PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

Francisco J. Hernández López

fcoj23@cimat.mx

PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

- Proceso computacional que transforma una o más imágenes de entrada en una imagen de salida.
- Se utiliza para analizar e interpretar la imagen, por medio de algoritmos que permiten resaltar sus principales características:
  - Bordes
  - Contraste
  - Puntos de interés
  - Etc.

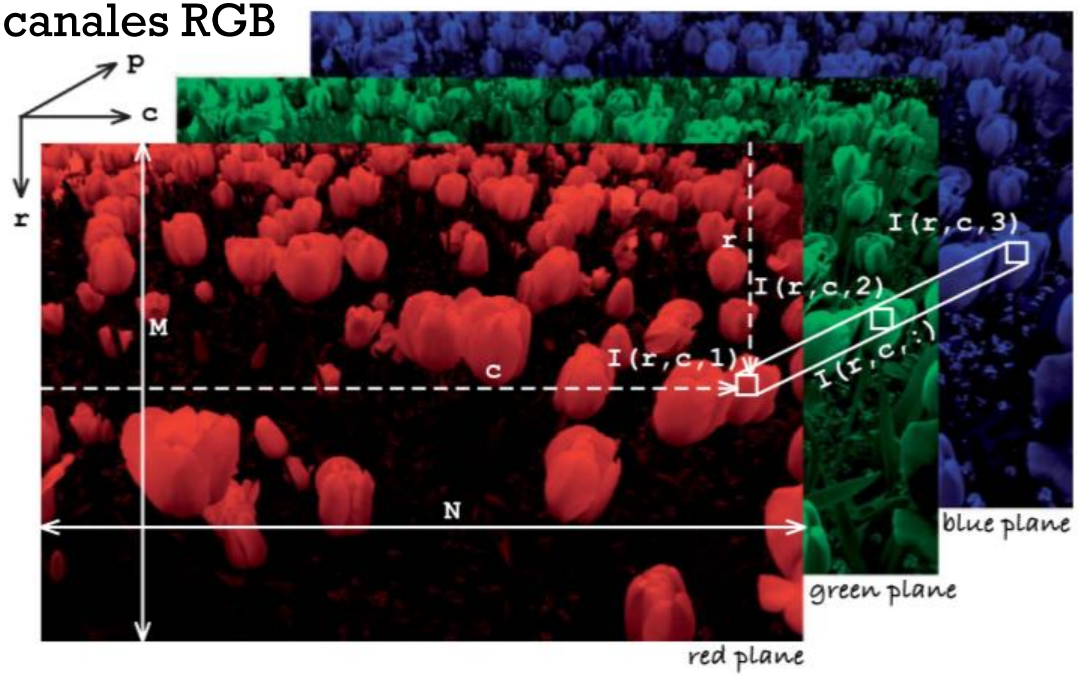
Corke, Peter. *Robotics, vision and control: fundamental algorithms in MATLAB*. Vol. 73. Springer Science & Business Media, 2011.

IMAGEN

- Arreglo rectangular de elementos (pixeles)
- En escala de gris es una función de dos variables:
  - 1 para columnas (“c”)
  - 1 para renglones (“r”)

IMAGEN RGB

- Es una función de tres variables:
  - 1 para columnas (“c”)
  - 1 para renglones (“r”)
  - 1 para los canales RGB



Estructura de una imagen de 3 dimensiones: fila, columna y color. Peter Corke. 2011.

OBTENER UNA IMAGEN

- A partir de archivos
  - MatLab:
    - I1=imread('flowers8.png');
  - OpenCV:
    - Image = cv::imread("flowers8.png");

- A partir de una cámara
  - MatLab:
    - obj=videoinput('winvideo',1);
    - frame = getsnapshot(obj);
  - OpenCV:
    - cv::VideoCapture capture;
    - capture.open(0);

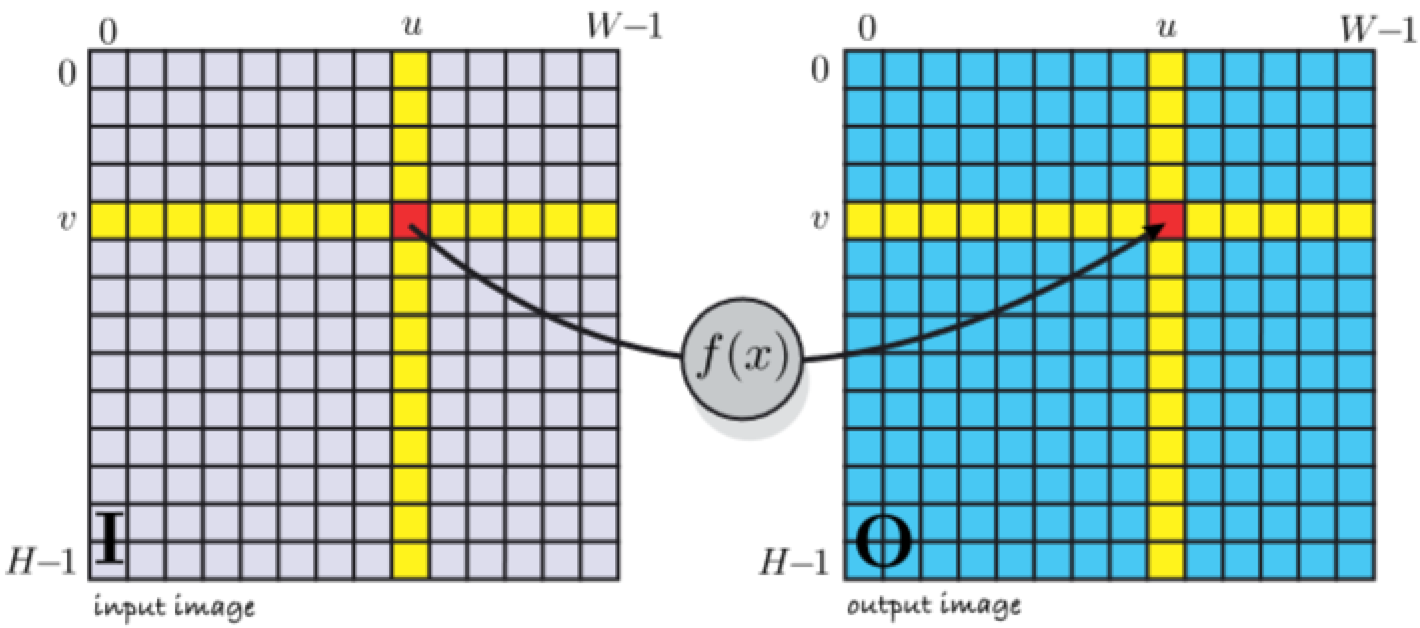
OBTENER UNA IMAGEN (C1)

