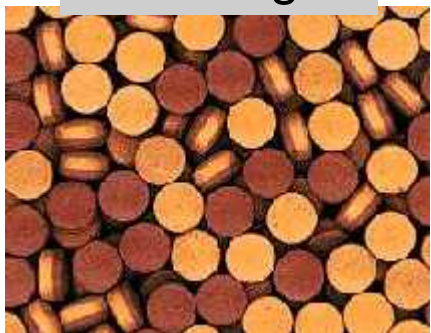


# Visión por Computador: Introducción

- Ciencia que desarrolla la **base teórica** y **algorítmica** mediante la que se **extrae** y **analiza información útil** sobre el mundo/ entorno, a partir de:

una imagen



un conjunto de imágenes

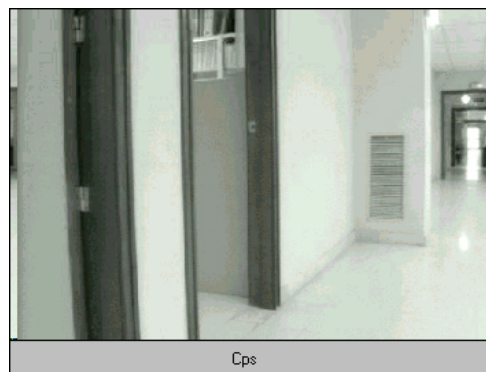


left



right

una secuencia de imágenes



Cps



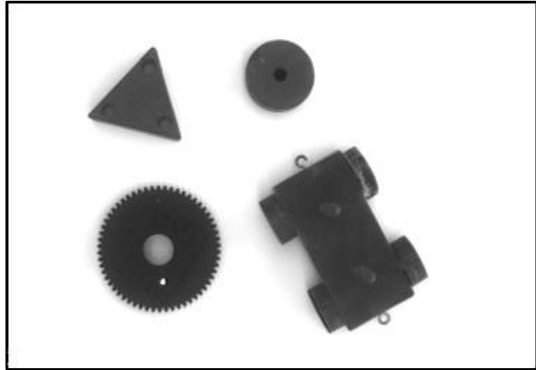
disparities

- Los sensores no ofrecen esta información directamente, hace falta procesado



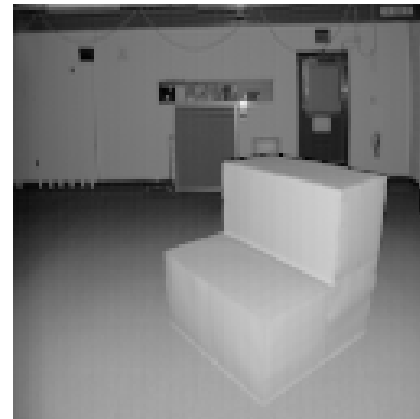
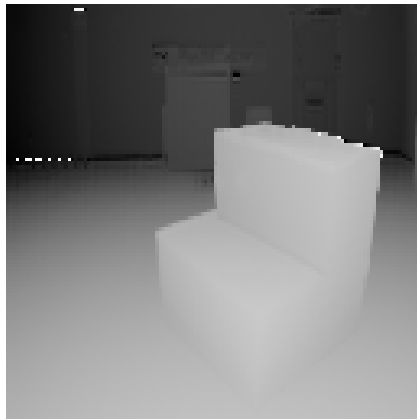
# Tipos de Imágenes

- Sensores ópticos: **luminosidad**



- Sensores de rango: **distancia a objetos**

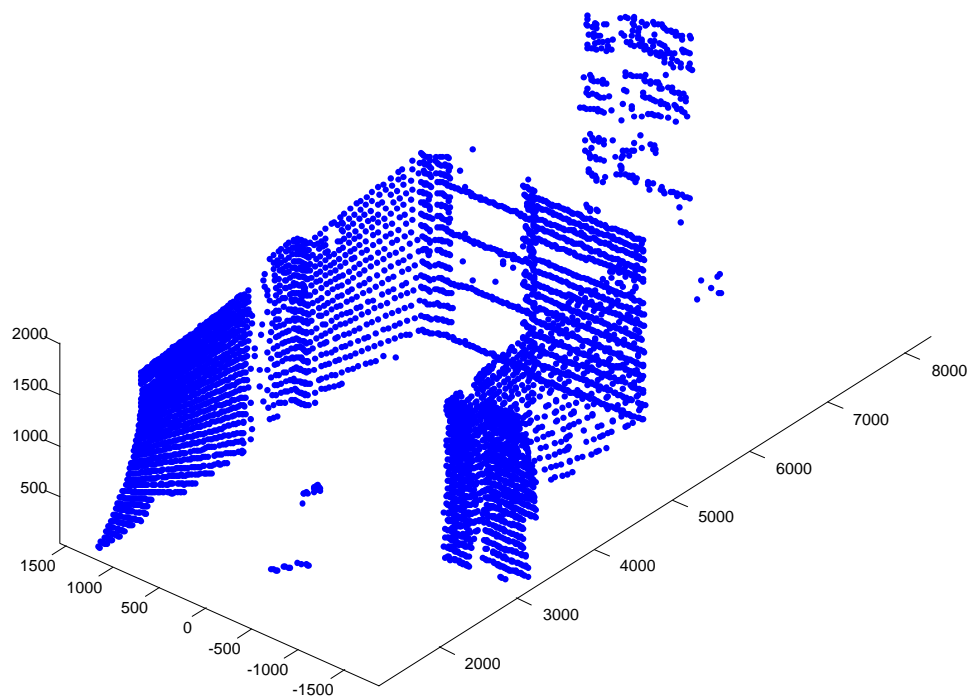
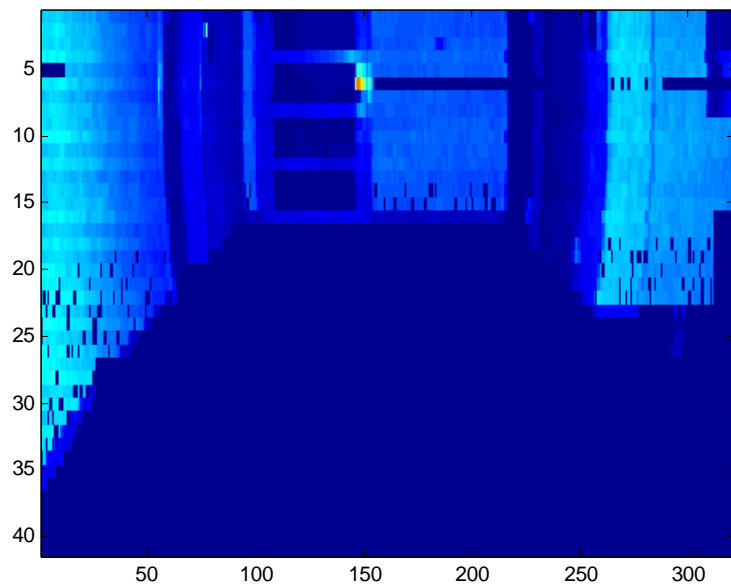
de rango



