Introducción a la Visión por Computadora

Alexander Caicedo,

Material del Profesor: Santiago Alférez

Matemáticas Aplicadas y Ciencias de la Computación
Escuela de Ingeniería, Ciencia y Tecnología
Universidad del Rosario

Enero de 2020

Sesión 1. Introducción

Una imagen vale más que mil palabras

Anónimo

Programa

Requisitos

– Procesamiento de señales

– Programación matricial (matlab, numpy,…)

Calificación

- Proyectos
- Tareas, quices

Programa

Tema	Actividad de evaluación	Porcentaje	Fecha de examen	Fecha de retroalimentación
Clase 1 – Clase 7	Proyecto 1	20	Semana 4	Semana 5
Clase 10 – Clase 15	Proyecto 2	20	Semana 8	Semana 9
Clase 18 – Clase 23	Proyecto 3	20	Semana 12	Semana 13
Clase 1 – Clase 30	Proyecto 4	20	Semana 16	Semana de exámenes
Todas las clases	Quices y tareas	20	Todo el semestre	

Temas Principales del curso

1. Introducción, sistema de visión humano y formación de la imagen.
2. Espacios de color y transformaciones.
3. Filtrado de la imagen, convolución y detección de bordes.
4. Segmentación, extracción y detección de características y emparejamiento.
5. Estimación del movimiento, flujo óptico.
6. Redes neuronales convolucionales.
7. Clasificación de imágenes, detección de objetos y segmentación semántica.

Software

scikit-image
image processing in python

OpenCV

Pillow (PIL Fork)
pillow

PyTorch

MATLAB

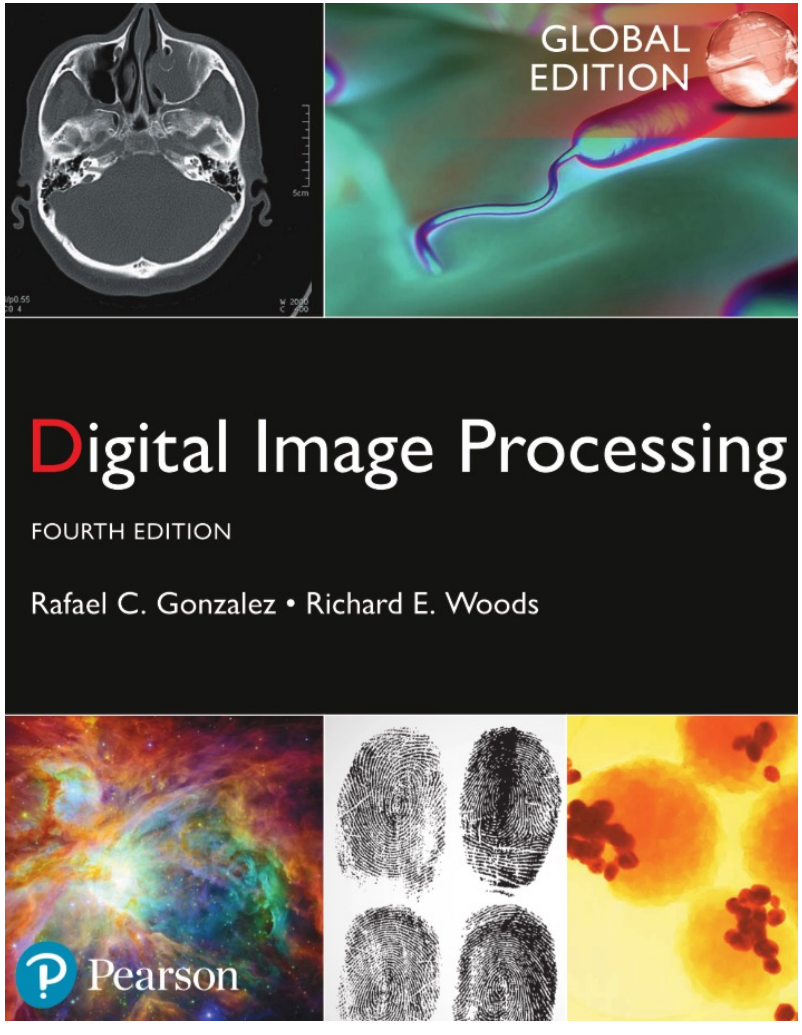
Hardware

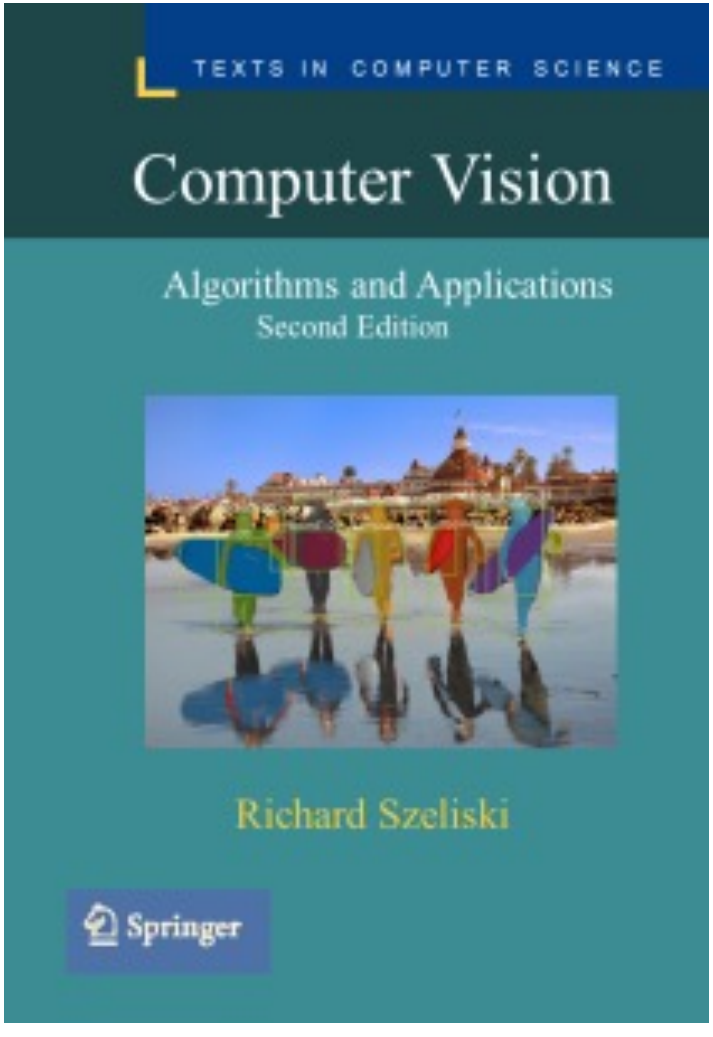
colab

Bibliografía

- [1] Gonzalez, R.C. and Woods, R.E., Digital Image Processing, 4th Global Edition.
- [2] Szeliski, R., 2020. Computer vision: algorithms and applications [online free].
- [3] Deep learning for computer vision. http://cs231n.stanford.edu/
- [4] Computer Vision on Line. http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/CVonline/CVentry.htm

Bibliografía





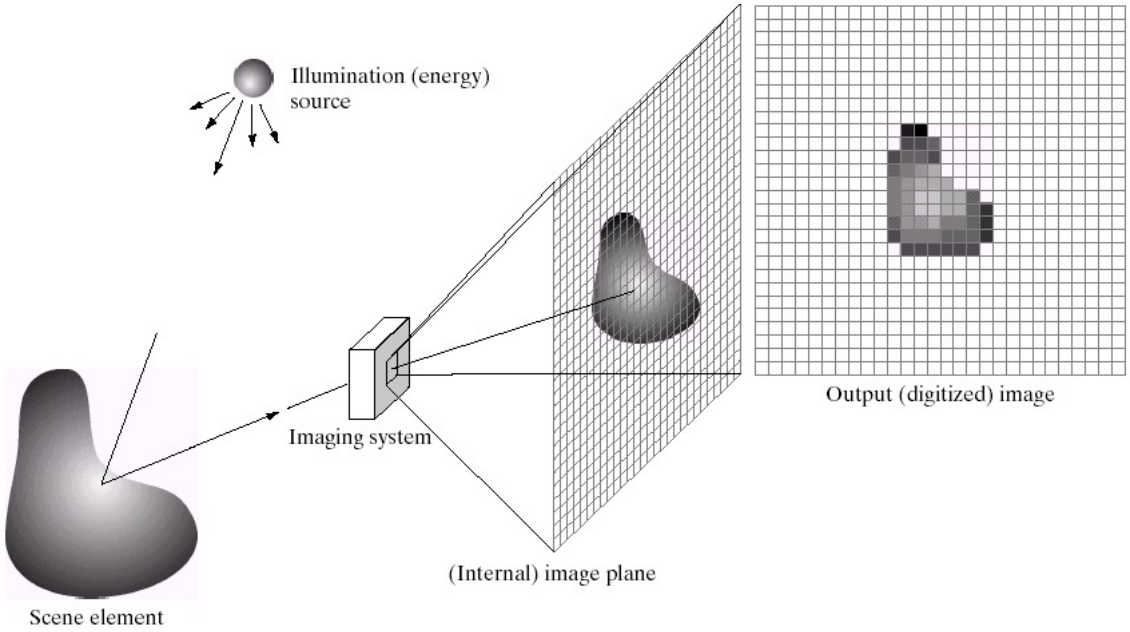
http://szeliski.org/Book/

Contenido

- ✓ ¿Qué es una imagen digital?
- ✓ ¿Qué es el procesamiento de imágenes digitales?
- ✓ Historial del procesamiento de imágenes digitales
- ✓ Ejemplos de vanguardia del procesamiento de imágenes digitales
- ✓ Etapas clave en el procesamiento de imágenes digitales

¿Qué es una imagen digital?

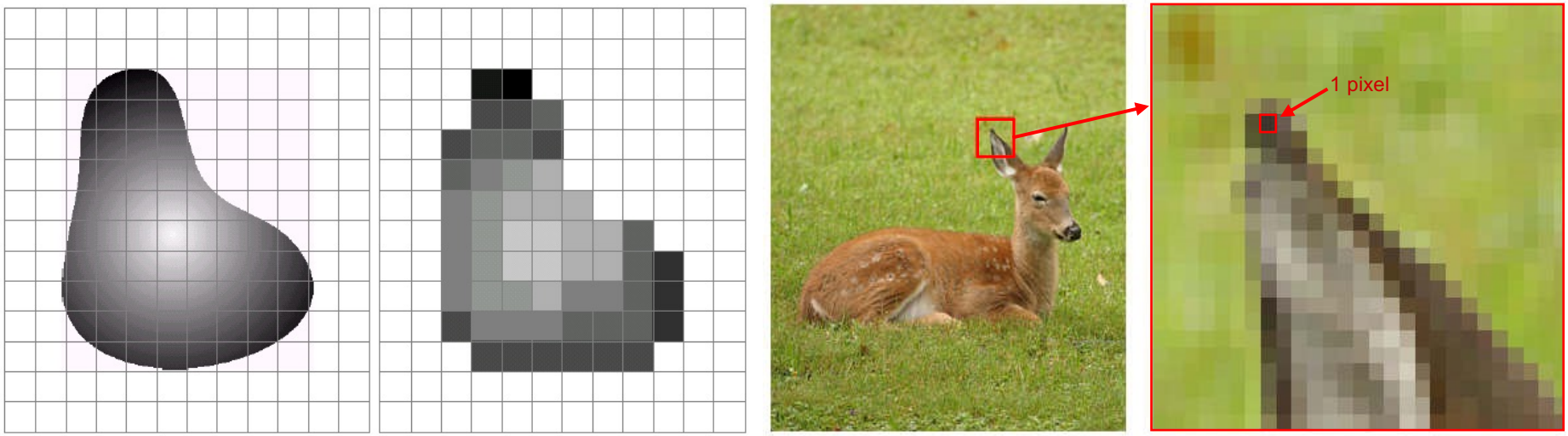
Una imagen digital es una representación de una imagen bidimensional como un conjunto finito de valores digitales, llamados elementos de imagen o píxeles



¿Qué es una imagen digital?

Los valores de píxeles suelen **representar** niveles de grises, colores, alturas, opacidades, etc.

Recuerde que la **digitalización** implica que una imagen digital es una aproximación de una escena real



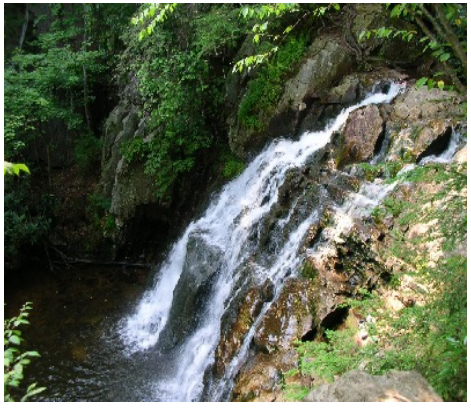
¿Qué es una imagen digital?

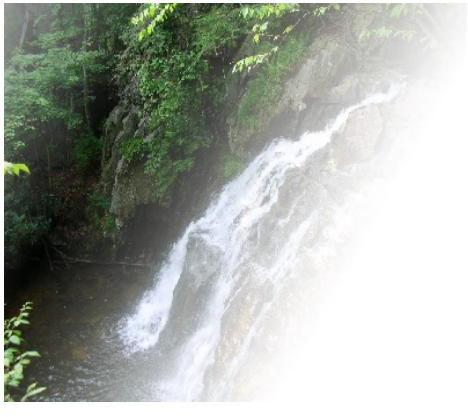
Los formatos de imagen comunes incluyen:

1 muestra por punto (B&W o Escala de grises)

3 muestras por punto (rojo, verde y azul)

4 muestras por punto (rojo, verde, azul y "alfa", también conocido como Opacidad)





¿Qué es el procesamiento digital de imágenes?

- El procesamiento de imágenes digitales se centra en dos tareas principales:
  - Mejora de la información pictórica para la interpretación humana
  - Tratamiento de datos de imagen para almacenamiento, transmisión y representación para la percepción autónoma de la máquina
- Algunos argumentos sobre dónde termina el procesamiento de imágenes y donde inicia los campos como el análisis de imágenes y la visión por computadora.

¿Qué es la visión por computadora?

El objetivo de la visión por computadora es usar computadores para emular la visión humana, incluyendo el proceso del aprendizaje y la capacidad para hacer inferencia y tomar acciones con base en estímulos (entradas visuales).

¿Qué es el DIP?

