

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

Procesamiento espacial



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Índice

- **Transformaciones de la imagen**
- Convolución
- Correlación
- Transformaciones geométricas



3

Transformaciones de la imagen

- Definición
 - Son aquellos algoritmos de los que se obtiene una imagen $g(x,y)$ a partir de la imagen original $f(x,y)$
- Finalidad
 - Favorecer alguna característica de la imagen original o eliminar alguna para poder analizar mejor la imagen



Transformaciones de la imagen



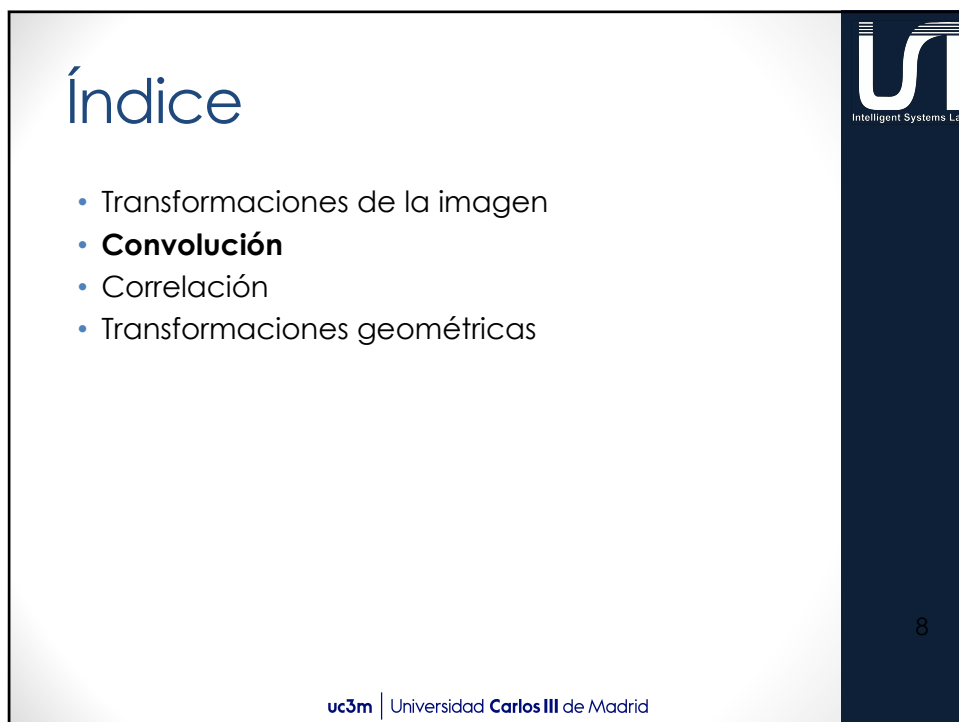
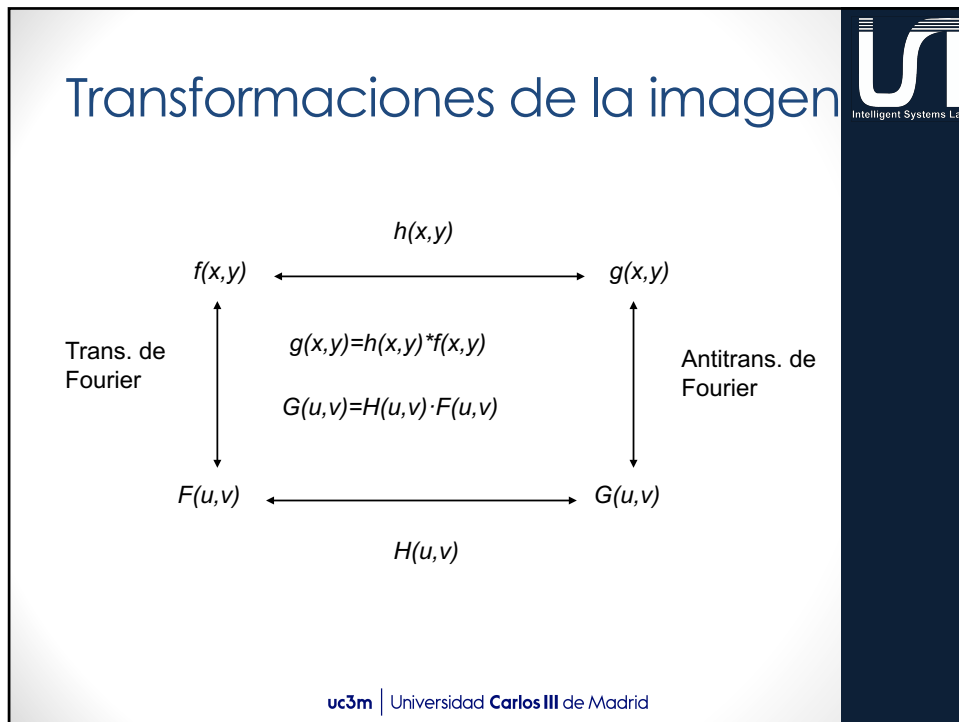
uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Transformaciones de la imagen



