

# Fundamentos

Material de clase: <http://www.robotica-up.org/>  
Education → Digital Image Processing

Biblio:  
Gonzalez (Rafael) & Woods (Richard),  
*Digital Image Processing*, Prentice Hall

## ¿Por qué usar cámaras?

### **Sensores:**

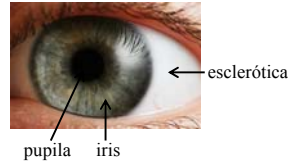
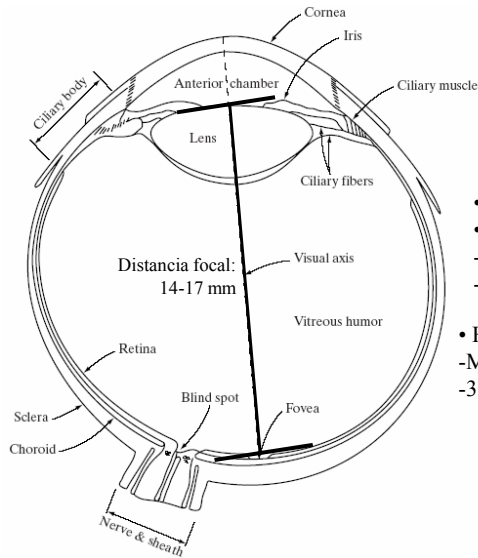
**Activos:** sonar, radar, láser, infrarrojos (IR) y sensores de inducción

**Pasivos:** cámaras, acústicos, brújula electrónica, odómetros y giroscopios

### **Cámaras vs Sensores Activos:**

- Todos los sensores activos son tecnología invasiva → detectables
- Scanning secuencial → lentos y rango limitado (láser)
- Velocidad de muestreo (las cámaras son 25 veces más rápidas)
- Costo
- 3D vs 2D
- Las cámaras implican mayor carga de procesamiento

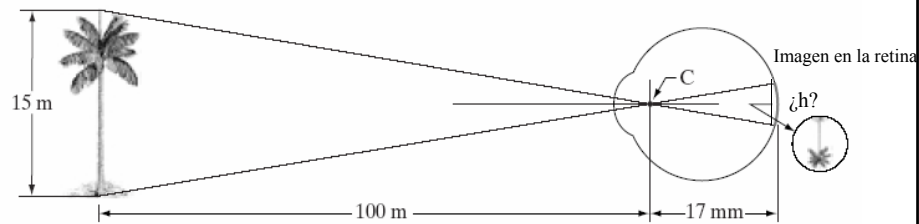
## Inspiración biológica: el ojo humano



- Los lentes son flexibles
- Las fibras ciliares controlan los lentes:
  - Relajados para objetos lejanos (> 3m)
  - Tensos para objetos cercanos
- Fovea: área de mayor resolución de la retina
  - Matriz de 1.5 x 1.5 mm
  - 337,000 elementos (580 x 580)