El continuo desde el procesamiento de imágenes hasta la visión por computadora se puede dividir en procesos de bajo, medio y alto nivel

Proceso de bajo nivel	Proceso de nivel medio	Proceso de alto nivel
Entrada: Imagen **Salida:** Imagen	**Entrada:** Salida de imagen: Atributos	**Entrada:** Atributos **Salida:** Entendimiento
Ejemplos: Eliminación de ruido, nitidez de la imagen	**Ejemplos:** Reconocimiento de objetos, segmentación	**Ejemplos:** Entendimiento de la escena, conducción autónoma

En este curso nos detendremos aquí

A principios de la década de 1920:

- Una de las primeras aplicaciones de la imagen digital fue en las industria del papel
- El servicio de transmisión de imágenes por cable Bartlane
- Las imágenes fueron transferidas por cable submarino entre Londres y Nueva York
- Las imágenes fueron codificadas para la transferencia de cable y reconstruidas en el extremo receptor en una impresora de telégrafos

Imagen digital temprana

Historia del DIP

De mediados a finales de la década de 1920: Las mejoras en el sistema Bartlane dieron lugar a imágenes de mayor calidad

- Nuevos procesos de reproducción basados en técnicas fotográficas
- Aumento del número de tonos en imágenes reproducidas

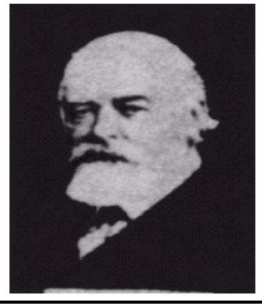


Imagen digital mejorada

Imagen digital de 15 tonos

Historia del DIP

1960s: Las mejoras en la tecnología informática y el inicio de la carrera espacial llevaron a una oleada de trabajo en el procesamiento de imágenes digitales

1964: Computadoras utilizadas para mejorar la calidad de las imágenes de la luna tomadas por la sonda Ranger 7

- Estas técnicas se utilizaron en otras misiones espaciales, incluyendo los aterrizajes Apolo

Una foto de la luna tomada por la sonda Ranger 7 minutos antes de aterrizar

Historia del DIP

1970s: El procesamiento de imágenes digitales comenzó a utilizarse en aplicaciones médicas

- **1979:** Sir Godfrey N. Hounsfield & Prof. Allan M. Cormack comparte el Premio Nobel de Medicina por la invención de la tomografía, la tecnología detrás de las tomografías axiales computarizadas (CAT)

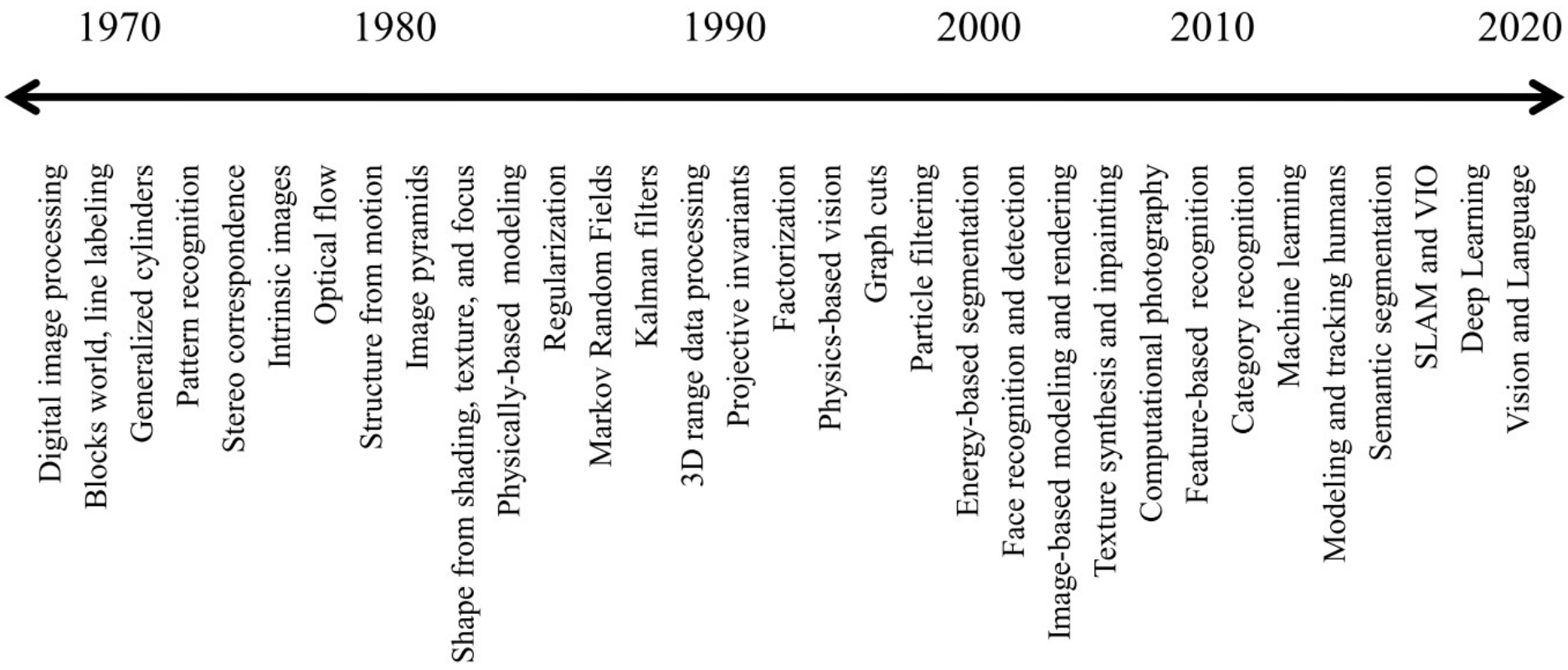
Imagen CAT típica de corte de cabeza

Historia del DIP

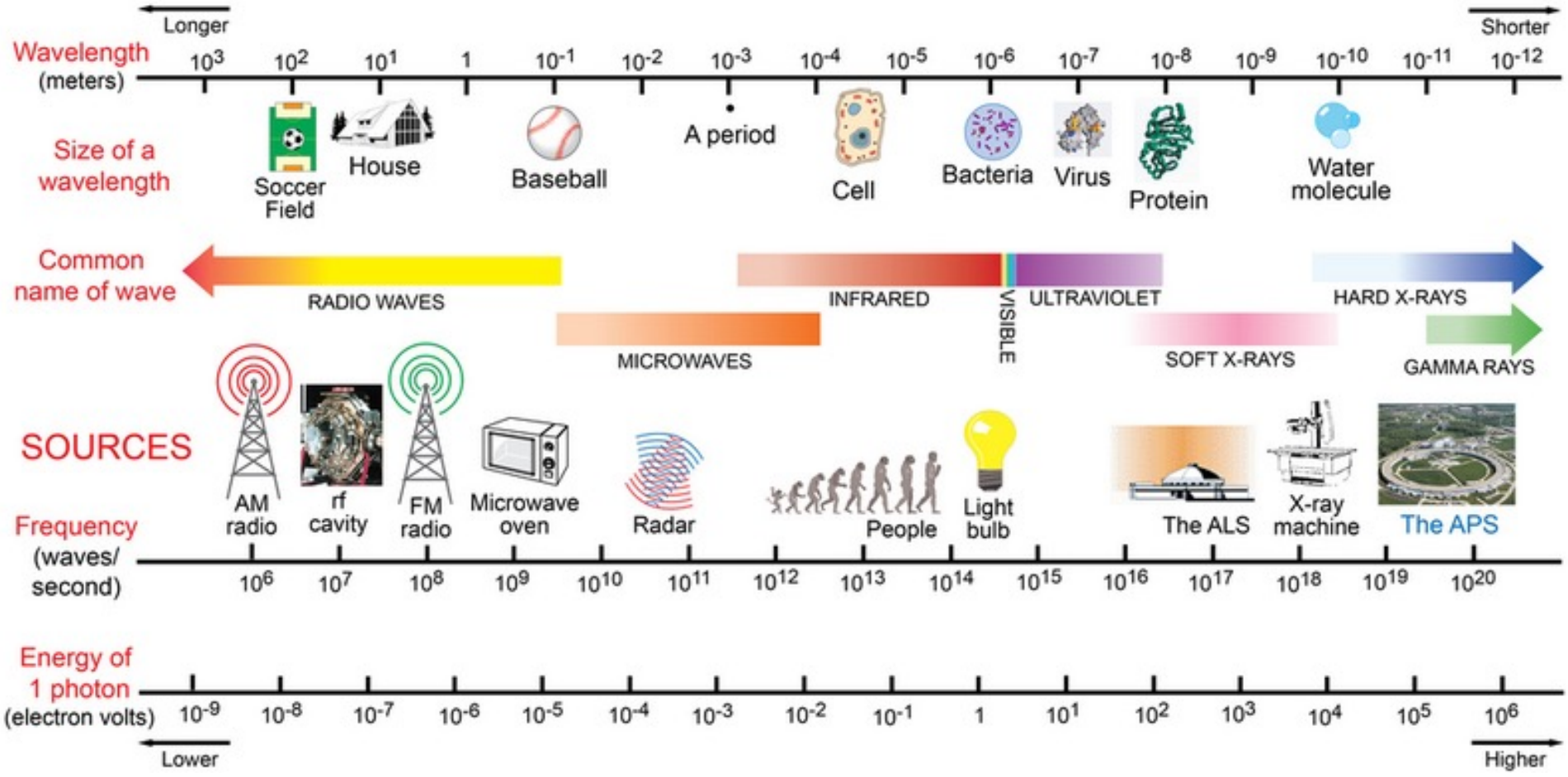
1980 - Hoy: El uso de técnicas de procesamiento de imágenes digitales ha explotado y ahora se utilizan para todo tipo de tareas en todo tipo de áreas

- Mejora/restauración de la imagen
- Efectos artísticos
- Visualización médica
- Inspección industrial
- Aplicación de la ley
- Interfaces informáticas humanas

Línea temporal de los tópicos más activos



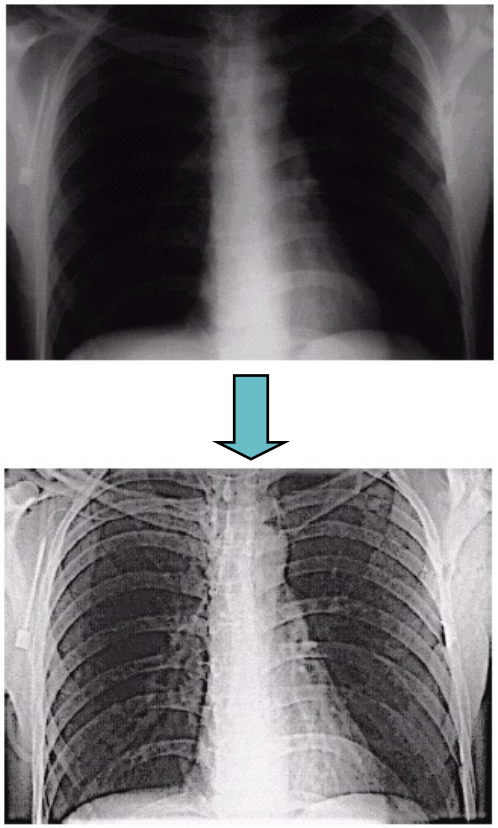
Aplicaciones – Modalidades de imágenes

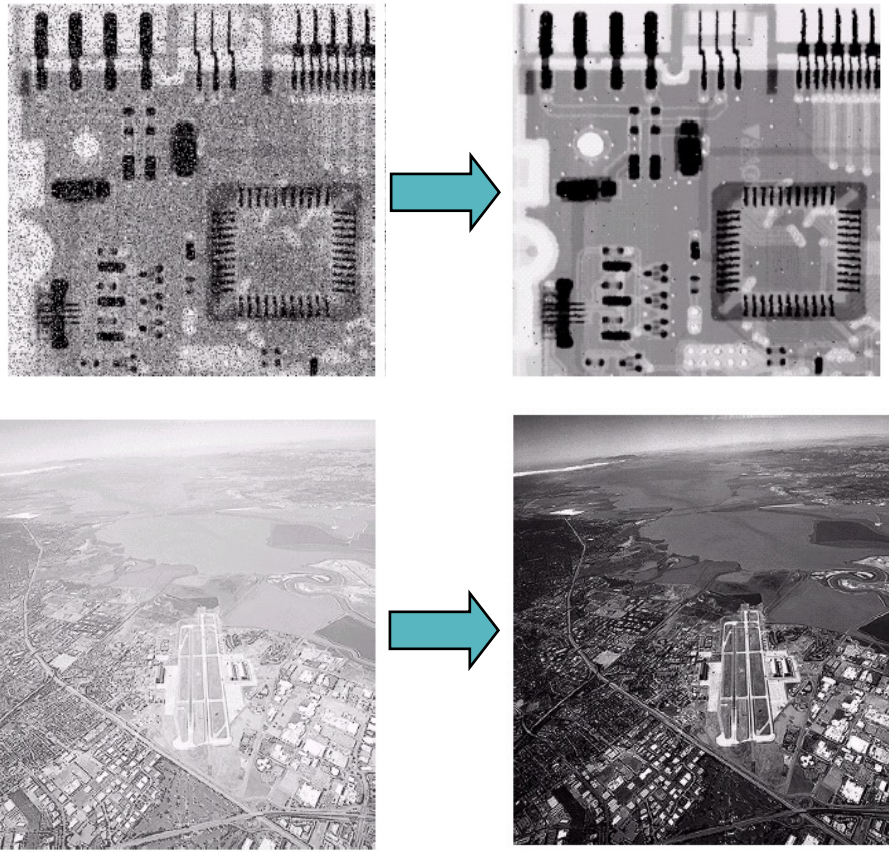


https://betterlesson.com/lesson/633527/the-electromagnetic-spectrum

Aplicaciones: Mejora de imagen

Uno de los usos más comunes de las técnicas DIP: mejorar la calidad, eliminar el ruido, etc.





Aplicaciones: El telescopio Hubble

Lanzado en 1990 el telescopio Hubble puede tomar imágenes de objetos muy distantes

Sin embargo, un espejo incorrecto hizo inútiles muchas de las imágenes del Hubble

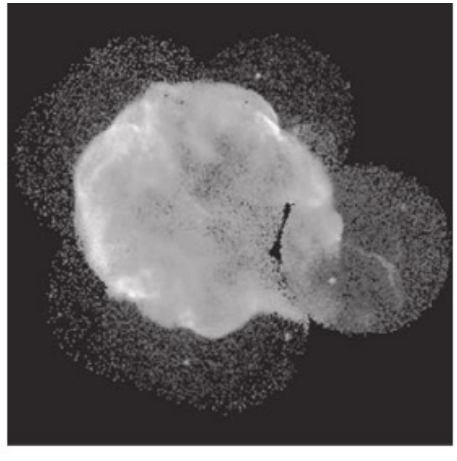
Se utilizaron técnicas de procesamiento de imágenes para arreglar el problema

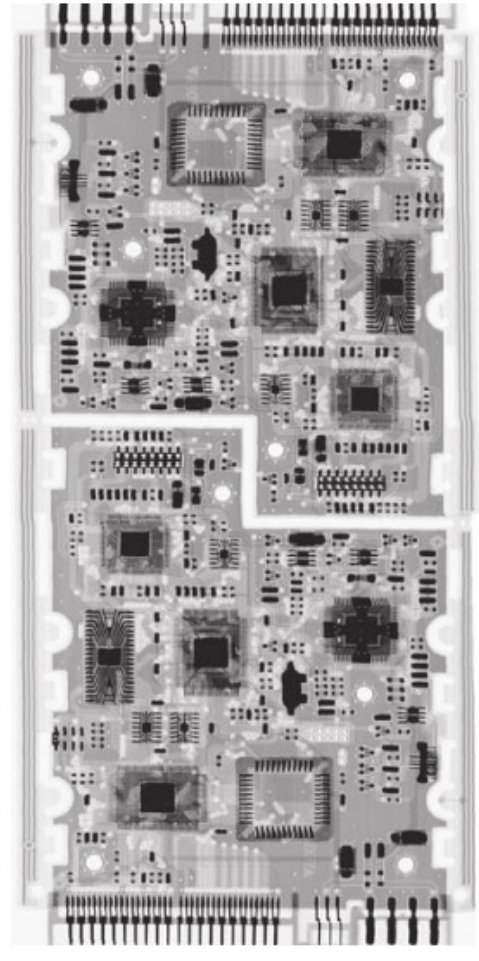
Aplicaciones: Efectos artísticos

Los efectos artísticos se utilizan para hacer que las imágenes sean más atractivas visualmente, para añadir efectos especiales y para hacer imágenes compuestas

