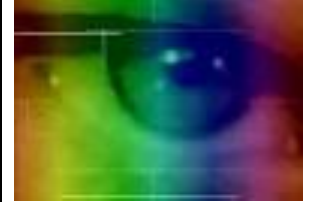
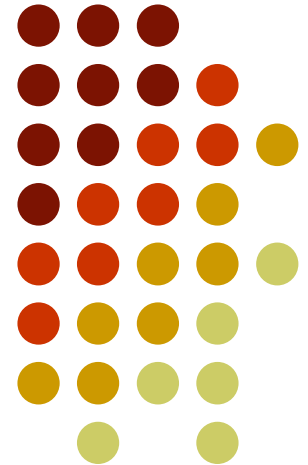


# Procesamiento digital de imágenes



María del Rocío Ochoa Montiel  
Contacto: [ma.rocio.ochoa@gmail.com](mailto:ma.rocio.ochoa@gmail.com)



# LA VISIÓN

70% de la  
información  
percibida se  
obtiene por la  
vista!!



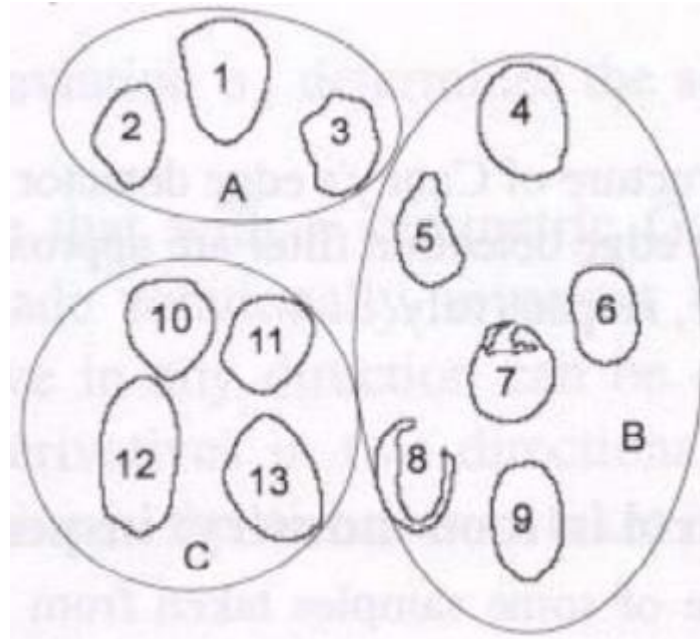
# ¿Por qué es importante dotar a una máquina de la capacidad de ver?







# Aplicaciones





# Introducción

- Los sentidos son los medios con los que interactuamos con el mundo que nos rodea.
- La vista destaca como el más importante y complejo de todos.
- Aproximadamente el 75% de la información sensorial procesada por el cerebro, tiene que ver con la vista.

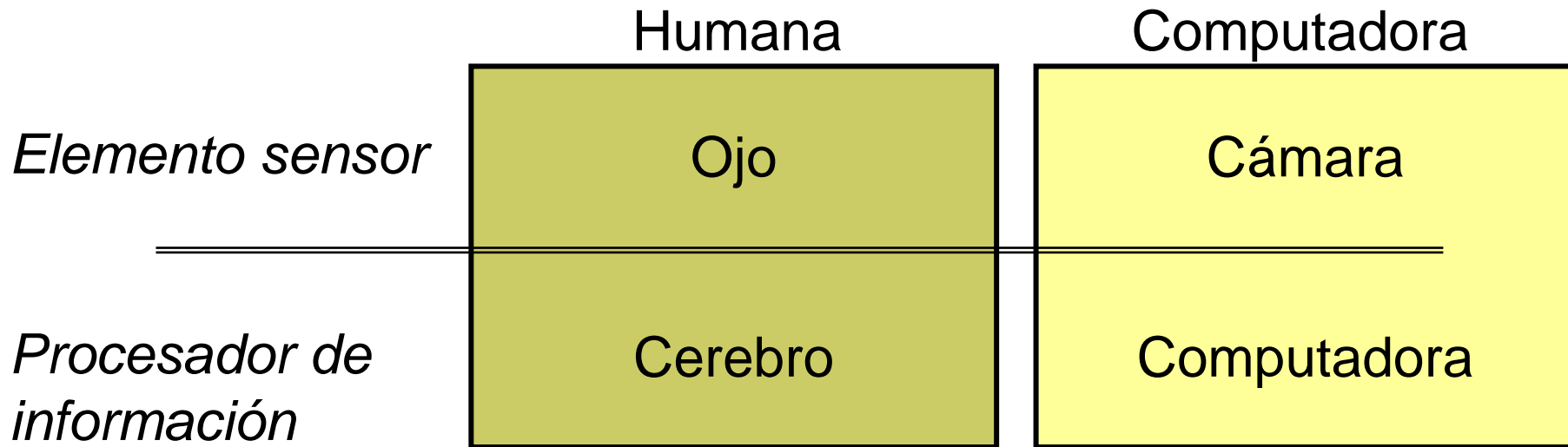
# Visión humana



## A través de los ojos:

- Recibimos información de la posición de los objetos del entorno.
- Determinamos el camino libre de obstáculos.
- Distinguimos lo que se mueve de lo estático.
- Calculamos trayectorias.
- Reconocemos personas.
- Analizamos el color de las imágenes, etc.

