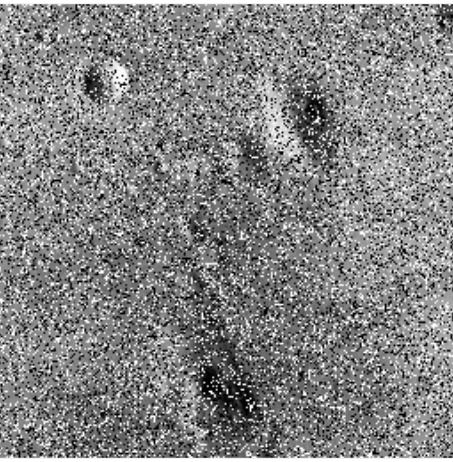
Interferencia

Multiplicativo



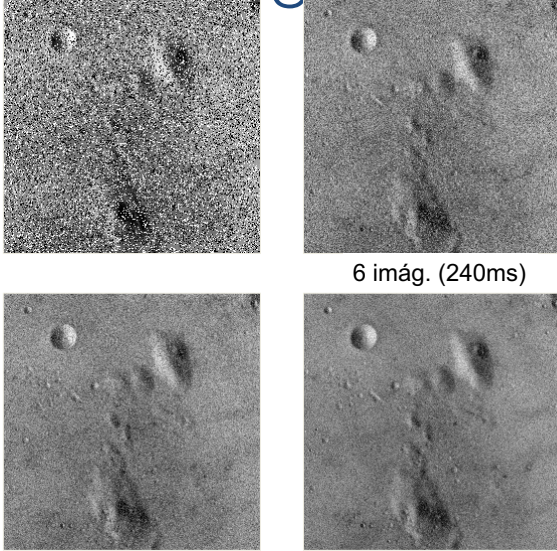
uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

# Filtrado




uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

## Suma de imágenes



6 imág. (240ms)


12 imág. (480ms) residuo c 25 imág. (1000ms)



## Filtros lineales espaciales

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

$$\frac{1}{10} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\frac{1}{16} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$