óptico

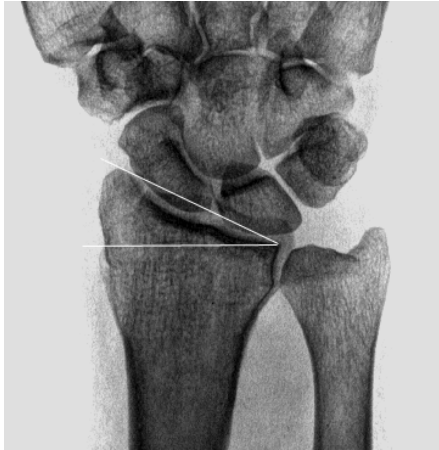
# Tipos de Imágenes

- Sensores de rango: **distancia a objetos**

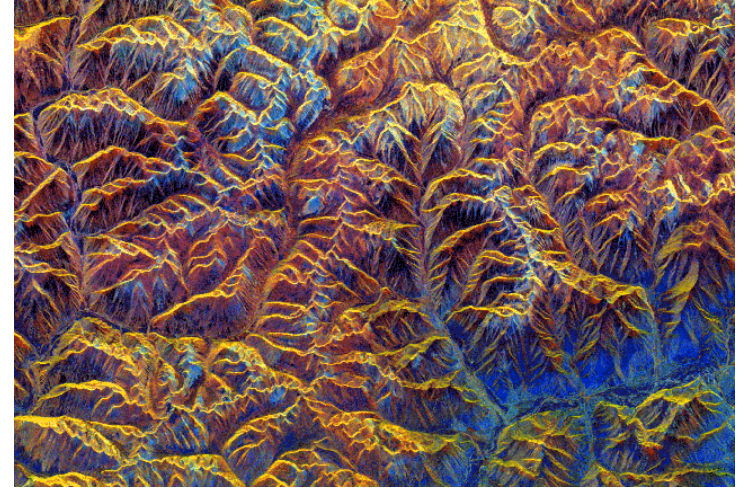


# Tipos de Imágenes

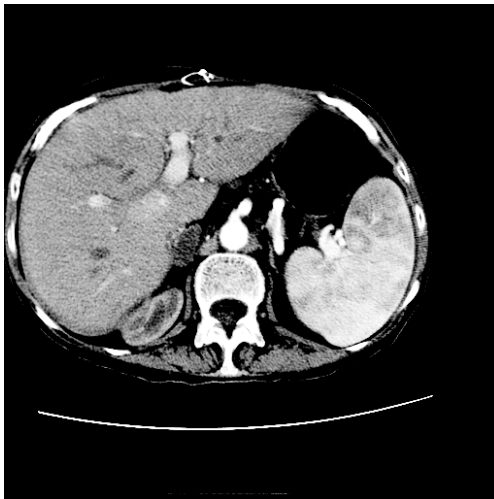
- Radiografía: rayos x



- Sónar: ecolocalización



- Tomografía: sección plana



- Infrarrojos:



# Problema Fundamental

- **Unidades de observación:** secuencias de enteros

```
00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 01 02 03 04 03 02 01 00
00 02 04 06 08 06 04 02 00
00 03 06 09 12 09 06 03 00
00 04 08 12 16 12 08 04 00
00 03 06 09 12 09 06 03 00
00 02 04 06 08 06 04 02 00
00 01 02 03 04 03 02 01 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00
```

- **Unidades de análisis:** descripciones de alto nivel



- ¿Qué objetos hay?
- ¿Dónde están?

- ¿Qué propiedades tienen?
- ¿Cómo se relacionan?



# Problema Fundamental

- Las unidades de observación **no son iguales** a las unidades de análisis.

**Unidades de observación:**  
PIXEL (Pictures(x?) ELe ment)

Propiedades:

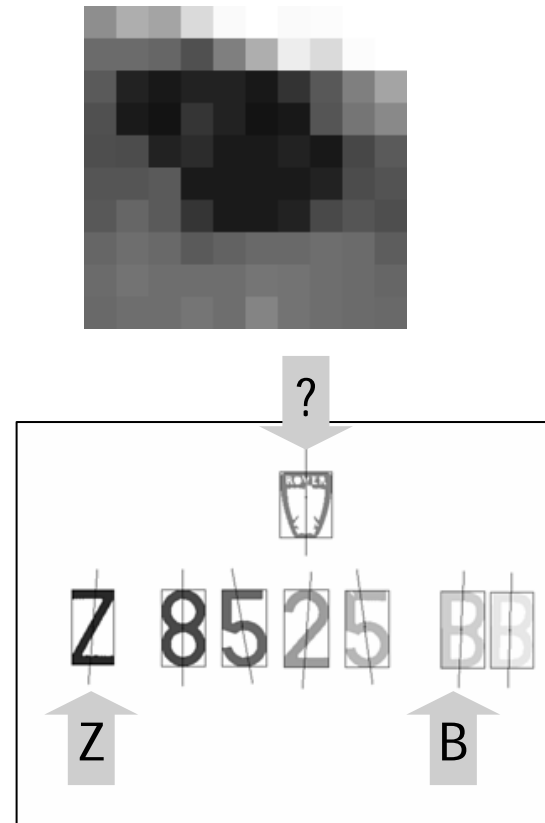
- posición
- valor

**Unidades de análisis:**

Objetos presentes:

- identidad
- forma
- posición
- orientación
- descripción

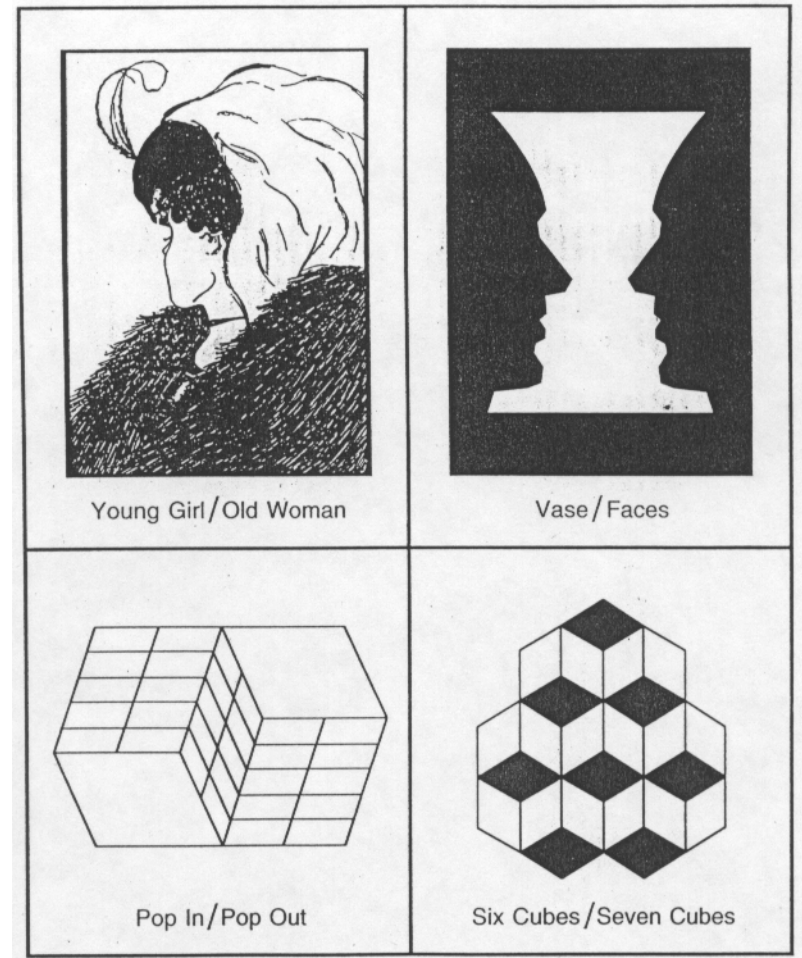
- Cada pixel **NO** contiene aisladamente información sobre el objeto.



# Problemas adicionales

- Oclusioniones
- Sombras
- Brillos, reflejos
- Ruidos
- Fondo complejo

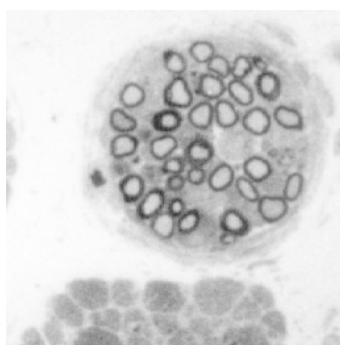
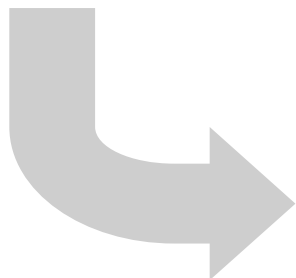
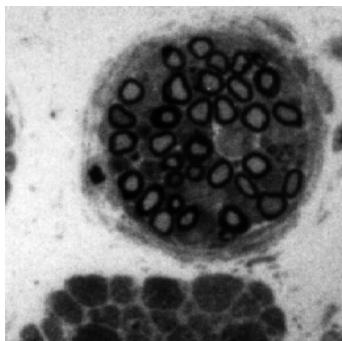
**Son problemas  
difíciles para todos  
los sistemas de  
visión.**



**Estos incluso para la  
visión humana**

# Relación con otros campos

- **Procesamiento Digital de Imágenes:** Técnicas de transformación de imágenes en las que no hay interpretación (mejoramiento, compresión, eliminación del ruido).



- **Informática Gráfica:** Generación de imágenes sintéticas a partir de descripciones de la escena (es el problema inverso!).

Descripción precisa



- **Reconocimiento de Patrones:** Clasificación de información numérica (estadístico) y simbólica (sintáctico).
- **Inteligencia Artificial:** Estudia aspectos computacionales de la inteligencia y e intenta diseñar sistemas que se comporten inteligentemente (percepción).
- **Psicofísica:** Estudia el efecto de los fenómenos o estímulos físicos en el organismo. Se ha estudiado mucho la visión humana.

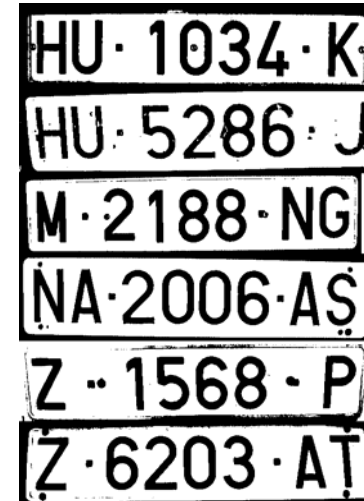




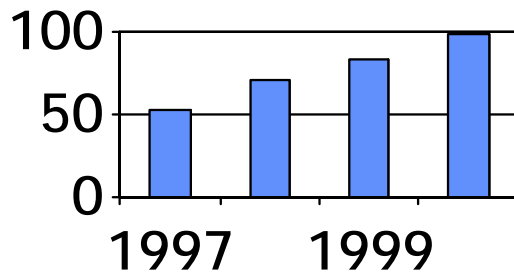
# Aplicaciones

- Diagnóstico Médico
- Meteorología
- Robótica
- Agricultura
- Exploración espacial
- ...

Reconocimiento de formas planas:



**Mercado europeo vision**  
(miles millones ptas)



- Incremento 17% anual

Certificación de olivos:

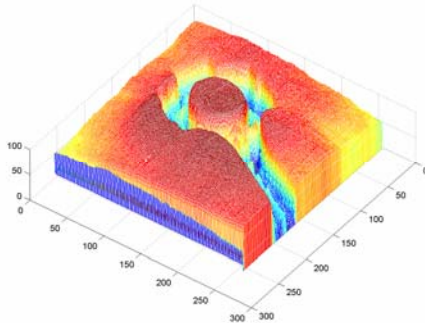


# Generalidades

- **Imagen:** función continua  $f$  de dos variables  $x$  e  $y$ , definida en una región rectangular de un plano.