Aplicaciones: Medicina

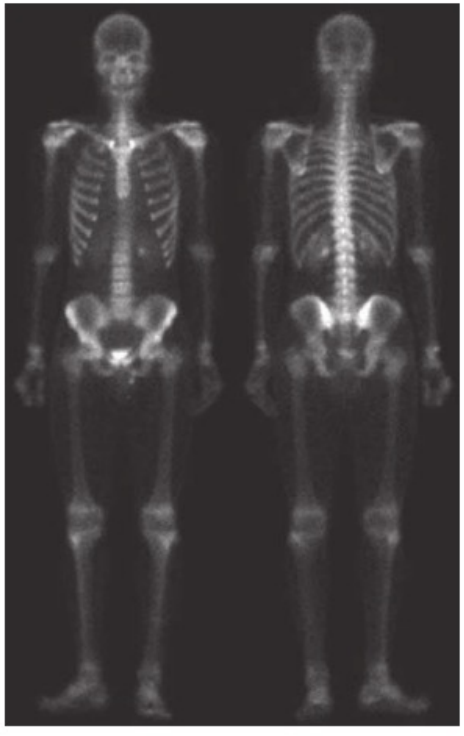
X-ray imaging



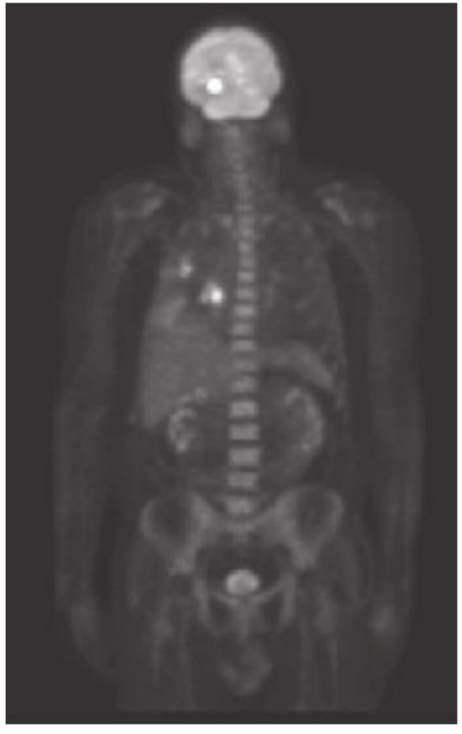


Aplicaciones: Medicina

Gamma-ray imaging

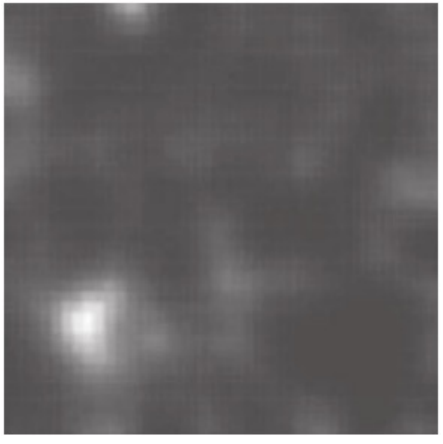


Bone scan



Pet image

Cygnus Loop



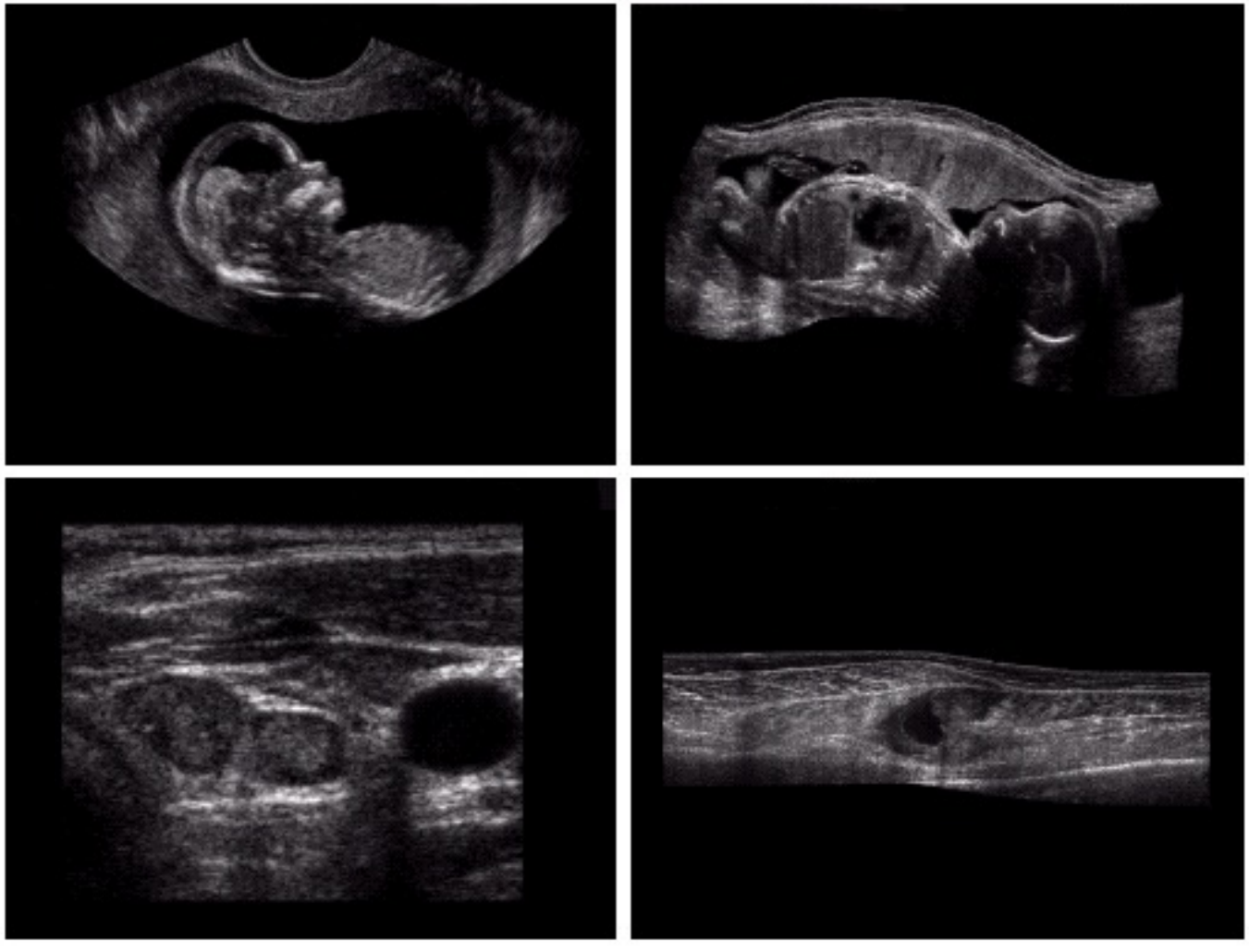
Gamma radiation from a reactor valve

Aplicaciones: Medicina

- Radiofrecuencias
- Imágenes de resonancia magnética (MRI)

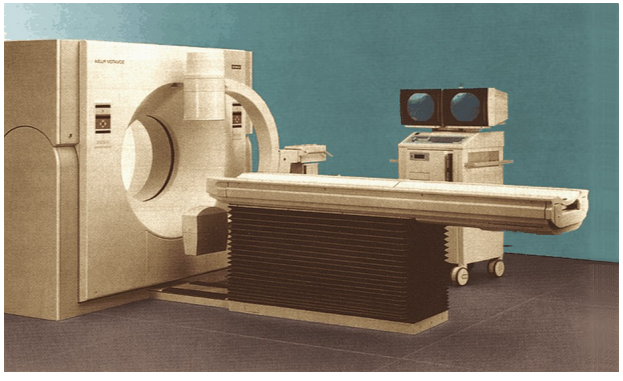
Aplicaciones: Medicina

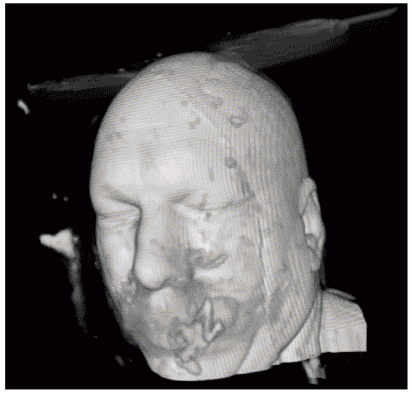
Ultrasound

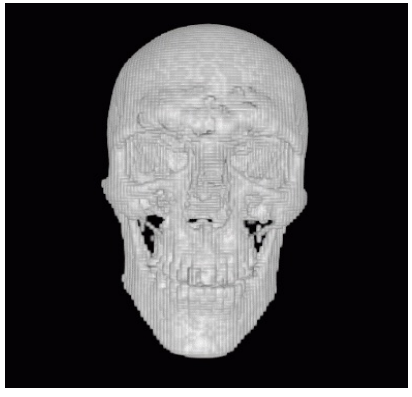


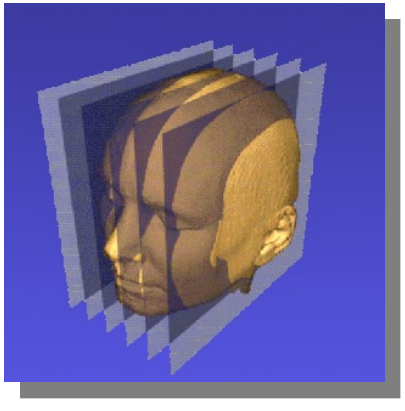
Aplicaciones: Medicina

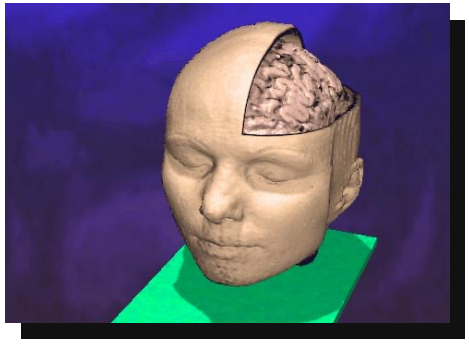
Tomografía 3D y renderizado con transparencias (1)

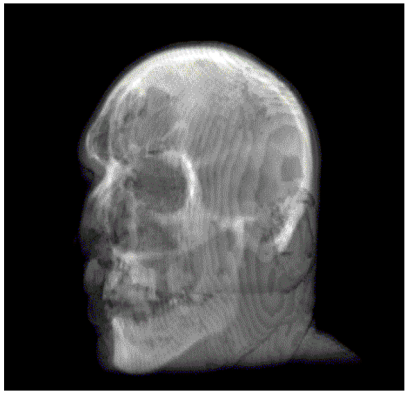






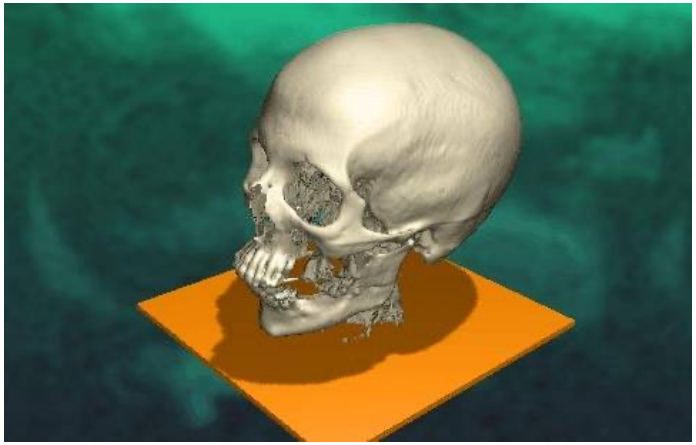






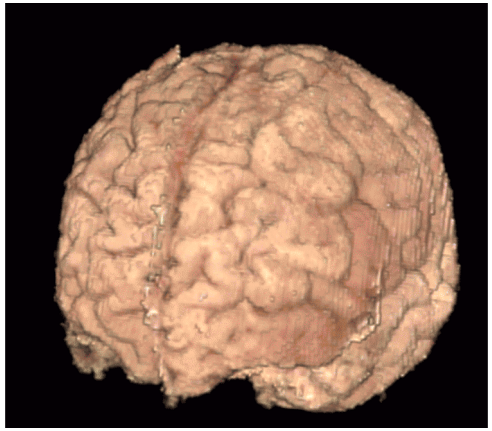
Aplicaciones: Medicina

Tomografía 3D y renderizado con transparencias (2)

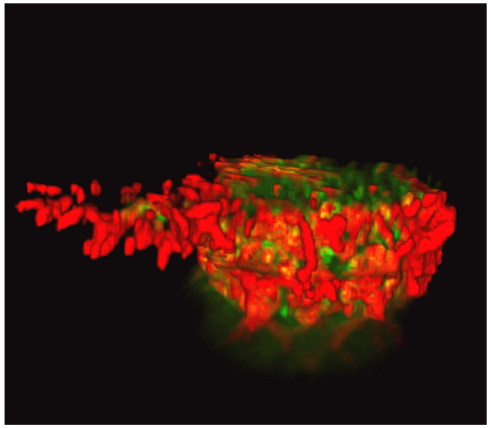


Aplicaciones: Medicina

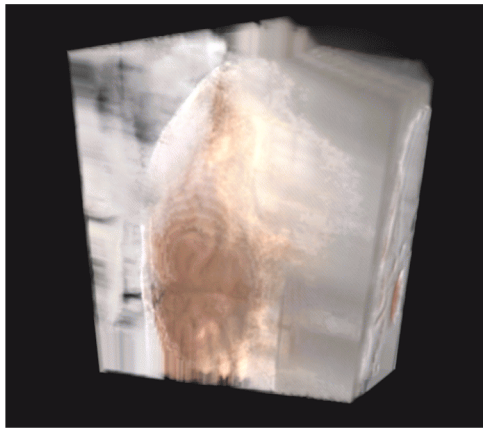
Tomografía 3D y renderizado con transparencias (3)



Cerebro humano
(128 secciones
transversales)



Células cancerosas
(256 secciones
transversales)

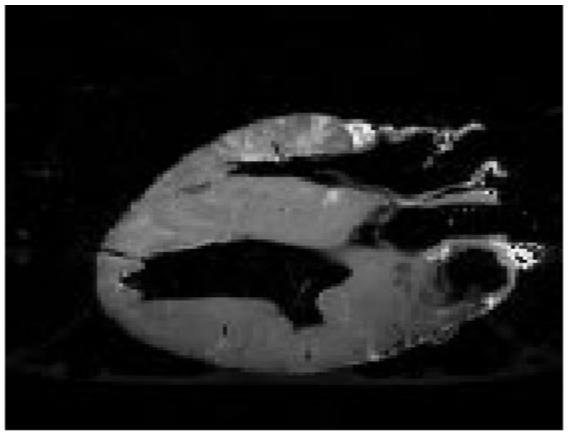


Bloque de hielo
(Cerebro humano)
(128 criosecciones)

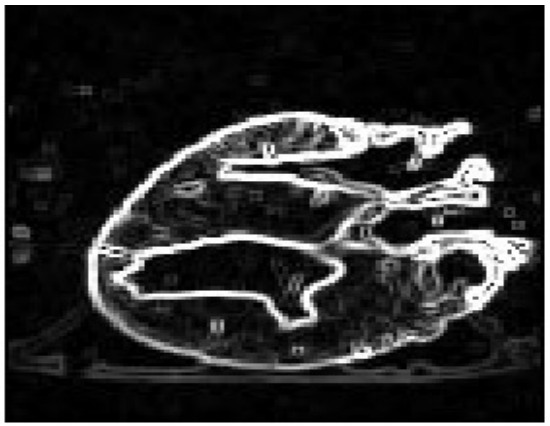
Aplicaciones: Medicina

Toma un slice de la resonancia magnética del corazón canino y encuentra límites entre los tipos de tejido

- Imagen con niveles grises que representan la densidad tisular
- Utiliza un filtro adecuado para resaltar los bordes



Original MRI Image of a Dog Heart



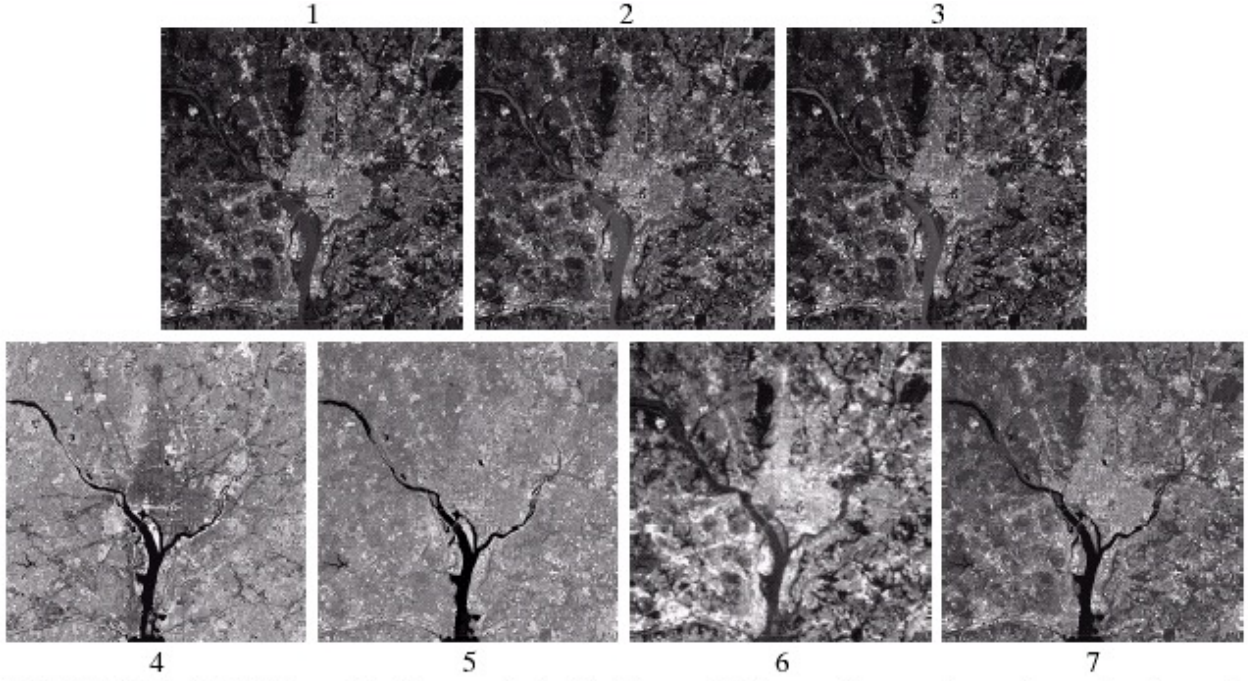
Edge Detection Image

Aplicaciones: GIS

Sistemas de Información Geográfica

- Imágenes satelitales
- Clasificación del terreno (LANDSAT)
- Meteorología (NOAA)