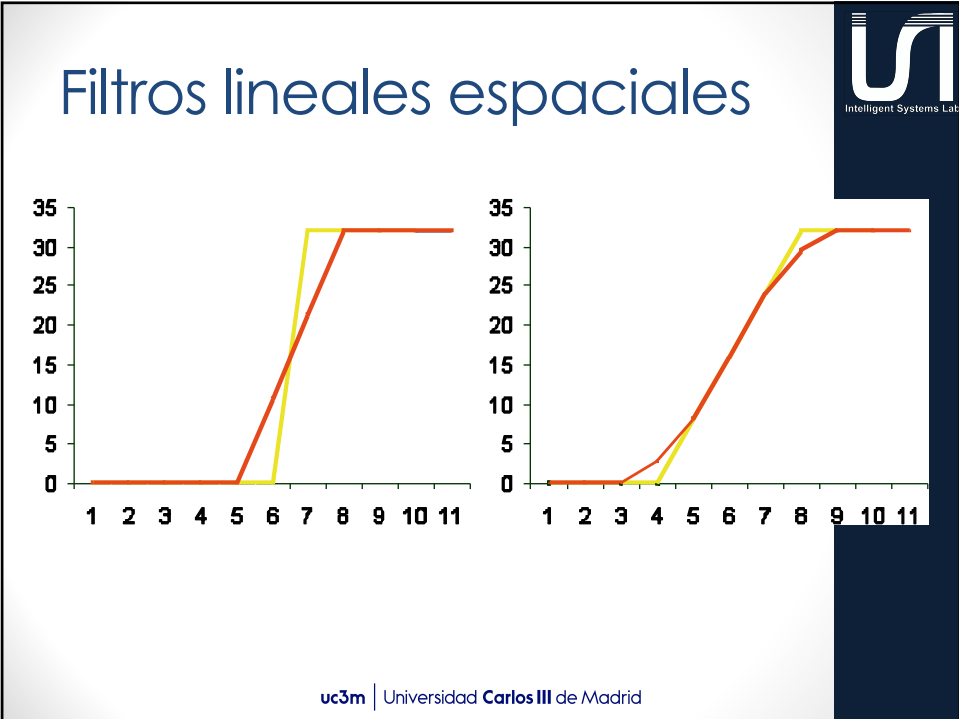
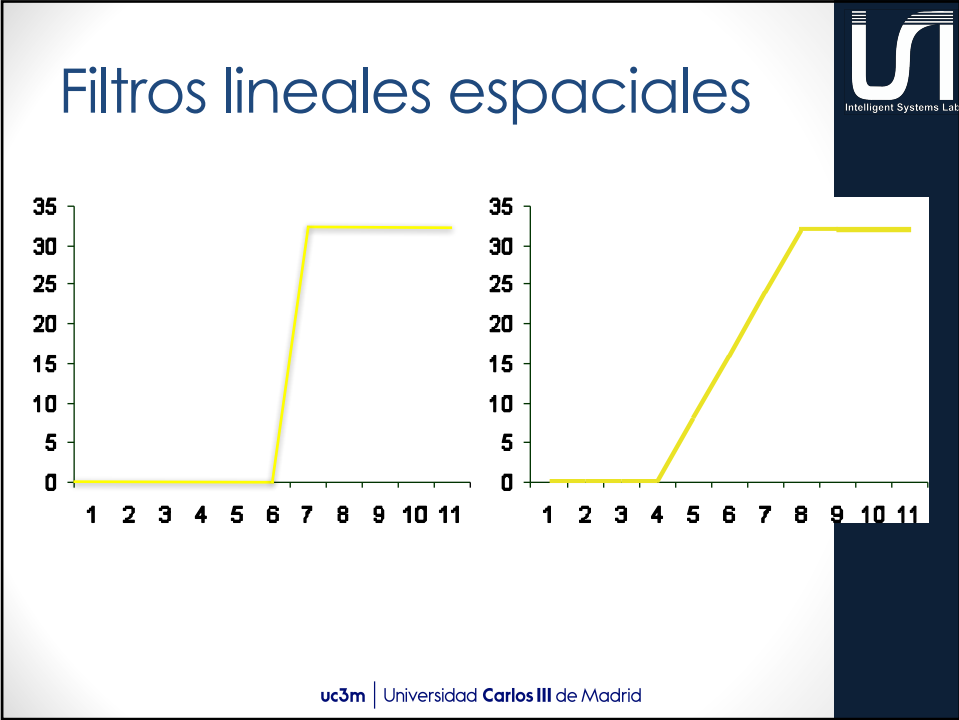
uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