- $f(x, y)$  es el valor de luminosidad de la imagen en el punto  $(x, y)$



- Las imágenes que percibimos en nuestras actividades visuales (y las que vamos a considerar) consisten normalmente de **luz reflejada** por los objetos que vemos.
- Siendo la luz una forma de **energía**, debe tener un valor positivo y finito:

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

# Generalidades

## Caracterización:

- (1) **iluminación**: cantidad de luz que incide en la escena que estamos visualizando.
  - (2) **reflectancia**: cantidad de luz reflejada por los objetos en la escena.
- Estas dos componentes  $i(x, y)$  y  $r(x, y)$  se combinan en forma de producto para formar  $f(x, y)$ :

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

$$\begin{aligned} 0 < i(x, y) < \infty \\ 0 < r(x, y) < 1 \end{aligned}$$

- La naturaleza de  $i(x, y)$  está determinada por la fuente de luz, y la de  $r(x, y)$  por las características del objeto.
- La reflectancia está acotada por 0 (absorción total) y 1 (reflectancia total).

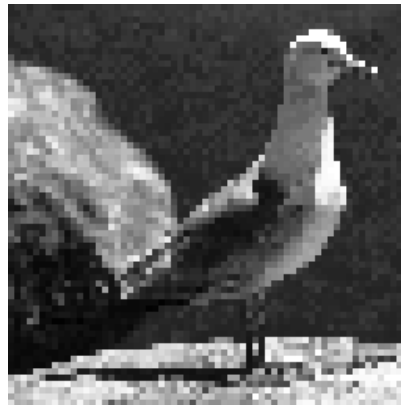


# Generalidades

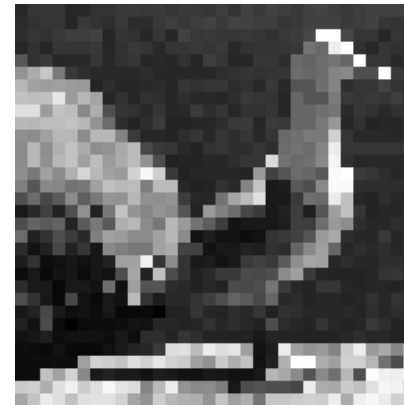
- La imagen, como función continua, no puede representarse perfectamente en un ordenador digital.
- Hace falta muestrear la señal en un número finito de puntos.
- **Resolución:** tasa de muestreo de una imagen; determina el número de elementos de la imagen (pixels).



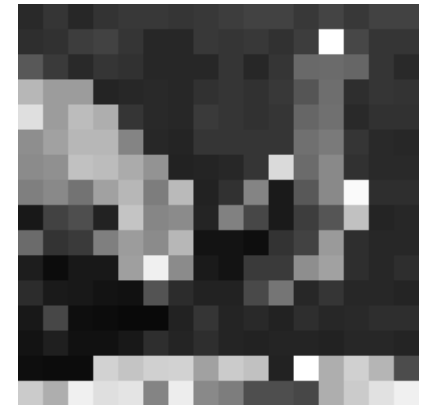
128 x 128 pixels



64 x 64 pixels



32 x 32 pixels



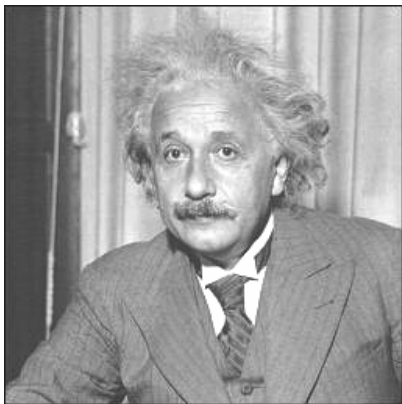
16 x 16 pixels



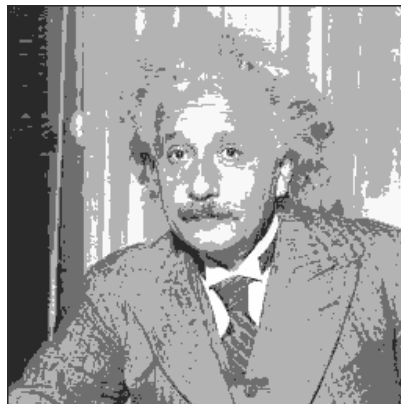
- Se intenta utilizar la resolución mínima que permita el procesamiento

# Generalidades

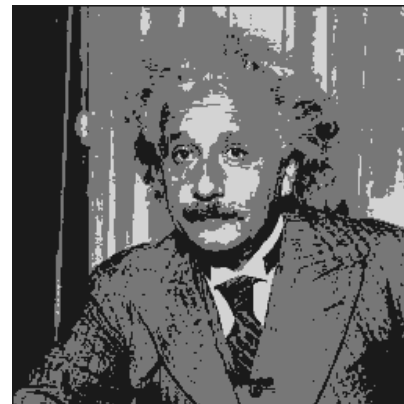
- Hay que cuantificar cada valor muestreado en el tamaño finito de una unidad de memoria del ordenador.
- **Cuantificación:** niveles de intensidad que se utilizan para representar el valor de un pixel.