Band No.	Name	Wavelength (μm)	Characteristics and Uses
1	Visible blue	0.45–0.52	Maximum water penetration
2	Visible green	0.53–0.61	Measures plant vigor
3	Visible red	0.63–0.69	Vegetation discrimination
4	Near infrared	0.78–0.90	Biomass and shoreline mapping
5	Middle infrared	1.55–1.75	Moisture content: soil/vegetation
6	Thermal infrared	10.4–12.5	Soil moisture; thermal mapping
7	Short-wave infrared	2.09–2.35	Mineral mapping

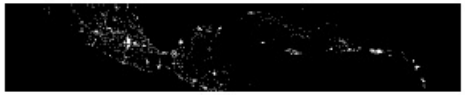


Aplicaciones: GIS

Conjunto de datos de Night-Time Lights of the World (infrarojo)

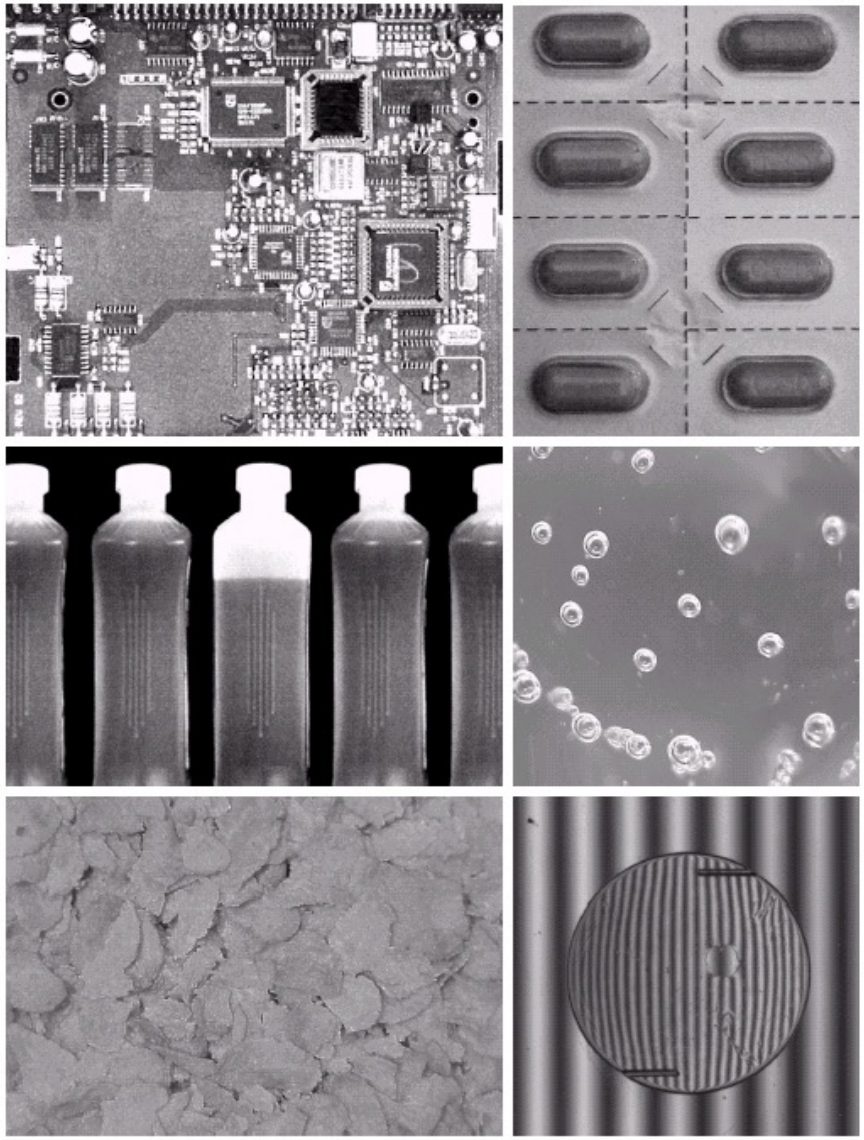
- Inventario global de asentamientos humanos

- No es difícil imaginar el tipo de análisis que se podría hacer con estos datos



Aplicaciones: Inspección Industrial

- Los operadores humanos son caros, lentos y Fiable
- Hacer que las máquinas hagan el trabajo en su lugar
- Los sistemas de visión industrial se utilizan en todo tipo de industrias
- ¿Podemos confiar en ellos?

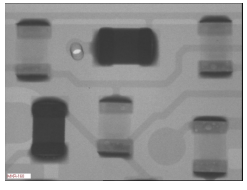


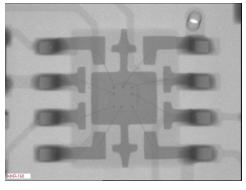
Aplicaciones: Inspección de PCB

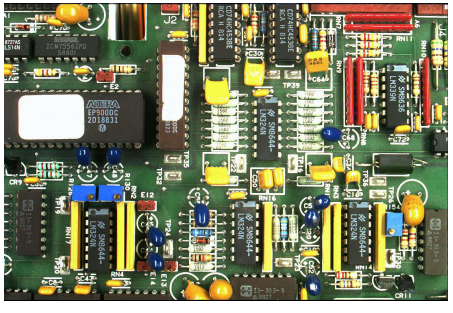
Inspección de placa de circuito impreso (PCB)

- La inspección se utiliza para determinar que todos los componentes están presentes y que todas las juntas de soldadura son aceptables

- Tanto las imágenes convencionales como las imágenes de rayos X se utilizan



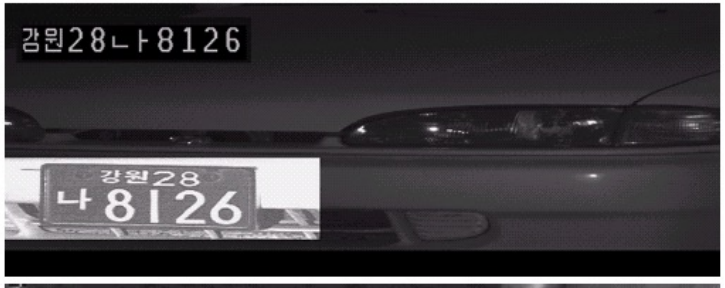


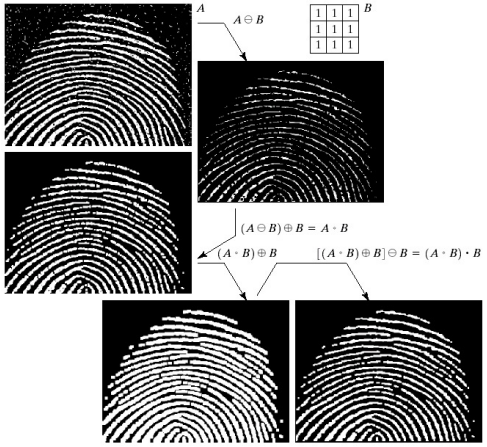


Aplicaciones: Ley y orden

Las técnicas de procesamiento de imágenes son ampliamente utilizadas por la policía:

- Reconocimiento de placas numéricas para radares de tráfico/sistemas de peaje automatizados
- Reconocimiento de huellas dactilares
- Mejora de las imágenes de CCTV



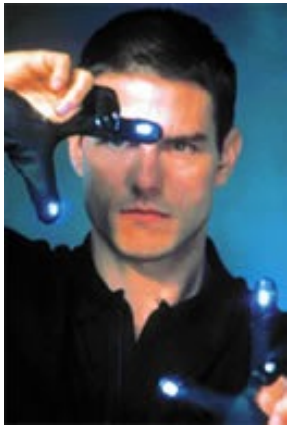


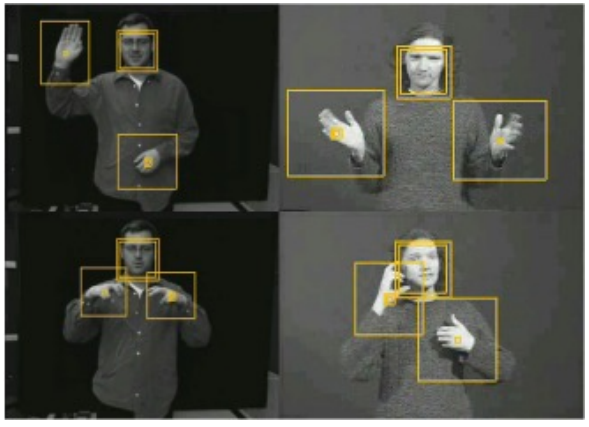
Aplicaciones: HCI

Tratar de hacer que las interfaces de usuario sean más naturales

- Reconocimiento facial

- Reconocimiento de gestos

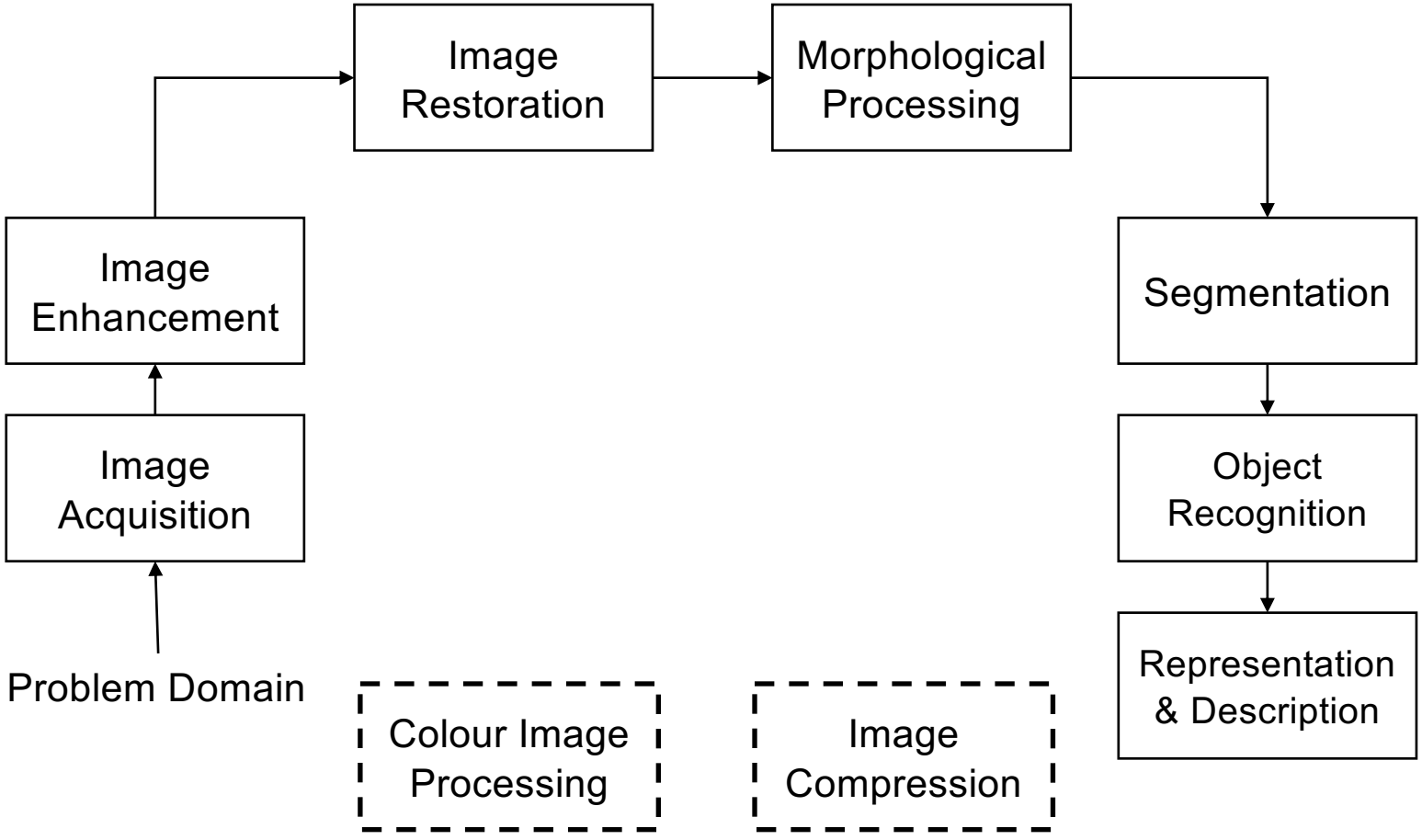




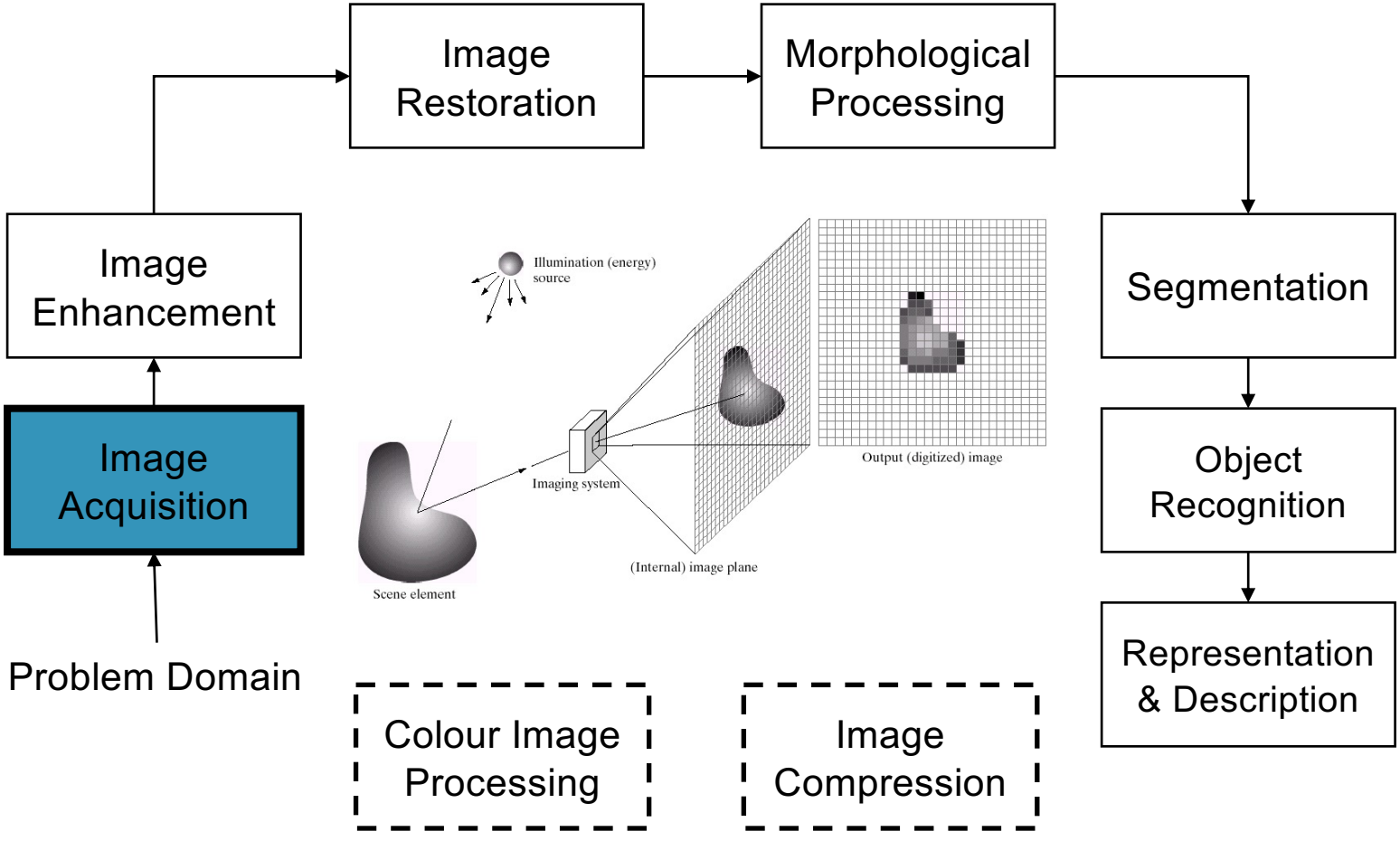
¿Alguien recuerda la interfaz de usuario de "Minority Report"?

