



Algoritmos de Visión Artificial con Matlab

Sesión 1. Introducción

Ignacio Alvarez García

Rafael C. González de los Reyes



Indice

- ❑ Estructura del curso
- ❑ Introducción a la Visión Artificial (V.A.)
- ❑ Aplicaciones de V.A. en la industria
- ❑ Conceptos básicos
- ❑ Elementos de un sistema de V.A.
- ❑ Algoritmos de V.A.
- ❑ Uso de Matlab para la manipulación de imágenes

Indice

- ❑ **Estructura del curso**

- ❑ Introducción a la Visión Artificial (V.A.)

- ❑ Aplicaciones de V.A. en la industria

- ❑ Conceptos básicos

- ❑ Elementos de un sistema de V.A.

- ❑ Algoritmos de V.A.

- ❑ Uso de Matlab para la manipulación de imágenes



Estructura del curso

Sesión 1 (3h)

- Sesión 1.1
 - Introducción a la visión por computador.
 - Elementos de un sistema de visión por computador.
 - Etapas del procesamiento de imágenes.
 - Formatos de almacenamiento de imágenes en memoria y disco.
 - Funcionalidades básicas de Matlab para la manipulación de imágenes.

- Sesión 1.2
 - Preprocesamiento de imágenes: introducción.
 - Mejora de contraste.
 - Zoom e interpolación.
 - Filtrado de ruidos.
 - Ejemplos con Matlab.

- Sesión 1.3
 - Resaltado de bordes.
 - Binarización y segmentación.
 - Operaciones con imágenes binarizadas.
 - Ejemplos con Matlab.

Sesión 2 (2h)

- Sesión 2.1
 - Búsqueda y ajuste de rectas.
 - Obtención de regiones.
 - Descriptores de regiones.
 - Uso de los descriptores.
 - Ejemplos con Matlab.

- Sesión 2.2
 - Calibración de cámaras.
 - Obtención de información 3D

- Sesión 2.3
 - Programación C/C++ con OpenCV
 - Inteligencia Artificial
 - Conclusiones

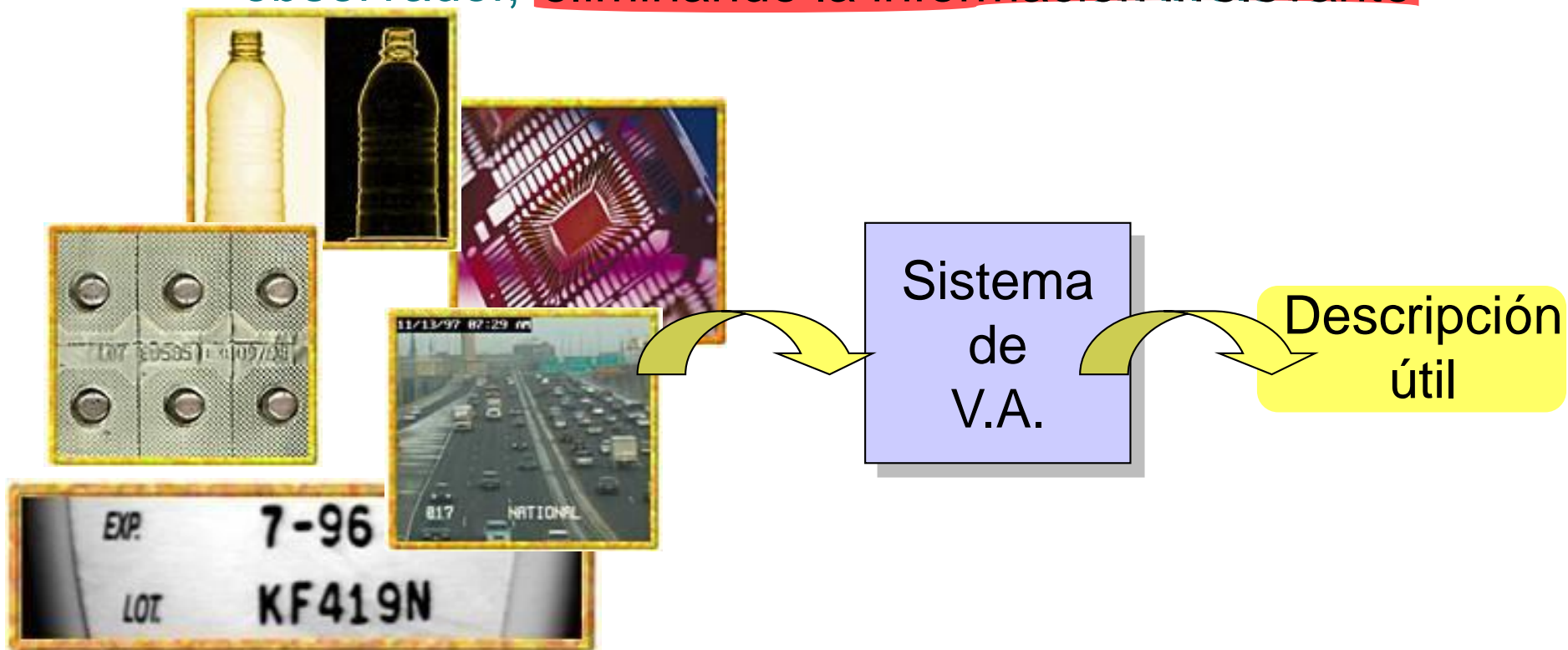
Indice

- ❑ Estructura del curso
- ❑ **Introducción a la Visión Artificial (V.A.)**
- ❑ Aplicaciones de V.A. en la industria
- ❑ Conceptos básicos
- ❑ Elementos de un sistema de V.A.
- ❑ Algoritmos de V.A.
- ❑ Uso de Matlab para la manipulación de imágenes

Introducción a la Visión Artificial

¿Qué es la Visión Artificial?

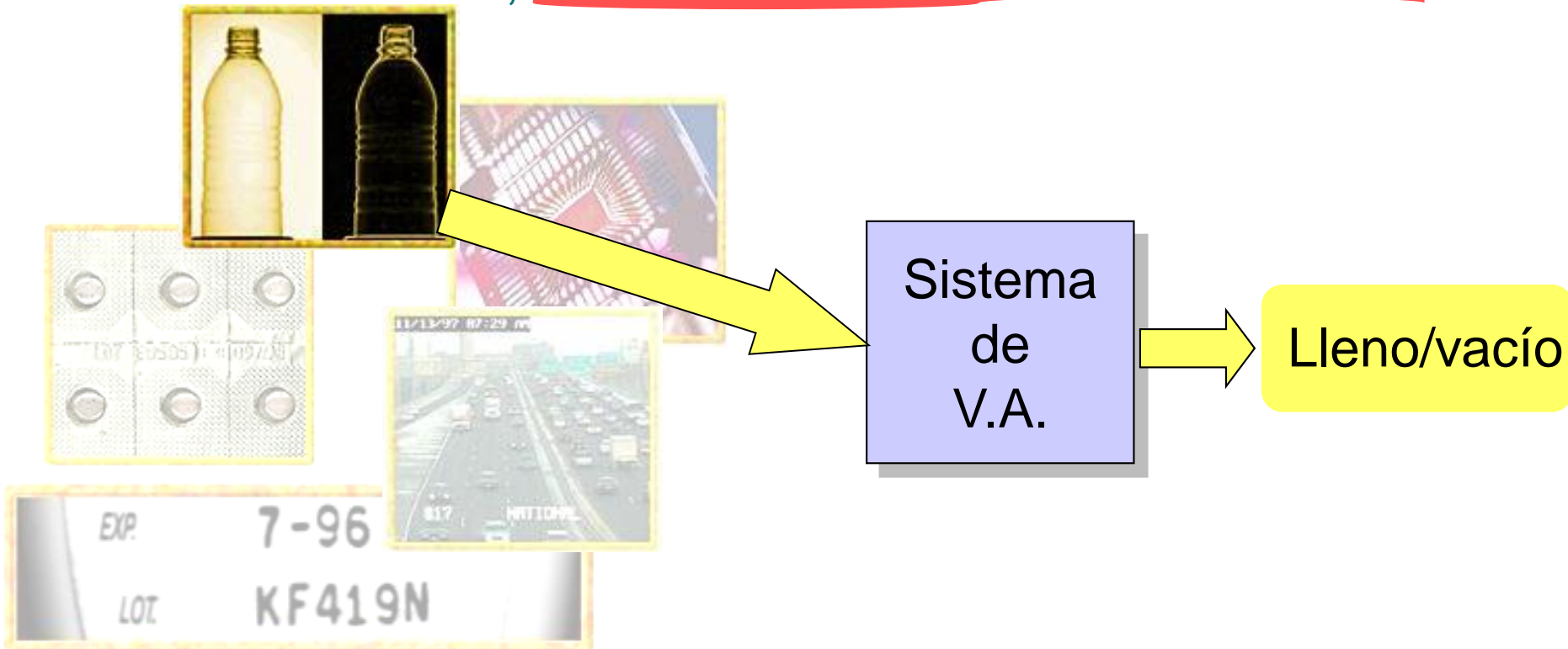
- Es un proceso que produce a partir de **imágenes** del mundo exterior una **descripción útil** para el observador, **eliminando la información irrelevante**



Introducción a la Visión Artificial

¿Qué es la Visión Artificial?

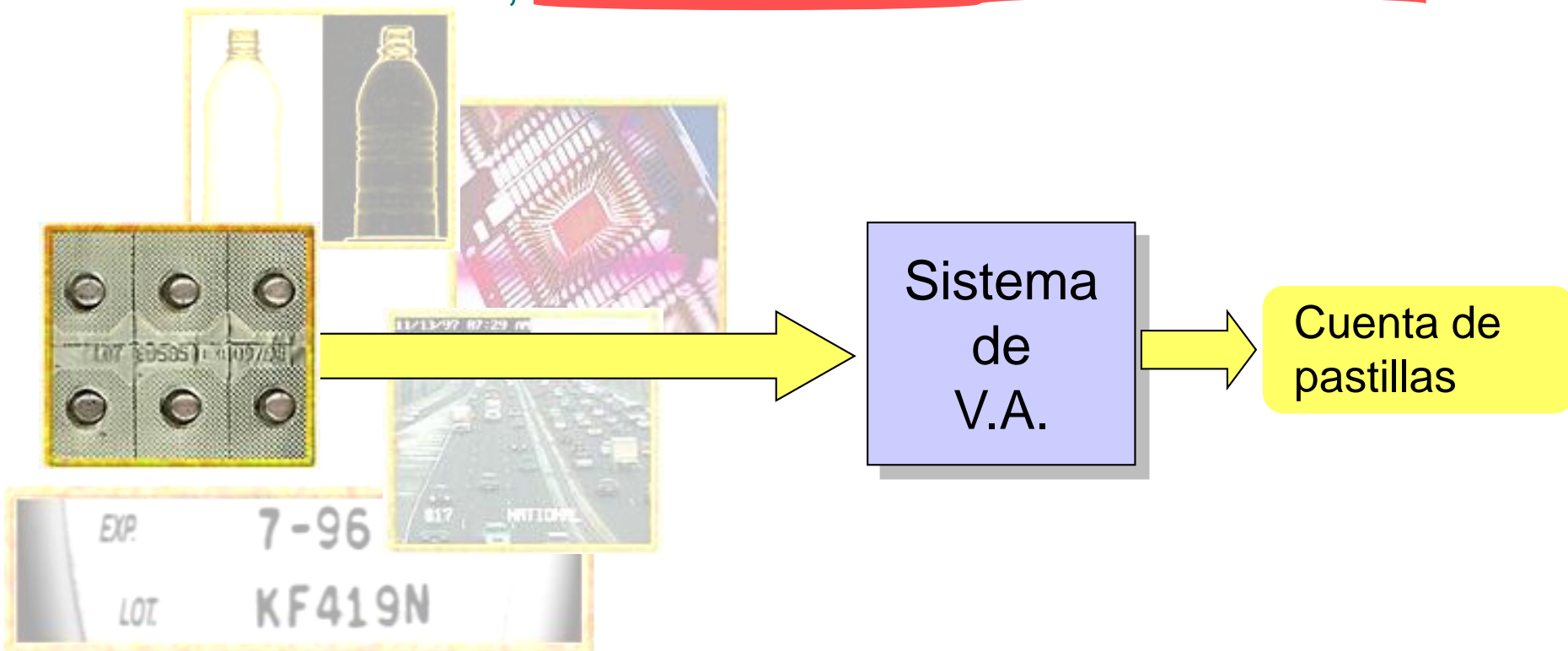
- Es un proceso que produce a partir de **imágenes** del mundo exterior una **descripción útil** para el observador, **eliminando la información irrelevante**



Introducción a la Visión Artificial

□ ¿Qué es la Visión Artificial?

- Es un proceso que produce a partir de **imágenes** del mundo exterior una **descripción útil** para el observador, **eliminando la información irrelevante**



Introducción a la Visión Artificial

¿Qué es la Visión Artificial?

- Es un proceso que produce a partir de **imágenes** del mundo exterior una **descripción útil** para el observador, **eliminando la información irrelevante**



Introducción a la Visión Artificial

¿Qué es la Visión Artificial?

- Es un proceso que produce a partir de **imágenes** del mundo exterior una **descripción útil** para el observador, **eliminando la información irrelevante**



Introducción a la Visión Artificial

¿Qué es la Visión Artificial?

- Es un proceso que produce a partir de **imágenes** del mundo exterior una **descripción útil** para el observador, **eliminando la información irrelevante**



Introducción a la Visión Artificial

- Ventajas de la Visión Artificial:
 - Permite tomar decisiones de forma automática a gran velocidad
 - Los resultados obtenidos son objetivos: no dependen del observador
 - Es útil en múltiples facetas de la industria y de la vida:
 - Inspección automática de defectos
 - Pick & place
 - Empaquetado
 - Seguridad
 - Desplazamiento autónomo
 - Diagnóstico de enfermedades
 - ...

Introducción a la Visión Artificial

- Elementos en un sistema de Visión Artificial
 - Escena a observar
 - Iluminación
 - Optica(s)
 - Cámara(s)
 - Hardware de captación de imagen
 - Hardware de procesamiento de imagen
 - Librerías de adquisición y procesamiento de imagen
 - Programa de aplicación
 - Actuación sobre el proceso



Indice

- ❑ Estructura del curso
- ❑ Introducción a la Visión Artificial (V.A.)
- ❑ **Aplicaciones de V.A. en la industria**
- ❑ Conceptos básicos
- ❑ Elementos de un sistema de V.A.
- ❑ Algoritmos de V.A.
- ❑ Uso de Matlab para la manipulación de imágenes

Aplicaciones industriales de la V.A.