# Analogía entre visión humana y por computadora





# Sistema visual humano



- Somos capaces de reconocer e identificar objetos a pesar de que:
  - Los objetos se encuentren a distintas distancias.
  - Los objetos estén rotados.
  - Los objetos estén ocultos parcialmente.
  - Imágenes parcialmente degradadas.
  - Objetos de distintos tamaños.



**¿ Cómo a partir de las características extraídas de la imagen se consiguen estas capacidades?.**

- La respuesta no se conoce.
- Campo de investigación abierto.

# Visión por computadora es interdisciplinaria



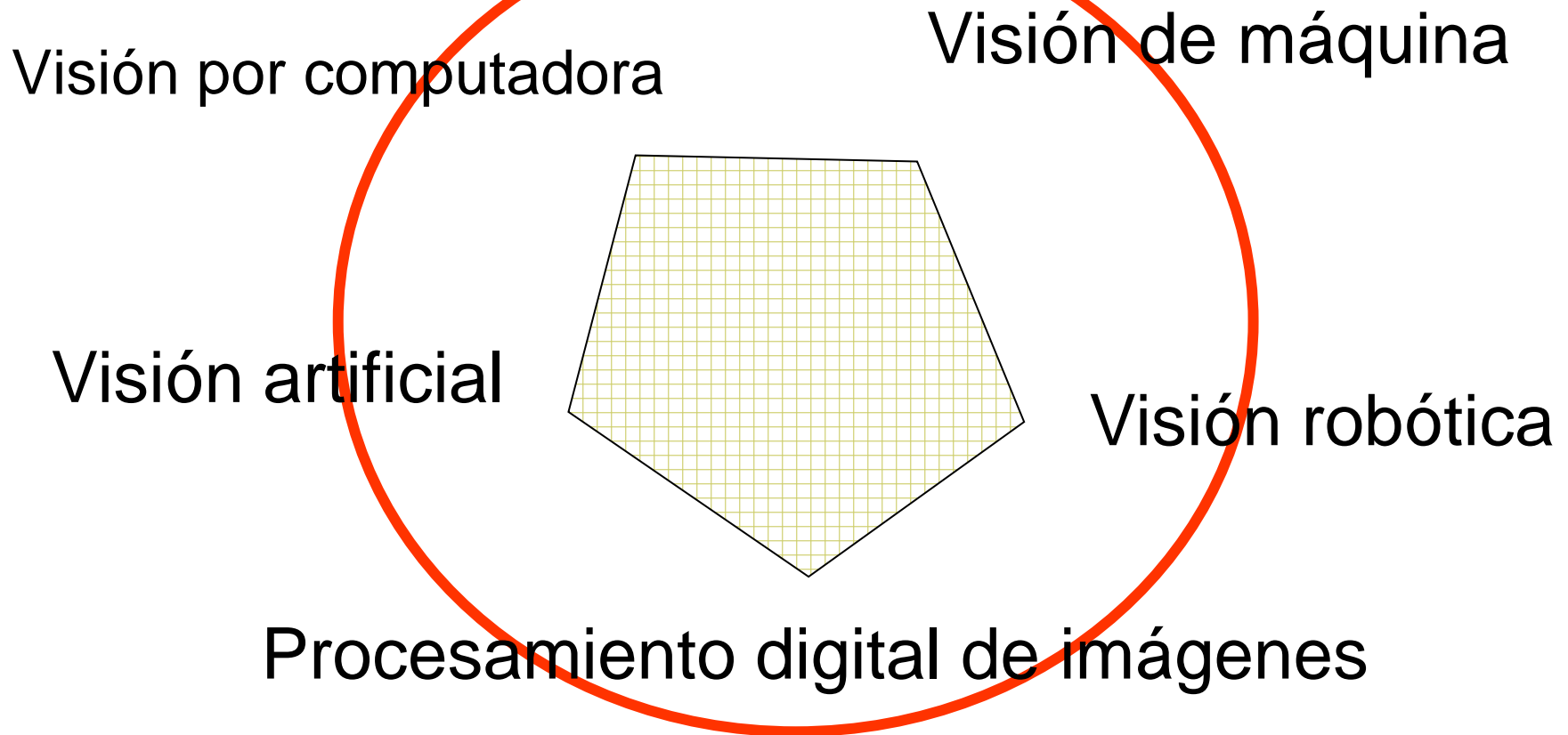
- Computación
- Inteligencia artificial
- Ingeniería
- Psicología
- Matemáticas
- Neurociencias
- Anatomía
- Y muchas más

# Aplicaciones



- Militares: Detección y seguimiento de objetivos
- Robótica: guiado y navegación de robots
- Agricultura: análisis de terrenos
- Identificación: Reconocimiento de rostros
- Control de tráfico: control e identificación vehicular
- Control de calidad: inspección de materiales
- Biomedicina: análisis de muestras biológicas
- Seguridad: detección de artefactos, vigilancia