Estas tareas pueden ser extremadamente difíciles

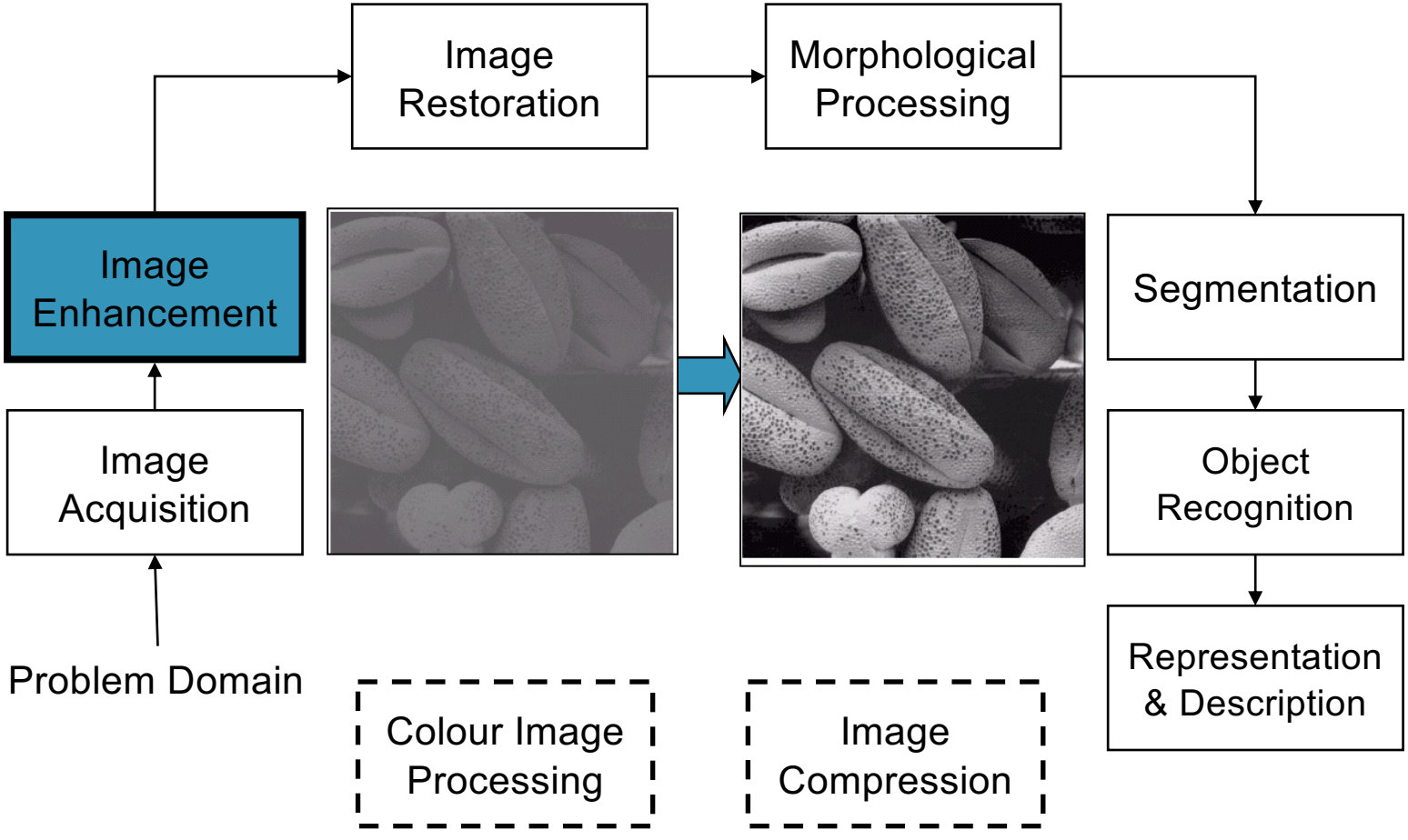
Etapas claves en el DIP/CV



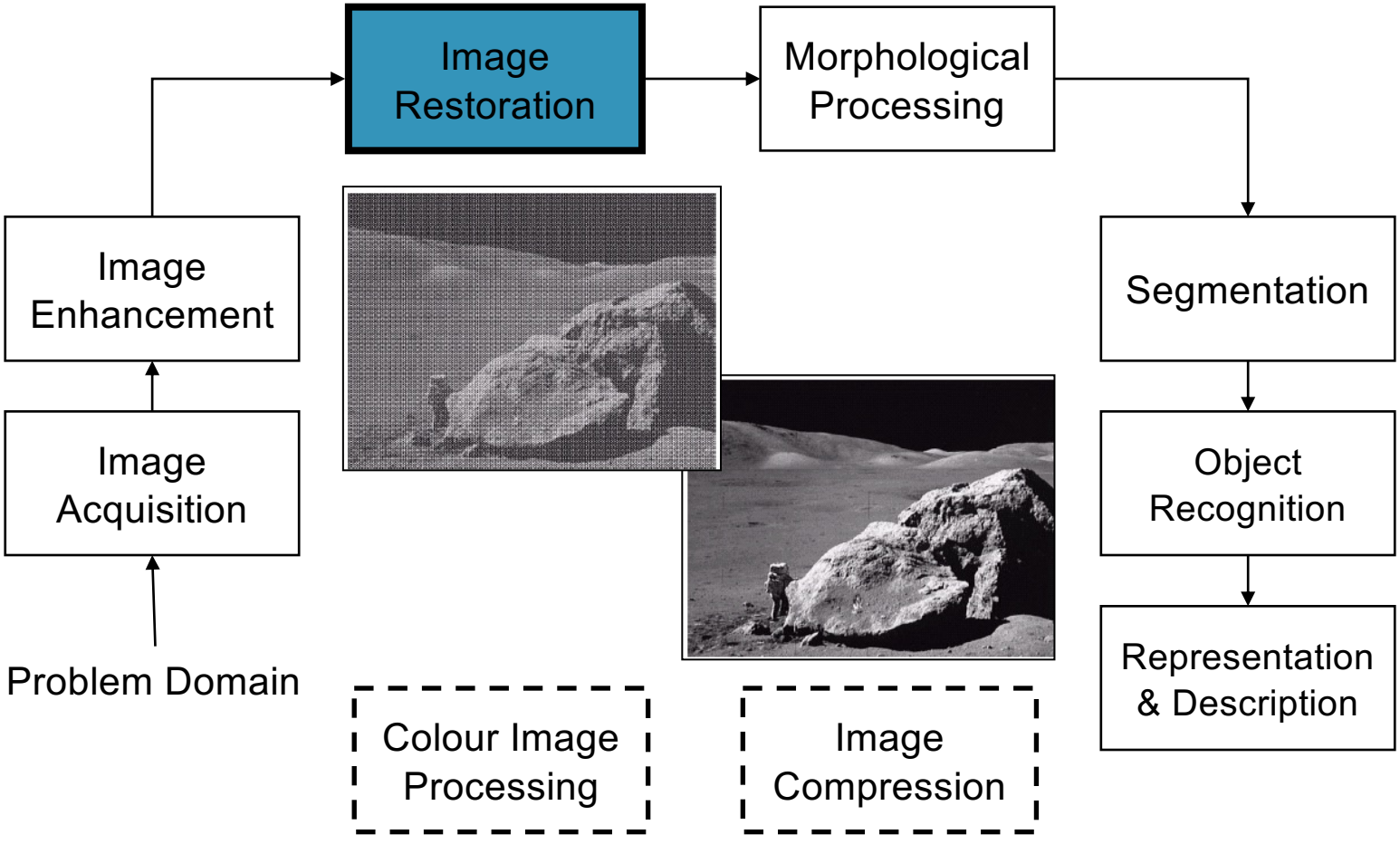
Etapas claves en el DIP/CV



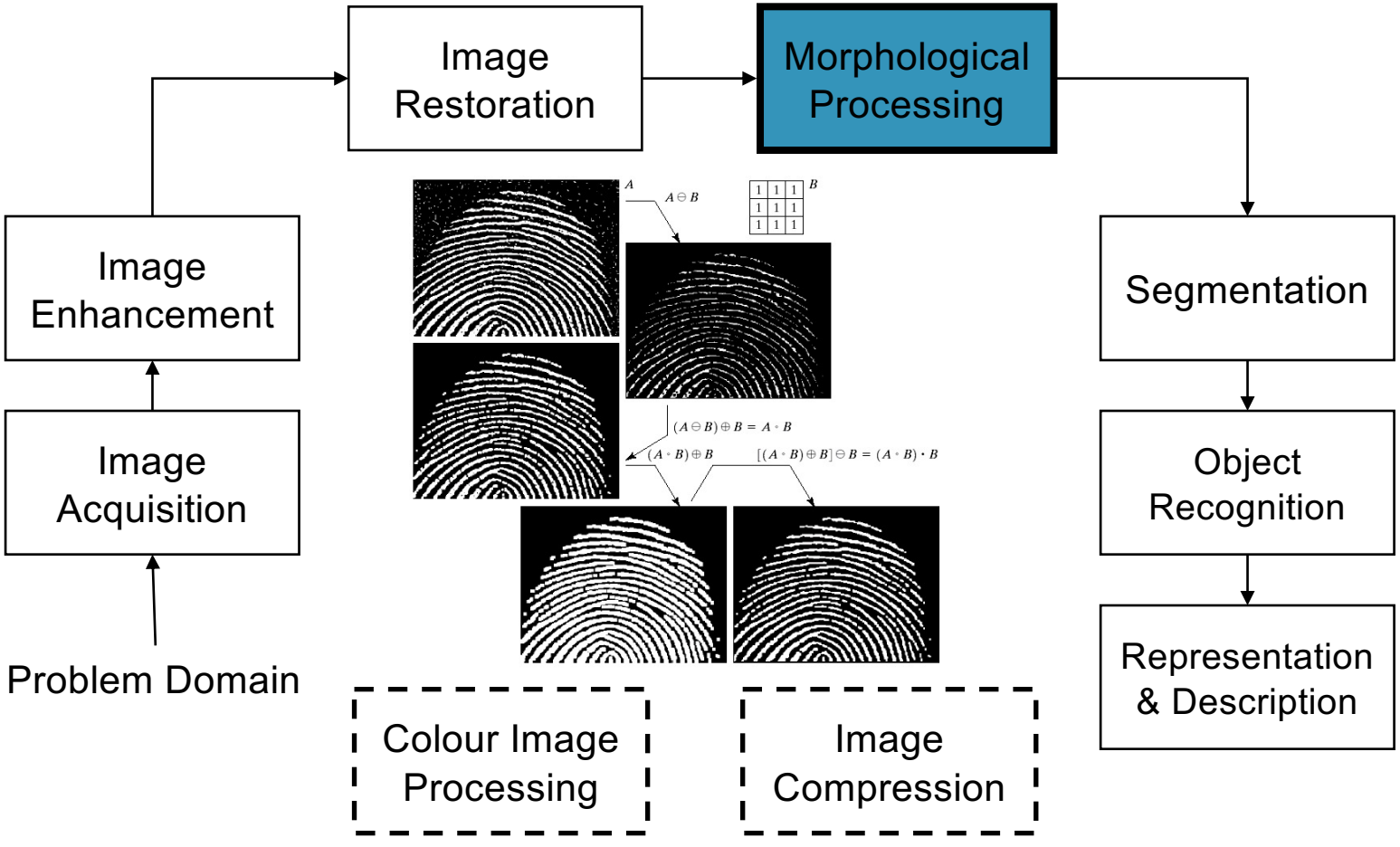
Etapas claves en el DIP/CV



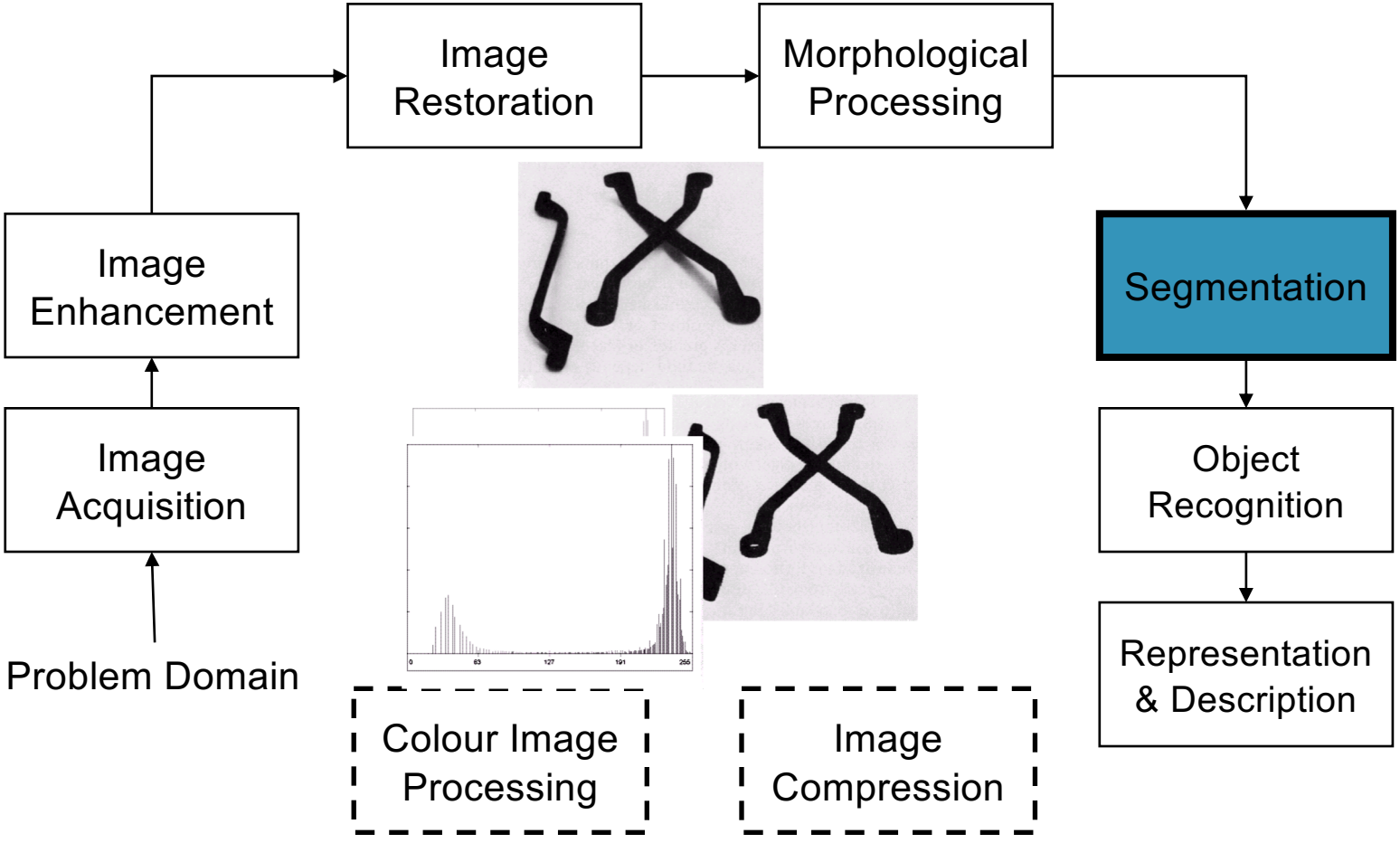
Etapas claves en el DIP/CV



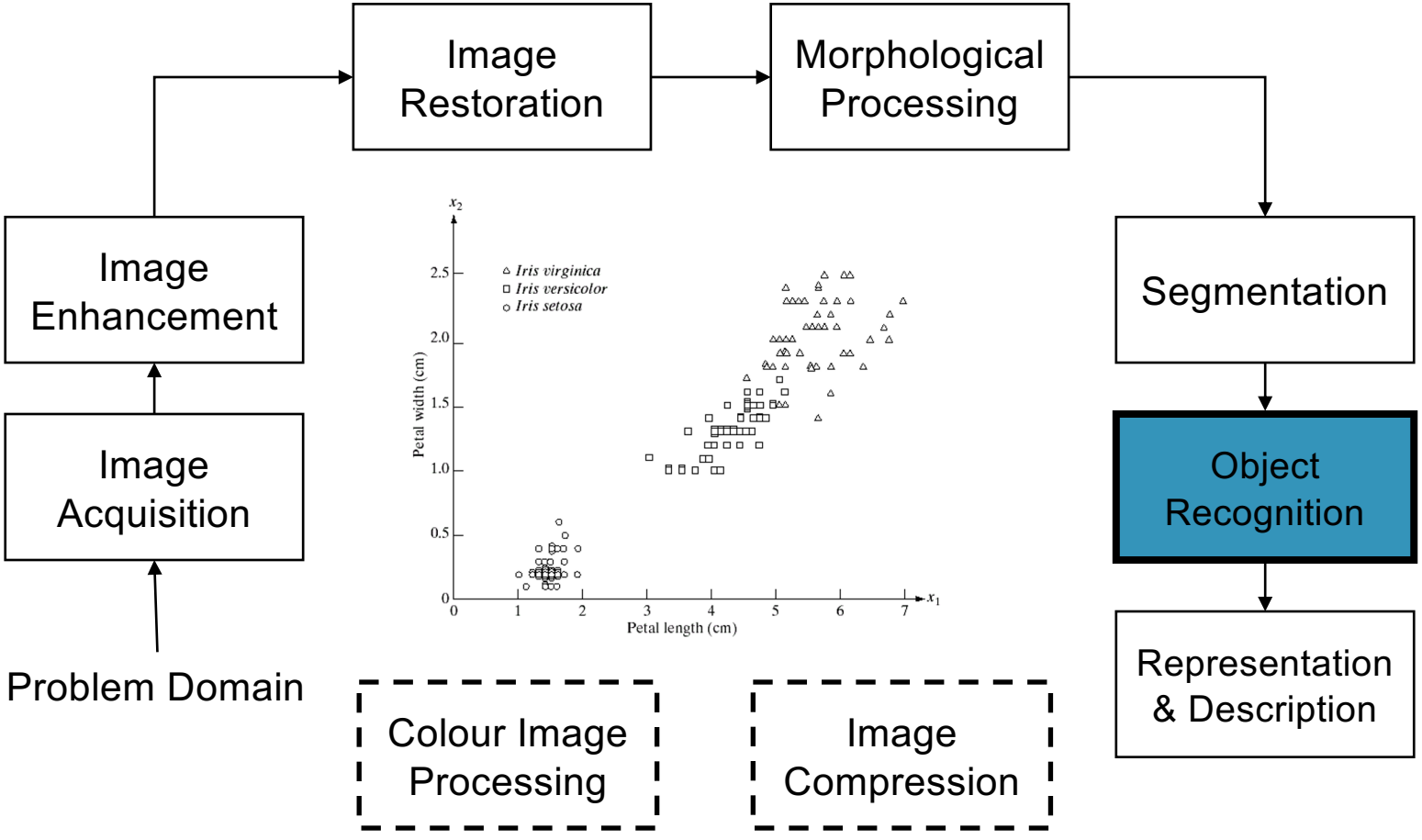
Etapas claves en el DIP/CV



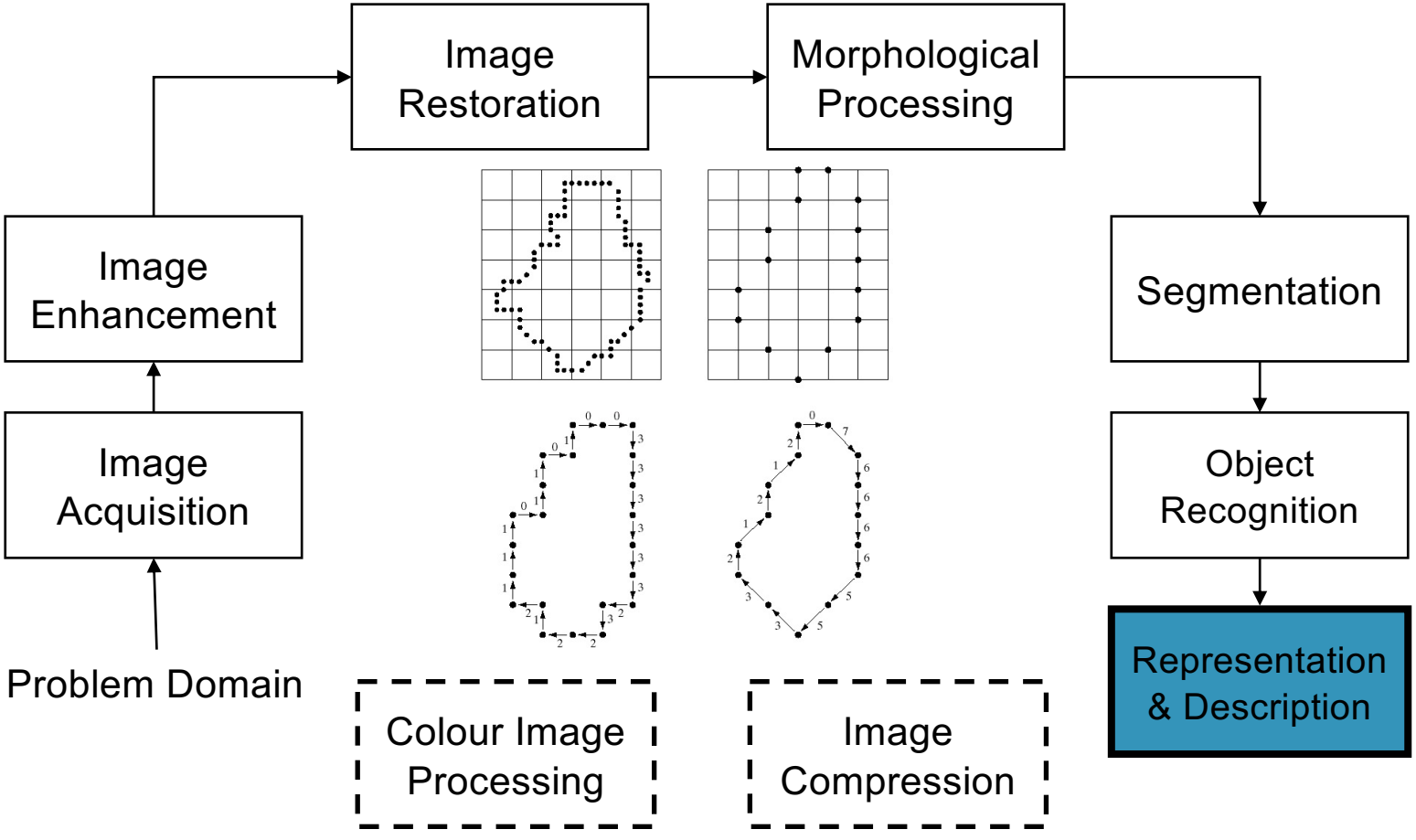
Etapas claves en el DIP/CV



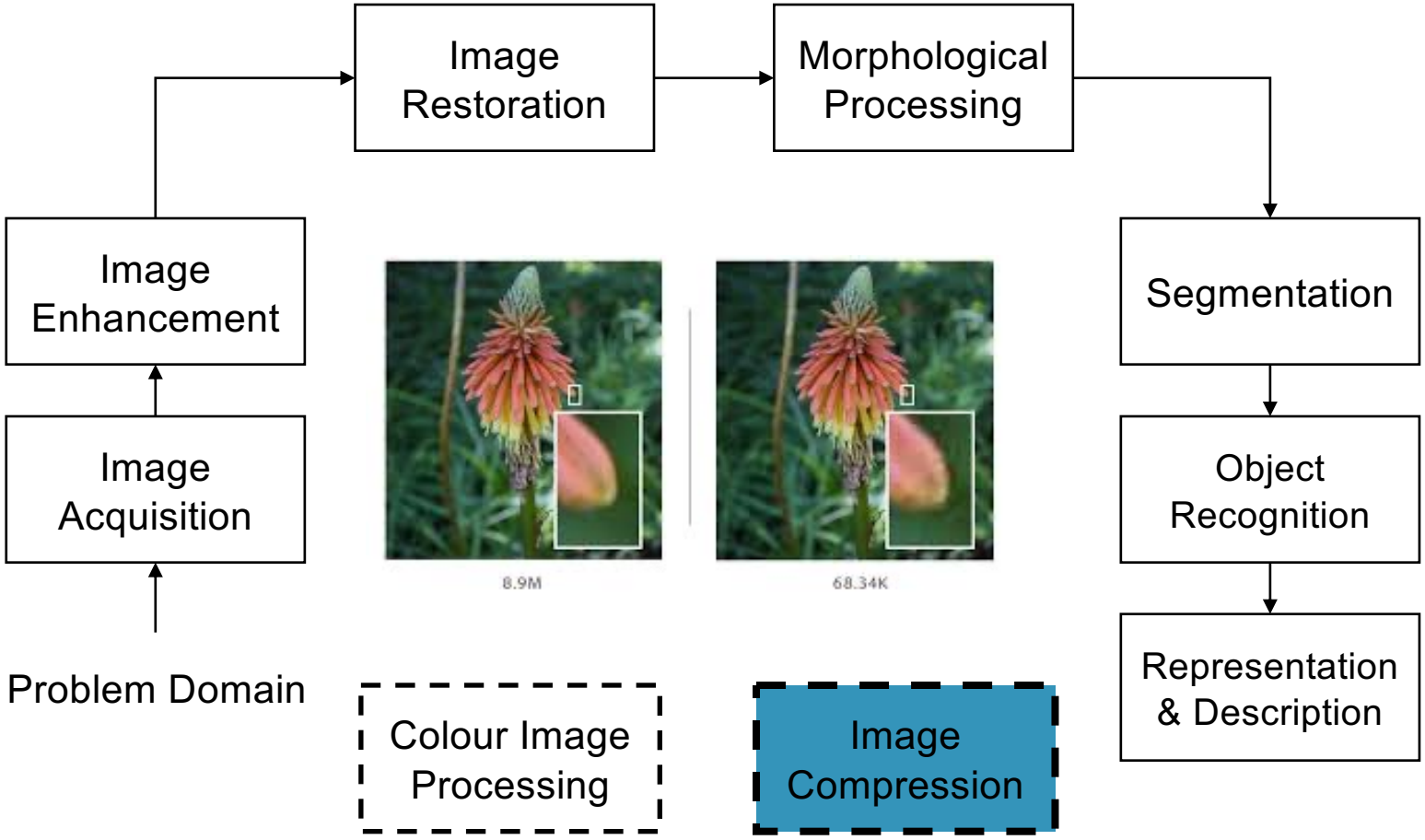
Etapas claves en el DIP/CV



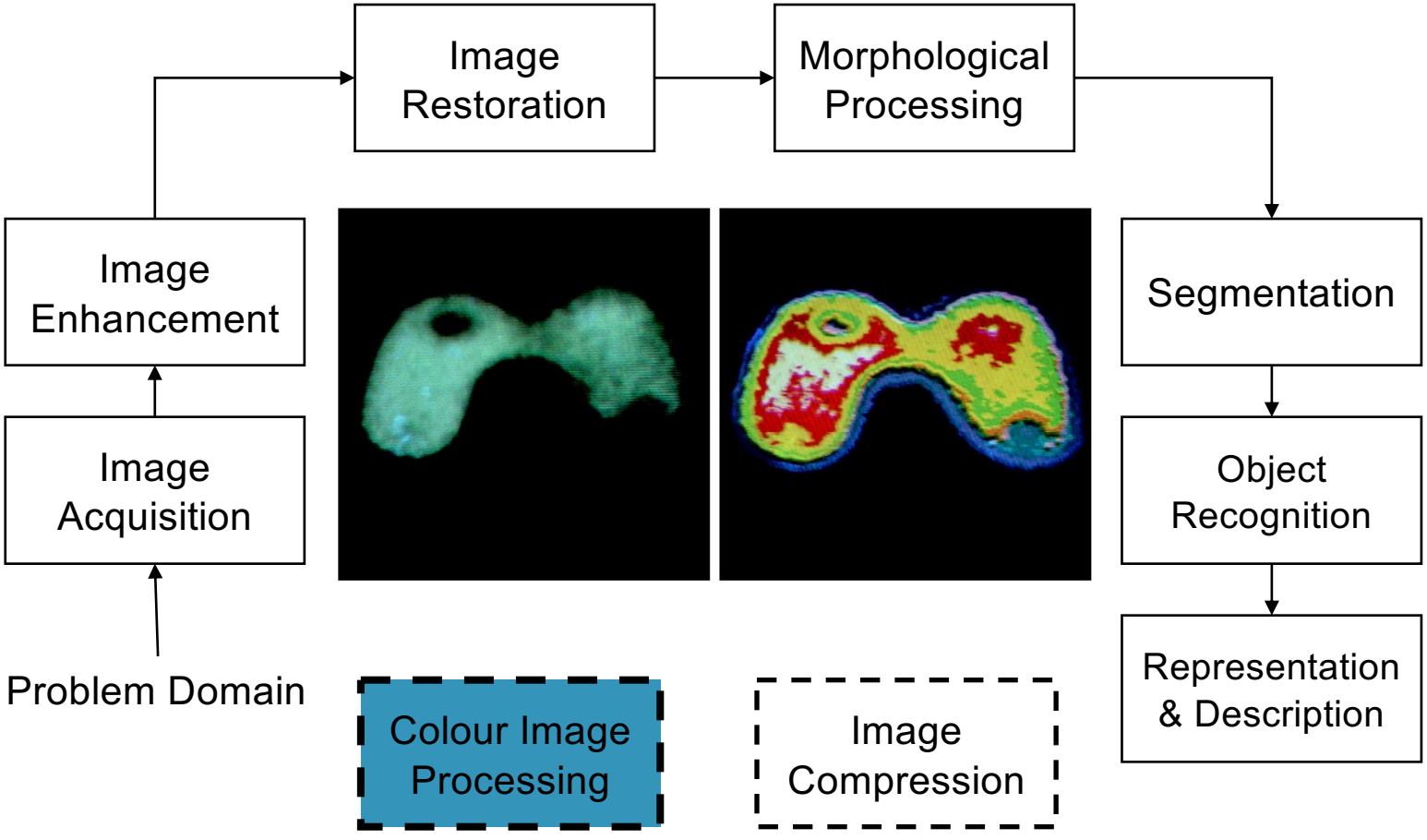
Etapas claves en el DIP/CV



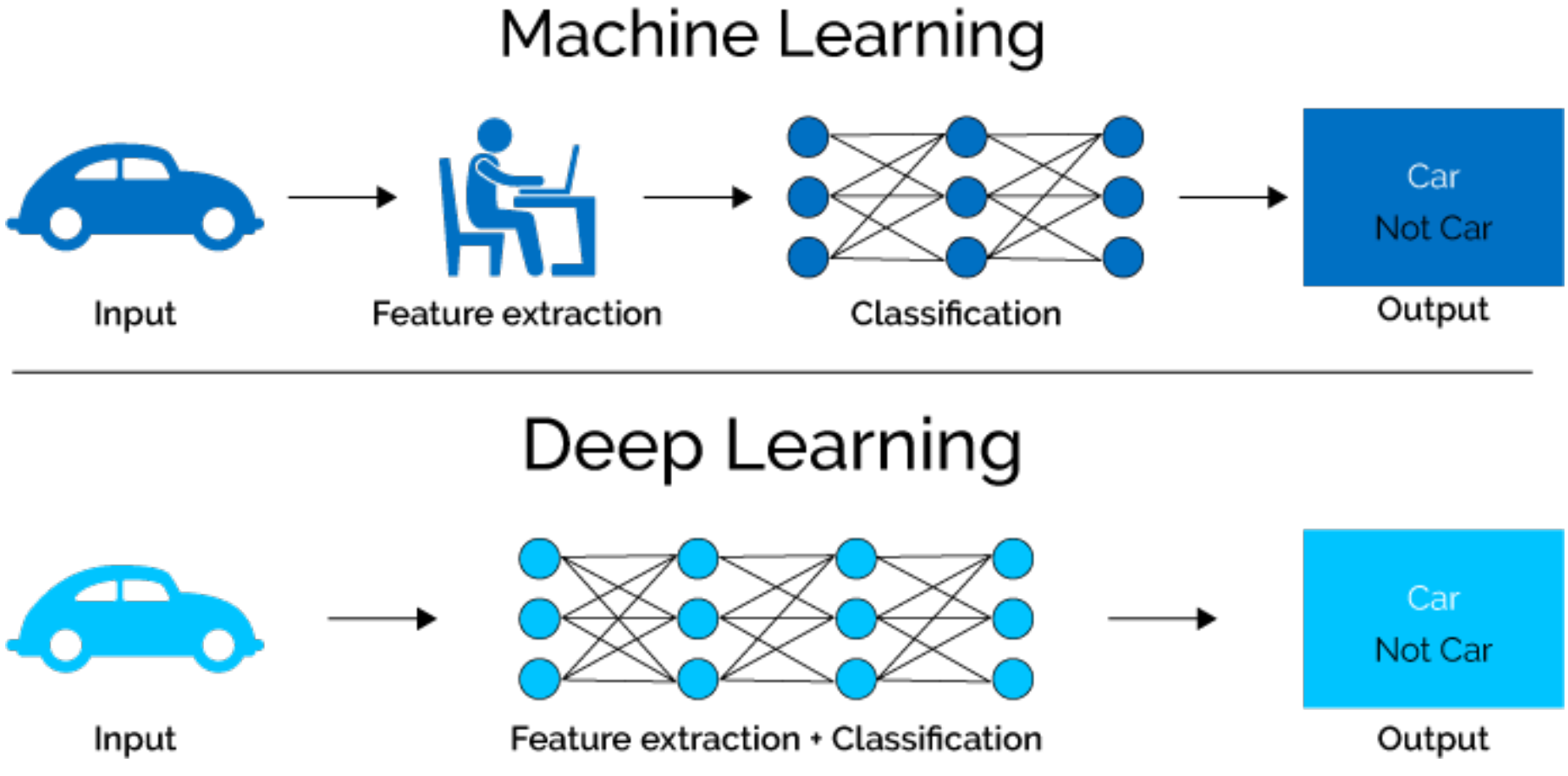
Etapas claves en el DIP-CV



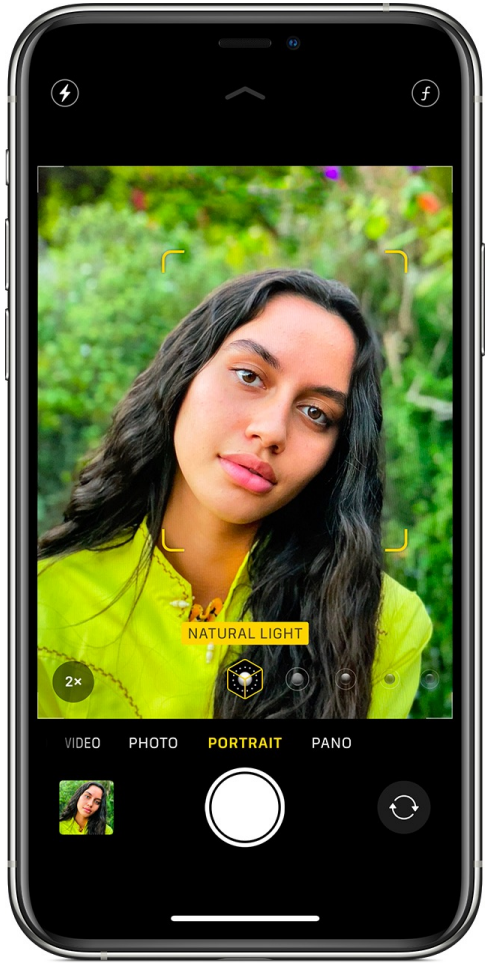
Etapas claves en el DIP/CV



Diferencias entre el enfoque tradicional y el profundo