- A partir de un archivo de video
  - MatLab:
    - video=VideoReader('highway.avi');
    - frame=read(video,frame_number);
  - OpenCV:
    - cv::VideoCapture capture;
    - capture.open("highway.avi");

OPERACIONES MONÁDICAS

- El resultado es una imagen del mismo tamaño que la imagen de entrada
- Cada pixel de salida es una función del correspondiente pixel de entrada:

$$O[u,v] = f(I[u,v]), \forall (u,v) \in I$$



Operaciones monádicas. Peter Corke. 2011.

Ejemplos:

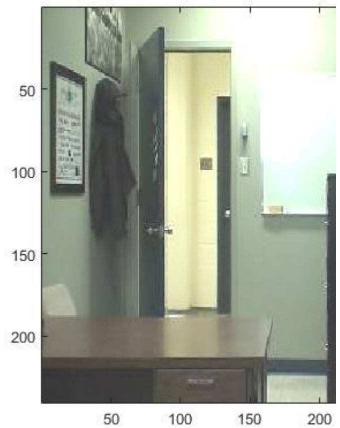
- $I * escalar$
- $abs(I)$
- $sqrt(I)$
- Etc.

CAMBIAR EL BRILLO A UNA IMAGEN

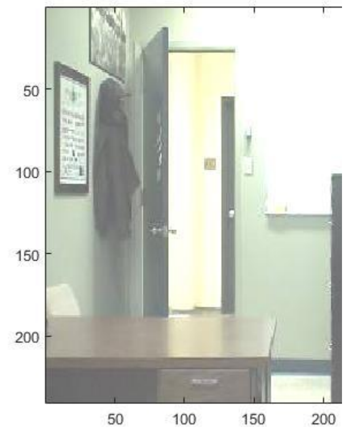