# Terminología





# Visión por computadora y Visión de máquina

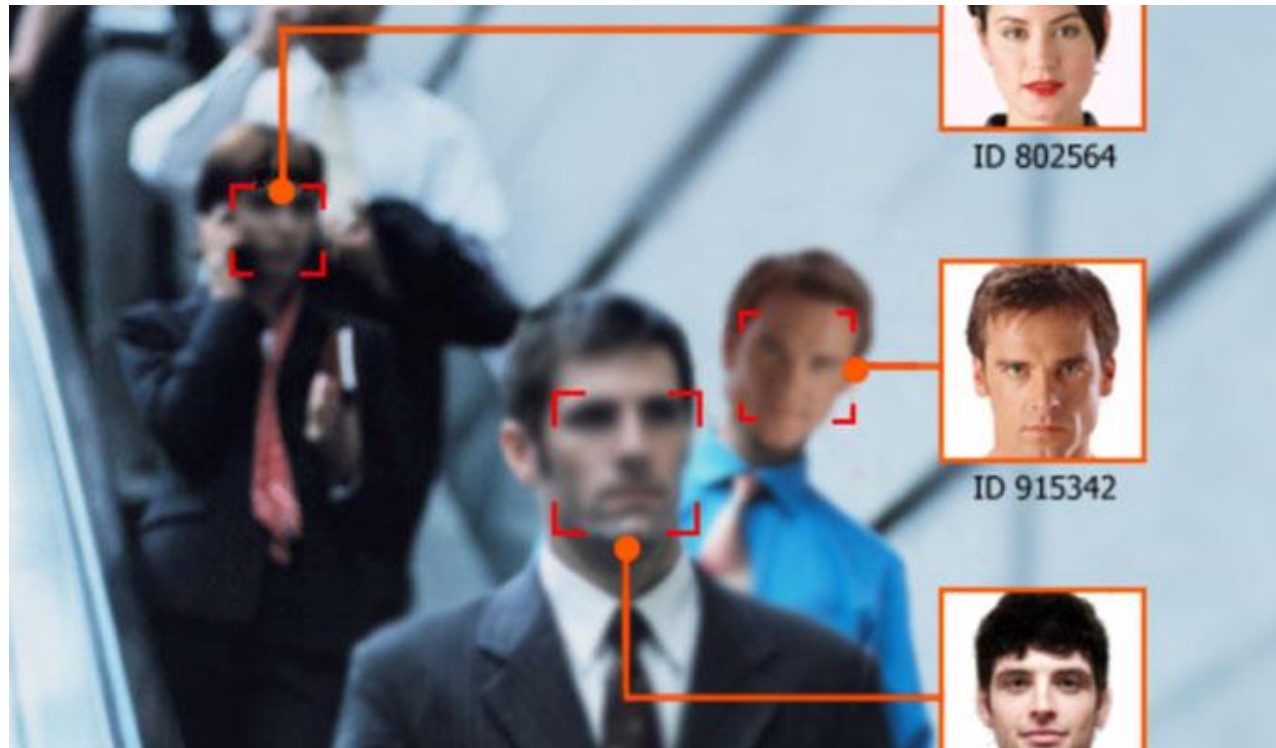


- La visión por computadora y la visión de máquina se relacionan con la extracción automática, el análisis y la clasificación de imágenes o secuencias de imágenes, generalmente dentro de un sistema de cómputo de propósito general o específico.

# Visión por computadora y Visión de máquina



- El propósito es obtener información útil del ambiente con la finalidad de realizar una tarea específica [3].



# Sistemas de visión de máquina



- Son generalmente utilizados en el ambiente industrial.
- Tienen que ver con soluciones de ingeniería para problemas específicos.

# Sistemas de visión de máquina (Definición)



- El uso de dispositivos de sensado óptico (sin contacto) para la recuperación e interpretación automática de una imagen de una escena real, con la finalidad de obtener información y/o control de máquinas o procesos. (AVA 1985)