256 niveles



50 niveles



10 niveles

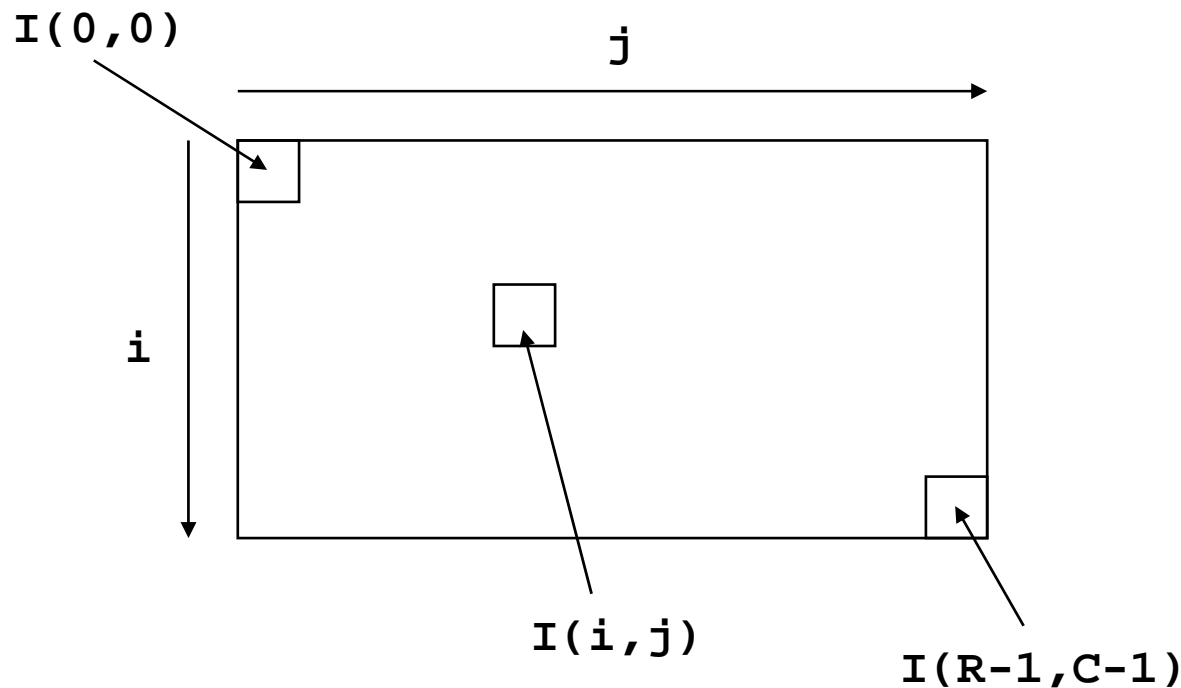


2 niveles

- El fundamento de la visión binaria radica en el hecho de que en muchas aplicaciones, la cuantización a dos niveles es suficiente.

# Generalidades

- **Imagen digital:** aproximación discreta  $I(i, j)$  de una imagen  $f(x, y)$  en forma de matriz  $R \times C$ .



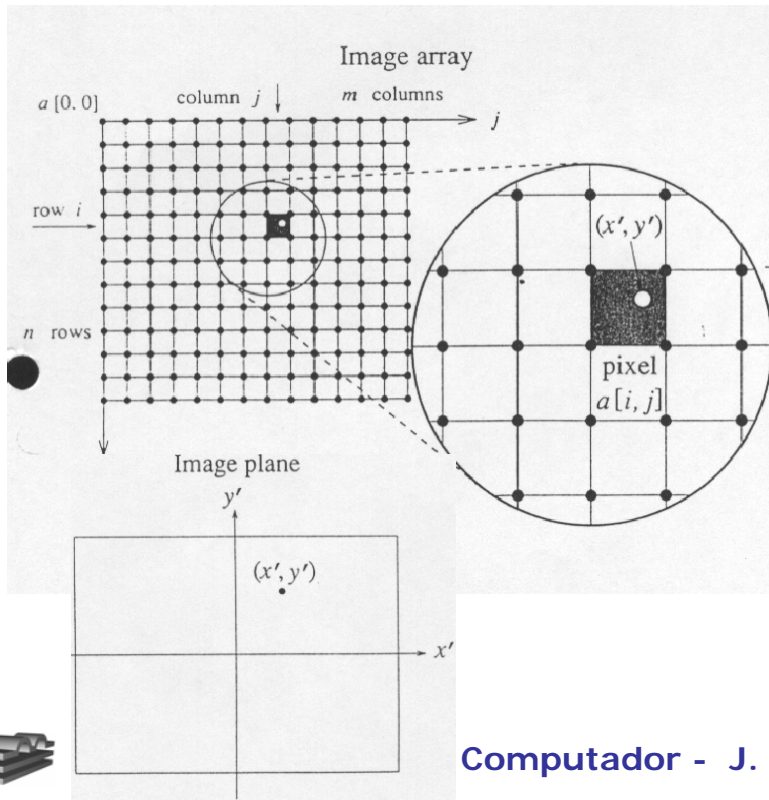
- **Pixel:** una muestra de  $f(x, y)$  almacenada en  $I(i, j)$ ; usualmente es un entero positivo de 8 bits  $[0:255]$ .



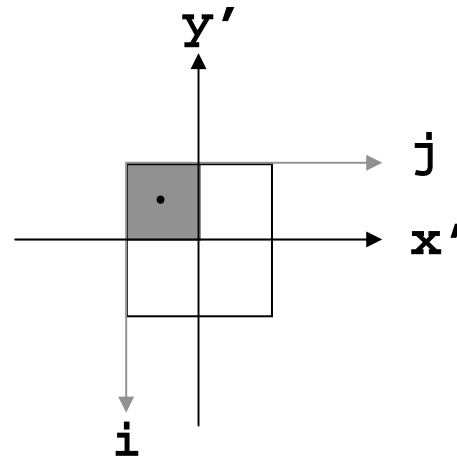
# Generalidades

- Las coordenadas  $(x', y')$  del centro del pixel en el plano de imagen pueden calcularse a partir de las coordenadas  $(i, j)$  del pixel:

$$\begin{aligned} x' &= j - (R-1)/2 \\ y' &= -(i - (C-1)/2) \end{aligned}$$

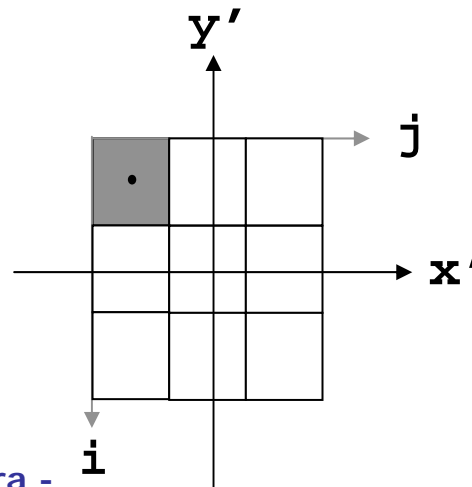


- Número par de filas y columnas:



$$\begin{aligned} R &= 2 \\ C &= 2 \\ i &= 0 \\ j &= 0 \\ x' &= -1/2 \\ y' &= 1/2 \end{aligned}$$

- Número impar de filas y columnas:



$$\begin{aligned} R &= 3 \\ C &= 3 \\ i &= 0 \\ j &= 0 \\ x' &= -1 \\ y' &= 1 \end{aligned}$$

# Suposiciones

1. El origen del sistema de coordenadas del plano de imagen corresponde al centro de la matriz de la imagen digital.
2. Las imperfecciones de la lente, los errores de construcción de la cámara se pueden corregir durante el proceso de *calibración*.