$$I + escalar$$

I

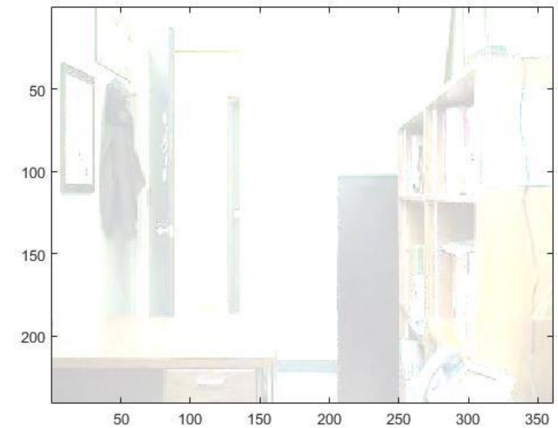
$I + 50$

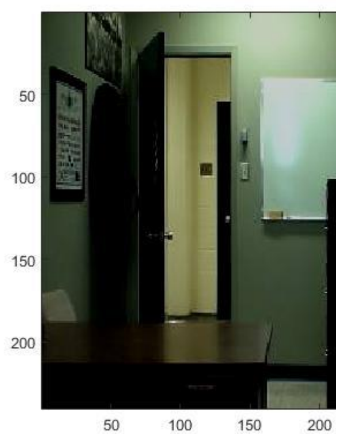


$I + 100$

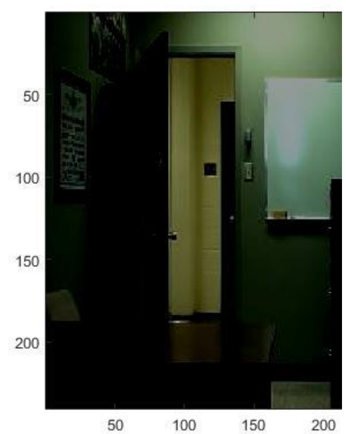


$I + 200$

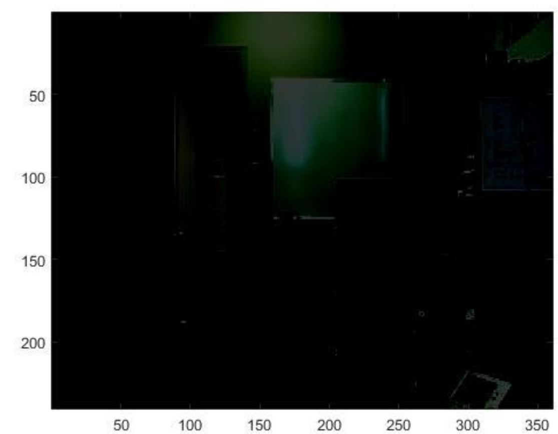




$I - 50$



$I - 100$

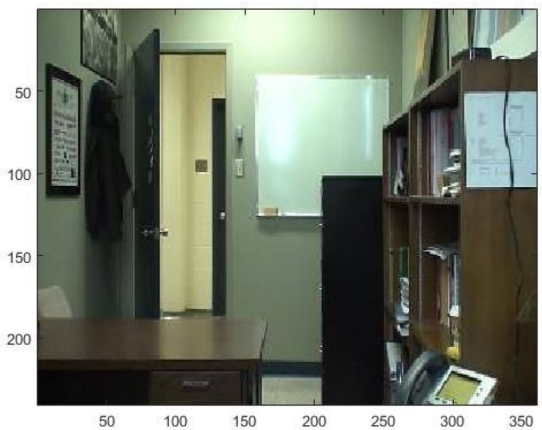


$I - 200$

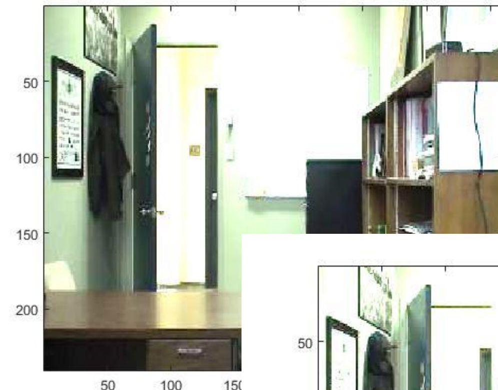
CAMBIAR EL CONTRASTE A UNA IMAGEN

$$I * escalar$$

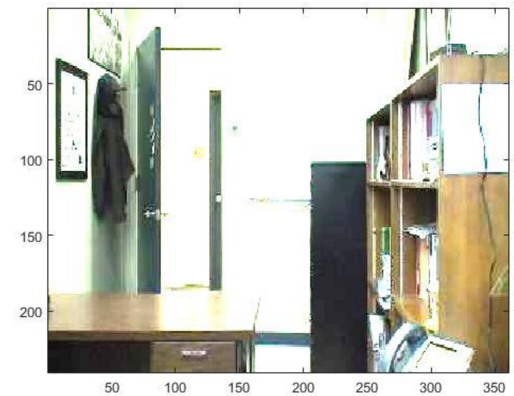
I



$I * 1.5$



$I * 2.0$

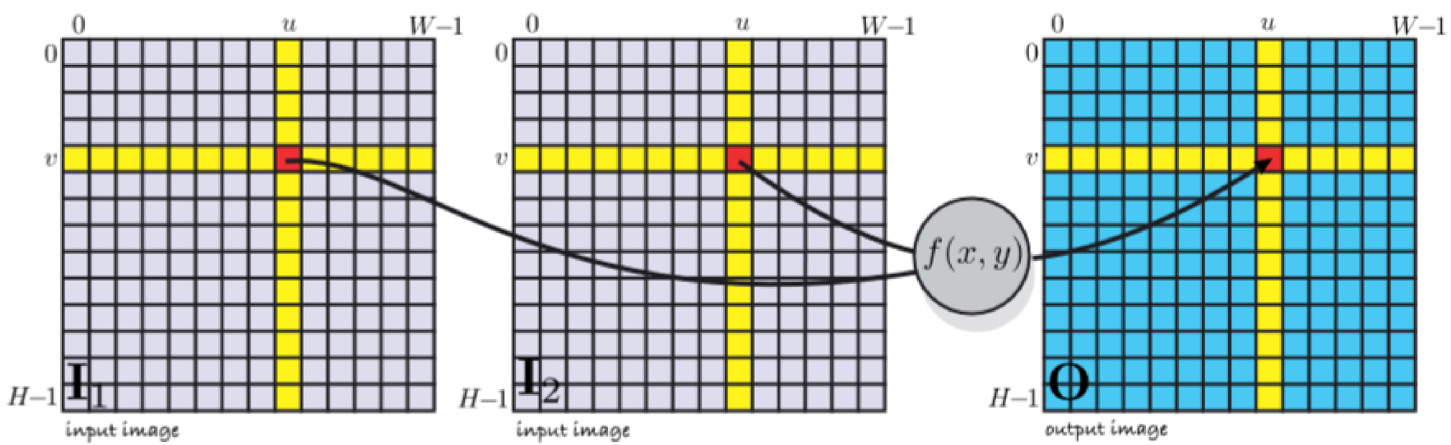


$I * 3.0$

OPERACIONES DIÁDICAS

- Cada pixel de salida es una función de los correspondientes pixeles en las dos imágenes de entrada:

$$O[u, v] = f\big(I_1[u, v], I_2(u, v)\big), \forall(u, v) \in I_1$$

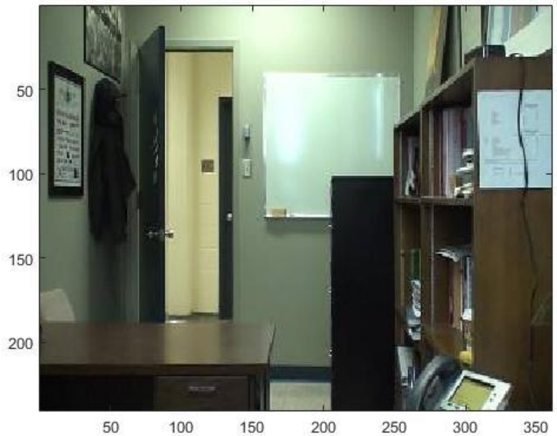


Operaciones diádicas. Peter Corke. 2011.

Ejemplos:

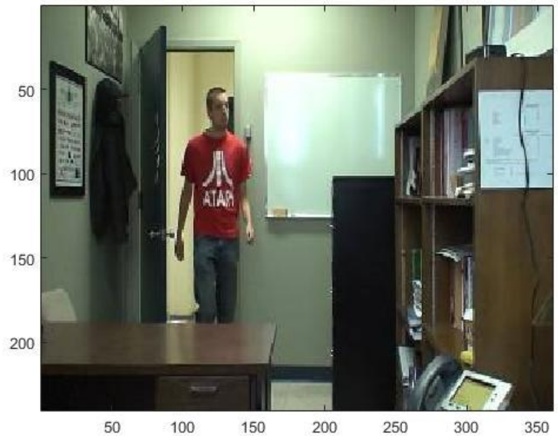
- $I_1 + I_2$
- $I_1 - I_2$
- $I_1 .* I_2$
- Etc.

SUMAR DOS IMÁGENES $I_3 = I_1 + I_2$



I_1

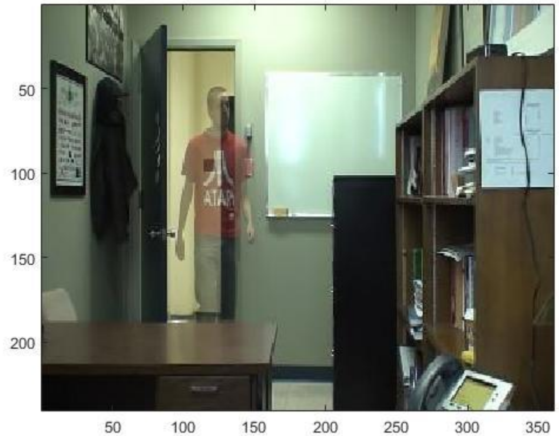
$+$



I_2

$=$

I_3 con uint8

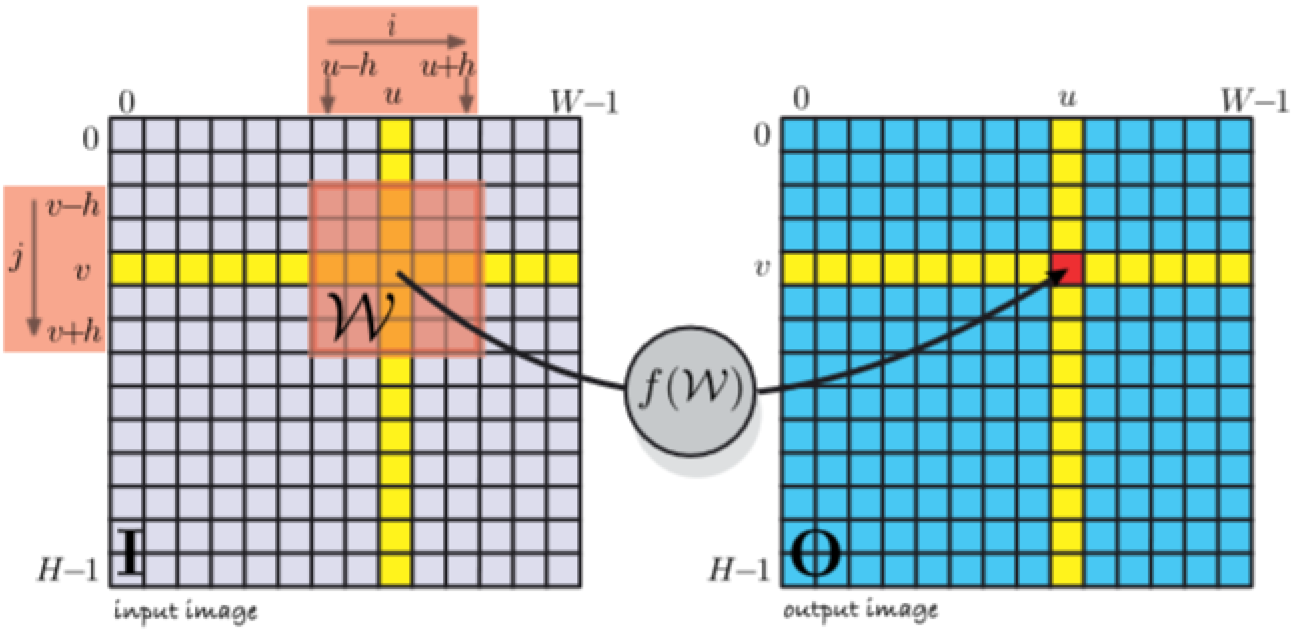


I_3 con double

OPERACIONES DE VENTANA

- Cada pixel de salida es una función de los pixeles de una cierta ventana o región:

$$O[u,v] = f(I[u+i, v+j]), \forall (i,j) \in \mathcal{W}, \forall (u,v) \in I, \;\; i,j \in [-h,h]$$



Operaciones espaciales. Peter Corke. 2011.