- ❑ Detección, contaje y discriminación de piezas
- ❑ Detección de defectos de ensamblado
- ❑ Detección de defectos superficiales
- ❑ Obtención de dimensiones
- ❑ Detección de marcados
- ❑ Posicionamiento de pieza o robot
- ❑ Clasificación por calidades (color, textura, tamaño,...)
- ❑ Detección de anomalías en el proceso
- ❑ Video-vigilancia automática de instalaciones
- ❑ Navegación autónoma
- ❑ Detección/clasificación de objetos en escenas

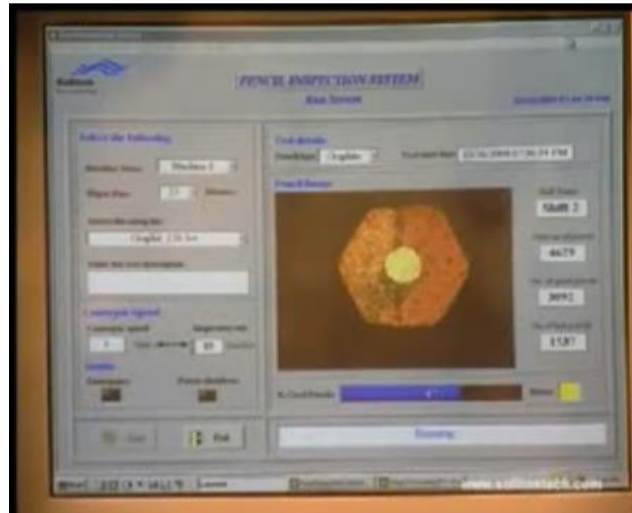
Aplicaciones industriales de la V.A.

□ Detección, contaje y discriminación de piezas

Comprobación de empaquetamiento de cápsulas



Contaje y clasificación de lápices por colores



Detección, contaje y clasificación de piezas

DEFINICION DE LIMITES Y PARAMETROS DE LAS VENTANAS

CODIGO	fijacion		
Px	648	667	2 %
	28	29	3 %
	30	30	0 %
	28	29	3 %
	29	29	0 %

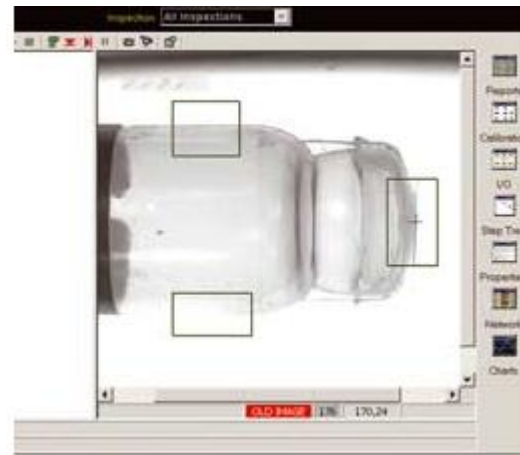
[303,197] 11 34 50 78

Area
 Contorno
 Anchura
 Altura
 Limite X
 Limite Y
 Contaje
 Color

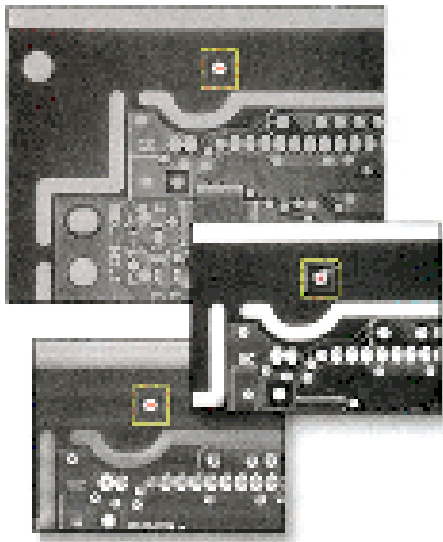
Aplicaciones industriales de la V.A.

□ Detección de defectos de ensamblado

Comprobación de cierre de un envase



Comprobación de orificios y componentes en circuito impreso

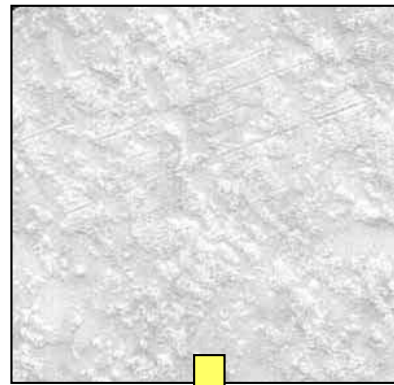


Comprobación de posición de una pieza ensamblada



Aplicaciones industriales de la V.A.

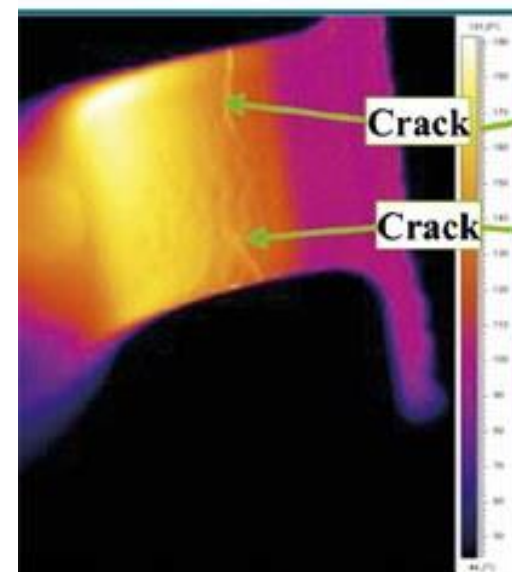
□ Detección de defectos superficiales



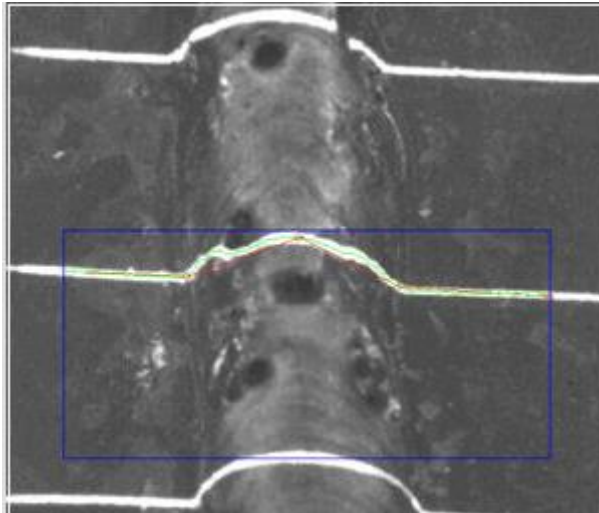
Detección de grietas en baldosas de cerámica



Detección de grietas por termografía infrarroja



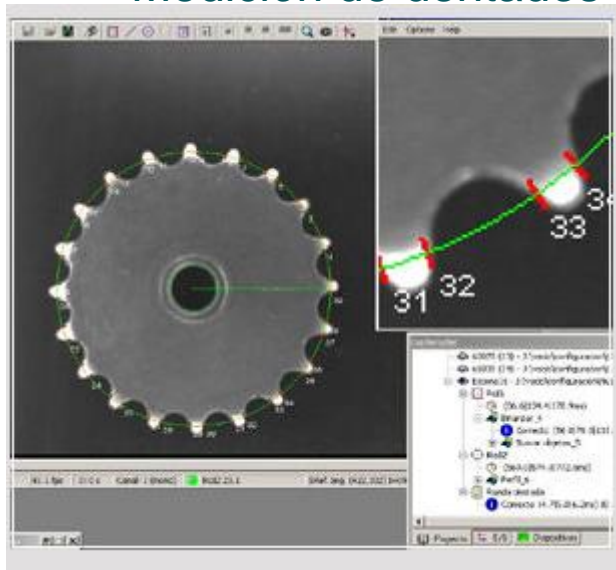
Control de calidad de soldaduras



Aplicaciones industriales de la V.A.

□ Obtención de dimensiones

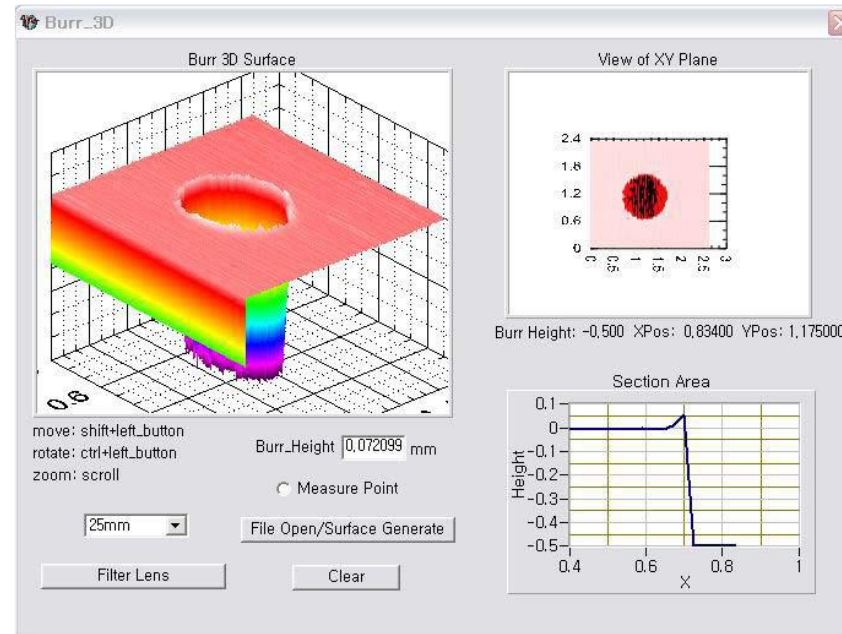
Medición de dentados



Nivel de llenado



Medición de rebabas en taladrado



Aplicaciones industriales de la V.A.

❑ Detección de marcados

Lectura de marcado
en botes



Lectura de data-matrix



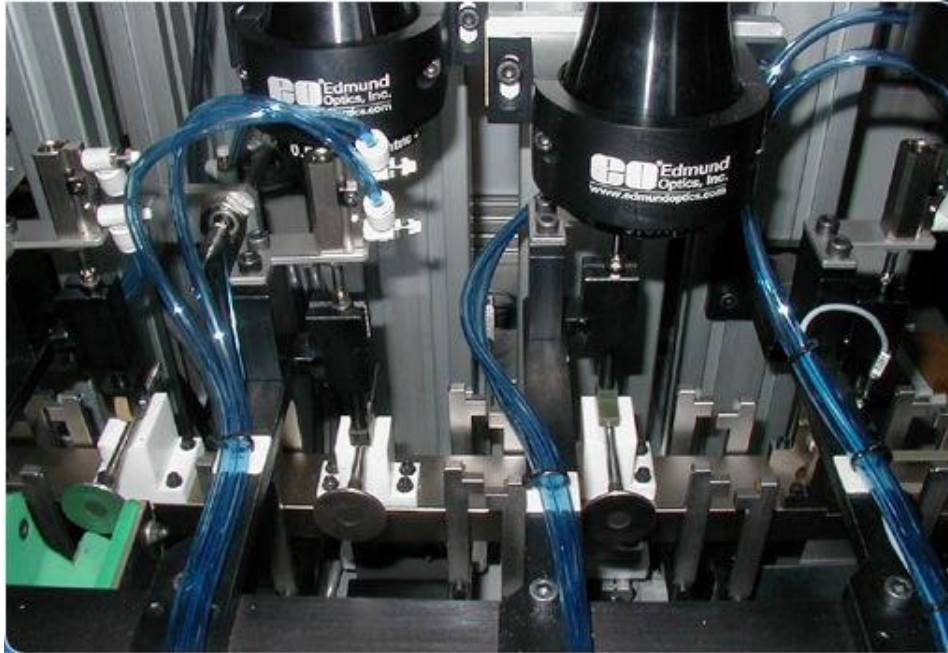
Cyber-tickets



Aplicaciones industriales de la V.A.

□ Posicionamiento de pieza o robot

Servoposicionamiento basado en visión



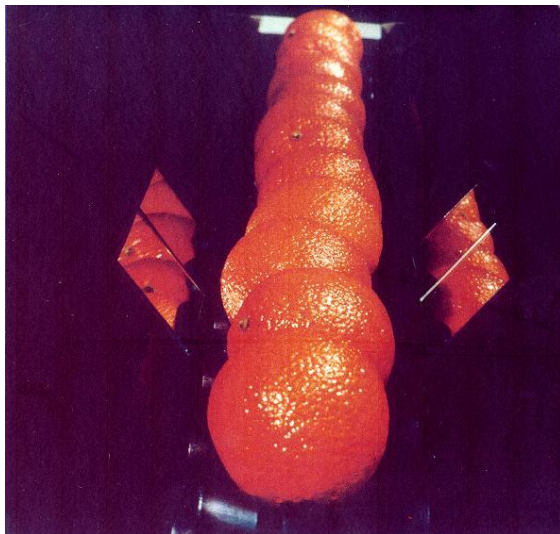
Guiado de robot para
posicionamiento de piezas



Aplicaciones industriales de la V.A.

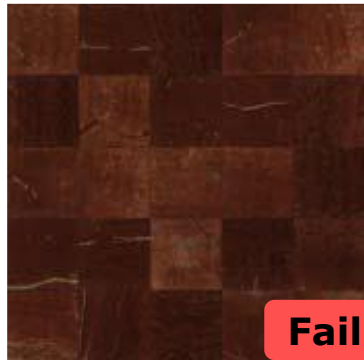
- Clasificación por calidades (color, textura, tamaño,...)

Clasificación automática de naranjas



OK

Selección de tonos uniformes en baldosas de cerámica



Fail

Colorímetro para el aspecto visual de la madera



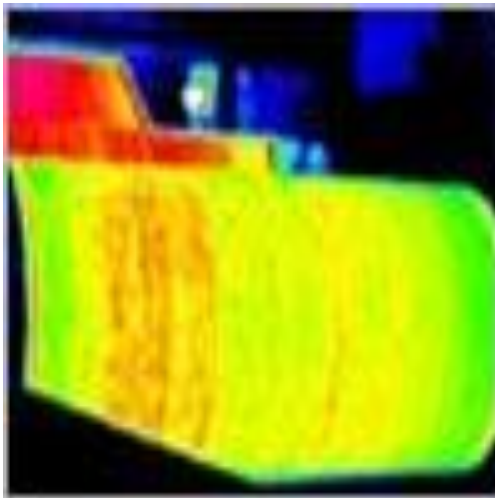
Aplicaciones industriales de la V.A.