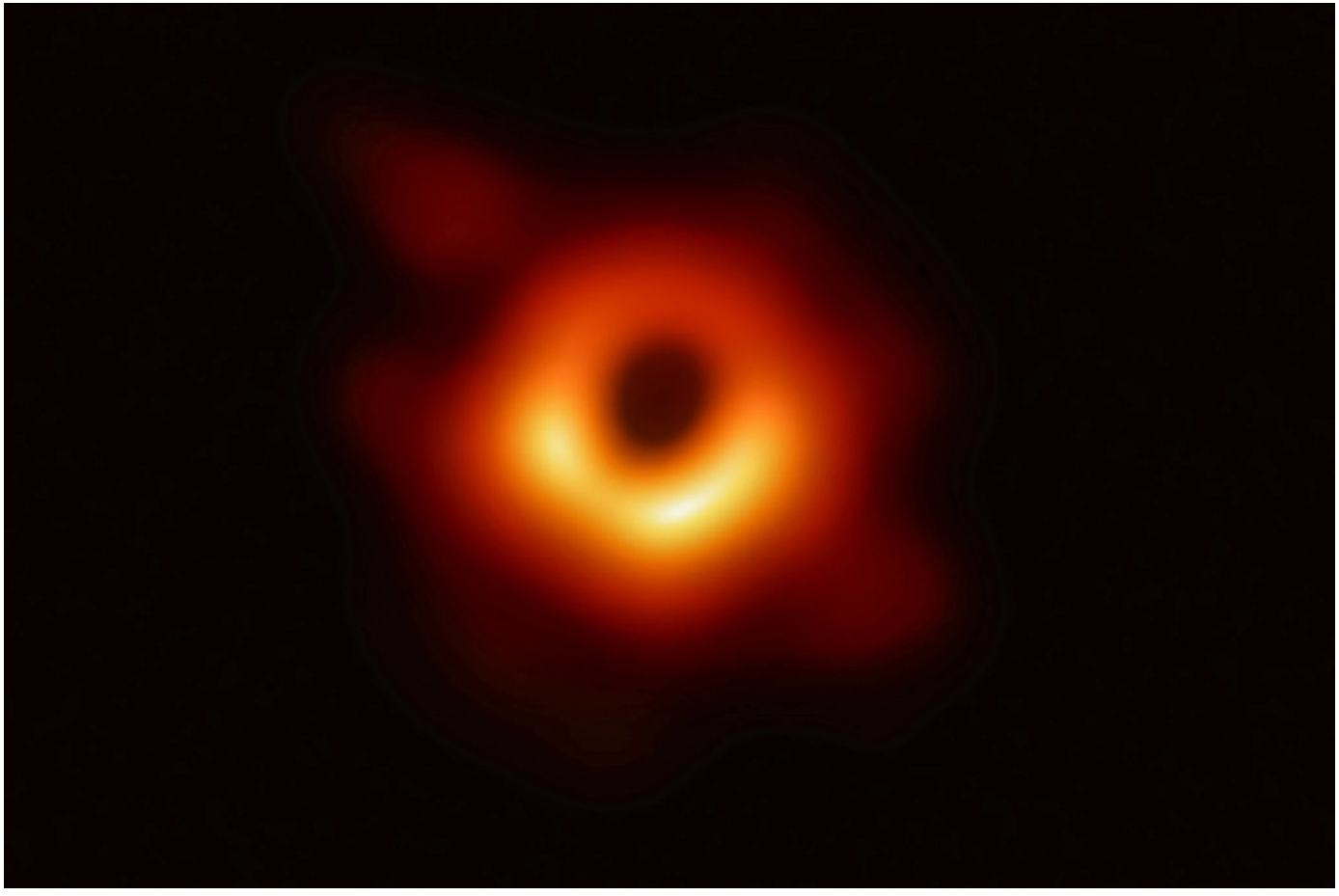
MÁS APLICACIONES



Modo retrato

Simulando una apertura más ancha

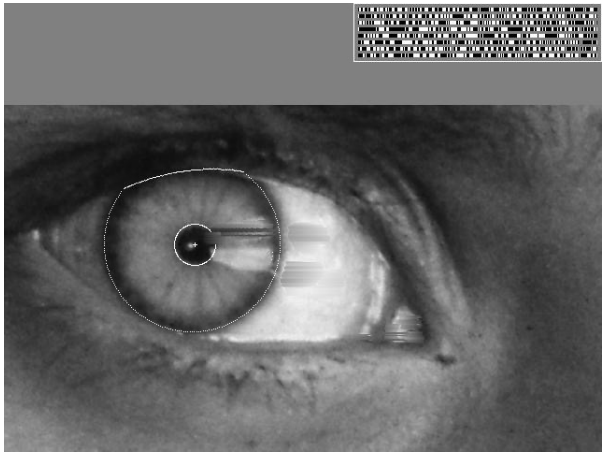
Simulando una apertura mucho más ancha

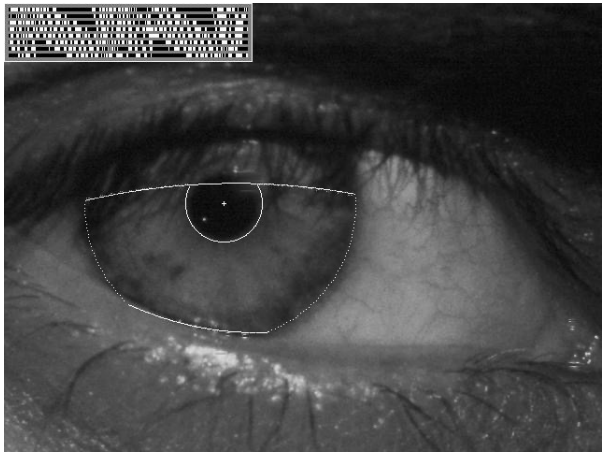


How scientists captured the first image of a black hole, 2019

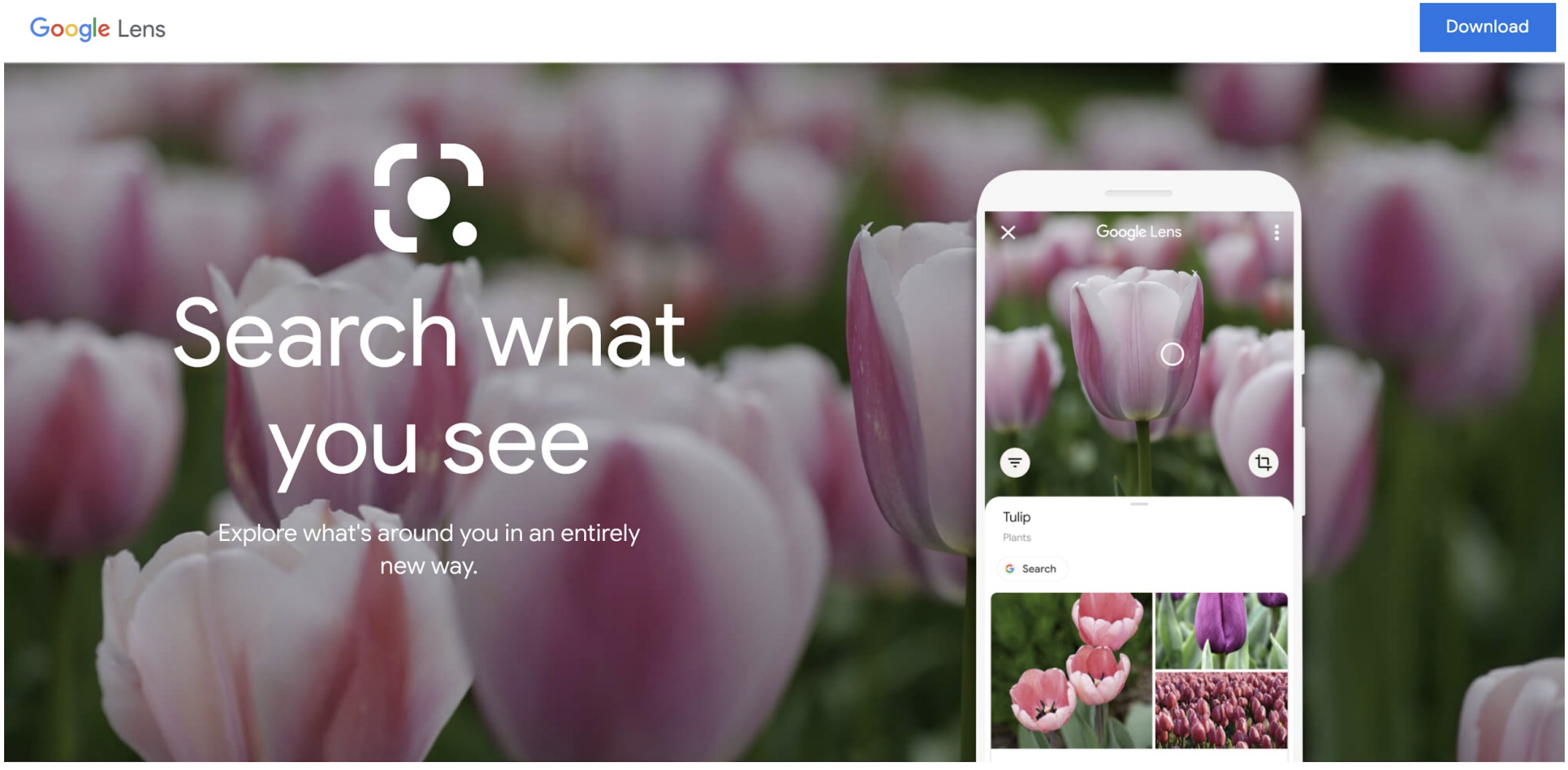
Biometría con base en la visión

"*How the Afghan Girl was Identified by Her Iris Patterns*" Read the story

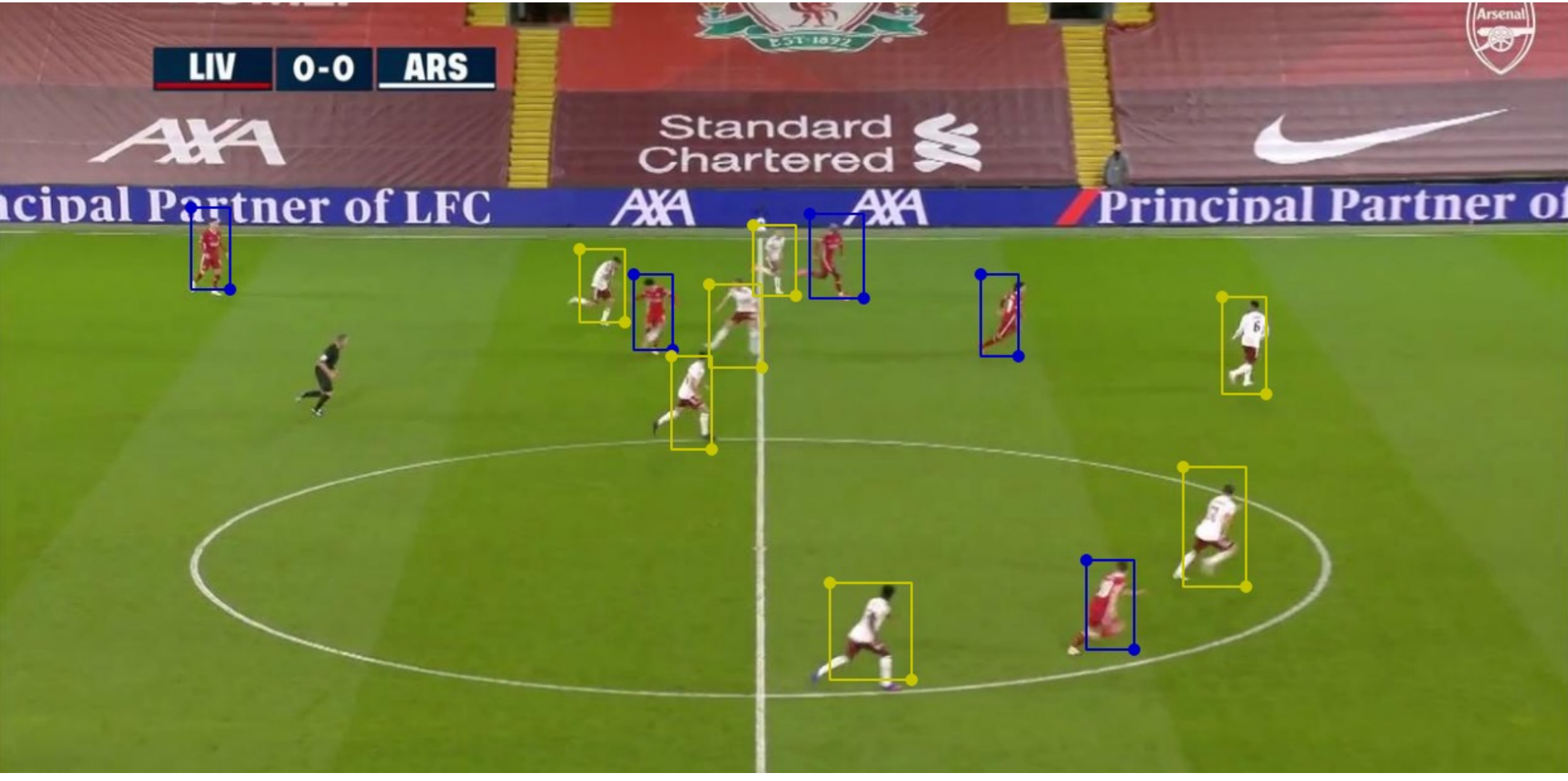




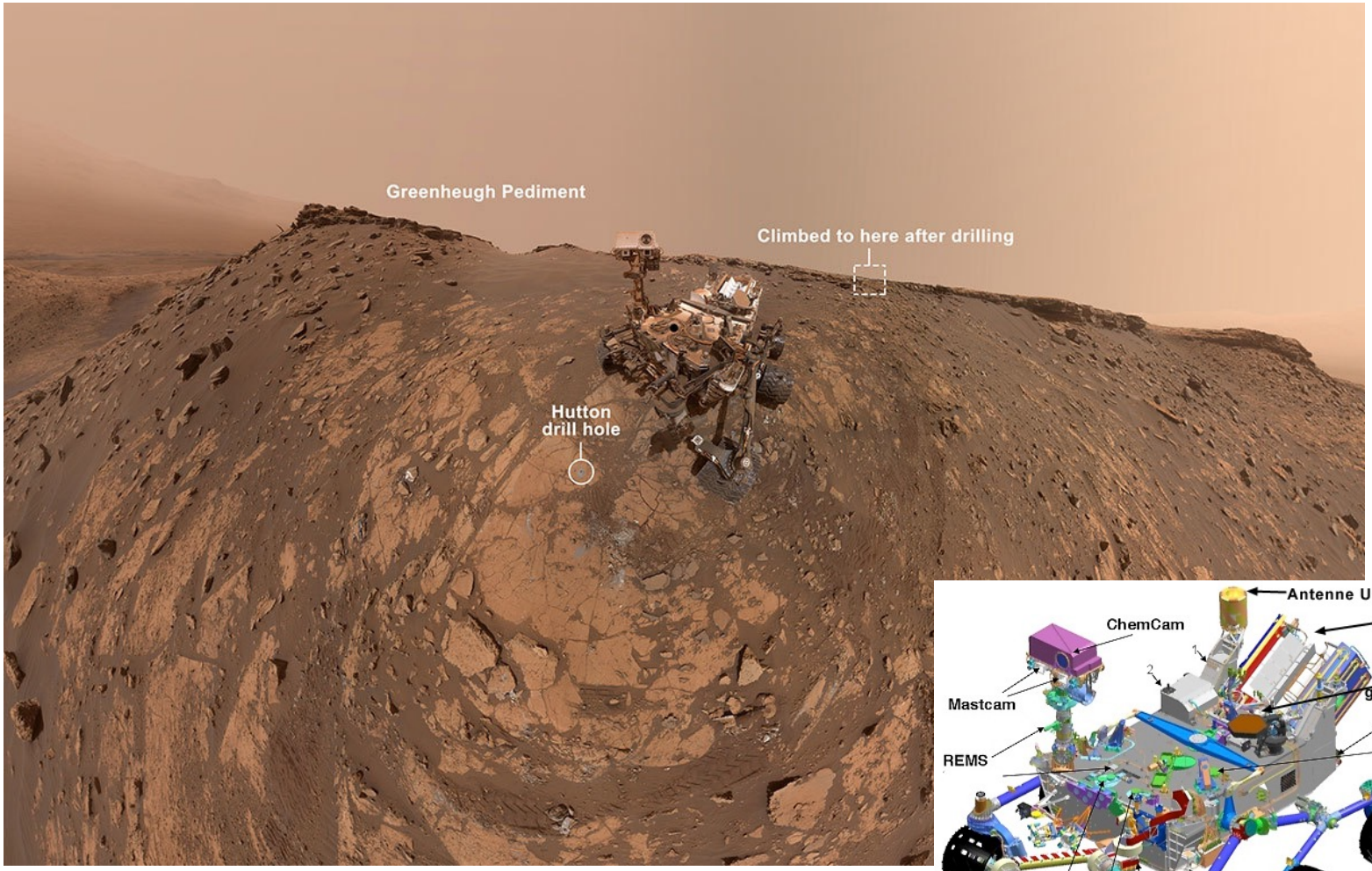
Reconocimiento de objetos

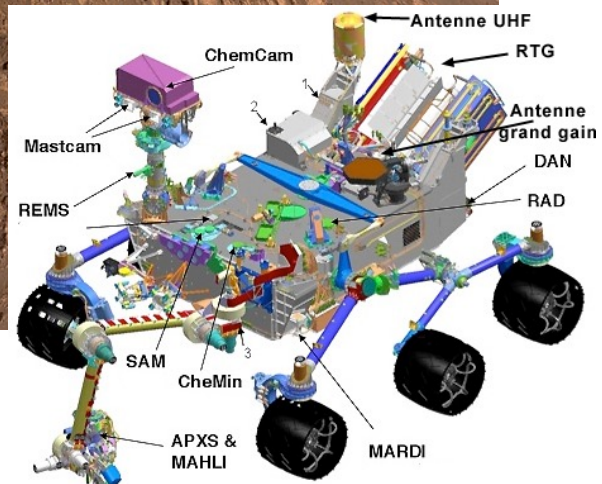


Deportes


LIV
0-0
ARS
AXA
Standard Chartered
Principal Partner of LFC
AXA
AXA
Principal Partner of
Arsenal

Microsoft’s XBox Kinect





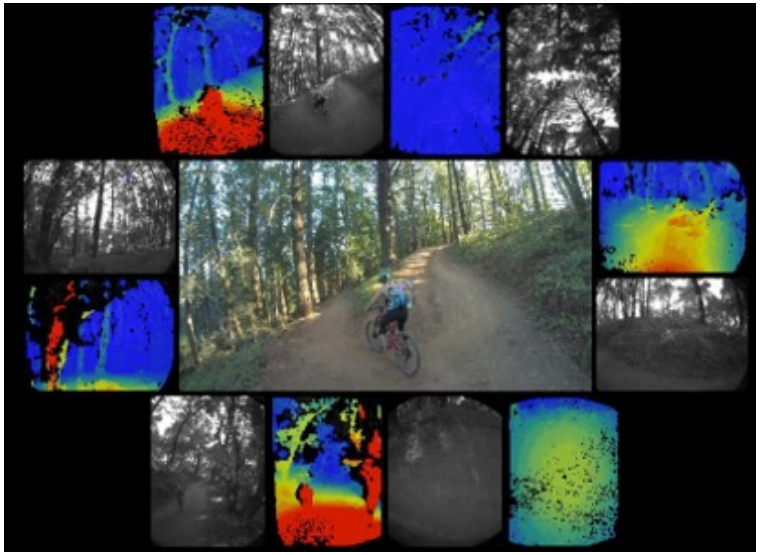
NASA's Mars Curiosity Rover (self portrait)