- Dominios
 - Dominio del espacio:
 - Convolución.
 - Correlación
 - Dominio de la frecuencia: Fourier.

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



Procesamiento espacial



- Son aquellas técnicas que operan directamente sobre los valores de los píxeles de la imagen

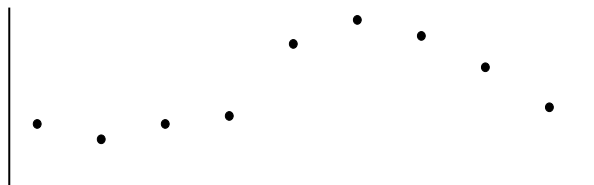
$$g(x,y)=H(f(x,y))$$

- $f(x,y)$ la imagen original
- H la transformación
- $g(x,y)$ la imagen resultante
- Estas transformaciones suelen aplicarse a un entorno cuadrado del píxel

Operador derivada





$$\frac{df(x)}{dx} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\Delta f(x)}{\Delta x} \Rightarrow \frac{\Delta f(x)}{\Delta x} = f(x) - f(x-1)$$



100	90	100	110	180	210	200	170	130	-1	1
-----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	---

$f(x)$

Operador derivada

f(x)

100	90	100	110	180	210	200	170
-----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

h(x)

1	-1
---	----

Máscara simétrica

Multiplicar
Y sumar

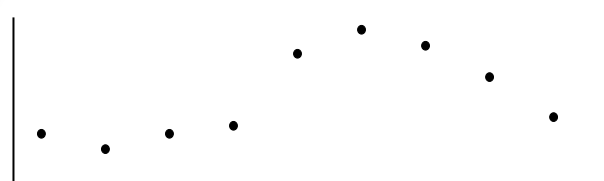

-1	1					-1	1	
	-1	1					-1	1
		-1	1	-1	1			
			-1	1				

→

-10	10	10	70	30	-10	-30
-----	----	----	----	----	-----	-----

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Convolución

100	90	100	110	180	210	200	170	130
-----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

f(x)

1	-1
---	----

h(x)

$$g(x, y) = h(x, y) * f(x, y)$$

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Convolución



f(x)	100	90	100	110	180	210	200	170
h(x)	1	-1						
g(x)	¿?	-10	10	10	70	30	-10	-30

Convolución



- Convolución

$$g(x) = h(x) * f(x) = \sum_{i=-\infty}^{i=\infty} f(i) h(x-i)$$

Convolución

$$g(x) = h(x) * f(x) = \sum_{i=-\infty}^{i=\infty} f(i) h(x-i)$$

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Convolución

- Caso bidimensional

$$g(x, y) = h(x, y) * f(x, y) = \sum_{i=-\infty}^{i=\infty} \sum_{j=-\infty}^{j=\infty} f(i, j) h(x-i, y-j)$$

