

Sistemas de Visión Artificial



**Tema 1. Fundamentos de Visión Artificial**

*Autores: Sira Palazuelos, Luis M. Bergasa , Manuel Mazo, M. Ángel García, Marisol Escudero, J. Manuel Miguel  
Departamento de Electrónica. Universidad de Alcalá.*

**Índice**

1. Aspectos generales sobre visión por computador
2. Sistemas de Iluminación
3. Óptica
4. Cámaras
5. Adquisición y geometría de formación de imágenes
6. Radiometría
7. Fotometría
8. Digitalización
9. Geometría de la cámara
10. Introducción al color



## 1. Aspectos generales sobre visión por computador

## ¿Qué es la Visión por Computador?

### Visión por Computador

- Es la ciencia que estudia los procesos de adquisición, procesamiento, análisis e interpretación de la información procedentes de imágenes 2D de un mundo 3D.



- Escena de tráfico.
- Número de vehículos.
- Tipo de vehículos.
- Localización de obstáculos próximos.
- Valoración de la densidad (congestión).



- Robótica (Guiado y Navegación)
- Medicina
- Seguridad
- Sistemas de transporte **Robesafe** [YouTube](#) [Furukawa10]
- Reconstrucción 3D, objetos ocultos **MIT Lab** [YouTube](#)
- Control de calidad **Infaimon** [YouTube](#)
- Identificación
- Agricultura
- ...

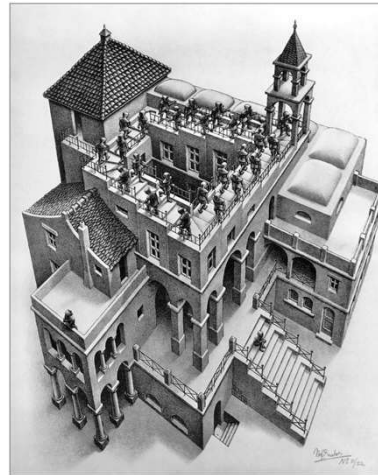
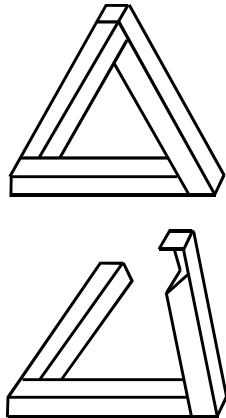


- ☐ Las imágenes son ambiguas: proyección 3D a 2D.
- ☐ Variaciones naturales en las clases de objetos:
  - Color, textura, tamaño, formas, partes, relación.
- ☐ Variaciones en el procesamiento de imágenes:
  - Iluminación (brillos, sombras, contraste),
  - Distorsión de proyección, punto de vista, oclusiones;
  - Ruido, características de sensor y óptica.
- ☐ Varios aspectos interrelacionados: localización, reconocimiento, etc.
- ☐ Gran cantidad de información a tratar (gran potencia de cálculo).



## Dificultades de la visión por computador

Problema de representar en 2D objetos 3D



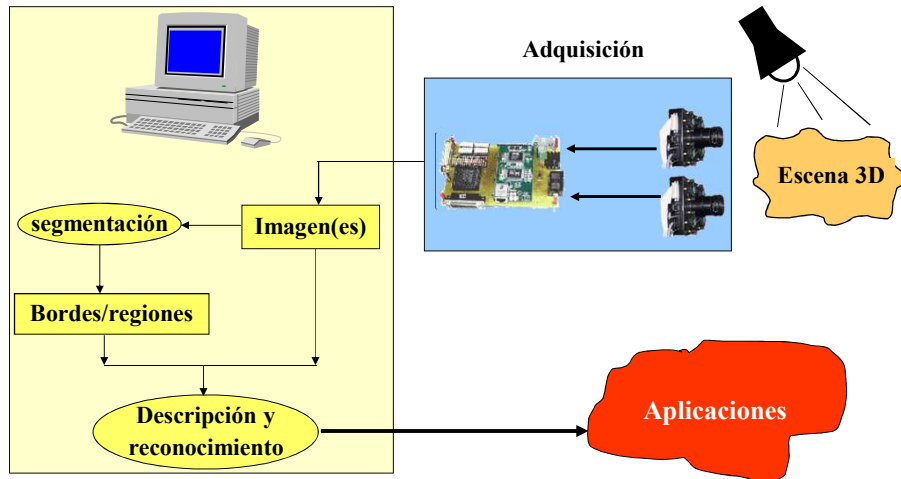
Ascending and descending  
[M.C. Escher, 1960]