- Detección de anomalías en el proceso

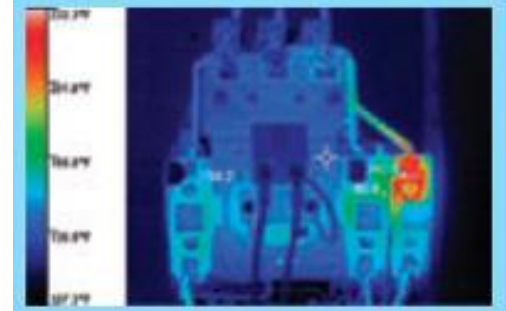
Robot para detección de defectos en tuberías



Monitorización del estado de cilindros por termografía infrarroja



Detección de conexiones eléctricas defectuosas por termografía infrarroja



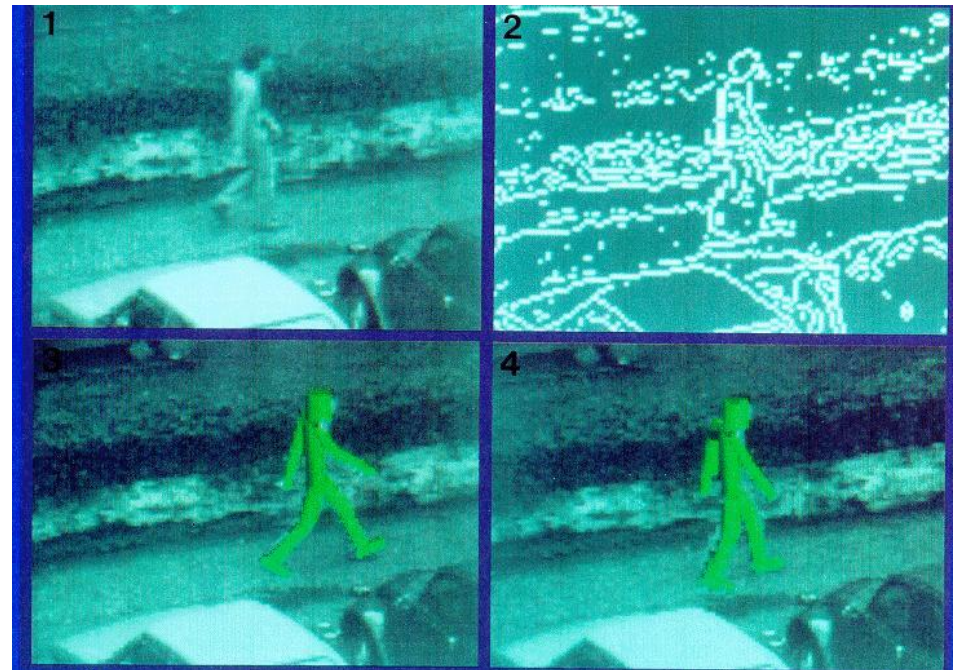
Aplicaciones industriales de la V.A.

- Video-vigilancia automática de instalaciones

Lectura automática de placas de matrícula



Detección de intrusos



Sistemas industriales de la V.A.

- **Sistemas compactos**
 - Aplicaciones sencillas
 - Fáciles de manejar por personal no experto
 - Fáciles de integrar en la automatización del proceso

- **Sistemas de programación visual**
 - Aplicaciones de complejidad baja/media
 - Software específico para aplicaciones particulares

- **Sistemas de programación por librería**
 - Aplicaciones de complejidad media/alta
 - Desarrollo de software a medida



Técnicas de V.A.

□ Técnicas clásicas:

- Operaciones matemáticas desarrolladas por el conocimiento humano:
 - El método de Otsu permite binarizar imágenes
 - El filtro de Canny permite resaltar bordes
 - El algoritmo de Hough sirve para encontrar rectas en una imagen binarizada
 - Las invariantes de Hu sirven para clasificación de regiones
 - ...
- Uso masivo de cálculos de **convolución**
- Ajuste complejo de parámetros ante condiciones cambiantes

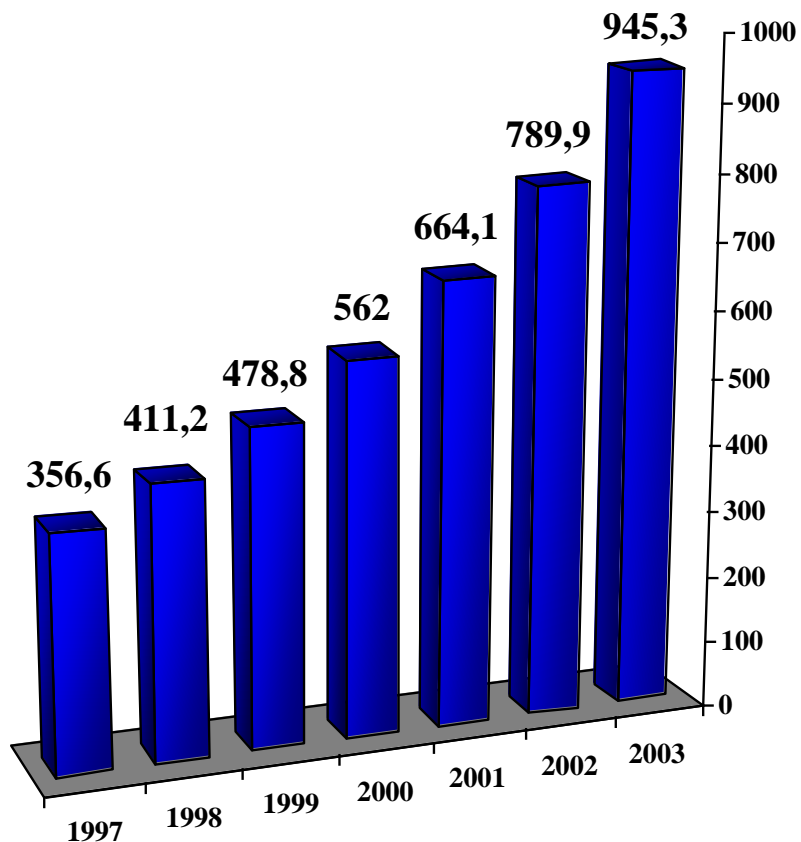
□ Técnicas de inteligencia artificial:

- Redes neuronales **convolucionales**
- Buscan soluciones sin conocimiento previo
- No generan conocimiento a posteriori
- Necesitan grandes bancos de datos y enormes centros de procesamiento para entrenamiento (no para ejecución)

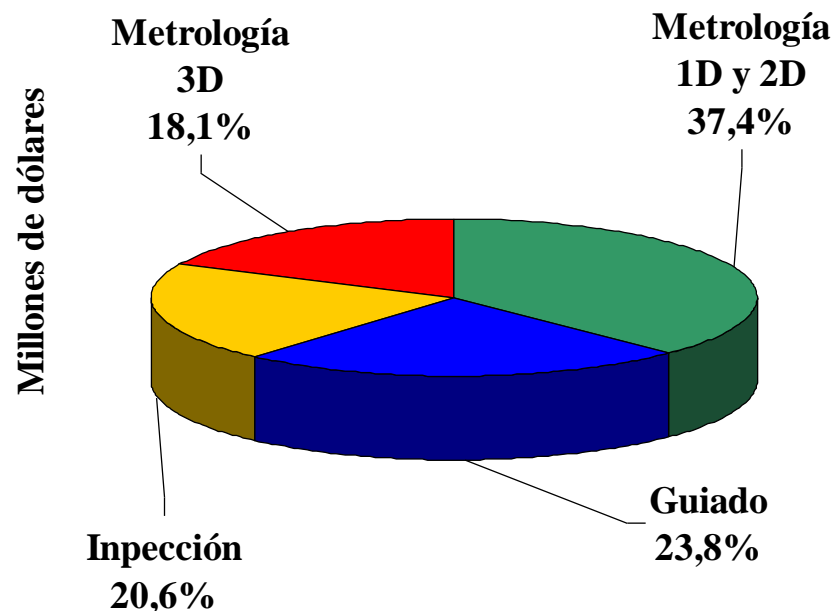
Mercado de la V.A.

- La V.A. continúa en gran crecimiento

Mercado de visión industrial en Europa



Cuotas por tipo de aplicación

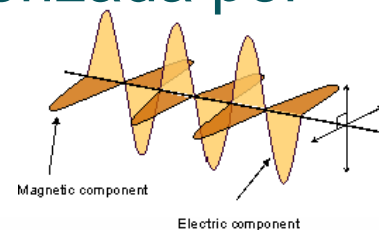


Indice

- ❑ Estructura del curso
- ❑ Introducción a la Visión Artificial (V.A.)
- ❑ Aplicaciones de V.A. en la industria
- ❑ **Conceptos básicos**
- ❑ Elementos de un sistema de V.A.
- ❑ Algoritmos de V.A.
- ❑ Uso de Matlab para la manipulación de imágenes

Conceptos básicos

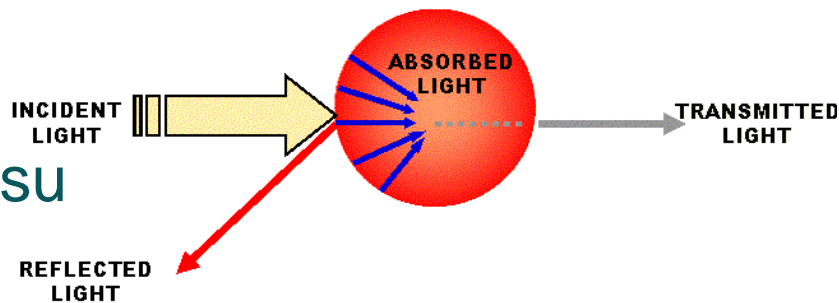
- **Luz:** radiación electromagnética caracterizada por su intensidad y su longitud de onda



Espectro de la radiación electromagnética

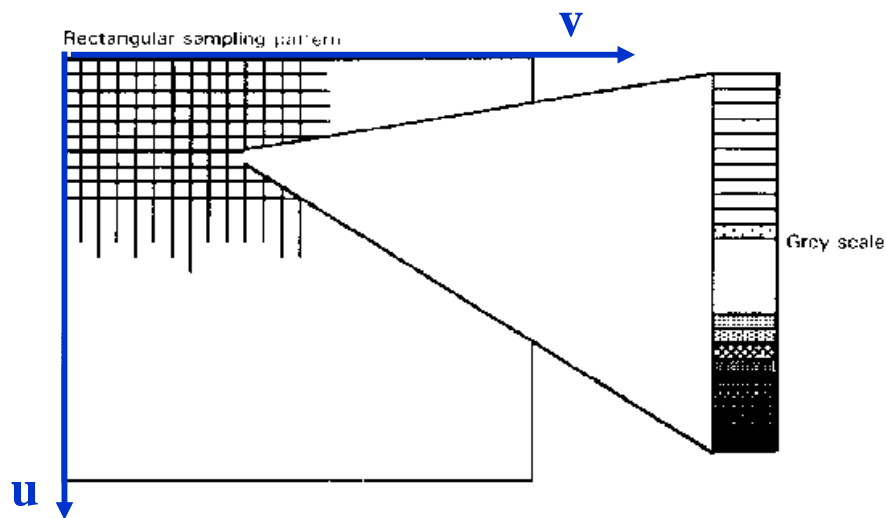
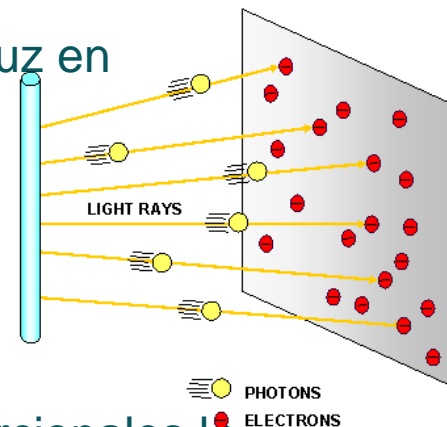


- Los materiales transmiten, reflejan y absorben la luz en diferentes porcentajes según su longitud de onda



Conceptos básicos

- ❑ **Las cámaras** son sensores sensibles a la intensidad de luz en determinadas longitudes de onda.
- ❑ Las regiones sensibles de la cámara son pequeños cuadrados situados ordenadamente en una matriz de **pixels** (picture elements)
- ❑ **Imagen de una cámara:** matriz de valores (pixels) proporcionales a la intensidad (en las longitudes de onda sensibles) de luz integrada durante un periodo de tiempo.



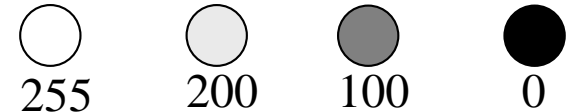
Conceptos básicos

- ❑ La intensidad de luz integrada por cada pixel es un valor real positivo.
- ❑ El valor de intensidad se digitaliza a un valor entero positivo, que es el que se puede almacenar y manipular.

- ❑ N^o de bits por pixel:

- 8 bits/pixel → valores de 0 a 255.
- 10 bits/pixel → valores de 0 a 1023.
- 12 bits/pixel → valores de 0 a 4095.
- 14 bits/pixel → valores de 0 a 16383.
- 16 bits/pixel → valores de 0 a 65535.

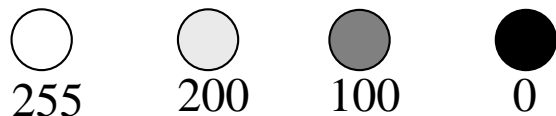
Niveles de intensidad en 8 bits



- ❑ Mayor n^o de bits = mejor resolución de tonos pero:
 - Más espacio necesario para almacenamiento.
 - Los bits “extra” pueden contener sólo ruido.
- ❑ El n^o de bits debe estar relacionado con el SNR de la cámara:
 - Ej. cámara 60 dB → SNR = 10³ → los valores por debajo de 1/1000 del máximo no se pueden distinguir (es ruido) → usar 10 bits/pixel.