- Entorno 3x3

$$g(x, y) = h(x, y) * f(x, y) = \sum_{i=0}^{i=2} \sum_{j=0}^{j=2} f(i, j) h(x-i, y-j)$$

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Convolución



- Máscara
- Ventanas
- Convoluciones
- Kernels

W_0	W_1	W_2
W_3	W_4	W_5
W_6	W_7	W_8

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Convolución

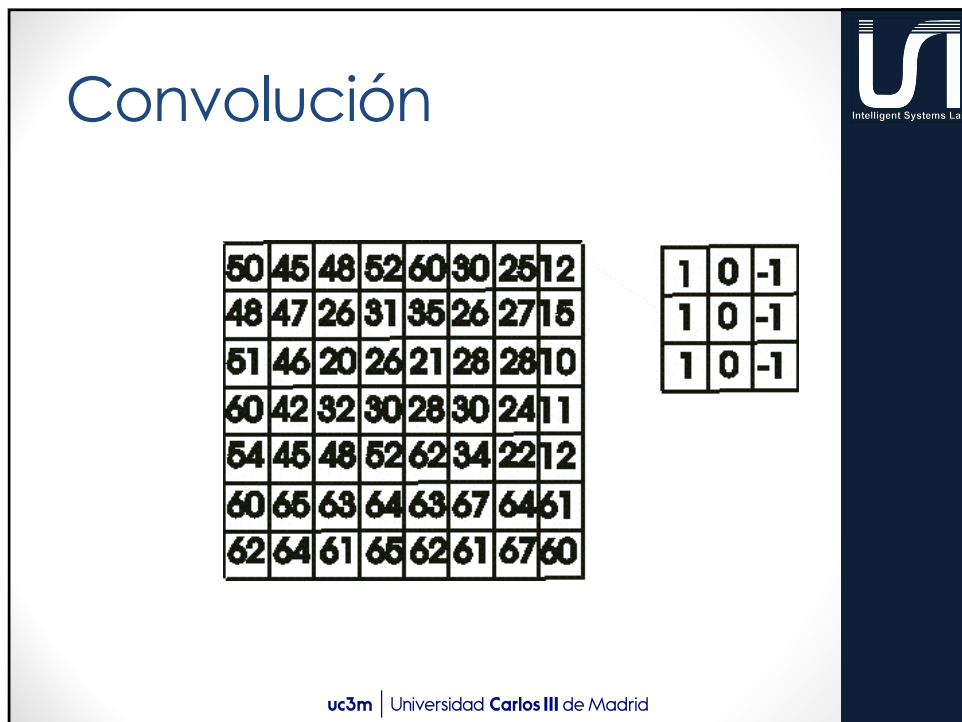
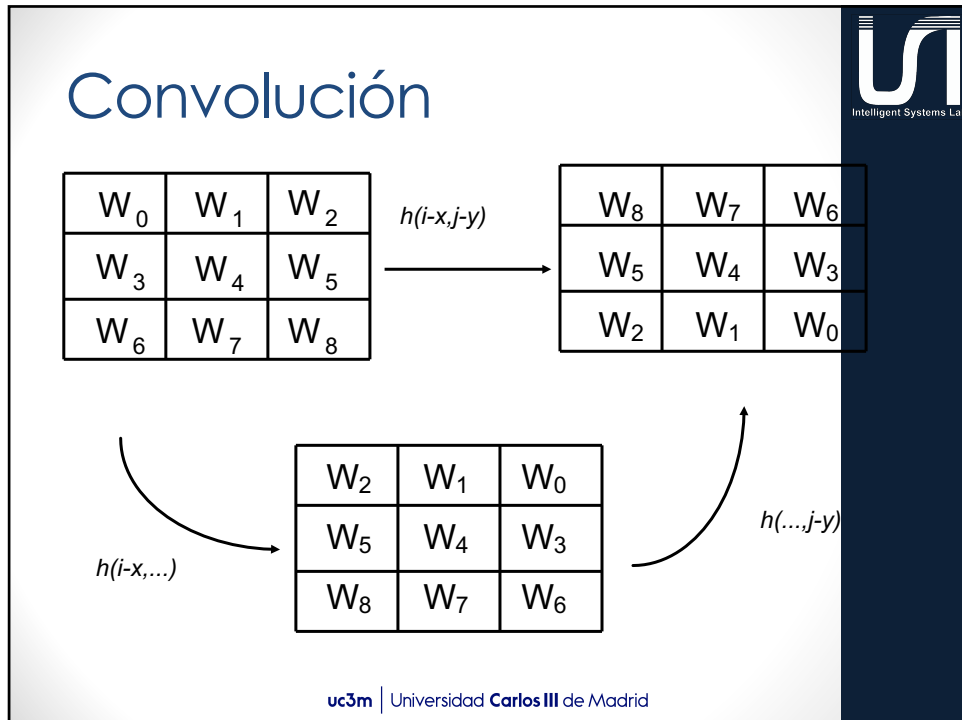