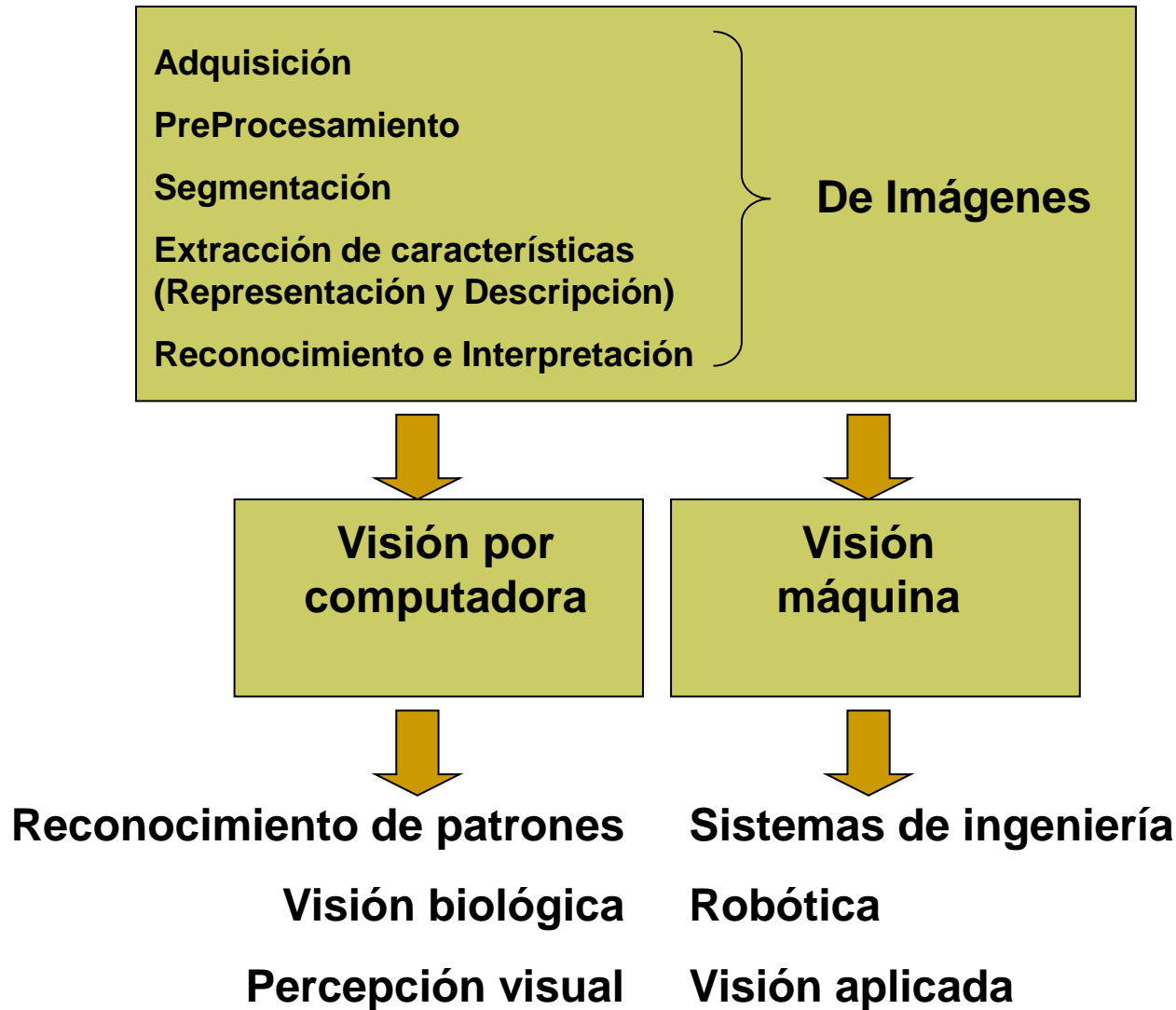
# Visión por computadora



- Es una rama de las ciencias de la computación que se enfoca en los aspectos relacionados con la interpretación automática de imágenes.
- Se enfoca más a aspectos de independencia del dominio.
- Intenta emular la visión para la interpretación de imágenes.



# Etapas del PDI puro y aplicado



# Visión robótica

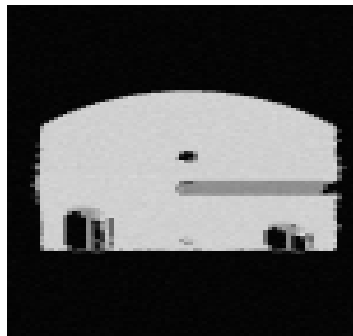


- Visión Robótica: Campo de la computación que estudia el uso de cámaras como sensores.
- Las cámaras “imitan” a los ojos (que son mucho más sofisticados).
- Principio: Luz reflejada en los objetos pasa a través de una lente (iris) en un “plano de imagen” (retina) formando una imagen que puede ser procesada.

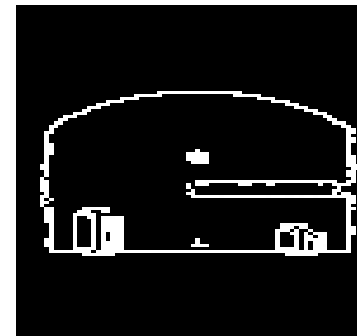
# Visión robótica



- Ese procesamiento suele ser muy costoso computacionalmente.
- Campo tan complejo que tradicionalmente se ha considerado como un campo de la IA.



Detección de  
orillas



# Imágenes digitales



- El concepto de imagen está asociado a una función bidimensional  $f(x,y)$ , cuyo valor será el grado de iluminación (intensidad de la luz) en el espacio de coordenadas  $(x,y)$ .
- El valor de esta función depende de la cantidad de luz que incide sobre la escena vista, así como de la parte que sea reflejada por los objetos que componen dicha escena.