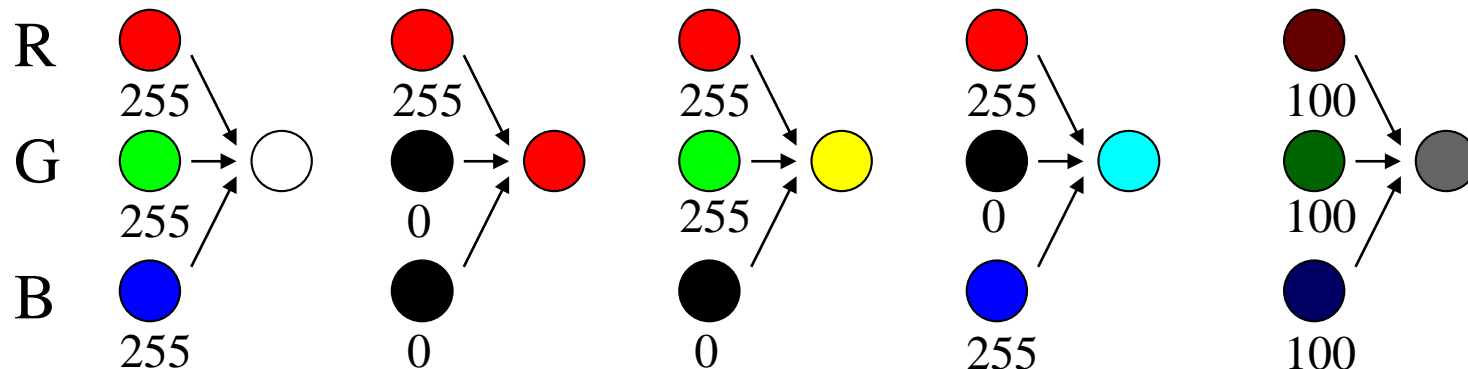
Conceptos básicos

- ❑ N° de bits por pixel (habitualmente 8 \Rightarrow 0...255)
- ❑ Imagen en escala de gris (monocroma)
 - Una sola matriz de valores describe la escena



- ❑ Imagen en color

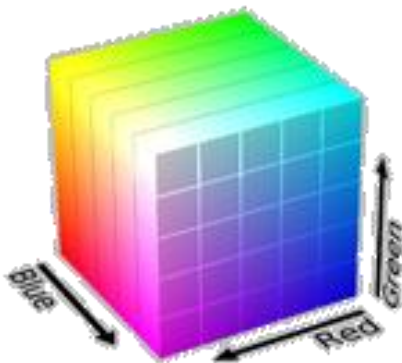
- Tres matrices de valores (RGB / HSV / ...) describen la escena



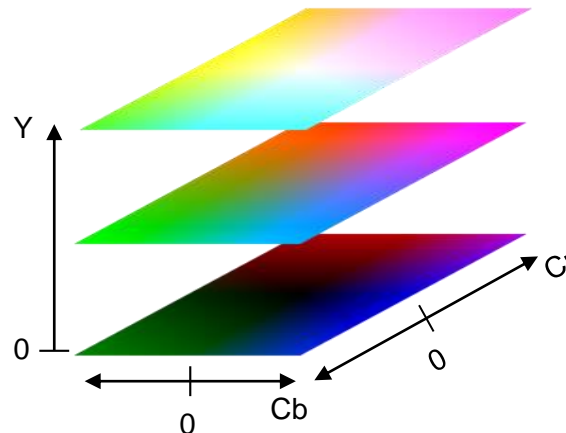
Conceptos básicos

- Imágenes en color: espacios de color
 - El color se puede expresar con tripletas en varios formatos, llamados espacios de color.
 - RGB: intensidades de rojo, verde, azul
 - YCbCr: luminancia, crominancias
 - HSV: matiz (hue), saturación, valor

RGB



YCbCr



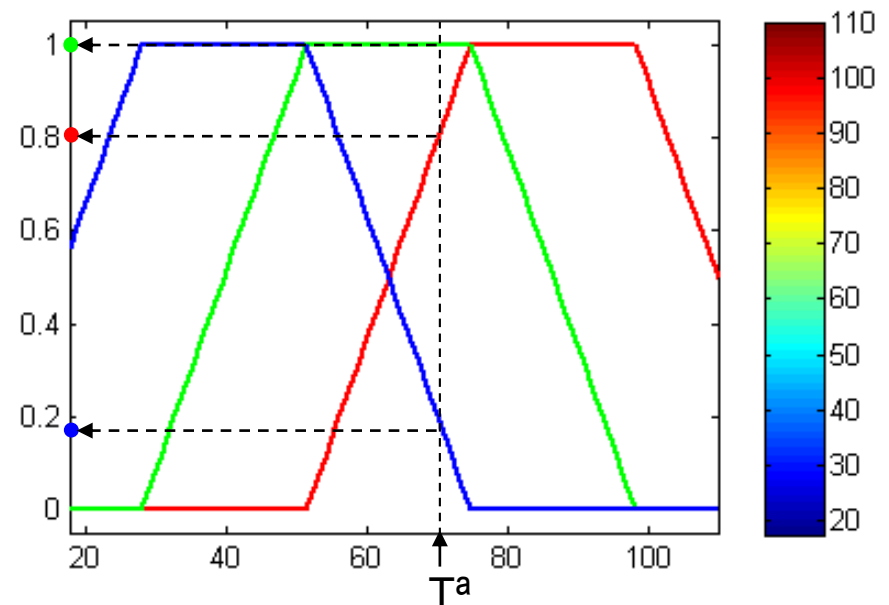
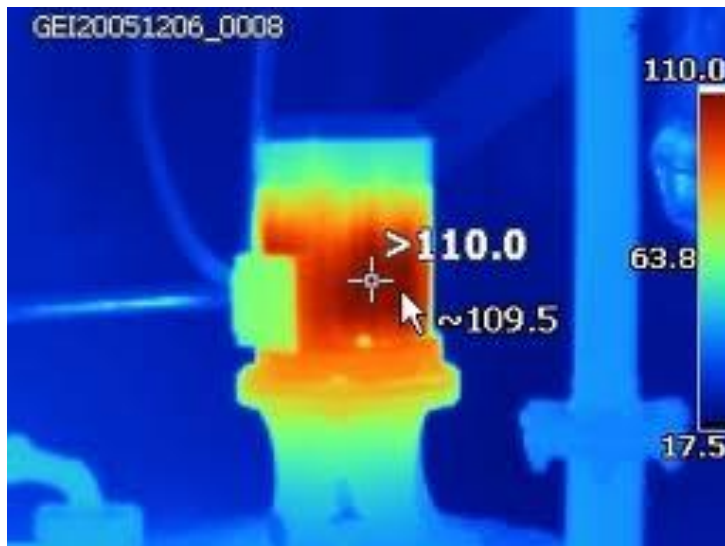
HSV



Conceptos básicos

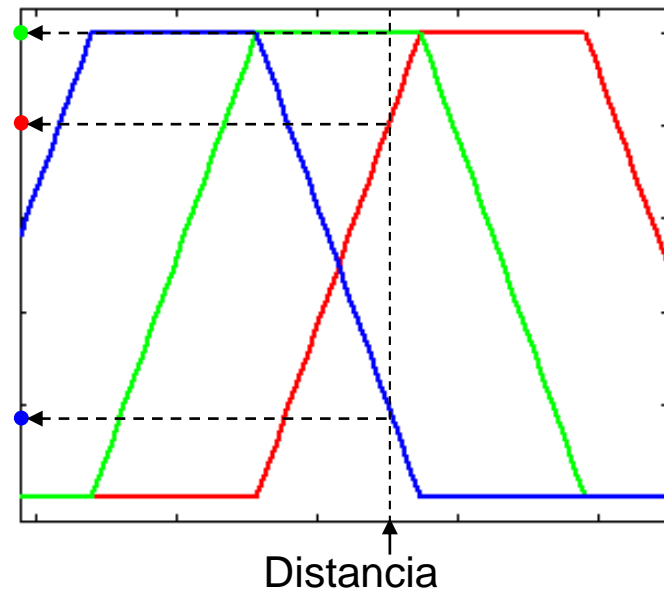
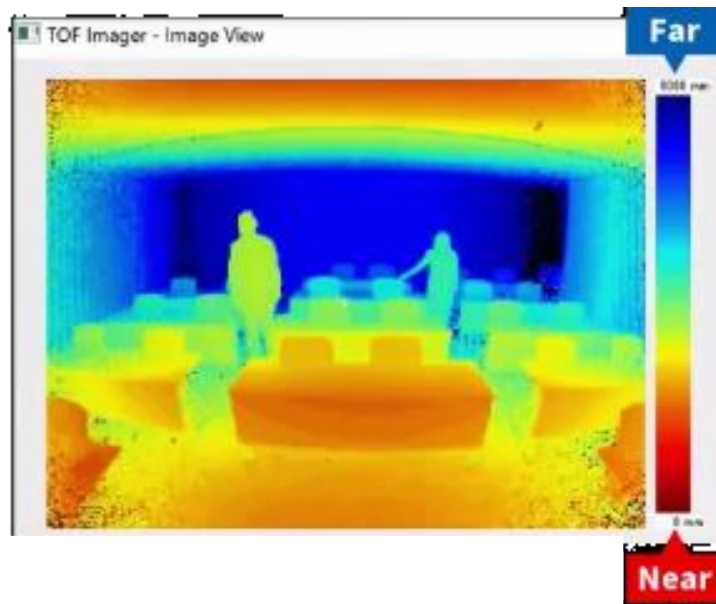
❑ Imágenes de termografía infrarroja:

- Son imágenes monocromas (1 sola matriz de valores).
- La intensidad de cada pixel representa la temperatura del objeto en ese punto.
- Se visualizan como imágenes en color gracias a un “colormap”.
- ¡¡ Ojo !! No son imágenes en color aunque se visualicen como tal.



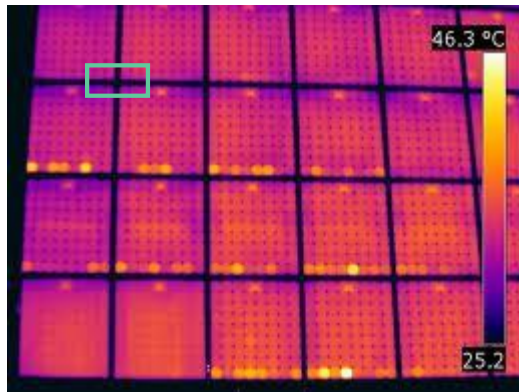
Conceptos básicos

- Imágenes de distancias (3D):
 - Son imágenes monocromas (1 sola matriz de valores).
 - La intensidad de cada pixel representa la distancia del objeto en ese punto.
 - Se visualizan como imágenes en color gracias a un “colormap”.
 - ¡¡ Ojo !! No son imágenes en color aunque se visualicen como tal.



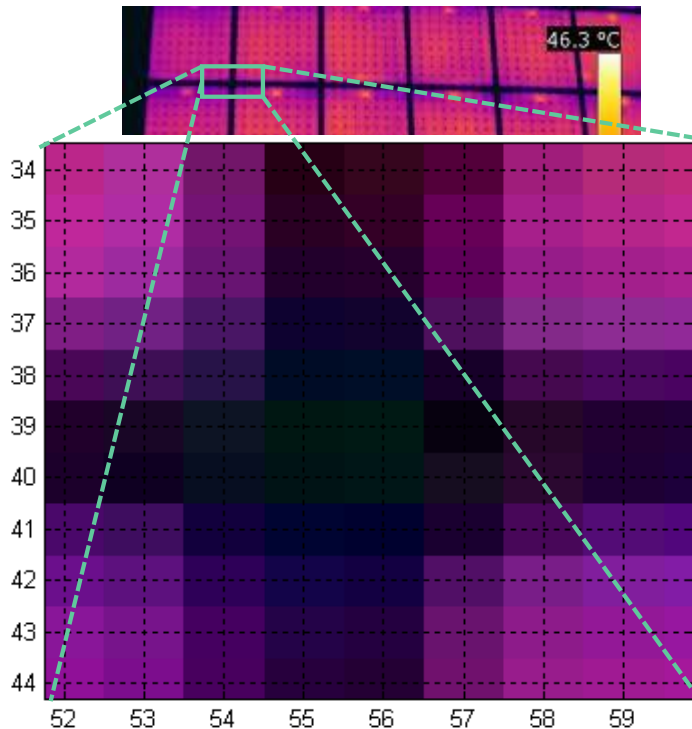
Conceptos básicos

- Procesamiento de imagen:
 - Manipulación de la(s) matriz(es) de datos con operaciones numéricas.
 - Ej: buscar el borde de un objeto
 - $\text{result}[\text{fila}][\text{col}] = 1$ si $\text{original}[\text{fila}][\text{col}] < 80$, 0 si no.



Conceptos básicos

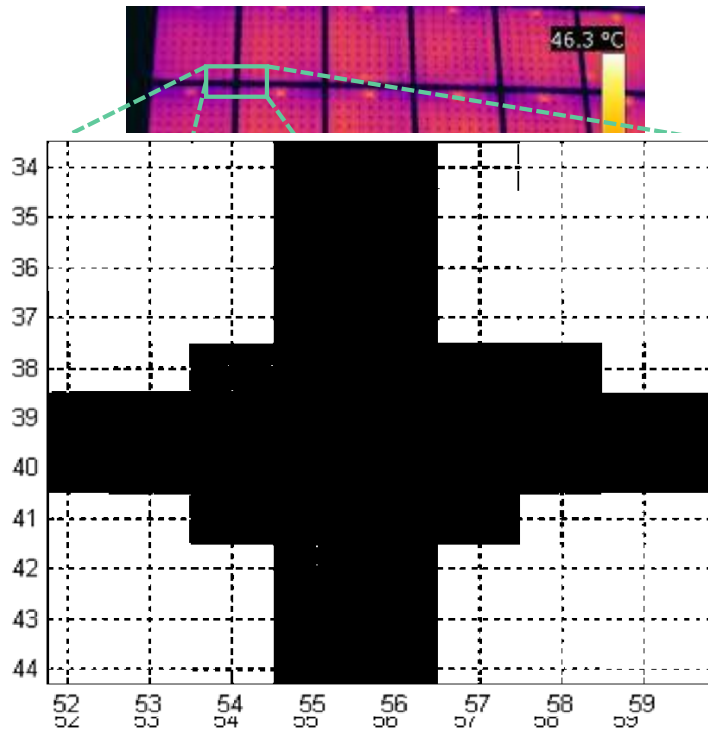
- Procesamiento de imagen:
 - Manipulación de la(s) matriz(es) de datos con operaciones numéricas.
 - Ej: buscar el borde de un objeto
 - $\text{result}[\text{fila}][\text{col}] = 1$ si $\text{original}[\text{fila}][\text{col}] < 50$, 0 si no.



	52	53	54	55	56	57	58	59	60
34	187	175	114	39	54	83	160	181	193
35	192	176	116	42	52	103	167	182	194
36	178	157	104	34	38	94	150	163	171
37	128	113	73	14	18	78	131	141	145
38	74	62	39	0	0	23	49	74	74
39	33	25	13	0	0	7	38	33	32
40	28	15	7	0	0	22	43	30	29
41	74	62	18	0	0	26	72	83	81
42	107	93	56	19	19	81	121	129	130
43	137	119	69	36	36	105	141	147	151
44	144	124	72	39	36	112	152	160	165

Conceptos básicos

- Procesamiento de imagen:
 - Manipulación de la(s) matriz(es) de datos con operaciones numéricas.
 - Ej: buscar el borde de un objeto
 - $result[filas][col] = 1$ si $original[filas][col] < 80$, 0 si no.