Lineales:

- Suavizadores
- Detección de bordes, etc.

No lineales:

- Filtro de rango
- Emparejamiento
- Etc.

CORRELACIÓN

- Operador espacial lineal:

$$O[u,v] = \sum_{(i,j)\in\mathcal{W}} I[u+i, v+j]K[i,j],\ \forall(u,v) \in I, i,j \in [-h,h]$$

donde $\mathrm{K} \in \mathbb{R}^{w\times w}$ es un kernel.

- Para una imagen de tamaño $N \times N$, se requiere w^2N^2 multiplicaciones y sumas

CONVOLUCIÓN

- Operador espacial lineal $O = I \otimes K$:

$$O[u,v] = \sum_{(i,j)\in\mathcal{W}} I[u-i, v-j]K[i,j],\ \forall(u,v) \in I, i,j \in [-h,h]$$

donde $\mathrm{K} \in \mathbb{R}^{w\times w}$ es un kernel de convolución

- Si el kernel es simétrico entonces la convolución es igual a la correlación
- Propiedades:
  - Conmutativo $A \otimes B = B \otimes A$
  - Asociativo $A \otimes B \otimes C = (A \otimes B) \otimes C = A \otimes (B \otimes C)$
  - Distributivo $A \otimes (\alpha B) = \alpha(A \otimes B)$
  - Lineal $A \otimes (B + C) = A \otimes B + A \otimes C$

CORRELACIÓN

$I(1,1)$	$I(1,2)$	$I(1,3)$	$I(1,4)$	$I(1,5)$	$I(1,6)$
$I(2,1)$	$I(2,2)$	$I(2,3)$	$I(2,4)$	$I(2,5)$	$I(2,6)$
$I(3,1)$	$I(3,2)$	$I(3,3)$	$I(3,4)$	$I(3,5)$	$I(3,6)$
$I(4,1)$	$I(4,2)$	$I(4,3)$	$I(4,4)$	$I(4,5)$	$I(4,6)$
$I(5,1)$	$I(5,2)$	$I(5,3)$	$I(5,4)$	$I(5,5)$	$I(5,6)$

I

$K(1,1)$	$K(1,2)$	$K(1,3)$
$K(2,1)$	$K(2,2)$	$K(2,3)$
$K(3,1)$	$K(3,2)$	$K(3,3)$

K

$O(1,1)$	$O(1,2)$	$O(1,3)$	$O(1,4)$	$O(1,5)$	$O(1,6)$
$O(2,1)$	$O(2,2)$	$O(2,3)$	$O(2,4)$	$O(2,5)$	$O(2,6)$
$O(3,1)$	$O(3,2)$	$O(3,3)$	$O(3,4)$	$O(3,5)$	$O(3,6)$
$O(4,1)$	$O(4,2)$	$O(4,3)$	$O(4,4)$	$O(4,5)$	$O(4,6)$
$O(5,1)$	$O(5,2)$	$O(5,3)$	$O(5,4)$	$O(5,5)$	$O(5,6)$

O

Ventana W

$$
\begin{aligned}
O(3,3) = {} & I(2,2) * K(1,1) + I(2,3) * K(1,2) + I(2,4) * K(1,3) + \\
& I(3,2) * K(2,1) + I(3,3) * K(2,2) + I(3,4) * K(2,3) + \\
& I(4,2) * K(3,1) + I(4,3) * K(3,2) + I(4,4) * K(3,3)
\end{aligned}
$$

CONVOLUCIÓN

$I(1,1)$	$I(1,2)$	$I(1,3)$	$I(1,4)$	$I(1,5)$	$I(1,6)$
$I(2,1)$	$I(2,2)$	$I(2,3)$	$I(2,4)$	$I(2,5)$	$I(2,6)$
$I(3,1)$	$I(3,2)$	$I(3,3)$	$I(3,4)$	$I(3,5)$	$I(3,6)$
$I(4,1)$	$I(4,2)$	$I(4,3)$	$I(4,4)$	$I(4,5)$	$I(4,6)$
$I(5,1)$	$I(5,2)$	$I(5,3)$	$I(5,4)$	$I(5,5)$	$I(5,6)$

I

$K(1,1)$	$K(1,2)$	$K(1,3)$
$K(2,1)$	$K(2,2)$	$K(2,3)$
$K(3,1)$	$K(3,2)$	$K(3,3)$

K

Ventana W

$O(1,1)$	$O(1,2)$	$O(1,3)$	$O(1,4)$	$O(1,5)$	$O(1,6)$
$O(2,1)$	$O(2,2)$	$O(2,3)$	$O(2,4)$	$O(2,5)$	$O(2,6)$
$O(3,1)$	$O(3,2)$	$O(3,3)$	$O(3,4)$	$O(3,5)$	$O(3,6)$
$O(4,1)$	$O(4,2)$	$O(4,3)$	$O(4,4)$	$O(4,5)$	$O(4,6)$
$O(5,1)$	$O(5,2)$	$O(5,3)$	$O(5,4)$	$O(5,5)$	$O(5,6)$