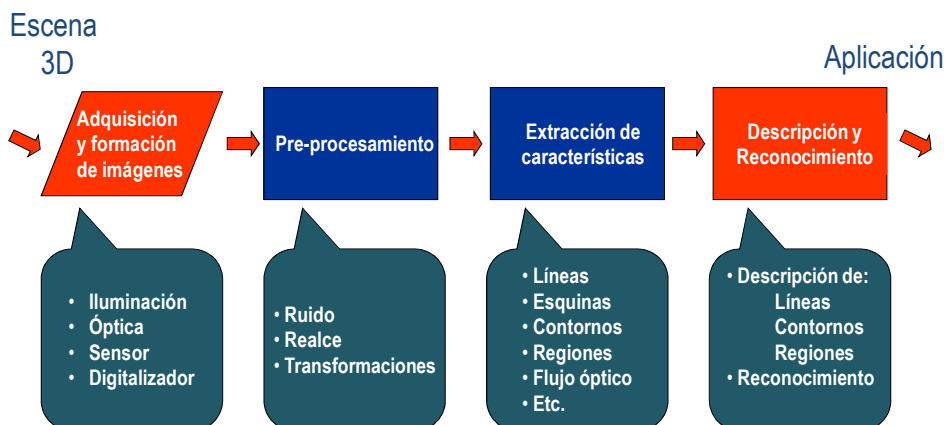
## Visión humana

- El sistema de visión humano permite reconocer objetos, incluso complejos, en fracciones de segundo.
- La retina de un ojo contiene, aproximadamente,  $10^8$  células de visión especializadas y 4 capas de neuronas, todas capaces de llevar a cabo unos  $10^7$  operaciones por segundo.
- Cuando la imagen alcanza el cerebro ( $10^{11}$  neuronas y  $10^{14}$  interconexiones) se efectúa un tratamiento altamente complejo.
- Se estima que el 60% de la corteza cerebral se dedica a tratar información visual.
- ¡¡ Los sistema de visión artificial tienen un largo y difícil camino por delante, antes de llegar a resultados comparables a los de la visión humana!!

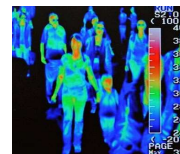
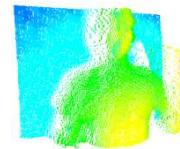
## Diagrama de bloques de un sistema de visión artificial



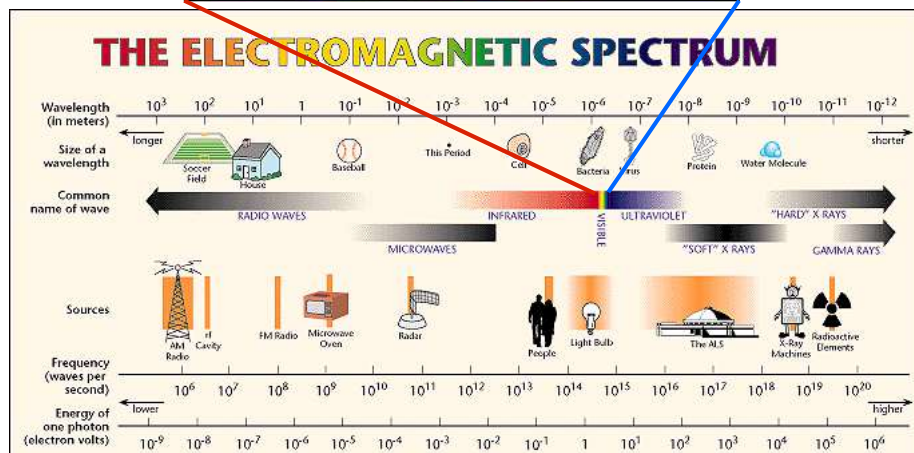
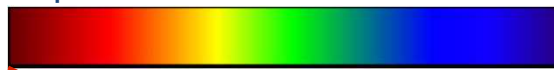
## Tareas generales de un sistema de visión por computador



- Formación de imágenes: Las imágenes se forman cuando un SENSOR registra la RADIACIÓN que interactúa con los OBJETOS FÍSICOS del mundo 3D.
- Tipos de imágenes (sensores):
  - **Fotografía** (blanco/negro y color):
    - Luz reflejada.
  - **Imágenes de distancia**: distancia.
  - **Tomografía**: densidad de tejido.
  - **Infrarrojo**: calor.
- Nosotros nos centraremos en los sistemas de luz reflejada.