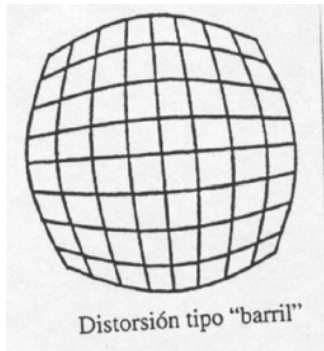


Imagen no calibrada:

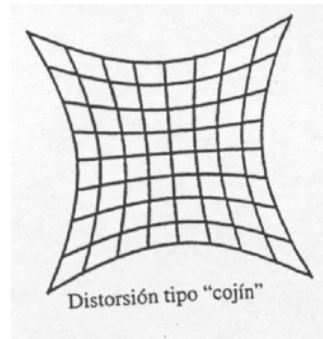
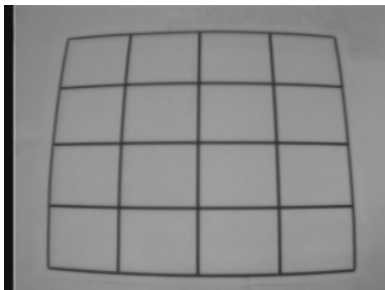
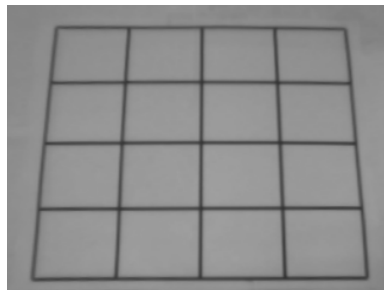


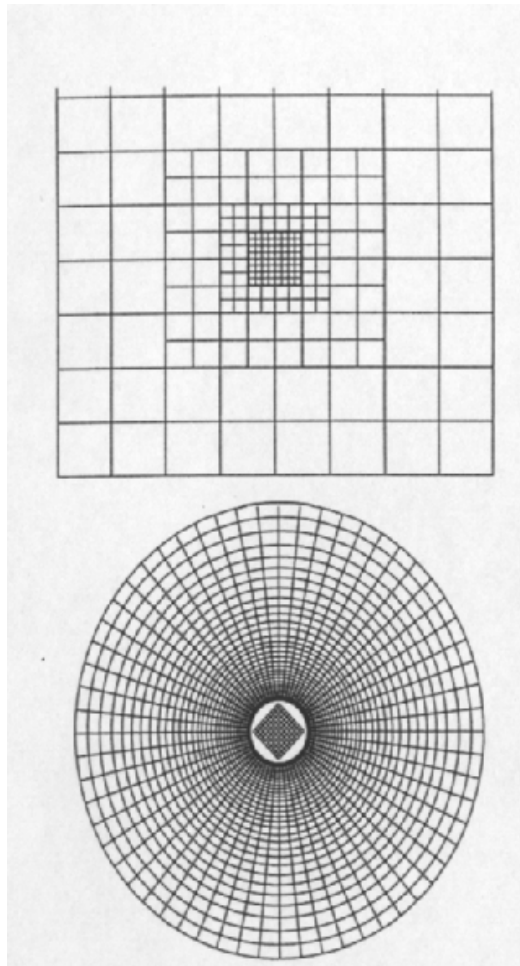
Imagen calibrada:





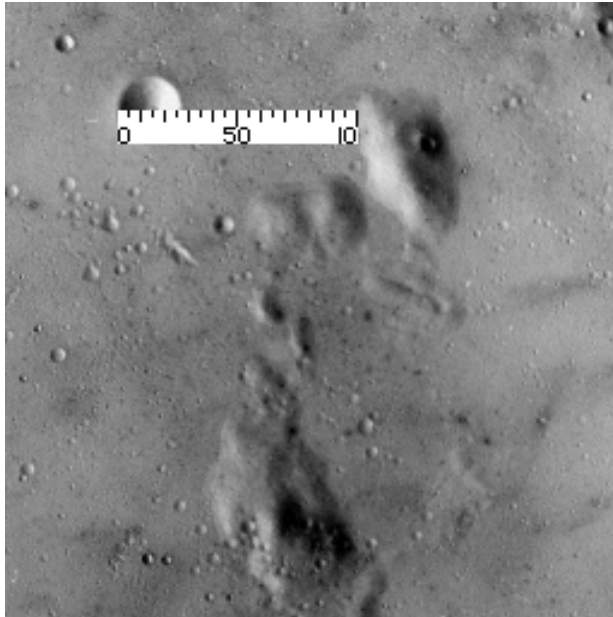
# Suposiciones

3. El muestreo se realiza a lo largo de una rejilla rectangular uniforme (muchas aplicaciones útiles no hacen esta suposición).

