

Introducción a la Visión por Computador

¿Qué es visión por computador (*computer vision*)?

► Visión

- "Capacidad de ver (ll percibir con los ojos)" RAE
- 3b "the special sense by which the qualities of an object (as color, luminosity, shape, and size) constituting its appearance are perceived through a process in which light rays entering the eye are transformed by the retina into electrical signals that are transmitted to the brain via the optic nerve" Merriam-Webster

► Visión (humano)

- Sentido → Ojos y cerebro
- Entender lo que nos rodea → Percepción
 - Geometría (Estructura 3D), Semántica (textura, forma....)
- Permite hacer inferencias para realizar acciones
- Aparentemente es fácil....
 - E.g. Sistema visual humano

¿Qué es visión por computador (*computer vision*)?

¿Qué es visión por computador (*computer vision*)?

◆ Definiciones:

- ❖ Sentidos: Los medios por los que interaccionamos con el mundo que nos rodea
- ❖ La vista es el más importante y complejo de los sentidos
 - ◀ 75% de la información procesada por el cerebro
 - Información de los objetos del entorno: posición, trayectoria
 - Determinación del camino libre de obstáculos
 - Presencia de posibles peligros

¿Qué es visión por computador (*computer vision*)?

► Computador

- "Máquina electrónica que, mediante determinados programas, permite almacenar y tratar información, y resolver problemas de diversa índole." RAE
- "A programmable usually electronic device that can store, retrieve, and process data" Merriam-Webster

- **Computador** → Sistema electrónico que permite realizar cálculos de manera rápida y precisa mediante el seguimiento de una serie de pasos dados de una manera ordenada.



¿Qué es visión por computador (*computer vision*)?

► ¿Qué es?

- "There was a table set out under a tree in front of the house, and the March Hare and the Hatter were having tea at it."

"The table was a large one, but the three were all crowded together at one corner of it..."

- De "A Mad Tea-Party" Alice's Adventures in Wonderland por Lewis Carroll

- El texto se creó primero que la ilustración!
 - Texto (descripción) → Ilustración (imagen) = informática gráfica

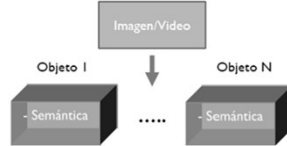
- Ilustración (imagen) → Texto (descripción) = ???



¿Qué es visión por computador (*computer vision*)?

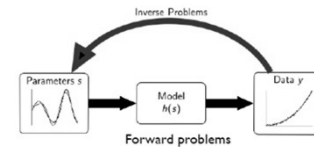


Visión por computador



¿Qué es visión por computador (*computer vision*)?

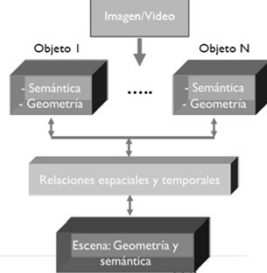
- La visión por computador es un problema inverso (*inverse problem*), en el cual se busca recuperar variables desconocidas dada información insuficiente para especificar completamente la solución. Por lo tanto se debe utilizar modelos físicos y modelos probabilísticos para diferenciar (*disambiguate*) entre posibles soluciones. (Szeliski2010) → *ill-posed inverse problem*
- En la visión por computador se busca describir el ambiente (*world*) que se ve (*see*) en una o más imágenes y reconstruir sus propiedades, como la forma, iluminación, distribución de color... (Szeliski2010)



¿Qué es visión por computador (*computer vision*)?

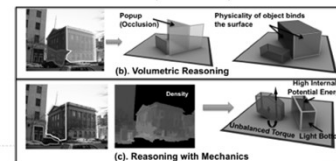


Visión por computador



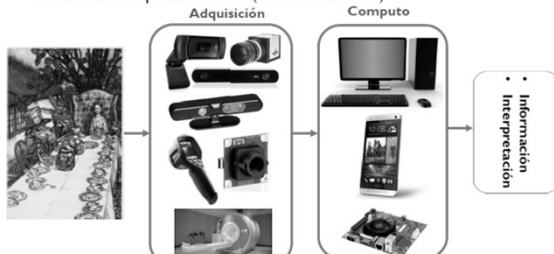
¿Qué es visión por computador (*computer vision*)?