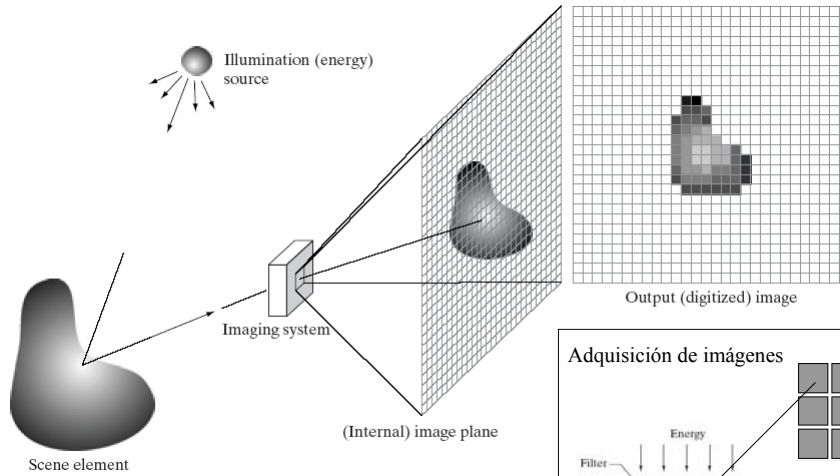
Cámara: 580 x 580 requiere 5 x 5 mm

## Formación de imágenes en el ojo

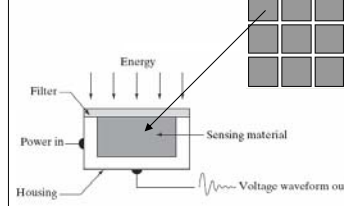


$$h = 2.55 \text{ mm}$$

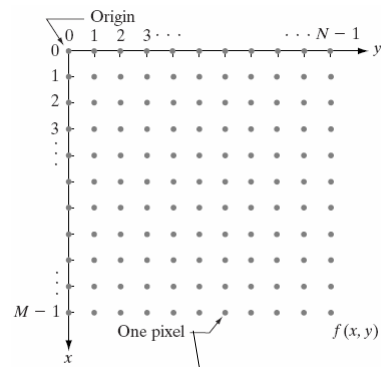
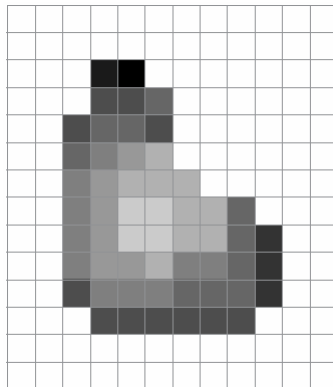
## Cámara: Principio de funcionamiento



### Adquisición de imágenes



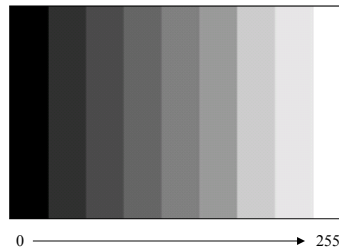
## Imágenes Digitales



$$A = \begin{bmatrix} a_{0,0} & a_{0,1} & \dots & a_{0,N-1} \\ a_{1,0} & a_{1,1} & \dots & a_{1,N-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{M-1,0} & a_{M-1,1} & \dots & a_{M-1,N-1} \end{bmatrix}$$

## Imágenes Digitales

### Niveles de gris



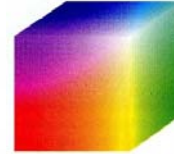
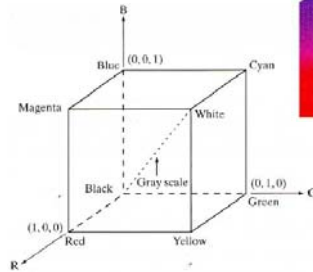
$$A_{M \times N}$$

$$L = 2^k \text{ bits}$$

Niveles de gris

Ej: Imagen de 8 bits tiene 256 niveles posibles de gris

### Color: Modelo RGB



$$A_{M \times N \times 3}$$

$$L = (2^k)^3$$

Ej: Imagen de 8 bits en RGB tiene 16,777,216 colores posibles  
→ Equivale a una imagen de 24 bits en gris

## Imágenes Digitales

### Almacenamiento de una imagen

$$\text{Numero de bits en disco} = b = M \cdot N \cdot k$$

Ej: Imagen de 100x100 a 24 bits ocupa 240,000 bits o 30,000 bytes o 29.29 kB

Formato	Extensión	#bits / colores	Desempeño (Ej: fotos)
<b>JPEG</b> (Joint Photographic Experts Group)	jpg, jpeg	24 bits	Mejor relación: Calidad/tamaño de archivo
<b>TIFF</b> (Tagged Image File Format)	tif, tiff	24, 48 bits	Mejor calidad
<b>GIF</b> (Graphic Interchange Format)	gif	8 bits	Peor opción
<b>BMP</b> (Windows bitmap)	Bmp, dib	1, 4, 8, 16, 24, 32 bits	Mayor tamaño de archivo, Windows...
<b>PNG</b> (Portable Network Graphics)	png	24, 48 bits	Mejor calidad