https://en.wikipedia.org/wiki/Curiosity_(rover)

Smart cars

- Mobileye
  - Vision systems currently in high-end BMW, GM, Volvo models

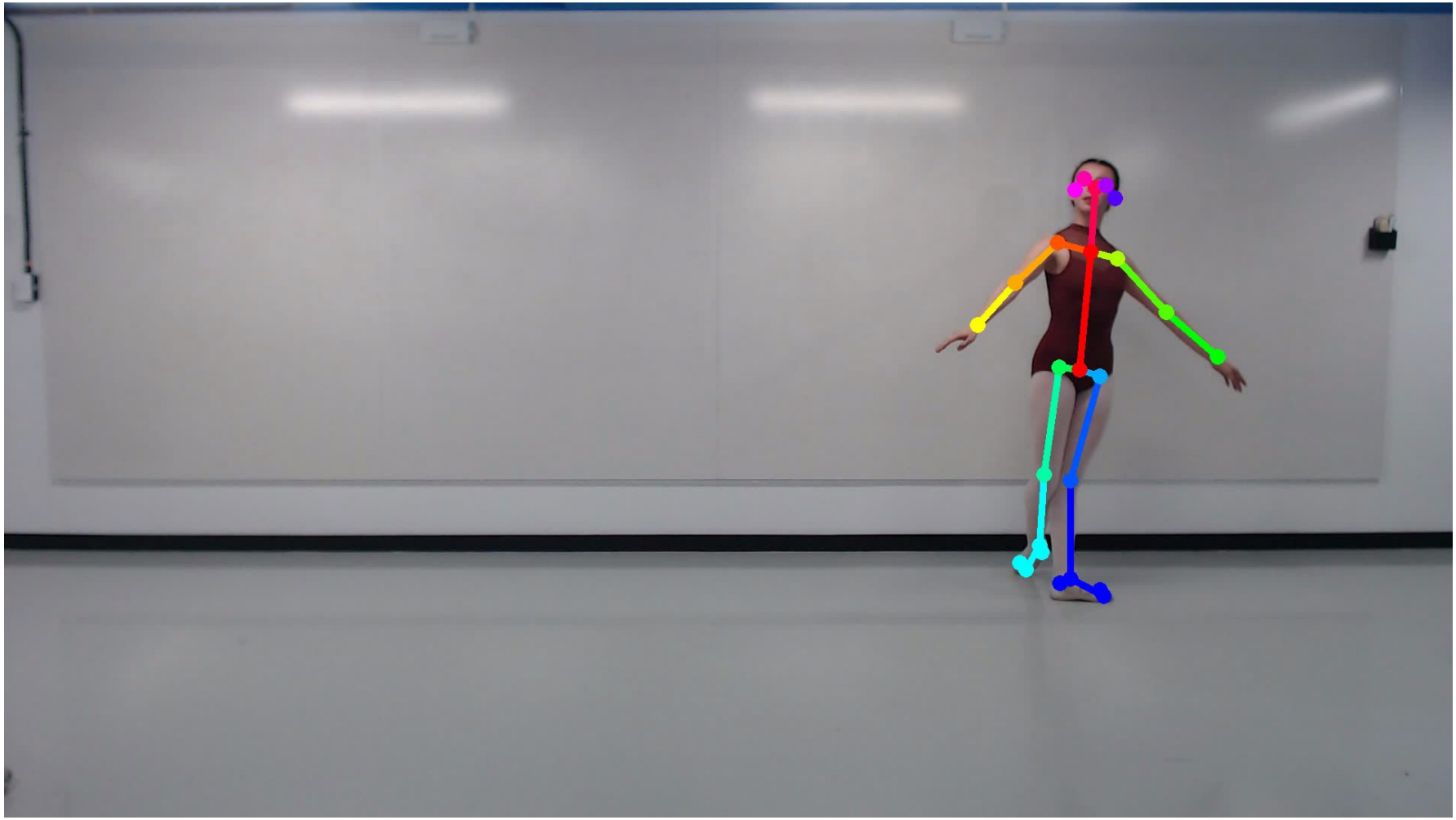
Conducción autónoma

Drones



https://www.skydio.com/

Pose estimation



Un ejemplo personal de Santiago

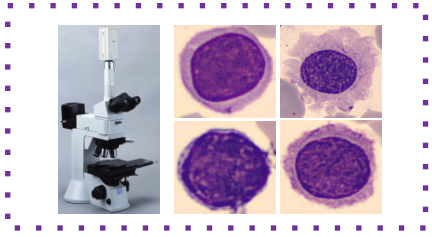
Adquisición

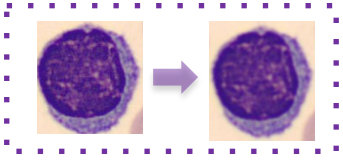
Pre-procesamiento

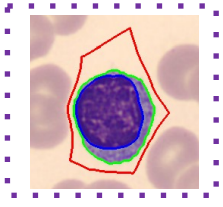
Segmentación

Extracción y selección de descriptores

Clasificación





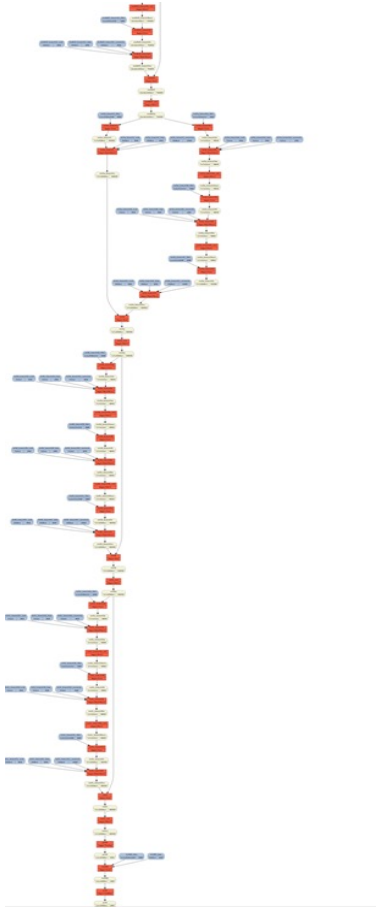


Villous | N/C | Colour

Eccentricity | Perimeter | Texture

N | RL | BL | ALC

Clasificación de muchos tipos usando CNN



RESNET101

True \ Predicted	APL	BL	CLL	FL	HCL	MCL	N	PC	RL	SMZL	SS
APL	90.1	6.8	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