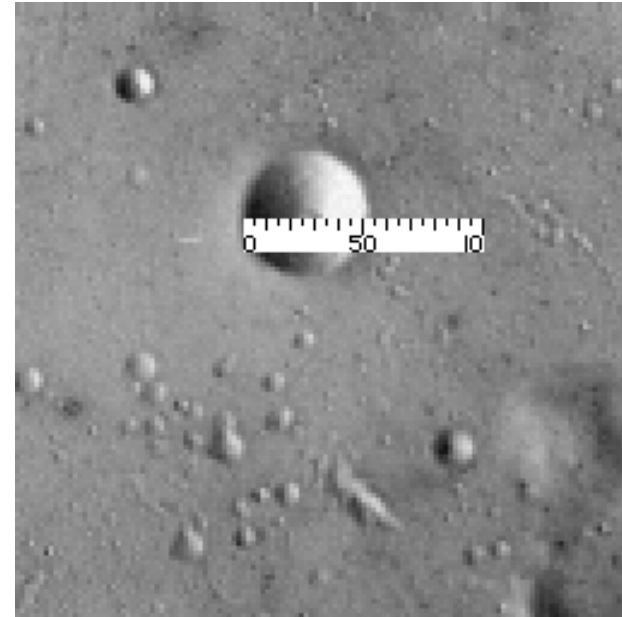


# Suposiciones

4. Durante el proceso de **calibración**, se calcula la resolución espacial.



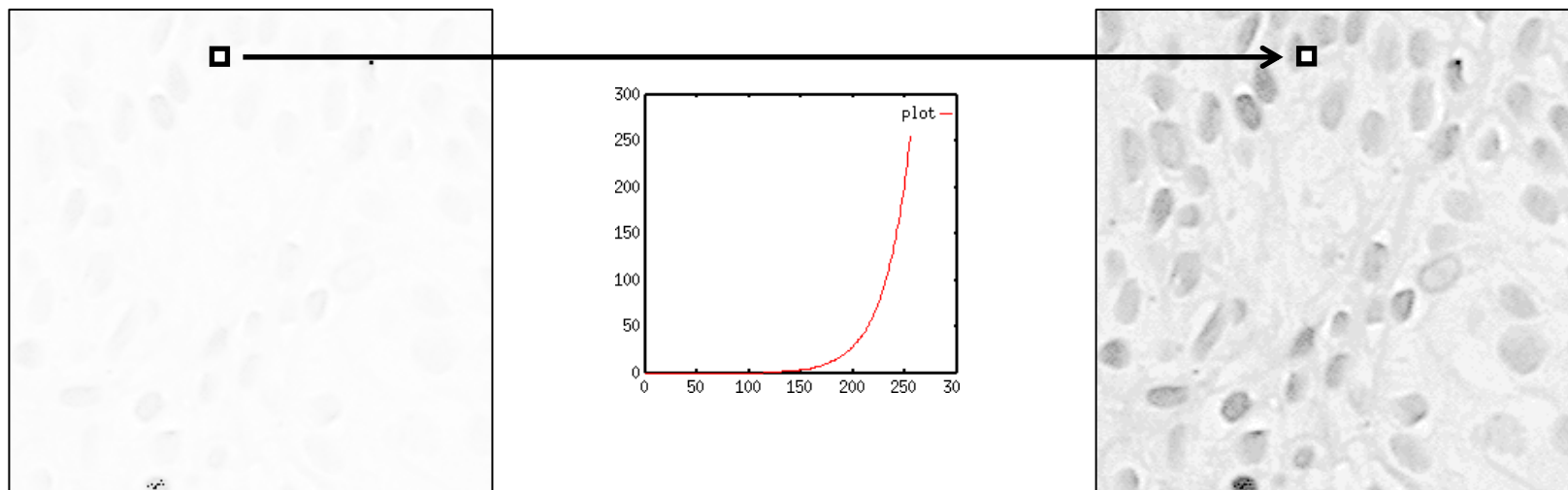
20 km/pixel



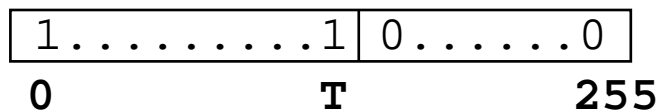
10 km/pixel

# Cuatro niveles de procesamiento

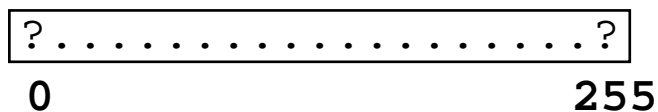
1. **Cálculos a nivel pixel:** el resultado se calcula para cada pixel independientemente
  - Ejemplo: aumento del contraste



Umbralización:



Inversión (negativo):



Aplicar una LUT:

```
para i = 0, ..., R-1
  para j = 0, ..., C-1
    B[i, j] = LUT[A[i, j]]
  fpara
fpara
```

- Se implementan eficientemente utilizando LUTs.



# Generalidades

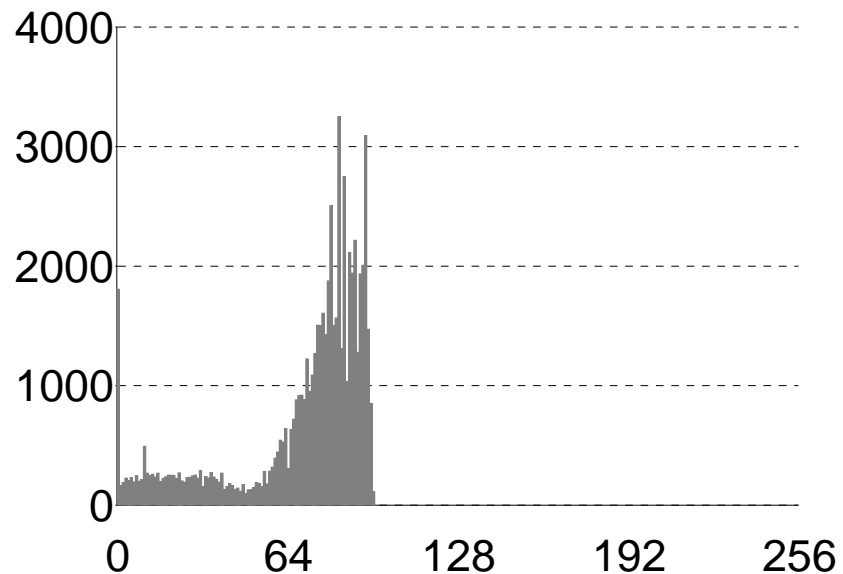
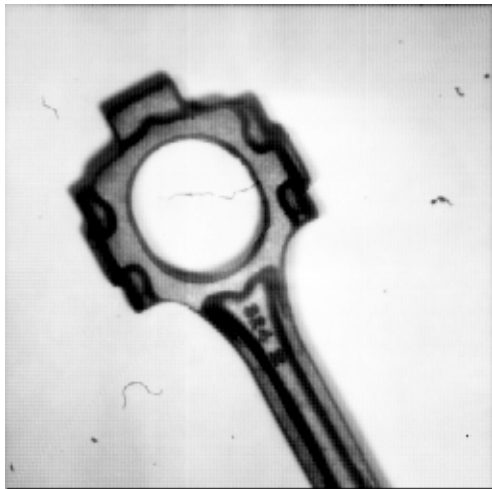
- 2. **Cálculos a nivel local:** el resultado se calcula a partir de un conjunto de vecinos del pixel en cuestión
  - Ejemplo: suavizado



- Se pueden ejecutar en tiempo real en arquitecturas SIMD.