- La visión por computador es un problema inverso (*inverse problem*), en el cual se busca recuperar variables desconocidas dada información insuficiente para especificar completamente la solución. Por lo tanto se debe utilizar modelos físicos y modelos probabilísticos para diferenciar (*disambiguate*) entre posibles soluciones. (Szeliski2010) → *ill-posed inverse problem*
- En la visión por computador se busca describir el ambiente (*world*) que se ve (*see*) en una o más imágenes y reconstruir sus propiedades, como la forma, iluminación, distribución de color... (Szeliski2010)



¿Qué es visión por computador (*computer vision*)?

- La visión por computador estudia las técnicas y teorías que permiten el diseño de máquinas que pueden extraer información útil de información visual con el fin de interpretar el mundo (Prof. Silvio Savarese)



¿Qué es visión por computador (*computer vision*)?

♦ Visión por Computador

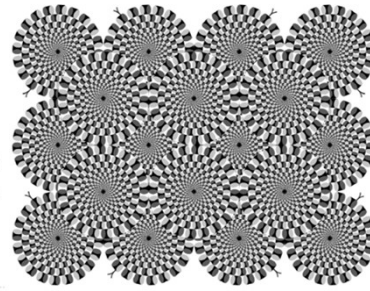
- ♦ Análisis de las imágenes a través de computadores para obtener una descripción de los objetos físicos que son captados por la cámara

¿Qué es visión por computador (*computer vision*)?

♦ Ventajas de la Visión por Computador

- ❖ Aplicaciones industriales:
 - ✓ Dotar del "sentido de la vista" a los robots industriales
 - ✓ Control de calidad
- ❖ Sociedad de la imagen
 - ✓ Las cámaras están integradas en todos los dispositivos electrónicos
 - ✓ Nos encontramos con imágenes en todas partes
 - ✓ Gráficos realistas

¿Qué es visión por computador (*computer vision*)?



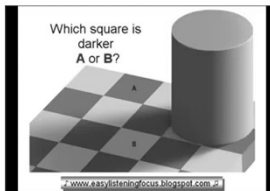
Es una imagen?

Copyright
A. Kitaoka 2003

How? Cambios
en el gradiente
de color

Slides by D. Fleet and A. Jepson

¿Qué es visión por computador (*computer vision*)?



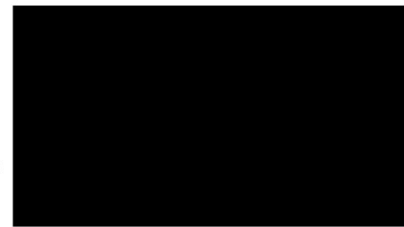
Luz y apariencia

Edward H Adelson

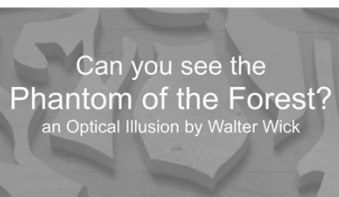
¿Qué es visión por computador (*computer vision*)?

Müller-Lyer illusion

Las bases de las flechas
tienen el mismo largo!



¿Qué es visión por computador (*computer vision*)?



El cerebro supone que
la luz viene desde la
parte superior (¿por
qué?) → Suponemos
valles y montañas!

Walter Wick "Optical Tricks"

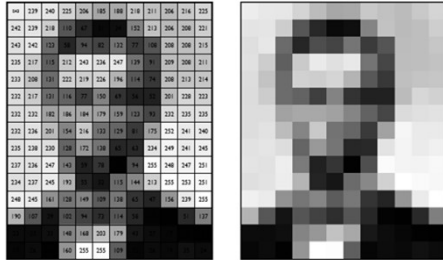
Slides by D. Fleet and A. Jepson

¿Qué es visión por computador (*computer vision*)?

- ▶ ¿Es difícil realizar visión por computador?
 - ▶ Funciona en el ser humano (???) → Bio-inspiración?
 - ▶ Basamos todas las técnicas de visión por computador en el sistema visual humano?
 - ▶ Mejor no...
- ▶ El problema es complejo....
 - ▶ Los computadores "ven" números → Matrices....

¿Qué es visión por computador (*computer vision*)?

► Matrices.... $\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} = ?$ $\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 9 & 6 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 7 & 8 \\ 9 & 10 \\ 11 & 12 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 58 \\ \end{bmatrix}$



¿Qué es visión por computador (*computer vision*)?