	52	53	54	55	56	57	58	59	60
34	0	0	0	1	1	0	0	0	0
35	0	0	0	1	1	0	0	0	0
36	0	0	0	1	1	0	0	0	0
37	0	0	0	1	1	0	0	0	0
38	0	0	1	1	1	1	1	0	0
39	1	1	1	1	1	1	1	1	1
40	1	1	1	1	1	1	1	1	1
41	0	0	1	1	1	1	0	0	0
42	0	0	0	1	1	0	0	0	0
43	0	0	0	1	1	0	0	0	0
44	0	0	0	1	1	0	0	0	0

Conceptos básicos

□ Almacenamiento de imágenes:

- El espacio en bytes ocupado por una imagen es muy elevado:
 - N° filas x n° columnas x n° planos color x (n° bits/8)
 - Ej: espacio para imagen 1024x768 RGB 8 bit = 2.25 Mb
- Para reducir el espacio necesario, al guardar en disco se comprime:
 - Se aprovecha que la información es muy repetitiva.
 - Varios tipos de archivo en función de compresión y formato de almacenamiento (jpg, gif, png, ...).
 - La compresión puede ser con pérdida (lossy) o sin pérdida (lossless).
 - Ej: espacio para 1024x768 RGB 8 bit JPG = 194 Kb

Conceptos básicos

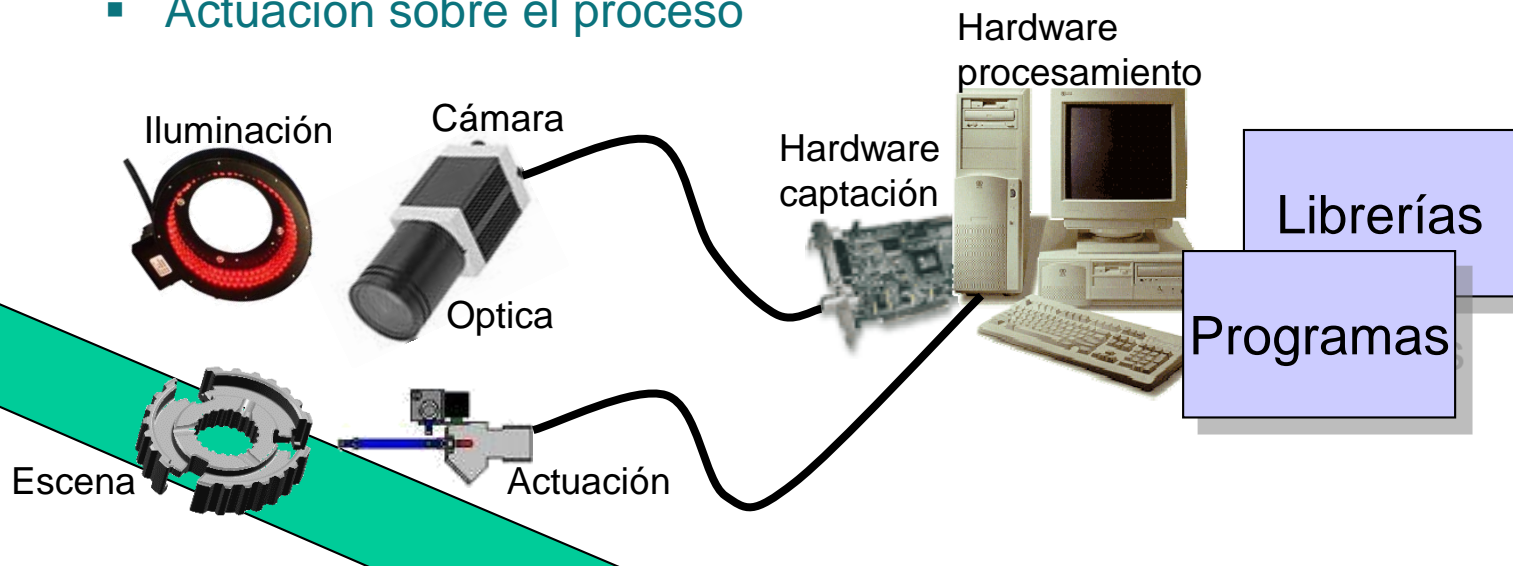
- Formatos de archivo de imagen más usados:
 - JPEG: imágenes en color, típicamente 24 bits/pixel, compresión con pérdida.
 - GIF: imágenes en color, máximo 256 colores distintos, compresión sin pérdida.
 - PNG: formato múltiple que puede albergar otros. Sirve para color y escala de gris.
 - TIFF: con o sin pérdida, imágenes en color o escala de gris (8 ó 16 bit).
 - BMP: bitmap de Windows, con o sin compresión.

Indice

- ❑ Estructura del curso
- ❑ Introducción a la Visión Artificial (V.A.)
- ❑ Aplicaciones de V.A. en la industria
- ❑ Conceptos básicos
- ❑ **Elementos de un sistema de V.A.**
- ❑ Algoritmos de V.A.
- ❑ Uso de Matlab para la manipulación de imágenes

Introducción a la Visión Artificial

- Elementos en un sistema de Visión Artificial
 - Escena a observar
 - Iluminación
 - Optica(s)
 - Cámara(s)
 - Hardware de captación de imagen
 - Hardware de procesamiento de imagen
 - Librerías de adquisición y procesamiento de imagen
 - Programa de aplicación
 - Actuación sobre el proceso





Iluminación

- Permite obtener imágenes adecuadas, resaltando las características deseadas de la escena

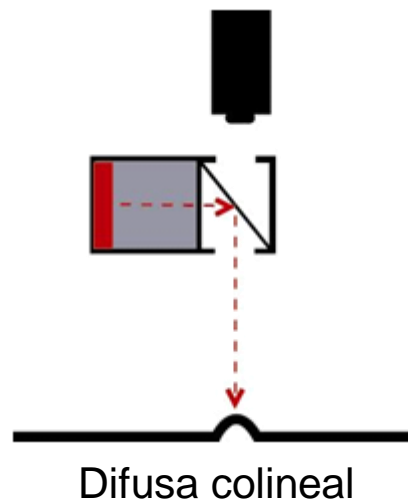
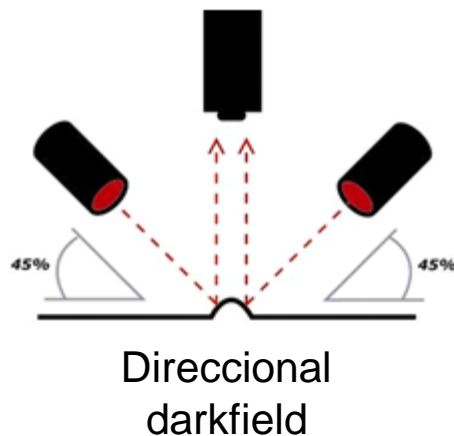
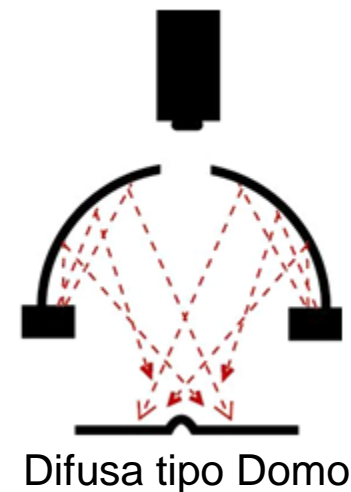
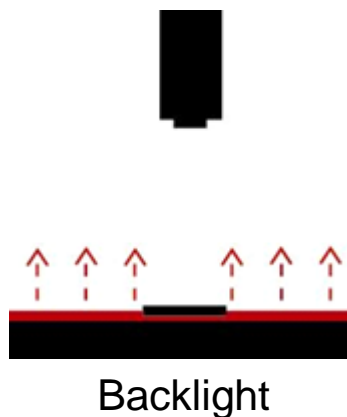
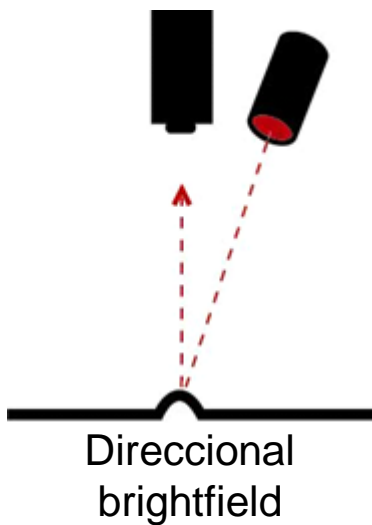
- Tecnologías de iluminación:
 - Halógena
 - LED
 - Láser
 - Luz ambiente
 - ...

- Formatos de iluminación:
 - Difusa
 - Puntual
 - Lineal
 - En anillo
 - Estructurada
 - Retroiluminación
 - ...

- Otras características:
 - Color de la luz (longitud(es) de onda)
 - Polarización
 - Colimación
 - Coherencia
 - Orientación (dark/brightfield)
 - ...

Iluminación

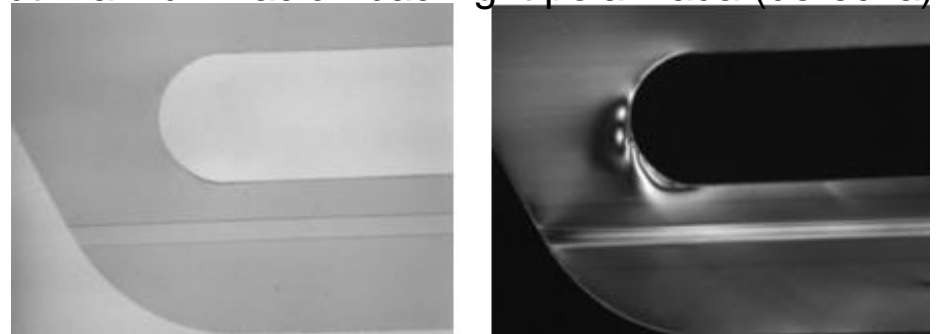
Algunos ejemplos de iluminación



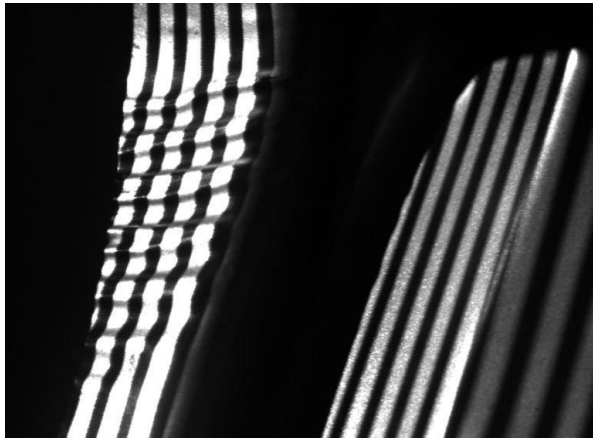
Ejemplos de iluminación

- ❑ Se debe elegir la iluminación adecuada a cada caso

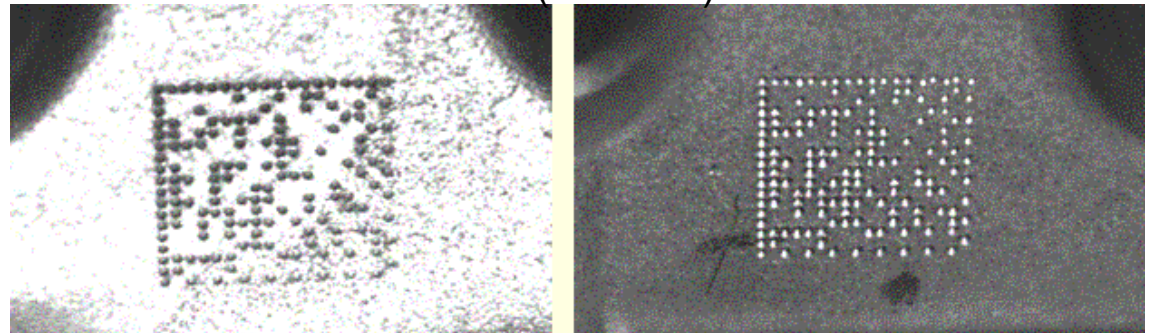
Visualización de las zonas de stress del asa de una bolsa de botes al utilizar iluminación backlight polarizada (derecha)



Iluminación estructurada para destacar defectos de forma

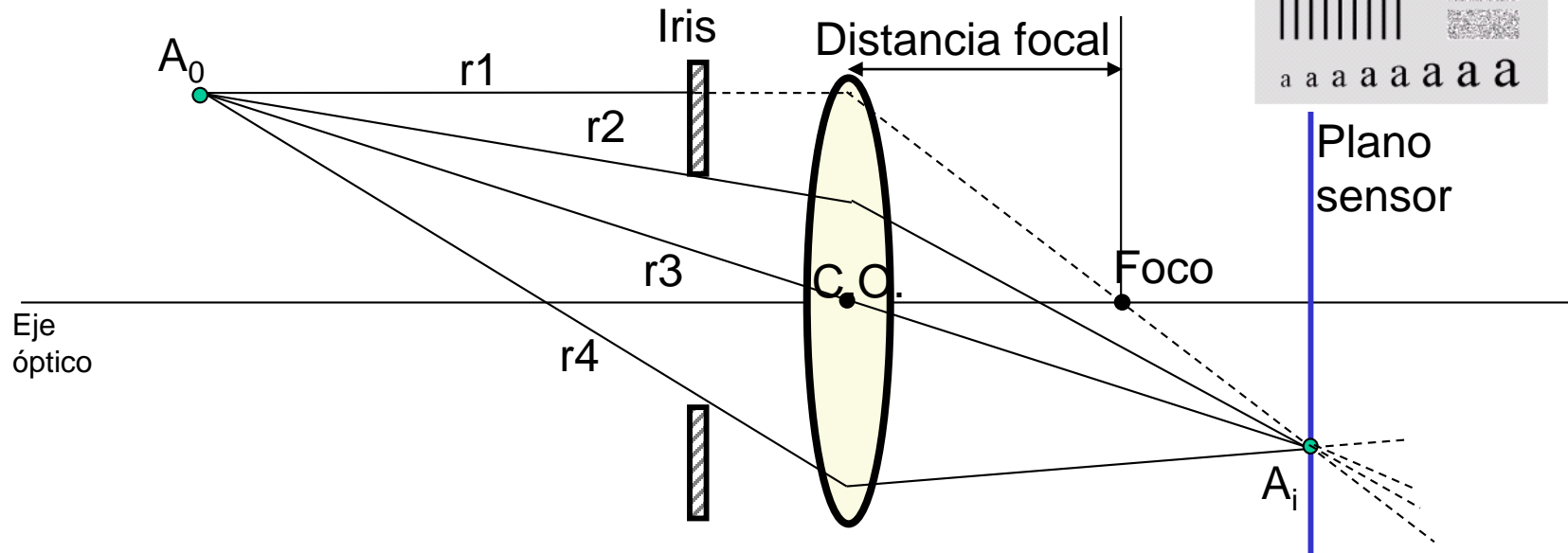


Mejora en la imagen de un código 2D usando iluminación darkfield (derecha)