# Filtros lineales espaciales

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

# Filtros lineales espaciales

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



# Filtros lineales

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


uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



# Filtros lineales-Ruido impulsional

50	50	50
50	255	50
50	50	50


= 73

50	50	50
255	50	50
50	50	50

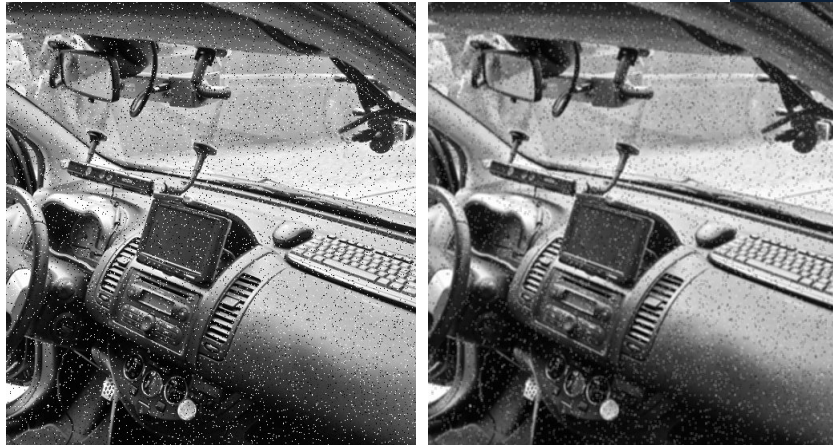
= 73

50	50	50	50	50
50	73	73	73	50
50	73	73	73	50
50	73	73	73	50
50	50	50	50	50

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



## Filtros lineales espaciales



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

## Filtros no lineales



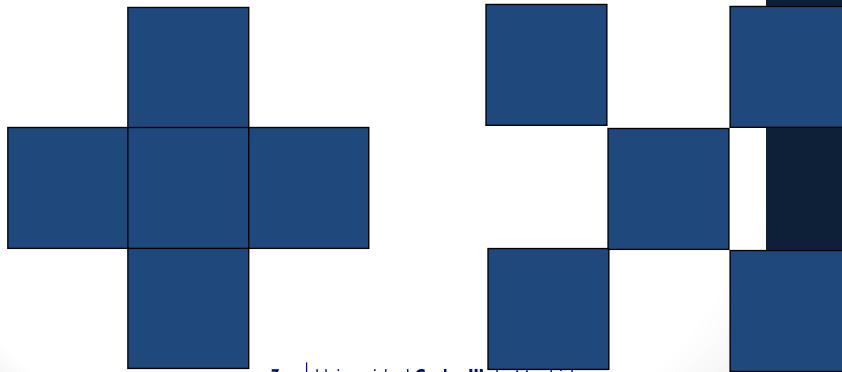
- OUTLIER
  - Cada pixel es comparado con la media de sus vecinos.
  - Si la diferencia es mayor que un valor dado se sustituye
  - NO sirve

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

## Filtros no lineales

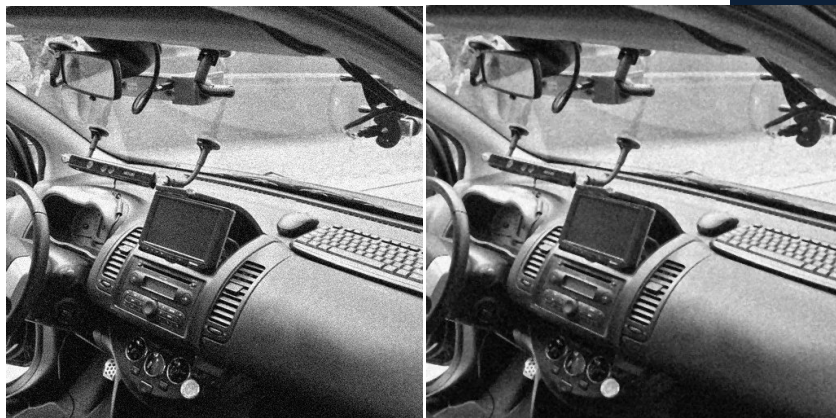


- Mediana
  - En una secuencia impar de números la mediana es aquel valor que cumple que tiene el mismo número de valores inferiores que superiores



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

## Mediana- Ruido Gaussiano



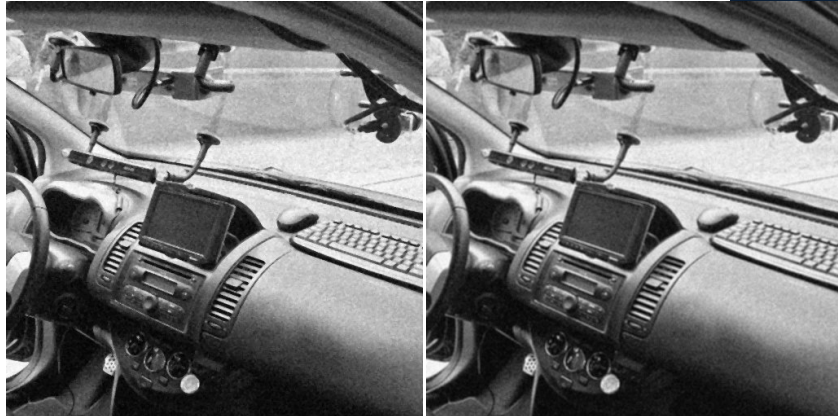
uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