### Espectro visible





## 2. Sistemas de Iluminación

## Iluminación - Introducción

- Un correcto **sistema de iluminación** contribuye de forma notable al éxito de los sistemas de visión (sobre todo en aplicaciones industriales).
- Las características de las fuentes luminosas tienen una gran repercusión sobre las **prestaciones** y el **coste** del sistema de visión (SV).
- Un buen sistema de iluminación puede **reducir la complejidad** de los algoritmos de procesamiento.
  - **Las fuentes de luz más típicas en los SV son:**
    - Halógenos (Fibra óptica)
    - Gas estroboscópico (Xenon)
    - Láser
    - LED's
    - Fluorescente
  - **Las técnicas de iluminación más frecuentes en los SV son:**
    - Directa
    - Por campo oscuro (backlight)
    - Lateral
    - (dark field)
    - Difusa coaxial
    - Estroboscópica
    - Por contraste
    - Difusa tipo domo

### □ LED (Light Emitting Diodes)

- Intensidad de la iluminación continua
- Proporcionan gran intensidad de iluminación
- En sistema estroboscópico pueden alcanzar potencias lumínicas similares a los halógenos
- Larga vida, aproximadamente 100.000 horas
- Emiten luz en color rojo, verde, azul blanco... IR
- Nueva tecnología de LED chip-on-board (LED COB)
  - Permite una gran concentración de LED en una superficie muy reducida
  - Aumentar el poder lumínico



**Rectangulares**



**Anillos**



**Paneles**

### □ Fibra óptica

- Funcionamiento: Un haz de fibras ópticas conduce la luz de una fuente hasta un adaptador
  - Fuentes halógenas o de xenón
  - Haces de fibra óptica de una longitud  $< 5$  m
  - Adaptadores de forma circular, lineal, puntual o de panel...
- Proporciona la luz más intensa de todos los tipos de iluminación que se utilizan en visión artificial
- Proporciona luz fría, ideal para aplicaciones
  - Donde no se pueda emitir calor
  - En entornos deflagrantes
- Vida media entre 1000 y 2000 h
- Nueva tecnología: LED + Fibra óptica



**Fuente Fibra Óptica**



**Terminadores de iluminadores**

**Anulares**

**Puntuales**

**Lineales**



### □ Fluorescente

- Tubo de vidrio que contiene fósforo y otros elementos que emite luz al recibir radiación UV de onda corta
- La principal ventaja es su eficiencia energética
- Su uso en aplicaciones industriales está limitado por escasa variedad de formas
- Se utilizan fluorescentes especiales que funcionan a  $f > 25$  kHz
- La principal ventaja frente a los LED:
  - Sólo se cambia el fluorescente
- Vida media es de unas 10.000 h



**Paneles**



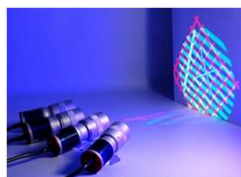
**Circulares**



**Tubos de alta y  
Ultra alta frecuencia**

### □ Láser

- Luz estructurada.
- Diferentes patrones: puntos, líneas rectas, circunferencias, cruces, cuadrados, matrices de puntos y múltiples líneas.
- Aplicaciones:
  - Para marcar el trazo a seguir.
  - Para determinar la tercera dimensión de los objetos.





### ☐ Iluminación directa

- Es la técnica más común.
- La cámara recibe la luz reflejada del objeto.
- Esta luz se puede conseguir con:
  - Iluminadores puntuales.
  - Iluminadores de áreas.
  - Iluminadores lineales.
- Es especialmente útil en superficies con pocos reflejos:
  - Papel
  - Tela...

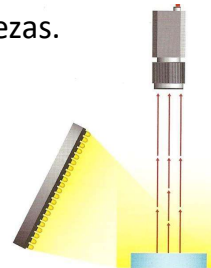
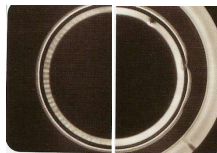


<http://www.infaimon.com/es/blogs/enciclopedia-iluminacion>



### ☐ Iluminación lateral

- La cámara recibe la luz reflejada del objeto.
- Se ilumina de forma lateral a la posición de la cámara.
- Se utiliza para resaltar detalles de piezas.



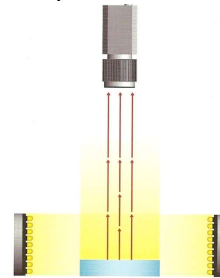
### ☐ Iluminación estroboscópica

- ☐ Es luz pulsada.
- ☐ Se utiliza con piezas que se mueven a gran velocidad.