W_0	W_1	W_2
W_3	W_4	W_5
W_6	W_7	W_8

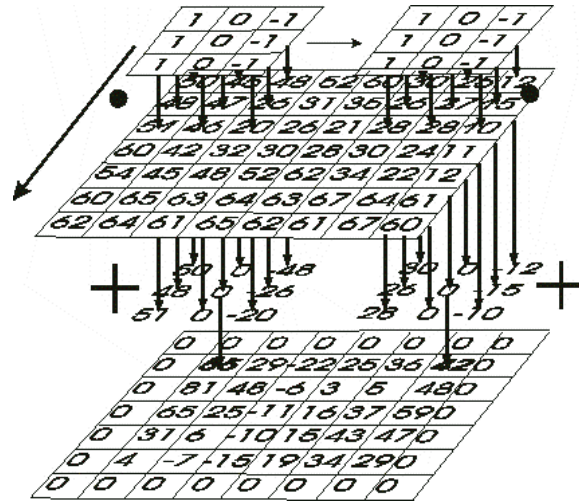
*

$I(x-1,y-1)$	$I(x,y-1)$	$I(x+1,y-1)$
$I(x-1,y)$	$I(x,y)$	$I(x+1,y)$
$I(x-1,y+1)$	$I(x,y+1)$	$I(x+1,y+1)$

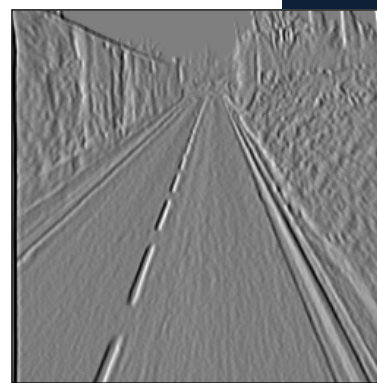
uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



Convolución



Convolución



Convolución- Propiedades



- Conmutativa
 $g(x) = f(x) * h(x) = h(x) * f(x)$
- Asociativa
 $[g(x) * f(x)] * h(x) = g(x) [f(x) * h(x)]$
- Distributiva
 $f(x) * [h1(x) + h2(x)] = f(x) * h1(x) + f(x) * h2(x)$

Índice



- Transformaciones de la imagen
- Convolución
- **Correlación**
- Transformaciones geométricas

Procesamiento espacial

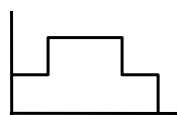
- Correlación

$$g(x, y) = h(x, y) \circ f(x, y) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \sum_{j=-\infty}^{\infty} f^*(i, j) h(x+i, y+j)$$