## Términos comunes en Imágenes Digitales

**1. Resolución:** Tamaño de la imagen. Expresa el número total de píxeles en una imagen:

Ejemplo:

Una imagen de 2048 x 1536 tiene 3,145,728 píxeles o 3.1 Megapíxeles

Nota: 1 Megapíxel= 1,000,000 píxeles. No juega el 1024 como en los bytes.

**2. Nitidez:** La claridad visual de una imagen. Detalles bien enfocados y definidos.

**3. DPI (puntos por pulgada):** Es una medida para resoluciones de impresión. Se refiere al número de píxeles que serán impresos en una pulgada.

Ejemplo: Una imagen de 2048 x 1536 impresa a:

$$-100 \text{ dpi medirá: } \frac{2048}{100} \times \frac{1536}{100} = 20.48 \times 15.36 \text{ in (52 x 39 cm)}$$

$$-250 \text{ dpi : } 8.19 \times 6.14 \text{ in (20.8 x 15.6 cm)}$$

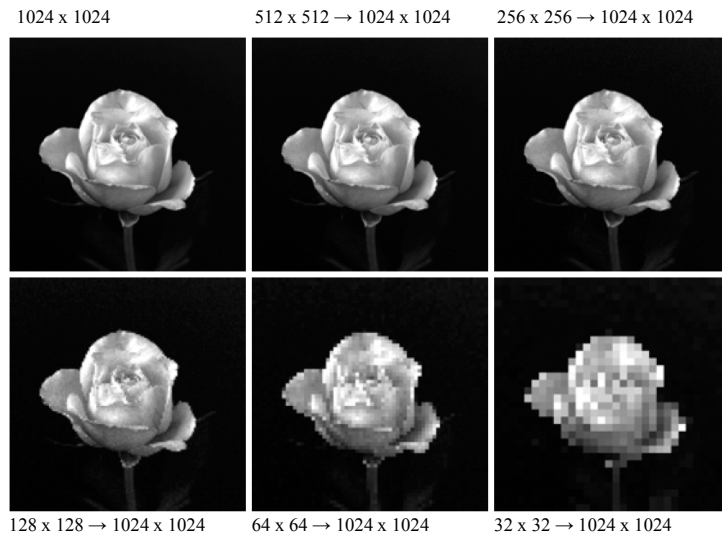
Conclusión: A mayor dpi, mayor calidad de impresión y menor tamaño de impresión.

## Reducción de imágenes



**Eliminación de filas y de columnas**

## Amplificación de imágenes



**Duplicación de filas y de columnas**

## Operaciones con Píxeles

### Vecinos de un píxel p

$$4\text{-Vecinos de } p: N_4(p) \begin{cases} (x + 1, y) \\ (x - 1, y) \\ (x, y + 1) \\ (x, y - 1) \end{cases}$$

$$8\text{-Vecinos de } p: N_8(p) \begin{cases} N_4(p) \\ (x + 1, y + 1) \\ (x + 1, y - 1) \\ (x - 1, y + 1) \\ (x - 1, y - 1) \end{cases} N_D(p)$$

### Adyacencia y conectividad

2 píxeles están conectados si son vecinos y si satisfacen cierto criterio V (ej: mismo valor)

Adyacencia-4: 2 píxeles p y q con valores en V tienen adyacencia 4 si:  $q \in N_4(p)$

Adyacencia-8: 2 píxeles p y q con valores en V tienen adyacencia 8 si:  $q \in N_8(p)$

Adyacencia-m: 8-A sin ambigüedades

### Caminos (paths)

El camino del píxel p al píxel q es una secuencia de píxeles 4-8-m adyacentes