# Generalidades

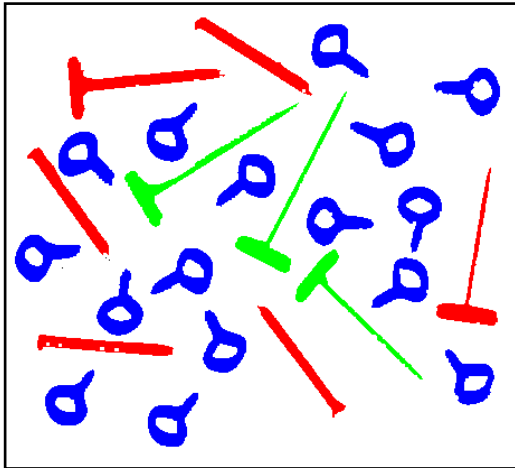
- 3. **Cálculos a nivel global:** el resultado se calcula a partir de todos los pixels de la imagen
  - Ejemplo: histograma



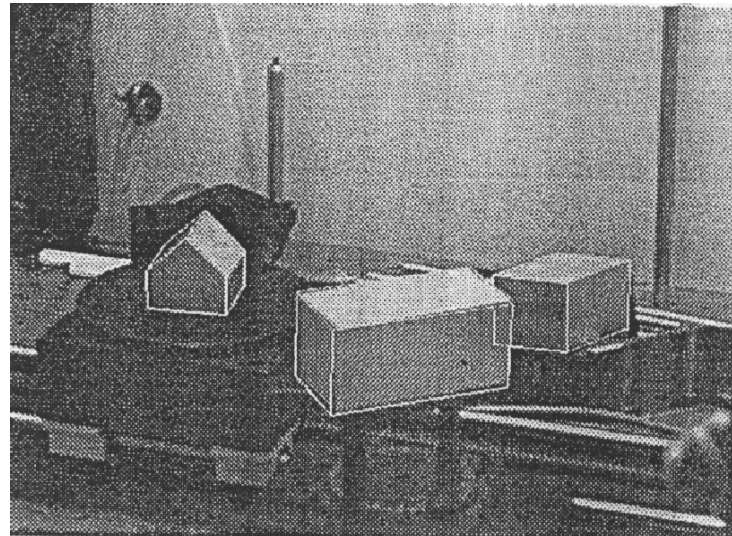
- Son las operaciones que hacen que los sistemas de visión sean lentos.

# Generalidades

- 4. **Cálculos a nivel objeto:** operaciones que implican identificar los pixels que corresponden a un mismo objeto, y luego calcular descriptores utilizando esos pixels
- Ejemplos: identificación objetos por perímetro y número de pixels



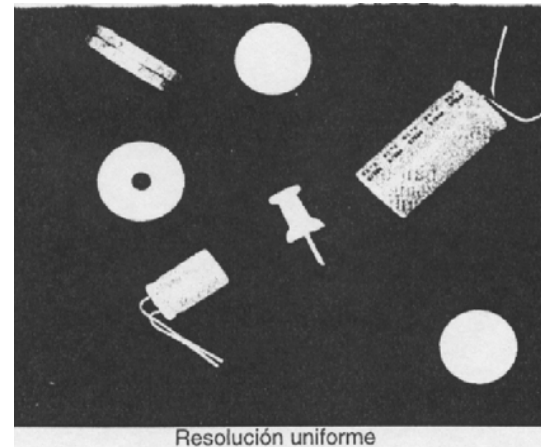
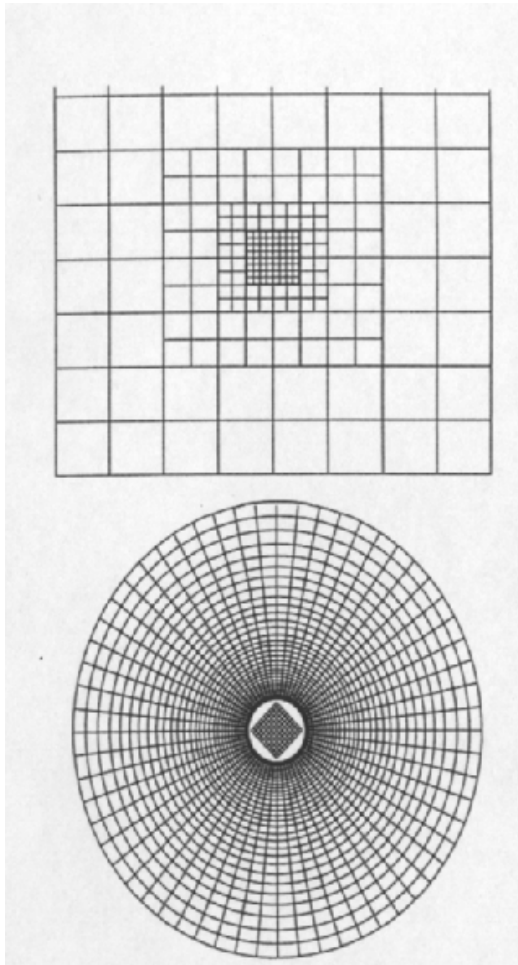
El problema 3D es más complejo



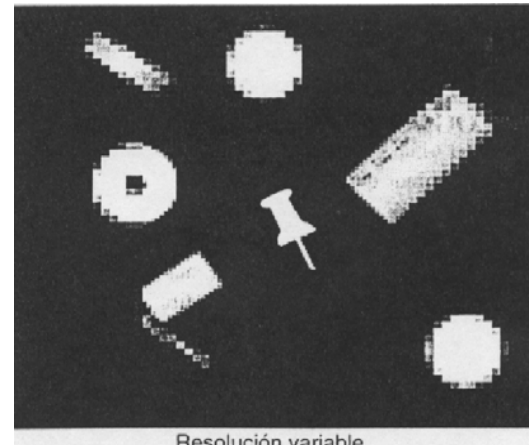
- Es el objetivo de la visión por computador.

# Generalidades

- El muestreo se realiza a lo largo de una rejilla rectangular uniforme.
- Muchas aplicaciones útiles no hacen esta suposición.



Resolución uniforme



Resolución variable