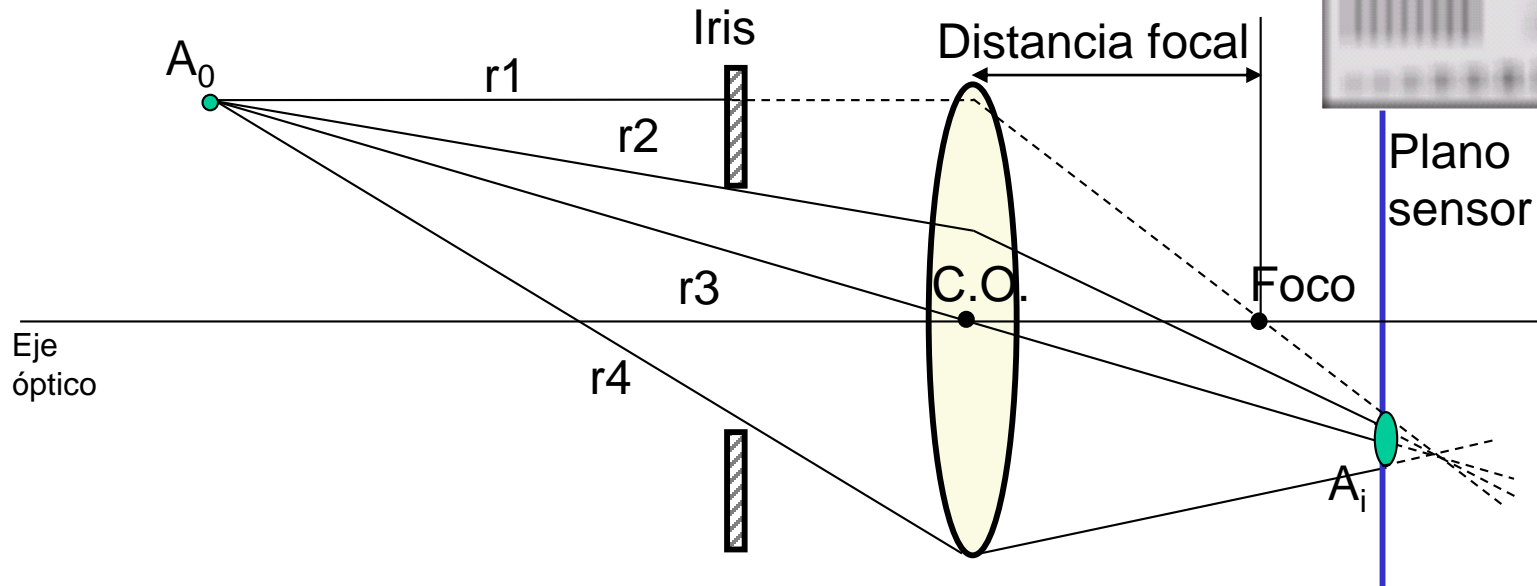
Ópticas

- ❑ **Lentes:** permiten el enfoque de múltiples rayos en un solo punto, para disponer de mayor cantidad de energía sobre el sensor
- ❑ Su parámetro principal es la distancia focal (f)
- ❑ También importante la luminosidad: $n_f = f/2R$



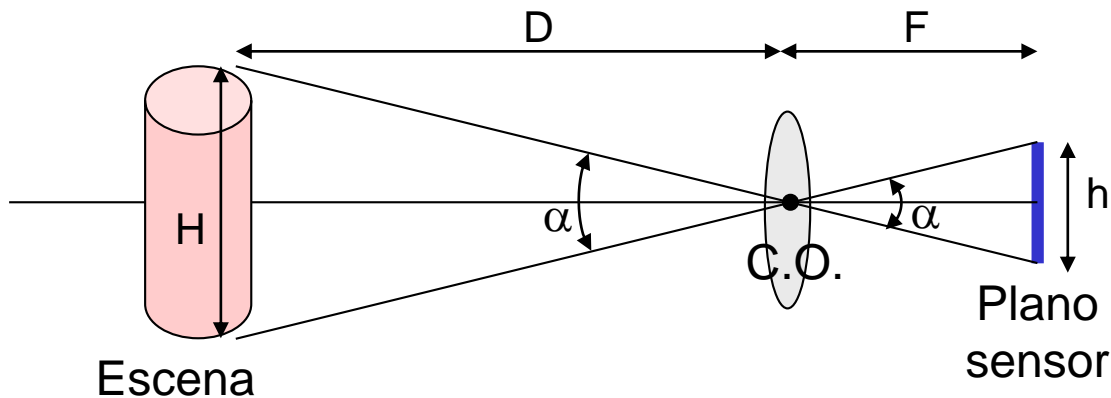
Ópticas

- ❑ **Lentes:** permiten el enfoque de múltiples rayos en un solo punto, para disponer de mayor cantidad de energía sobre el sensor
- ❑ Su parámetro principal es la distancia focal (f)
- ❑ También importante la luminosidad: $n_f = f/2R$



Ópticas

□ Cálculo de lentes según el campo de visión



$$\frac{h}{F} = \frac{H}{D} = 2 \cdot \tan \frac{\alpha}{2}$$

$$F \uparrow \Rightarrow \alpha \downarrow$$

□ Parámetros importantes de las lentes

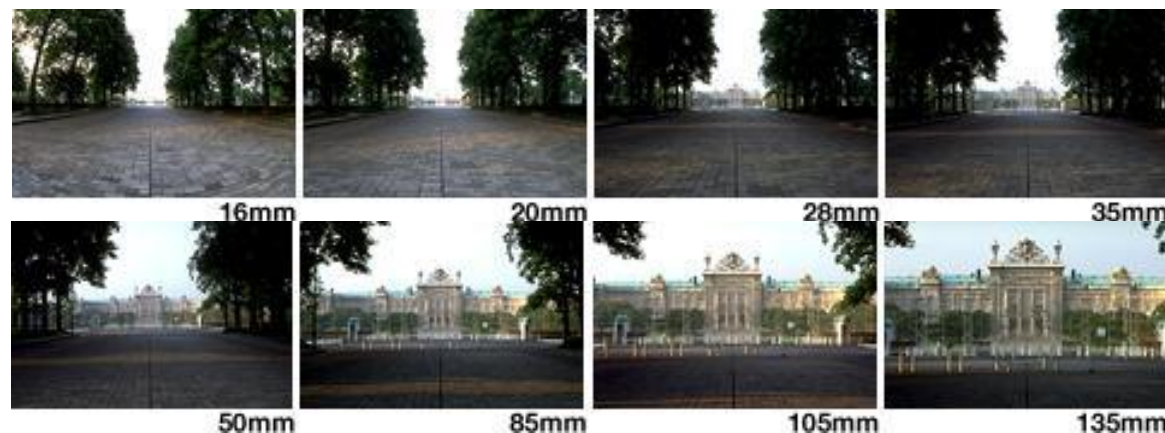
- Distancia focal
- Luminosidad (F number)
- Iris (manual/auto)
- Enfoque (manual/auto)
- Zoom (focal fija/zoom manual/motorizado)
- Respuesta espectral
- Montura (C, CS, Nikon)
- Resolución
- Distorsiones

Ópticas

□ Angulo visual y perspectiva

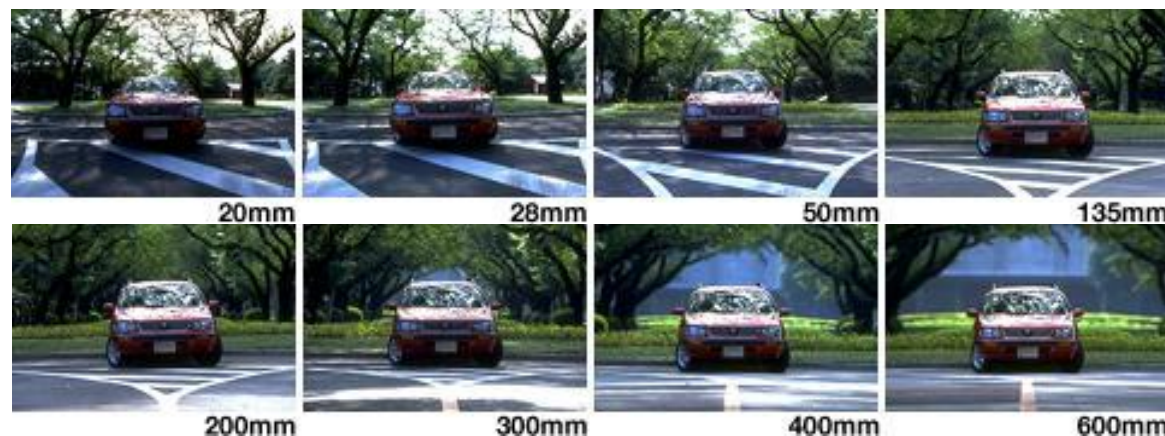
- Cámara a distancia constante.
- Ópticas de diferentes focales

- Cambia el tamaño de los objetos en la imagen y la región visualizada



- Imagen de objeto a tamaño constante.
- Ópticas de diferentes focales

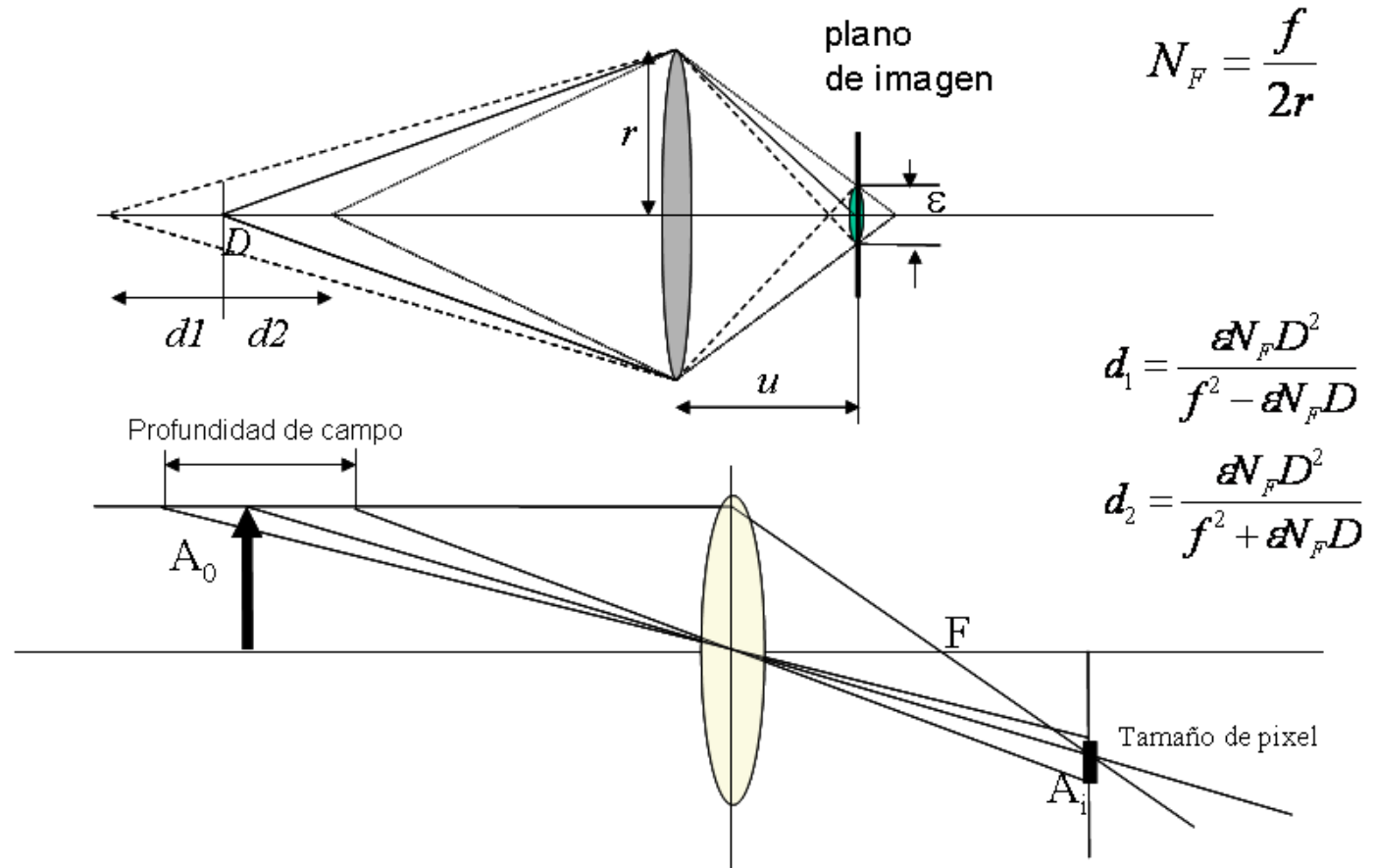
- Es necesario variar la posición de la cámara.
- Cambia la perspectiva del resto de la imagen



Ópticas

□ Profundidad de campo:

- Variación máxima de la distancia para que un punto en la escena quede enfocado en 1 pixel en la imagen.

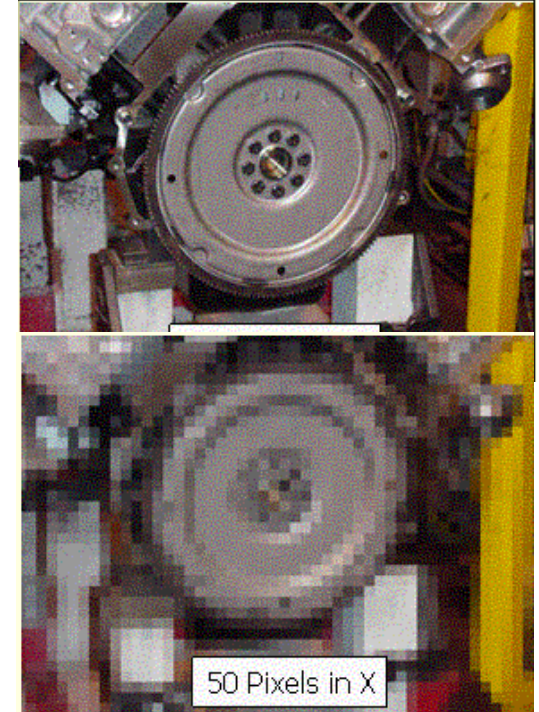


Ópticas

- Otros elementos ópticos a considerar
 - Lentes telecéntricas
 - Filtros interferenciales y dicróicos
 - Difusores
 - Espejos (1st surface)
 - Polarizadores y despolarizadores
 - Lentes cilíndricas
 - Beam-splitters
 - Prismas anamórficos
 - Cristales birrefringentes
 - Recubrimientos antirreflejo
 - ...