**imagen**

$$f(x,y) = i(x,y) r(x,y)$$

**$i(x,y)$  = iluminación**

**$r(x,y)$  = reflexión**

$$0 < i(x,y) < \infty$$

$$0 < r(x,y) < 1$$

$$0 < f(x,y) < \infty$$



# $f(x,y)$ digitalizada en la memoria de la computadora en una matriz $N \times M$



$f(x,y) =$

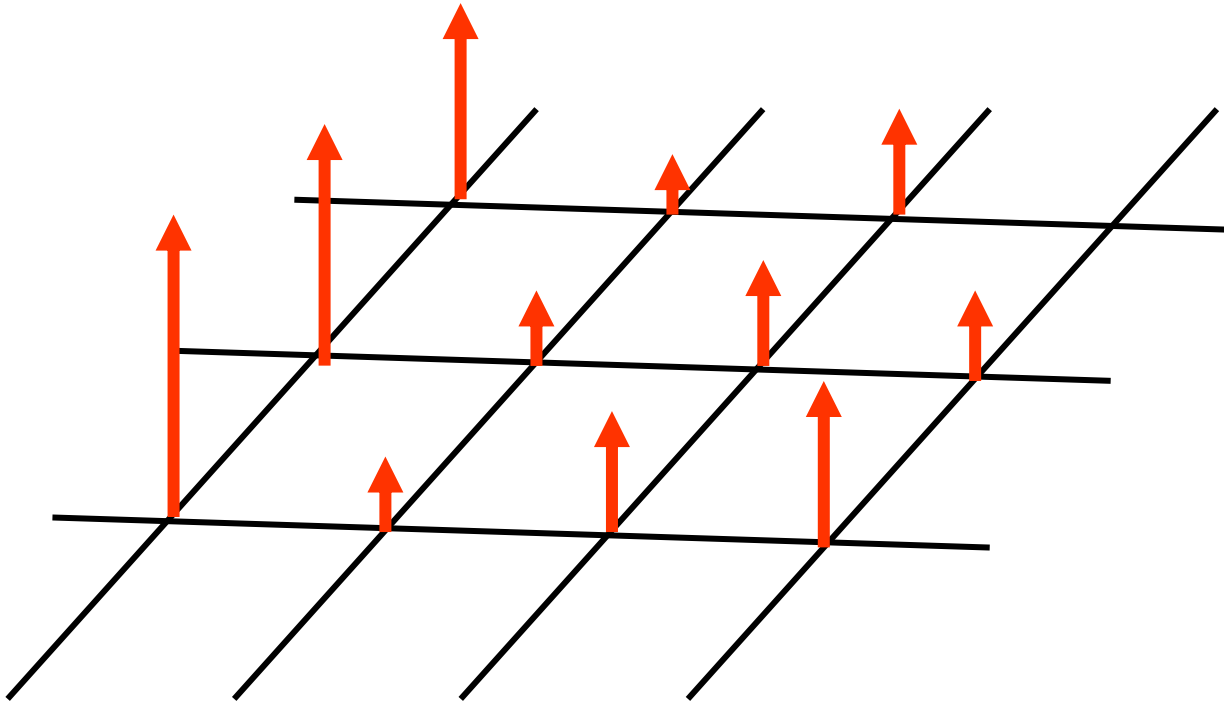
$f(0,0)$	$f(1,0)$	...	$f(N-1,0)$
$f(0,1)$	$f(1,1)$	...	$f(N-1,1)$
.			.
.			.
$f(0,M-1)$	$f(1,M-1)$	...	$f(N-1,M-1)$



- **Muestreo** es la conversión que sufren las dos dimensiones espaciales de la señal analógica, y que genera la noción de **pixel**.
- **Cuantificación** es la conversión que sufre la amplitud de la señal analógica; así se genera el concepto de **nivel de gris o intensidad**.

(0- 255) 0 = negro, 255 = blanco

# Imagen digital



Intensidades de nivel de gris

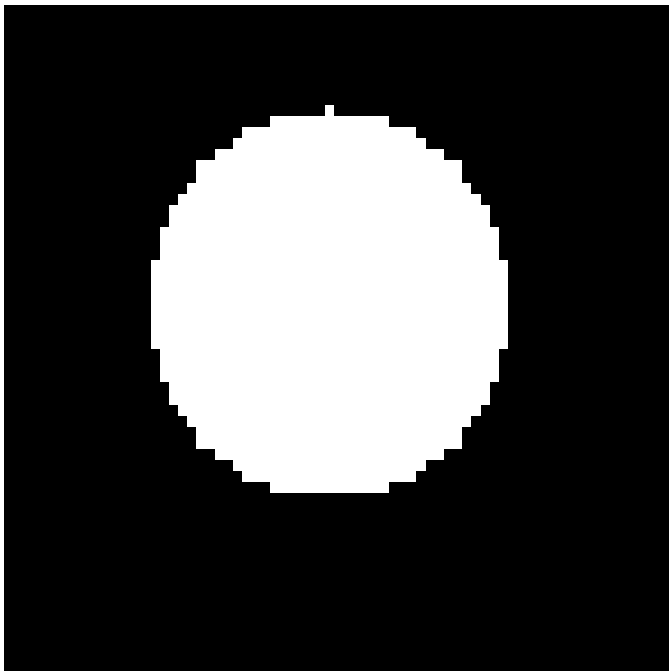
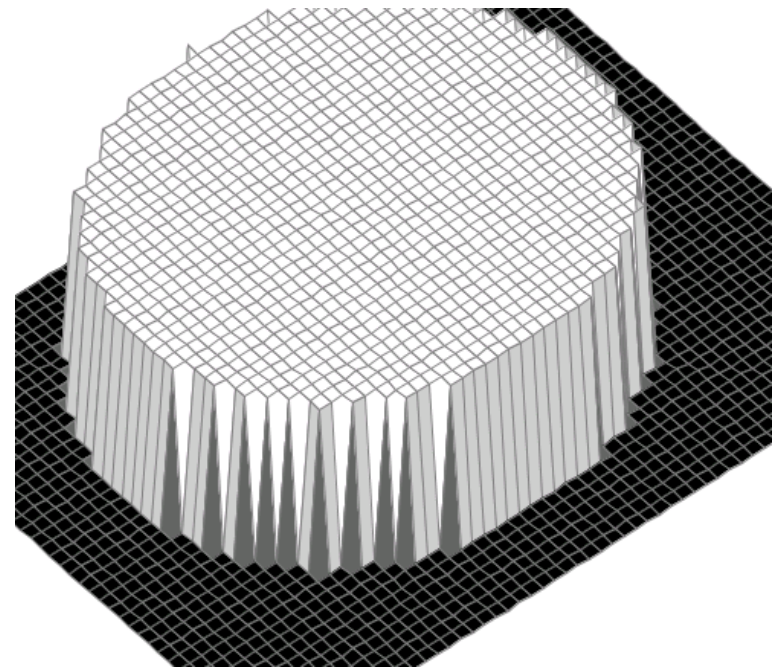