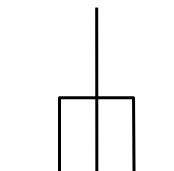
uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



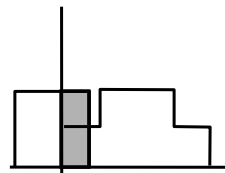
Correlación



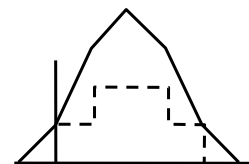
$f(x)$



$h(x)$



$f(i) \cdot h(x+i)$

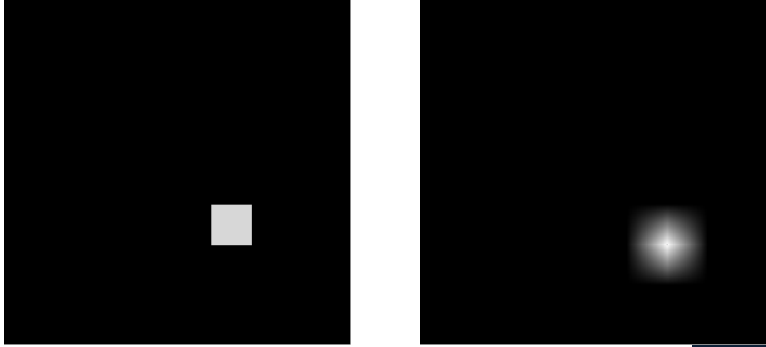


$g(x)$

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



Correlación



ISI
Intelligent Systems Lab

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Correlación



ISI
Intelligent Systems Lab

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Correlación



ISI
Intelligent Systems Lab

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Correlación



ISI
Intelligent Systems Lab

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Correlación normalizada

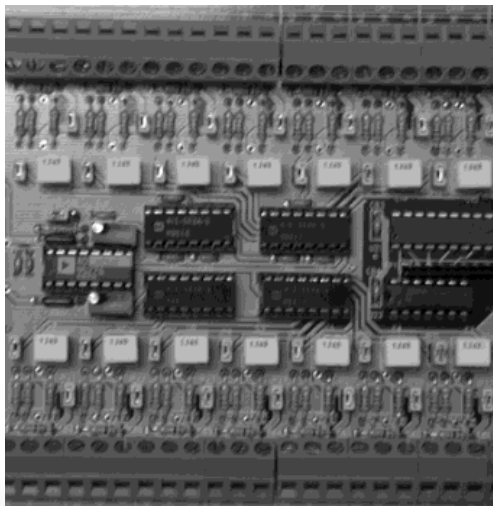
$$g(x,y) = \frac{\sum_i \sum_j (f(x+i, y+i) - \bar{f})(h(i, j) - \bar{h})}{\sqrt{\sum_j \sum_j (f(x+i, y+i) - \bar{f})^2 \sum_j \sum_j (h(i, j) - \bar{h})^2}}$$

$$g(x,y) = \frac{\text{Cov}(f, h)}{\sqrt{\text{Var}(f) \text{Var}(h)}}$$

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



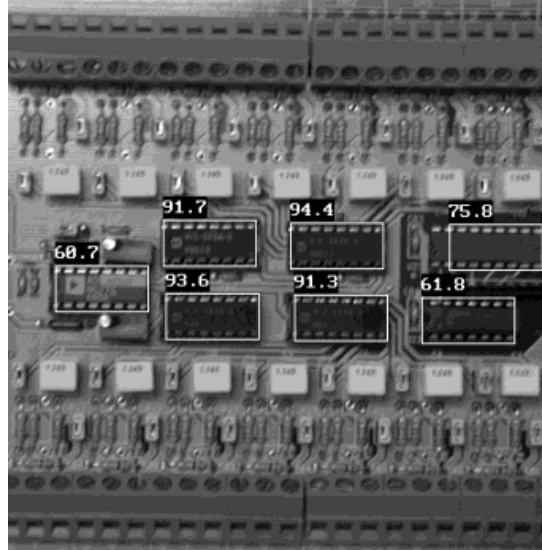
Correlación normalizada



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



Correlación normalizada



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



Índice

- Transformaciones de la imagen
- Convolución
- Correlación
- **Transformaciones geométricas**