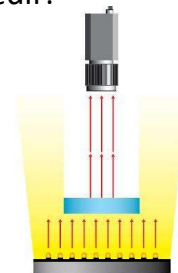
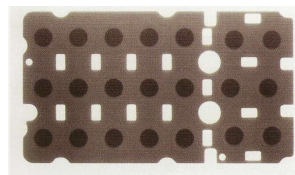
### □ Iluminación por campo oscuro (dark field)

- Esta técnica resalta:
  - Defectos superficiales.
  - Grietas.
  - Surcos.
- Se utiliza para leer códigos grabados en una superficie.
- Se utilizan anillos de luz
  - Iluminan en dirección perpendicular a la cámara



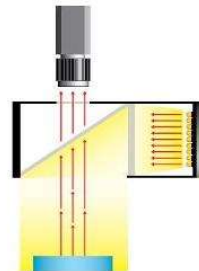
### □ Iluminación por contraste (backlight)

- Se sitúa al objeto entre la iluminación y la cámara.
- Medidas de la silueta por contraste (contraluz).
- No permite ver detalles superficiales de piezas.
- En materiales translúcidos se pueden medir:
  - Manchas,
  - Grietas,
  - Rayas.



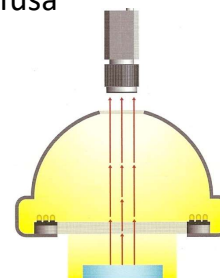
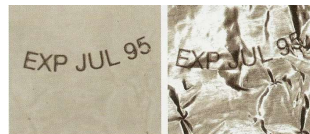
### □ Iluminación difusa coaxial

- Iluminación sobre el mismo eje con espejo.
- Espejo semitransparente (*beam splitter*).
- Se utiliza para iluminar objetos muy reflectantes:
  - Etiquetas reflectantes
  - PCB
  - Aluminio



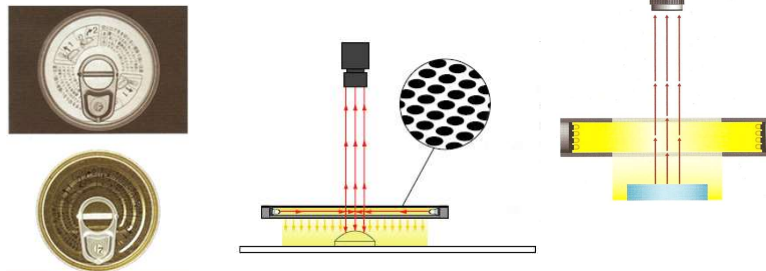
### □ Iluminación difusa tipo domo

- Iluminación de día nublado (no produce sombra).
- Máximo rendimiento en iluminación difusa
- Combina iluminación:
  - Reflectante (cúpula esférica)
  - Coaxial
- Se utiliza para iluminar superficies especulares complejas
  - Espejos
  - Latas
  - CDs...



## □ Iluminación difusa tipo domo plano

- Espesor muy reducido (< 1 cm, al contrario que el domo que requiere gran espacio entre objeto y cámara)
- Lámina de material especial transparente
  - Difracta la luz perpendicularmente
  - Iluminación homogénea y difusa



**COGNEX** [www.cognex.com](http://www.cognex.com) -> Spain -> Aprenda -> Herramientas útiles -> Asesor de iluminación

Aprenda | Industrias | Aplicaciones | Visión | Identificación (ID) | Asistencia | Comparativa | Noticias | Conectar | Inicio

**Aprenda.**  
Herramientas útiles  
Consultor de ahorro de costos  
Consultor de lentes  
Asesor de iluminación

**Asesor de iluminación**  
Esta exclusiva herramienta le permite explorar los efectos de diferentes técnicas y posiciones de la iluminación en artículos típicos. Seleccione un artículo de los iconos de la parte superior y elija una técnica de iluminación de la izquierda. Pasando sobre los iconos, se mostrarán las descripciones de las técnicas de iluminación. Haga clic en los botones de la derecha para ver el efecto de acercar y alejar la iluminación del artículo que se ilumina.

Artículos:

Tipos de iluminación:

Estuche de metal - Coaxial Light Lighting - Height: 2 mm

Altura (mm):  
120  
70  
50  
15  
5  
2

**Anillo de bajo ángulo:**  
Las luces de anillo de bajo ángulo ofrecen un gran contraste en los objetos con bordes elevados, lo que brinda mayor flexibilidad a las distancias de trabajo con luz en comparación con las luces de anillo de campo oscuro. Las luces de anillo de bajo ángulo son especialmente ideales para utilizarse en superficies brillantes.  
Observe: Diferencia de contraste entre niveles de distancia cercanos y lejanos.

\*El Asesor de Iluminación Cognex está diseñado para mostrar efectos de iluminación típicos; se recomienda una evaluación adicional antes de realizar selecciones de iluminación definitivas. Para que un experto en visión de Cognex evalúe sus requisitos de forma más detallada, use nuestra [Evaluación de la aplicación](#) en línea o [Contáctenos](#).