Cámaras

- ❑ Tecnologías de sensor
 - CCD
 - CMOS
 - otras (InGaAs,...)
- ❑ Respuesta espectral
 - Monocroma o escala de gris (visible)
 - Color (visible)
 - Otras (infrarrojo, ultravioleta, ...)
- ❑ Número de pixels
 - Matriciales (640x480, 768x576, 1280x1024,...)
 - Lineales (1024x1, 2048x1, ...)
- ❑ Número de bits
 - 8, 10, 12, ...
- ❑ Transmisión de datos
 - Analógica (formato europeo PAL / CCIR, formato americano NTSC / RS-170, ...)
 - Digital (CameraLink, GigaEthernet, Firewire, USB, SPI, ...)



Cámaras

- ❑ **Cantidad de luz integrada en cada pixel:**
 - Luminosidad del punto real
 - N^o focal de la lente ($\#F$): más luz cuanto más pequeño
 - Apertura del iris (suele estar indicado en unidades $\#F$)
 - Tiempo de exposición (ojo motion blur rolling shutter)
- ❑ **Modos de integración:**
 - Global shutter: todos los pixels a la vez
 - Rolling shutter: todos los pixels de una fila a la vez, filas sucesivas secuencialmente
 - Rolling shutter with global reset:
todas las filas comienzan a la vez,
las filas terminan secuencialmente



Cámaras

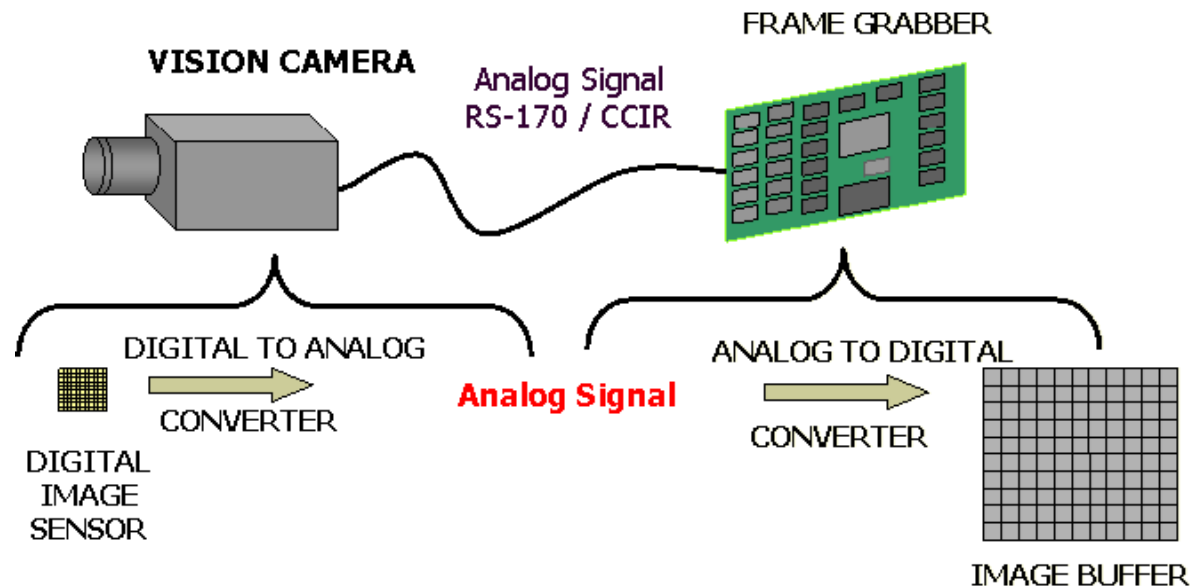
□ Parámetros importantes

- Tipo de sensor (CCD/CMOS...)
- Color/B&W
- Digital (formato) / analógica (formato)
- Rango dinámico en bits (equivalente a S/N)
- Relación Señal/Ruido (S/N en dB, 48 a 100)
- Resolución en pixels y tamaño de pixel (μm)
- Tamaño de sensor (1/4", 1/3", 1/2", 1", ...)
- Tiempo de integración (shutter speed)
- Tipo de adquisición (entrelazada/progresiva)
- Velocidad de adquisición (f.p.s.)
- Mínima iluminación (lux)
- Curva de respuesta espectral (quantum efficiency)
- Respuesta no lineal (valor γ)
- Tipo de shutter (mecánico/electrónico, sólo para CMOS: rolling or global)
- Posibilidad de adquisición bajo Trigger
- Posibilidad de programación de parámetros
- Longitud admisible de cable
- ...

} Ej:
 $60\text{dB} = 20 \cdot \log_{10} 1000$
 Distingue valores 0...999
 Equivalente aprox. a 10 bits
 0..1023

Tarjetas de adquisición de imagen

- ❑ Convierten la señal transmitida por la cámara en una matriz (buffer) en memoria del equipo de procesamiento
- ❑ Han de seleccionarse de acuerdo con la tecnología de transmisión de la cámara



Tarjetas de adquisición de imagen

- Características fundamentales:
 - Interfaz con la cámara
 - Interfaz con el computador (PCI/PCIexpress,...)
 - Velocidad máxima de adquisición
 - Memoria interna
 - Procesamiento interno (LUT, operaciones aritméticas, ...)
 - Generación de sincronismo
 - E/S digital
 - ...

Hardware y software de procesamiento

□ Hardware:

- Smartcameras: hardware integrado en la cámara (DSP, PowerPC,...)



- Equipos compactos de visión



- Plataforma PC

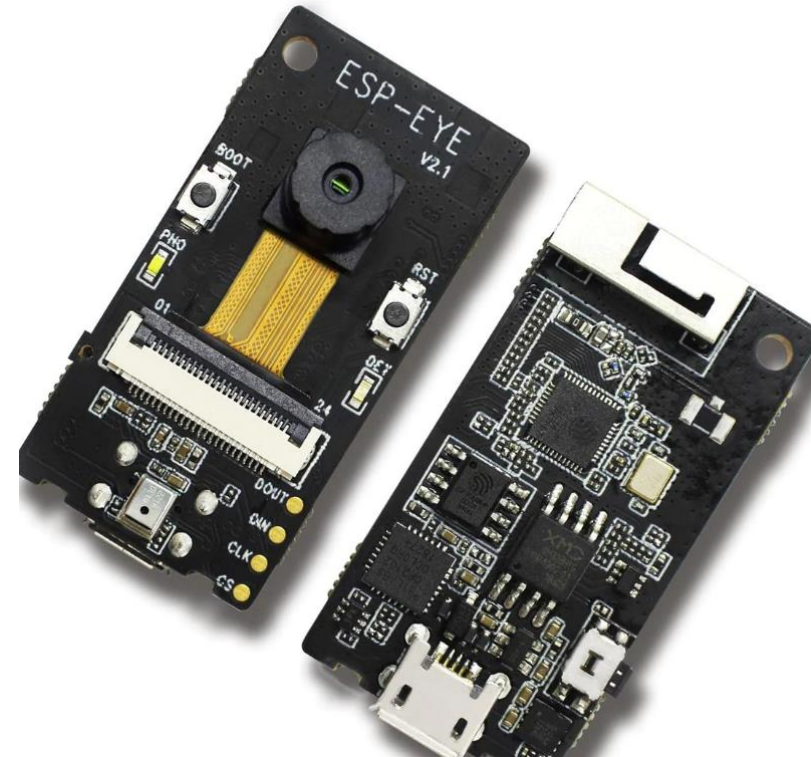
- Con/sin tarjeta auxiliar de procesamiento
- PCs industriales y embebidos

□ Software:

- Programación visual (bloques y parámetros)
- Programación en lenguaje de alto nivel (C/C++)

Hardware y software de procesamiento

- Hardware:
 - Micro-cameras: parallel DO + SPI/SIO control
 - Micro-controladores (ESP32, etc.)
- Software:
 - Adquisición
 - Librerías AI





Indice

- ❑ Estructura del curso
- ❑ Introducción a la Visión Artificial (V.A.)
- ❑ Aplicaciones de V.A. en la industria
- ❑ Conceptos básicos
- ❑ Elementos de un sistema de V.A.
- ❑ **Algoritmos de V.A.**
- ❑ Uso de Matlab para la manipulación de imágenes

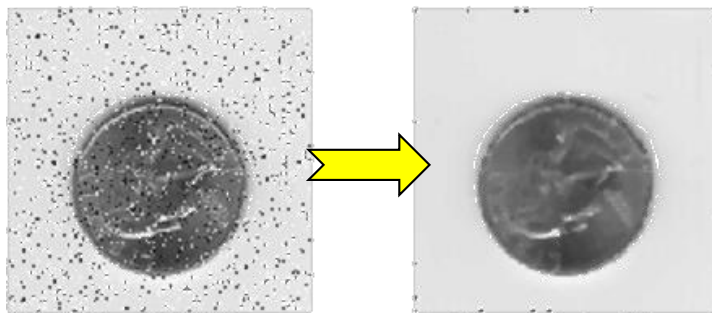
Algoritmos de V.A.

- Pasos en el procesamiento de imagen:
 - Preprocesamiento
 - Operaciones de mejora de la imagen
 - Segmentación
 - División de la imagen en objetos de interés
 - Descripción
 - Obtención de características
 - Reconocimiento
 - Identificación de objetos
 - Interpretación
 - Asociación de significado a un conjunto de objetos
 - Decisión
 - Realización de acciones en función de la interpretación

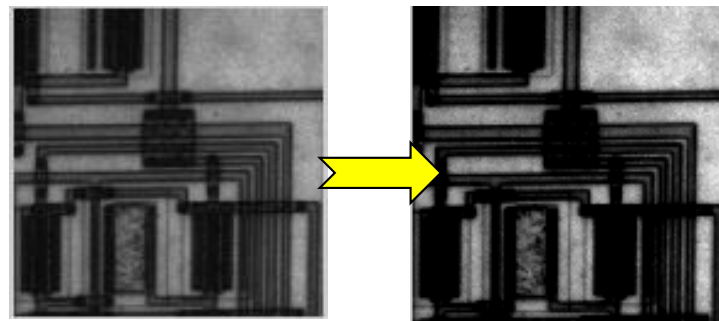
Etapa de preprocesamiento

Operaciones aritméticas que mejoran la imagen o destacan elementos en la misma

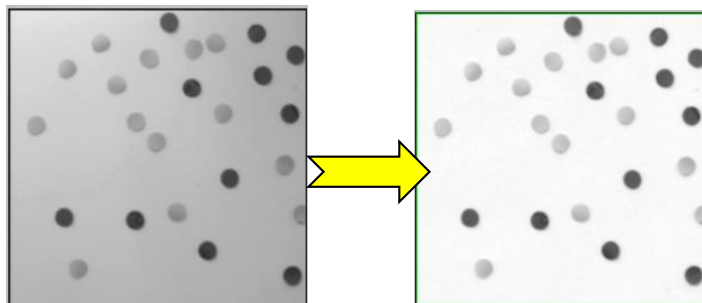
- Reducción de ruidos:
filtrado



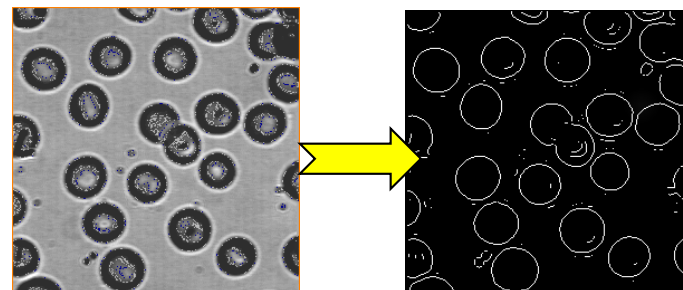
- Mejora de contraste:
ecualización de histograma



- Eliminación de fondo:



- Resaltado de bordes:



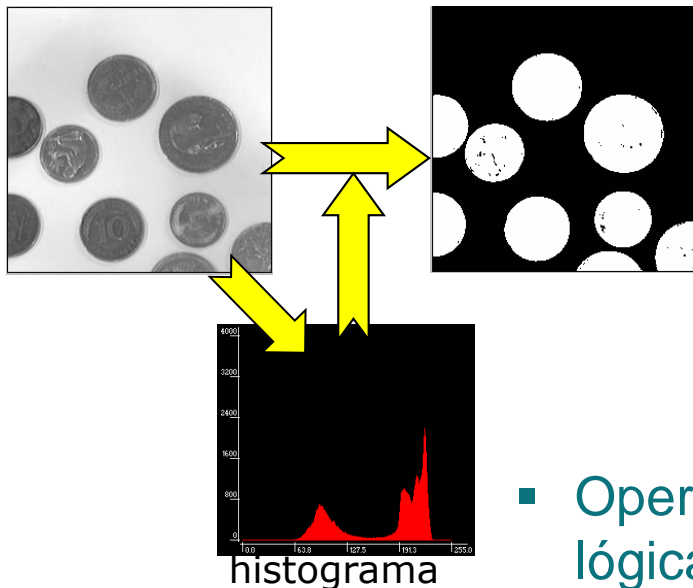
Etapa de preprocesamiento

- Otros algoritmos de preprocesamiento:
 - Promediado de imágenes (filtrado)
 - Resta de imágenes (detección de movimiento)
 - Búsqueda de máximos (iluminación estructurada)
 - Transformaciones espaciales por interpolación (giro, traslación, zoom, cambio de pto. de vista)
 - Reducción de brillos
 - Resaltado de color
 - Resaltado de rectas (transformada de Hough)
 - Transformaciones en frecuencia (T. de Fourier)
 - ...