O

$$O(3,3) = I(4,4) * K(1,1) + I(4,3) * K(1,2) + I(4,2) * K(1,3) + I(3,4) * K(2,1) + I(3,3) * K(2,2) + I(3,2) * K(2,3) + I(2,4) * K(3,1) + I(2,3) * K(3,2) + I(2,2) * K(3,3)$$

CONVOLUCIÓN

correlación con kernel girado

$I(1,1)$	$I(1,2)$	$I(1,3)$	$I(1,4)$	$I(1,5)$	$I(1,6)$
$I(2,1)$	$I(2,2)$	$I(2,3)$	$I(2,4)$	$I(2,5)$	$I(2,6)$
$I(3,1)$	$I(3,2)$	$I(3,3)$	$I(3,4)$	$I(3,5)$	$I(3,6)$
$I(4,1)$	$I(4,2)$	$I(4,3)$	$I(4,4)$	$I(4,5)$	$I(4,6)$
$I(5,1)$	$I(5,2)$	$I(5,3)$	$I(5,4)$	$I(5,5)$	$I(5,6)$

I

$K(3,3)$	$K(3,2)$	$K(3,1)$
$K(2,3)$	$K(2,2)$	$K(2,1)$
$K(1,3)$	$K(1,2)$	$K(1,1)$

K

$O(1,1)$	$O(1,2)$	$O(1,3)$	$O(1,4)$	$O(1,5)$	$O(1,6)$
$O(2,1)$	$O(2,2)$	$O(2,3)$	$O(2,4)$	$O(2,5)$	$O(2,6)$
$O(3,1)$	$O(3,2)$	$O(3,3)$	$O(3,4)$	$O(3,5)$	$O(3,6)$
$O(4,1)$	$O(4,2)$	$O(4,3)$	$O(4,4)$	$O(4,5)$	$O(4,6)$
$O(5,1)$	$O(5,2)$	$O(5,3)$	$O(5,4)$	$O(5,5)$	$O(5,6)$

O

Ventana W

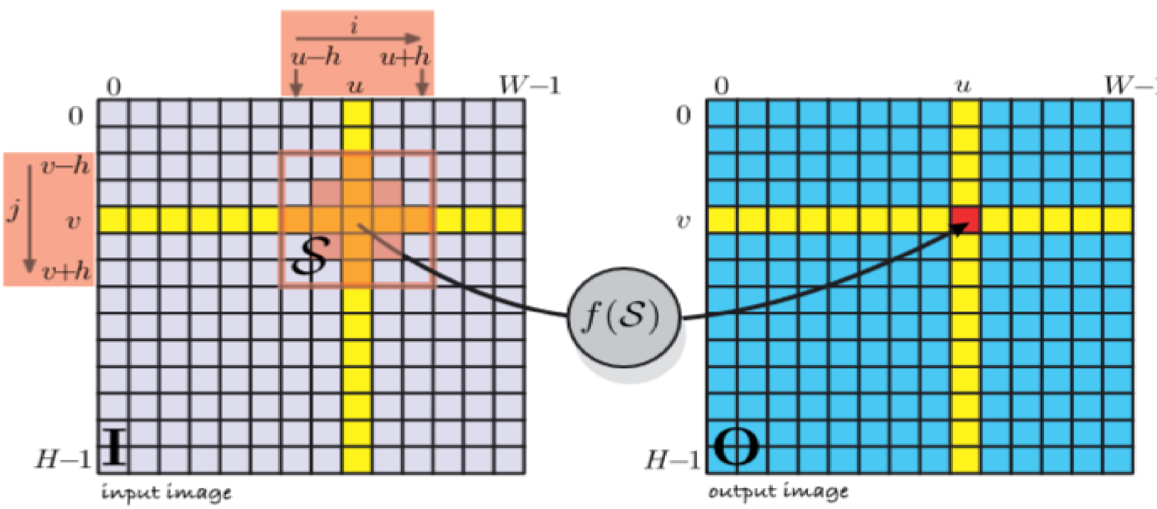
$$
\begin{aligned}
O(3,3) = {} & I(4,4) * K(1,1) + I(4,3) * K(1,2) + I(4,2) * K(1,3) + \\
& I(3,4) * K(2,1) + I(3,3) * K(2,2) + I(3,2) * K(2,3) + \\
& I(2,4) * K(3,1) + I(2,3) * K(3,2) + I(2,2) * K(3,3)
\end{aligned}
$$

MORFOLOGÍA MATEMÁTICA

- Cada pixel de salida es una función de un sub-conjunto de pixeles en una región circundante al pixel correspondiente en la imagen de entrada:

$$O[u,v] = f(I[u+i, v+j]), \forall(i,j) \in \mathcal{S}, \forall(u,v) \in I$$

donde $\mathcal{S}$ es una ventana de estructura, típicamente de $w \times w$ con longitud impar $w = 2h+1$, con $h \in \mathbb{Z}^+$ la mitad de la longitud.



Operaciones morfológicas. Peter Corke. 2011.