Imagen original



proyección



# Operadores aritméticos en imágenes



- Adición
- Substracción
- Multiplicación
- División
- Mezcla (blending)
- Lógicos (and, nand, or, nor, xor, not)





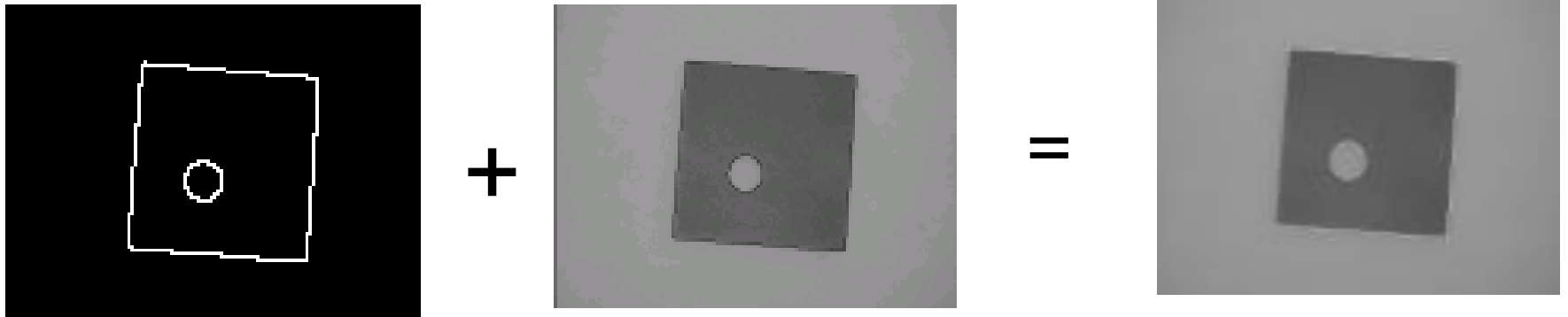
# Adición

- Entrada: dos imágenes del mismo tamaño.
- Salida: una tercer imagen del mismo tamaño de las primeras en la cual los valores de pixel son la suma de los valores correspondientes en las entradas.

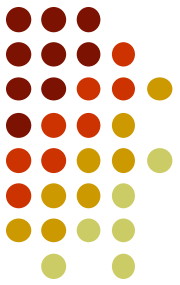
$$Q(i, j) = P_1(i, j) + P_2(i, j)$$

$$Q(i, j) = P_1(i, j) + C$$

# Adición



# Substracción

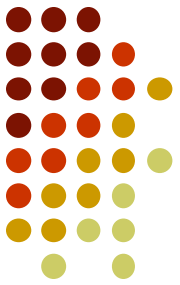


$$Q(i, j) = P_1(i, j) - P_2(i, j)$$

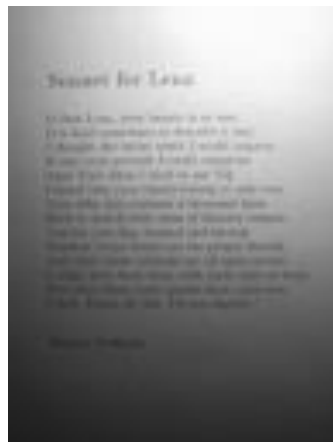
$$Q = |P_1(i, j) - P_2(i, j)|$$

$$Q = P_1(i, j) - C$$

# Substracción



umbral



-



=



# Substracción (detección de movimiento)

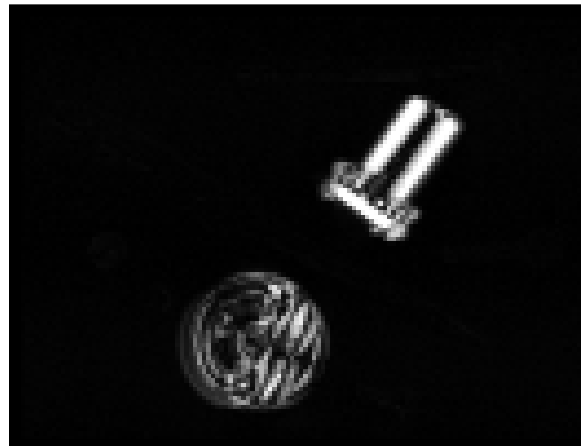


frame1

—



frame2





# Multiplicación

$$Q(i, j) = P_1(i, j) \times P_2(i, j)$$

$$Q(i, j) = P_1(i, j) \times C$$

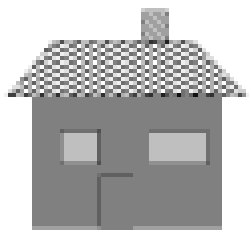
$C < 1$  oscurece la imagen

$C > 1$  aclara la imagen

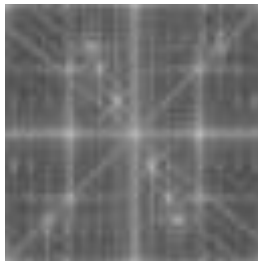
# Multiplicación



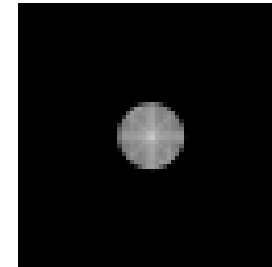
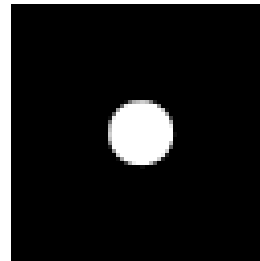
$\times \text{Cte} =$



FFT  
→



$\times$



Inv.FFT  
→



original

dominio freq.