# Mediana- Ruido Gaussiano



Mediana

Media



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

## Mediana



50	50	50	50	50
50	50	50	0	0
50	50	255	50	50
50	50	50	255	50
50	50	50	50	50

0 50 50 50 50 50 50 255 255



50

50	50	50	50	50
50	50	50	0	0
50	50	255	50	50
50	50	50	255	50
50	50	50	50	50

0 0 50 50 50 50 50 255 255

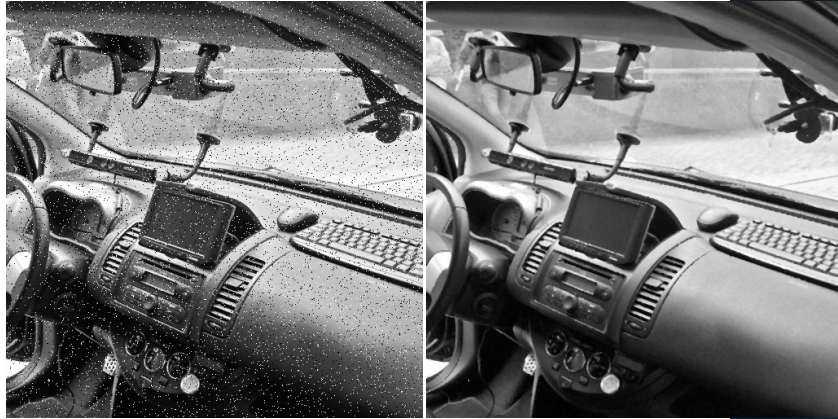


50

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



# Mediana



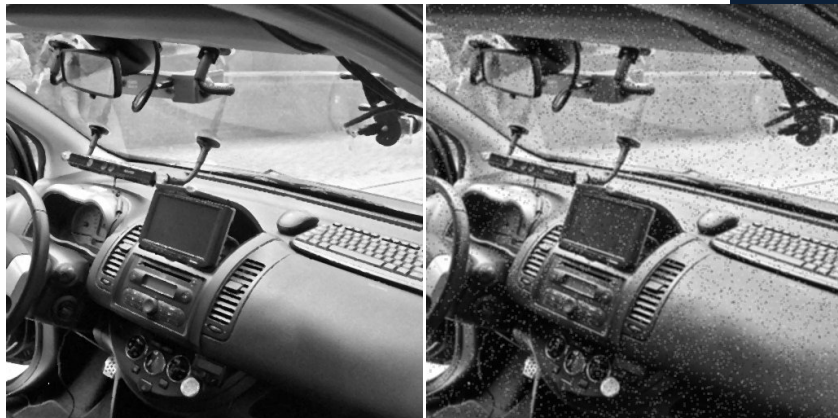
uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

# Mediana



Mediana

Media



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

# Mediana (3x3)- Impulsional



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

# Mediana (5x5)- Impulsional



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

## Filtros espaciales-Resumen



- **Ruido gaussiano**
  - **Convolución:** Rapidez
  - **Mediana:** Mejor preservación de los borde
- **Ruido impulsional**
  - El filtro de la mediana es la única solución

## Índice



- Introducción
- Modificación del nivel de gris
- Reducción del ruido
- **Realce de bordes**

## Realce de bordes



- Resaltar aquellos pixels que presentan un valor de gris distinto del de sus vecinos.
  - Tiene un efecto opuesto a la eliminación de ruido
  - Antes de resaltar los bordes habrá que pasar un filtro paso bajo

Realce Bordes = Imagen + Altas Frecuencias

## Operador laplaciana



- Es la segunda derivada
- Es la derivada en todas direcciones



-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

# Operador laplaciana



0	-1	0	-1	-2	-1
-1	4	-1	-2	12	-2
0	-1	0	-1	-2	-1

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

# Realce de bordes

Filtros lineales en el dominio del espacio



Realce Bordes = Imagen + Altas Frecuencias

			-1	-1	-1
			-1	<b>9</b>	-1
			-1	-1	-1
0	-1	0	-1	-2	-1
-1	<b>5</b>	-1	-2	<b>13</b>	-2
0	-1	0	-1	-2	-1

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

# Realce de bordes

Filtros lineales en el dominio del espacio