BL	3.5	88.1	0.1	1.0	0.0	4.2	0.2	1.8	0.7	0.1	0.3
CLL	0.0	0.8	84.1	3.0	1.1	2.0	4.7	0.0	0.2	3.0	1.2
FL	0.3	1.7	3.2	64.4	0.0	11.8	12.5	0.2	0.0	0.3	5.5
HCL	0.0	0.0	0.0	0.0	97.6	0.0	0.5	0.0	0.0	1.9	0.0
MCL	0.0	5.6	6.7	5.4	0.2	70.5	3.5	0.1	0.8	4.7	2.4
N	0.1	0.8	5.0	1.1	1.2	0.5	82.7	0.2	3.3	2.7	2.4
PC	0.0	3.0	0.0	0.3	0.0	2.4	0.3	90.9	1.8	0.0	1.2
RL	0.0	1.8	0.1	0.0	0.1	0.3	5.3	0.4	89.2	2.4	0.3
SMZL	0.0	0.6	2.6	0.0	1.5	2.7	5.0	0.0	1.8	85.0	0.8
SS	0.0	0.0	2.7	2.8	0.0	4.8	5.7	0.0	0.6	0.1	83.3

Resumen

Hemos visto:

- ✓ ¿Qué es una imagen digital?
- ✓ ¿Qué es el procesamiento de imágenes digitales?
- ✓ Historial del procesamiento de imágenes digitales
- ✓ Ejemplos de vanguardia del procesamiento de imágenes digitales
- ✓ Etapas clave en el procesamiento de imágenes digitales
- ✓ Enfoque profundo
- ✓ Más aplicaciones