Ejemplos:
- Erosión
- Dilatación
- Etc.

MORFOLOGÍA MATEMÁTICA (C1)

- Erosión

$$O = I \ominus \mathcal{S}$$
$$O[u,v] = f(I[u+i, v+j]), \forall(i,j) \in \mathcal{S}, \forall(u,v) \in I$$

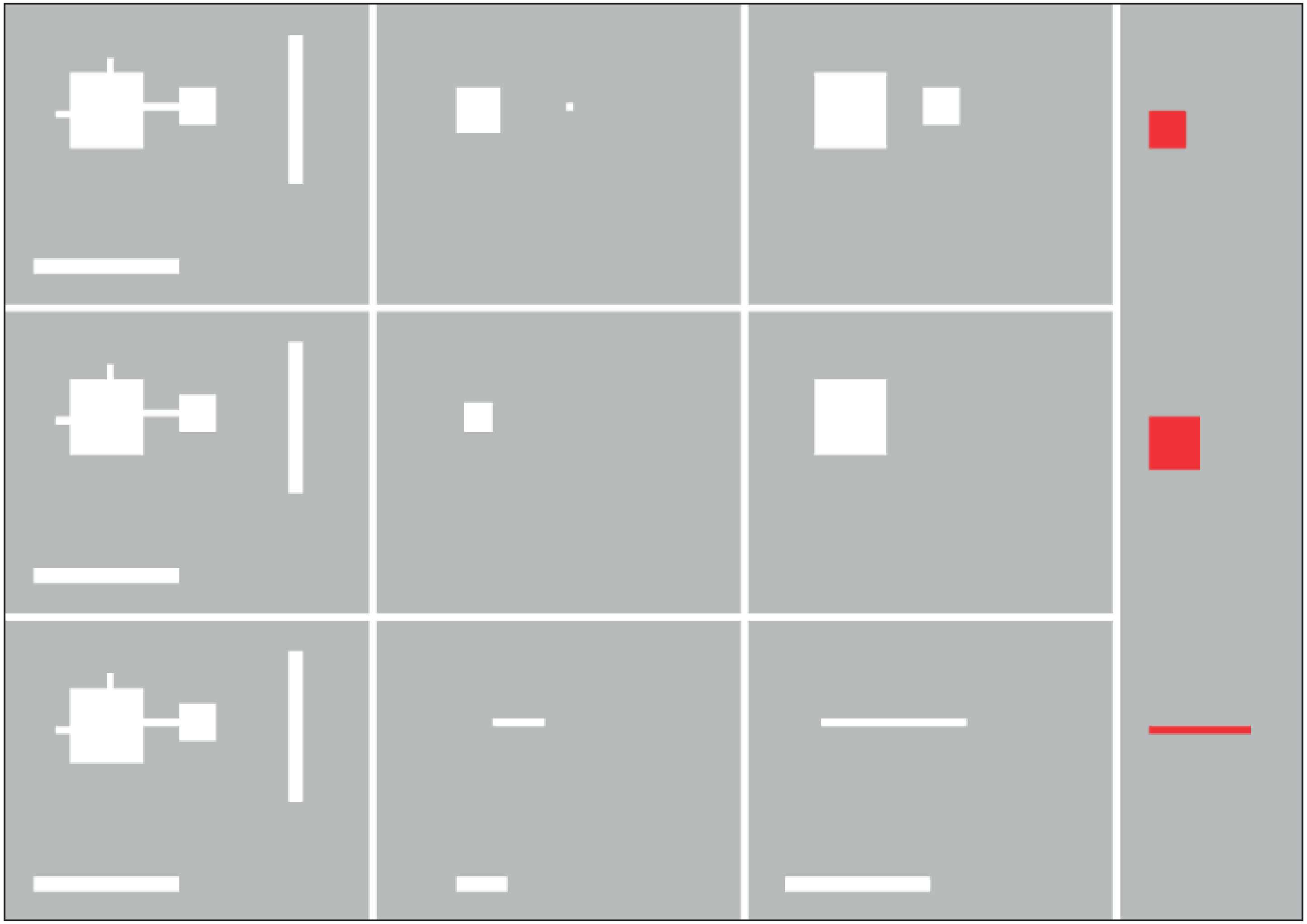
con $\qquad f(\cdot) = \min(\cdot)$

- Dilatación

$$O = I \oplus \mathcal{S}$$
$$O[u,v] = f(I[u+i, v+j]), \forall(i,j) \in \mathcal{S}, \forall(u,v) \in I$$

con $\qquad f(\cdot) = max(\cdot)$

EROSIÓN Y DILATACIÓN

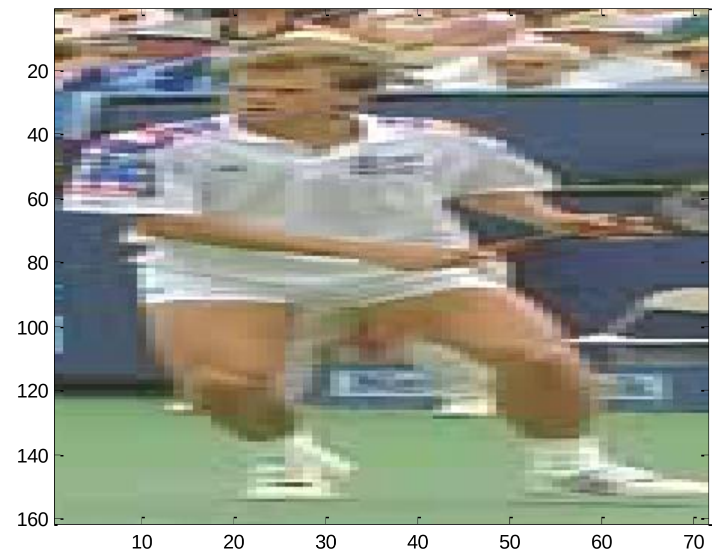


I $\quad$ $imerode(I, se)$ $\quad$ $imdilate(I, se)$ $\quad$ se

CORTAR IMAGEN

- Image=imread('tenis.bmp');
- subImage=Image(50:210,200:270,:);