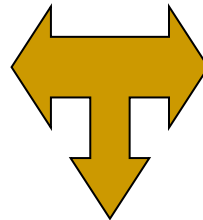
pasa bajas

resultado

# Mezcla



$$Q(i, j) = X \times P_1(i, j) + (1 - X) \times P_2(i, j)$$





# Lógicos AND/NAND



A	B	Q
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

**AND**

A	B	Q
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

**NAND**



# AND/NAND

- La entrada típica son dos imágenes binarias o de niveles de grises.
- La salida es una tercera imagen donde cada pixel es el resultado del operador lógico entre los pixeles de entrada correspondientes.
- Una variación de este operador puede ser el uso de una constante.

# AND/NAND



- Usos: detección de movimiento, selección de una región, enmascarar, etc.



**Quisiéramos aclarar una  
región de esta imagen**





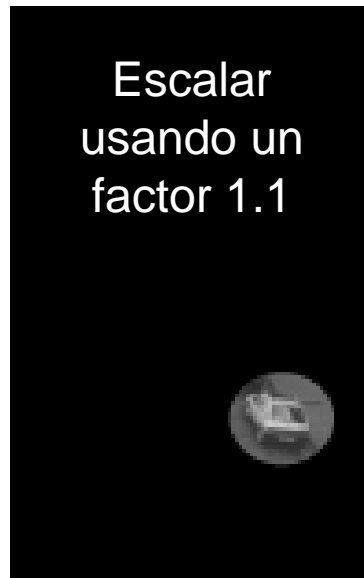
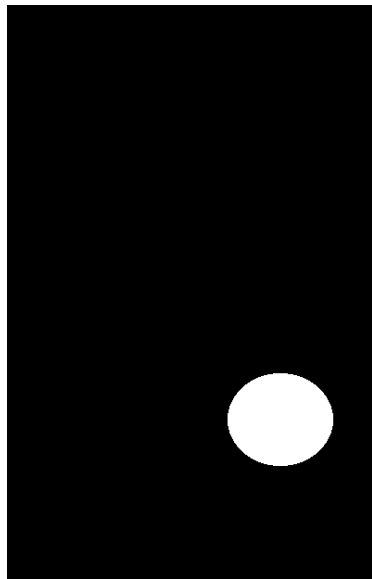
Seleccionar  
región



Umbral



↓ AND



Sumando  
con la  
original





# Operadores puntuales

- Umbralizado (*thresholding*)
- Umbralizado adaptivo (*adaptive thresholding*)
- Aumento de contraste (*contrast stretching*)
- Ecualización de histograma (*histogram equalization*)
- Operador logarítmico (*logarithm operator*)
- Operador exponencial (*exponential/ raise to power operator*)

# Preprocesamiento de imágenes



- Comprende aquellos algoritmos cuya finalidad es obtener una mejora en la apariencia de la imagen original.
- La mejora consiste en resaltar determinadas características de la imagen o eliminar aquello que las oculta, para realizar el análisis de la imagen de la forma más simple.
- Es una etapa orientada hacia el problema específico. Los algoritmos que funcionan bien en unos casos, no lo harán en otros[1].



# Preprocesamiento de imágenes



## Enfoques

↙  
Dominio del  
espacio



Son algoritmos  
locales que  
transforman el  
valor de cada  
pixel o el de un  
conjunto de ellos.

↘  
Dominio de la  
frecuencia



Se modifica  
alguna  
transformada  
(p.e. Fourier) de  
la imagen.

# Preprocesamiento de imágenes



## Transformaciones:

- Cambio de contraste (diferencia entre pixeles claros y oscuros).
- Modificación del histograma
- Eliminación de ruido (datos no útiles)
- Realce de bordes.- resaltar los puntos donde existe un cambio de niveles de gris.
- Falso color.- Asignar a cada valor de gris un color distinto.