34

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



Transformaciones geométricas



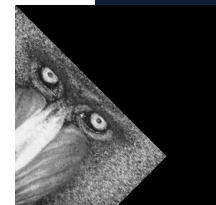
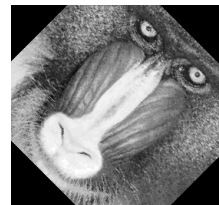
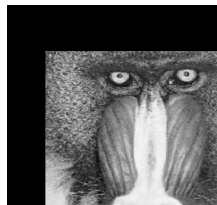
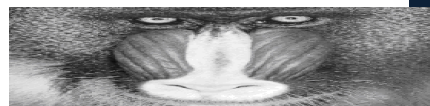
- Modifican las relaciones espaciales entre los píxeles
- Siempre tienen dos partes
 - Cuál es la relación entre las coordenadas de la imagen original y la imagen resultante
 - Rotación, escala, traslación...
 - Qué algoritmo de interpolación se utiliza
 - Determinar el nivel de gris de la imagen final a partir de uno o varios píxeles de la imagen original

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Transformaciones geométricas



- Traslación
- Magnificación
- Rotación



$$\begin{bmatrix} x_f \\ y_f \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & x_0 \\ 0 & 1 & y_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta & -\text{sen } \theta & 0 \\ \text{sen } \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & -x_0 \\ 0 & 1 & -y_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ 1 \end{bmatrix}$$

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Transformaciones geométricas



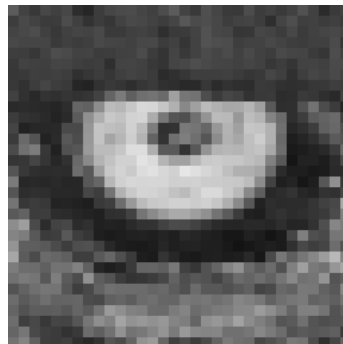
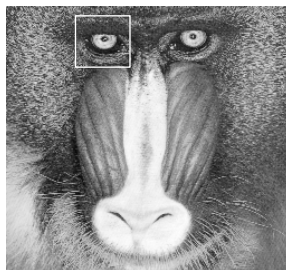
- Interpolación
 - A varios píxeles de la imagen original les corresponde el mismo en la imagen destino
 - La transformación se realiza de la imagen destino a la inicial
 - Dado un píxel de la imagen final se localizan los píxeles de la inicial, que se utilizan para calcular el nuevo nivel de gris
- Compromiso entre rapidez y exactitud

uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Transformaciones geométricas



- Vecino más próximo.
 - A partir de la transformación inversa se redondean los valores

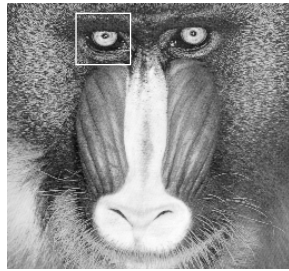


uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Transformaciones geométricas



- Interpolación Bilineal
 - Va variación entre un píxel y el siguiente sigue un plano

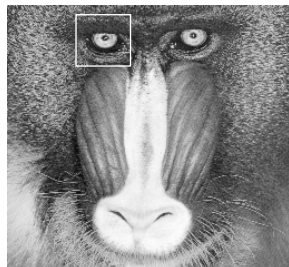


uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Transformaciones geométricas



- Interpolación Bicúbica
 - Sigue una recta cúbica.
 - Se tienen en cuenta 16 píxeles



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Transformaciones geométricas



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid



Transformaciones geométricas

- Reducción



uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