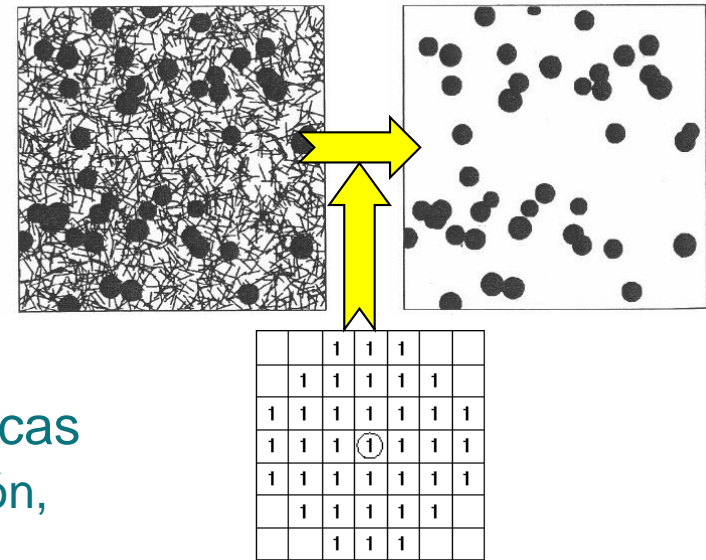
Segmentación de imágenes

Operaciones aritméticas y lógicas que permiten discriminar regiones (BLOBS)

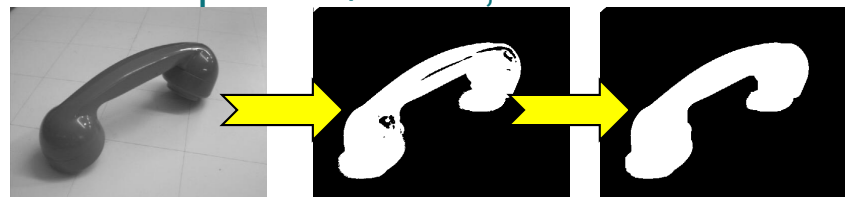
Umbralización



Operaciones morfológicas aritméticas: convolución

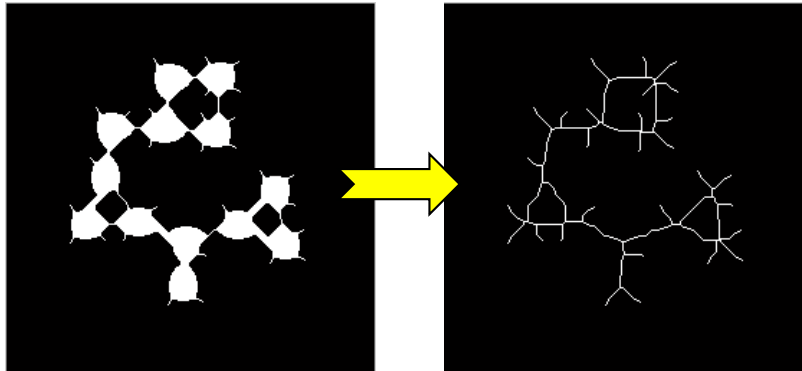


Operaciones morfológicas lógicas: Erosión/dilatación, apertura/cierre, ...

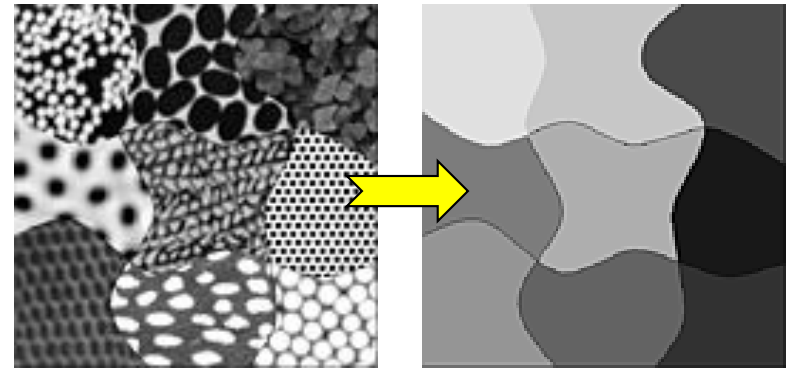


Segmentación de imágenes

- Esqueletización



- Análisis de texturas



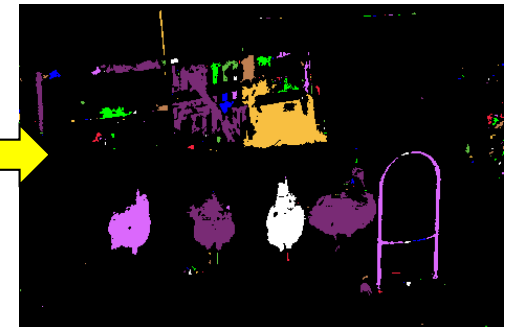
- Etiquetado de regiones



Imagen original



Detección de regiones

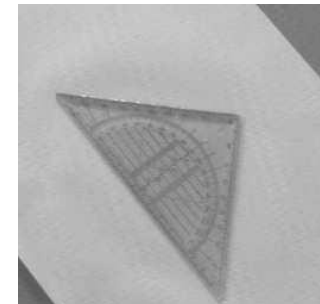
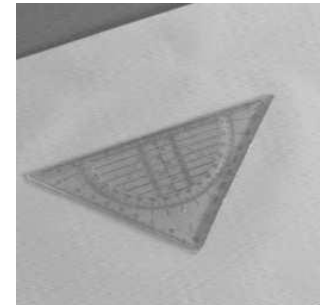
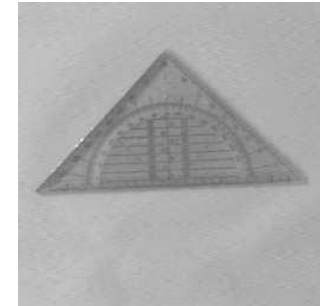


Regiones etiquetadas

Descripción

- Obtención de parámetros de los BLOBS que permitan extraer características:
 - Área ocupada (nº de pixels)
 - Ejes mayor y menor, y ángulos entre ellos
 - Longitud del contorno (pixels contorno/área)
 - Momentos de orden 1 (centro de masas), 2, etc.
 - Número de agujeros
 - Descriptores de contorno
 - Aproximaciones poligonales
 - Descriptores de Fourier
 - ...

- Muy importante:
 - Buscar parámetros invariantes frente a tamaño, posición, ángulo de visión



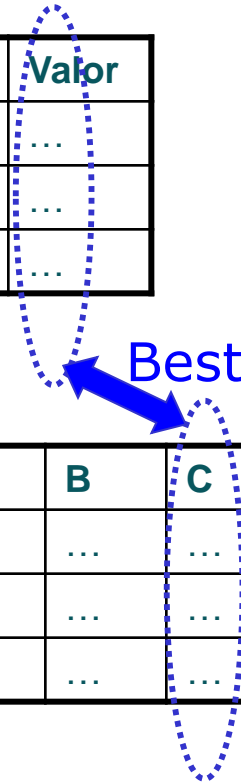
Reconocimiento e interpretación

- Identificar los blobs por comparación de sus vectores de parámetros con patrones conocidos
 - Métodos de optimización multivariable / multiobjetivo
 - Técnicas “inteligentes” (lógica difusa, redes neuronales, programación genética, ...)



Parámetro	Valor
Centro masas	...
Long. contorno	...
...	...

Parámetro	A	B	C	D	...
Centro masas
Long. contorno
...





Indice

- ❑ Estructura del curso
- ❑ Introducción a la Visión Artificial (V.A.)
- ❑ Aplicaciones de V.A. en la industria
- ❑ Conceptos básicos
- ❑ Elementos de un sistema de V.A.
- ❑ Algoritmos de V.A.
- ❑ **Uso de Matlab para la manipulación de imágenes**



Matlab para procesamiento de imagen

- ❑ Operaciones matriciales de propósito general
- ❑ Librería (toolbox) de imágenes:
 - >> help images
 - >> iptdemos
- ❑ Librería (toolbox) de adquisición de imagen:
 - >> imaqhelp

Matlab para procesamiento de imagen

- Operaciones matriciales de propósito general
 - Dato básico de Matlab: matriz de n^{os} complejos.
 - Operaciones con matrices: + - * / >= ...
 - Operaciones matriciales dato a dato: .+ .* ./ ...
 - Matriz de valores constantes: [1 2 3;4,5,6]
 - Acceso a los elementos de la matriz: m(fila,col) ← fila y col empiezan en 1
 - Clase de cada elemento:
 - uint8: entero sin signo de 8 bits (0 a +255)
 - int8: entero con signo de 8 bits (-128 a +127)
 - uint16: entero sin signo de 16 bits (0 a +65535)
 - int16: entero con signo de 16 bits (-32768 a +32767)
 - single: real de 32 bits en precisión simple (0 a $\pm 3.4 \times 10^{38}$, precisión 7 dígitos decimales).
 - **double**: real de 64 bits en precisión doble (0 a $\pm 1.8 \times 10^{308}$, precisión 15 dígitos decimales).

Por defecto

Matlab para procesamiento de imagen

❑ Operaciones básicas con imágenes:

■ Lectura de archivo:

```
>> img=imread('nombre de archivo');
```

■ Comprobación de tipo de datos y formato (color, escala de gris):

```
>> whos img;
```

Name	Size	Bytes	Class	Attributes
img	194x259x3	150738	uint8	

■ Visualización gráfica:

```
>> imagesc(img);
```

■ Escritura en archivo:

```
>> imwrite(img,'archivo','formato');
```

A recordar:

- ❑ ; al final de cada sentencia
- ❑ **help función** para ver todas las opciones
- ❑ Los resultados pueden ser diferentes según el tipo de datos
- ❑ Imágenes de ejemplo en:
C:\...\MatlabR...\toolbox\images\imdata



Matlab para procesamiento de imagen

□ Tipo de datos:

■ Imagen de color:

- Cada pixel está formado por 3 valores: R G y B
- Si es int, cada valor se interpreta entre 0 y maxint.
- Si es double, cada valor se interpreta entre 0 y 1 (RGB).

■ Imagen en escala de gris:

- Los valores representan índices del mapa de color actual (ver ayuda de colormap, caxis, colorbar).

■ Ejemplos:

```
>> img1=imread('football.jpg'); figure; imagesc(img1);
```

```
>> whos img1
```

Name	Size	Bytes	Class	Attributes
img1	256x320x3	245760	uint8	

```
>> img2=imread('coins.png'); figure; imagesc(img2); colorbar;
```

```
>> whos img2
```

Name	Size	Bytes	Class	Attributes
img2	246x300	73800	uint8	

```
>> caxis([50 90]);
```

```
>> colormap gray;
```

```
>> figure; plot(img2(100,:));
```

Imagen color, 8 bits RGB

Imagen monocroma, 8 bits

Línea 100 de la imagen

Matlab para procesamiento de imagen

□ Ejemplos de manipulación:

▪ Utilizar las 3 componentes de color:

```
>> img=imread('football.jpg');  
>> whos img;
```

Name	Size	Bytes	Class	Attributes
img	256x320x3	245760	uint8	

```
>> figure; subplot(2,2,1); imagesc(img);  
>> subplot(2,2,2); imagesc(img(:, :, 1)); title('Canal rojo');  
>> subplot(2,2,3); imagesc(img(:, :, 2)); title('Canal verde');  
>> subplot(2,2,2); imagesc(img(:, :, 3)); title('Canal azul');  
>> balon=img(:,:,1)-(img(:,:,2)+img(:,:,3))/2;  
>> figure; imagesc(balon); colorbar;  
>> figure; imagesc(balon>20); colormap gray;
```

Matlab para procesamiento de imagen

□ Funciones básicas:

■ Conversiones de tipo:

- `im2double()`, `im2uint8()`, `im2uint16()`

■ Conversiones de espacio de color:

- `rgb2gray()`
- `rgb2ycbcr()`, `ycbcr2rgb()`
- `rgb2hsv()`, `hsv2rgb()`

■ Aritmética de imágenes:

- `imadd()`, `imabsdiff()`, `immultiply()`, `imsubtract()`, ...
- Normalmente se usan los operadores matriciales en su lugar (`a+b`, `abs(a-b)`, `a.*b`, `a-b`, ...)

Matlab para procesamiento de imagen

□ Funciones auxiliares:

■ Funciones de Matlab:

- colorbar
- axis on/off
- hold on/off
- plot()

■ Herramientas gráficas de ayuda (imuitools):

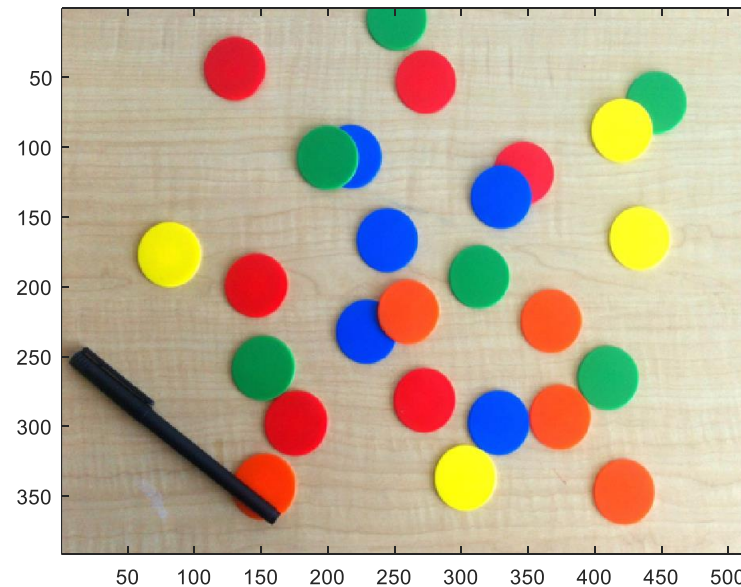
- imtool()
- improfile()
- imageinfo()
- imgetfile()
- imellipse(), imline(), imrect(), impoly(), imfreehand()
- imcontour() ← Interesante para imágenes termográficas

Matlab para procesamiento de imagen

□ Ejemplo:

- Cargar y mostrar imagen "coloredChips.png"
- Determinar combinaciones RGB para colores presentes:

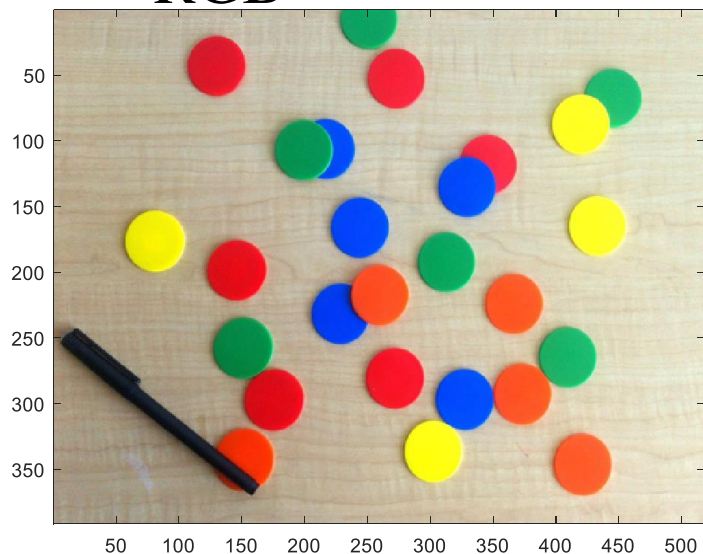
- Verde
- Rojo
- Azul
- Naranja
- Amarillo



- Determinar cálculos y niveles para detectar cada color

Matlab para procesamiento de imagen

RGB



Monochrome