Image



subImage

CAMBIAR DE TAMAÑO (ESCALAR)

- Image_new = imresize(Image,2.0);

Image

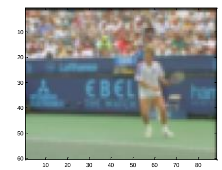
Image_new

PIRÁMIDE DE UNA IMAGEN

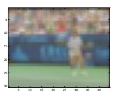
- I2 = impyramid(Image, 'reduce');
- I3 = impyramid(I2, 'reduce');
- I4 = impyramid(I3, 'reduce');

Image

I2



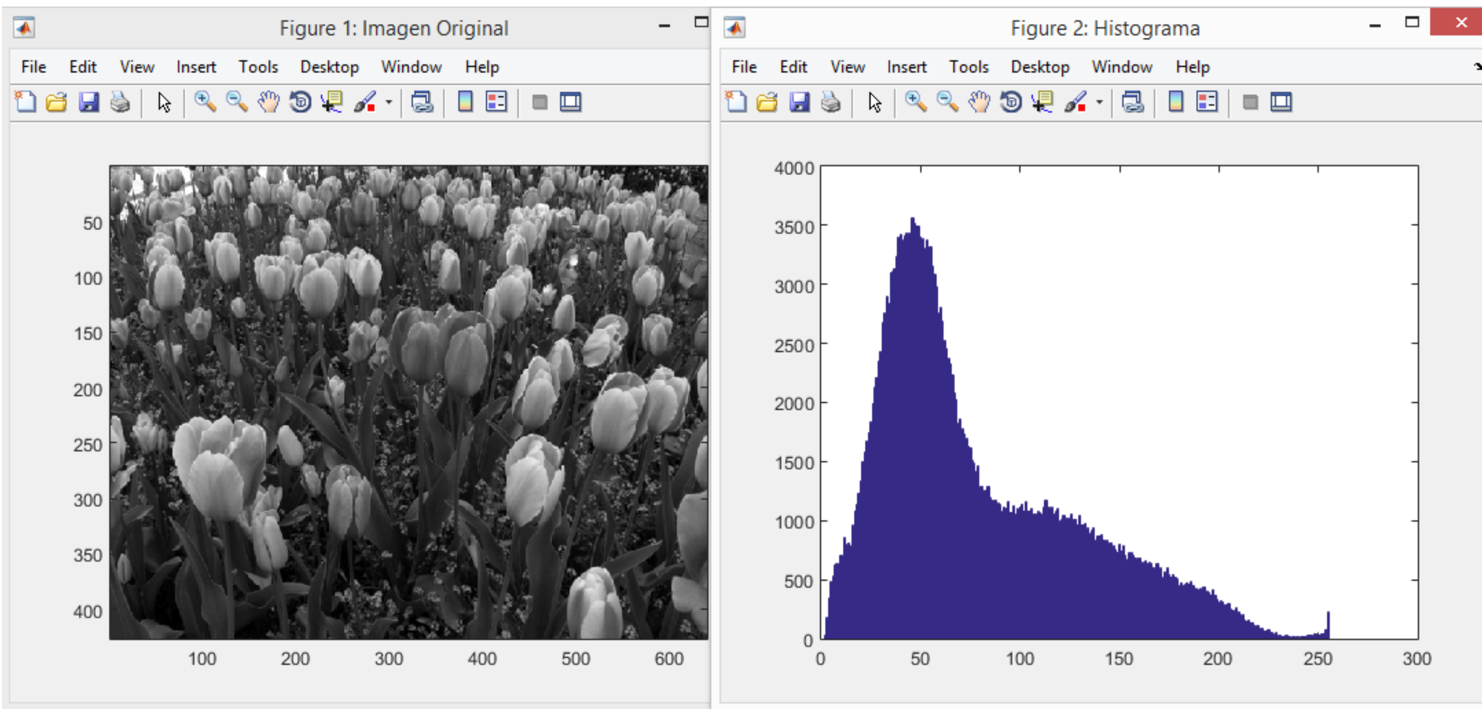
I3



I4

HISTOGRAMA DE UNA IMAGEN

- Inicializar con ceros el vector h_I de tamaño 256.
- Para todos los pixeles $\vec{x}$ de la imagen I
  - $idx = I(\vec{x})$ → en C/C++ o $idx = I(\vec{x}) + 1$ → en MatLab
  - $h_I(idx) = h(idx) + 1$



Sonka, Milan, Vaclav Hlavac, and Roger Boyle. Image processing, analysis, and machine vision. Cengage Learning, 2014.