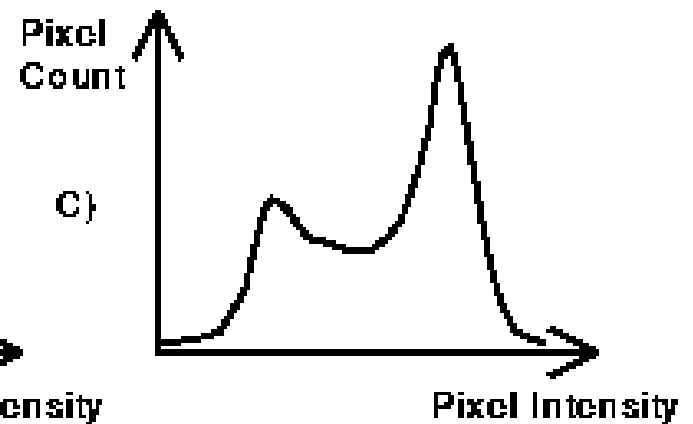
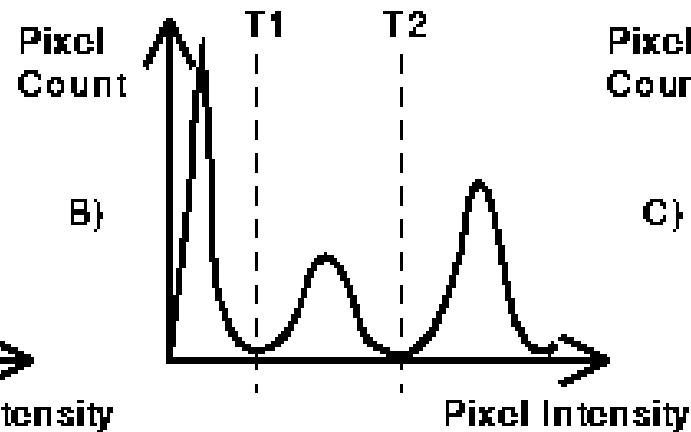
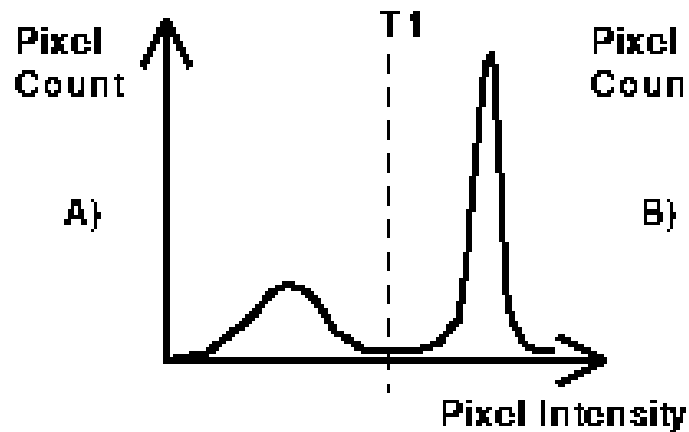




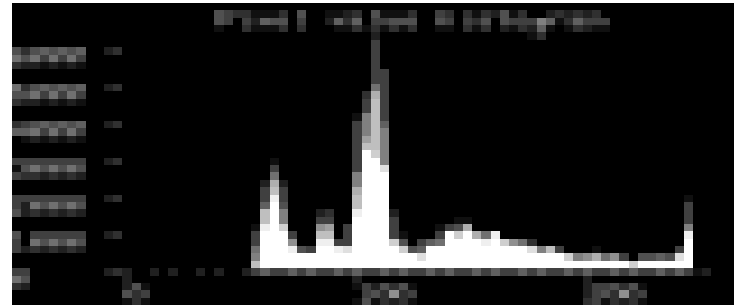
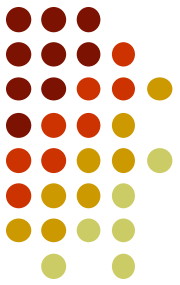
# Umbralizado

- En muchas ocasiones es necesario separar del fondo de una imagen el o los objetos en los que estamos interesados.
- El umbralizado permite hacer este trabajo de una manera muy simple.
- La entrada es una imagen en tonos de grises o color, y la salida es una imagen binaria.

# Umbralizado



# Umbralizado



Histograma  
de la imagen



# Tratamiento de imágenes de alto nivel



- Visión basada en modelos:
  - Segmentación: proceso de dividir la imagen en partes que corresponden a objetos.
  - Comparar con las posibles combinaciones de bordes con modelos previos. Proceso muy costoso.

# Tratamiento de imágenes de alto nivel



- Visión basada en movimiento:
  - Los objetos físicos responden a leyes físicas conocidas.
  - Saber que nada se mueve en la escena entre las dos imágenes.
  - Permite restar las dos imágenes para encontrar objetos.
- Visión binocular:
  - Tener dos cámaras, conociendo la diferencia entre ellas
  - Tomar dos imágenes a la vez.
  - Restar una de la otra

# Tratamiento de imágenes de alto nivel



- Uso de texturas
  - Una misma textura tiene la misma intensidad.
  - Asumir que texturas uniformes corresponden al mismo objeto.



# Visión en tiempo real

Simplificar el problema de la visión artificial para uso p.e. en robótica para la conducción automática.

- Técnicas:
  - Usar el color: buscar sólo por determinado color.
  - Reducir la imagen: Usar una línea en vez de 512X512
  - Uso de información del entorno: uso de las líneas de una carretera.



# Referencias

1. Arturo de la Escalera Hueso. *Visión por computador, fundamentos y métodos*. Prentice Hall. 2001.
2. González R.C. & Woods. *Tratamiento Digital de Imágenes*. Addison-Wesley. 2003. U.S.A.
3. [www.syscom-info.mx](http://www.syscom-info.mx)
4. Whelan Paul F. and Molloy D., “Machine Vision Algorithms in Java, Techniques and Implementation”. Springer. Great Britain. 2001.
5. G. J. Awcock, R. Thomas, “Applied Image Processing”. McGraw-Hill, Inc., USA. 1996.