► ¿Qué objetos?



¿Qué es visión por computador (*computer vision*)?

► ¿Es difícil realizar visión por computador?

- Funciona en el ser humano (???) → Bio-inspiración?
 - Basamos todas las técnicas de visión por computador en el sistema visual humano?
 - Mejor no...

► El problema es complejo....

- Los computadores "ven" números → Matrices....
- El problema es *ill-posed* → Existe ambigüedad....

¿Qué es visión por computador (*computer vision*)?

► ¿Qué es ese objeto?



¿Qué es visión por computador (*computer vision*)?

► ¿Qué objetos?



¿Qué es visión por computador (*computer vision*)?

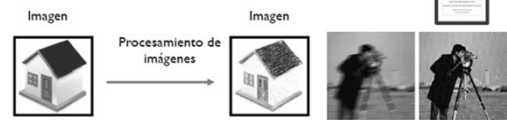


¿Qué es visión por computador (*computer vision*)?

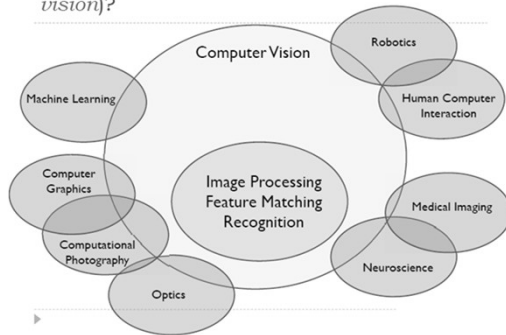
- ▶ ¿Es difícil realizar visión por computador?
 - ▶ Funciona en el ser humano (???) → Bio-inspiración?
 - ▶ Basamos todas las técnicas de visión por computador en el sistema visual humano?
 - ▶ Mejor no...
- ▶ El problema es complejo....
 - ▶ Los computadores "ven" números → Matrices....
 - ▶ El problema es *ill-posed* → Existe ambigüedad....
 - ▶ Posiblemente no se tendrá un sistema que perciba todo lo necesario y queramos al mismo tiempo → Sistema visual humano supone varias condiciones....*Illumination from above*
 - ▶ Se necesita la interacción con otros campos del conocimiento....

¿Qué es procesamiento de imágenes (*image processing*)?

- ▶ ¿Qué es procesamiento de imágenes (*image processing*)?
- ▶ Se refiere al procesamiento digital de imágenes mediante un computador. (Gonzales2009)
- ▶ El proceso mediante el cual se toma una imagen y se produce una nueva con diferentes características. Deseables para una aplicación.
- ▶ Procesamiento de imágenes != visión por computador
- ▶ Técnicas de bajo nivel que permitirán un mejor desempeño de un sistema de visión por computador



¿Qué es visión por computador (*computer vision*)?



¿Qué es visión por computador (*computer vision*)?

- ▶ ¿Es difícil realizar visión por computador?
 - ▶ Funciona en el ser humano (???) → Bio-inspiración?
 - ▶ Basamos todas las técnicas de visión por computador en el sistema visual humano?
 - ▶ Mejor no....
- ▶ El problema es complejo....
 - ▶ Los computadores "ven" números → Matrices....
 - ▶ El problema es *ill-posed* → Existe ambigüedad....
 - ▶ Posiblemente no se tendrá un sistema que perciba todo lo necesario y queramos al mismo tiempo → Sistema visual humano supone varias condiciones....*Illumination from above*
 - ▶ Se necesita la interacción con otros campos del conocimiento....
- ▶ ¿Por qué trabajar en visión por computador?

¿Qué es informática gráfica (*computer graphics*)?

- ▶ ¿Qué es informática gráfica (*computer graphics*)?
- ▶ Es la ciencia y arte de comunicar visualmente mediante el monitor de un computador y sus dispositivos de interacción. (Hughes2014)
- ▶ El uso de computadores para crear y/o manipular imágenes. (Shirley2009)
 - ▶ Áreas → Modelado (teoría matemática), renderización (creación de imágenes) y animación (ilusión de movimiento).
- ▶ La visión por computador es el proceso inverso de la informática gráfica → el proceso directo es único el proceso inverso no!



Aplicaciones de la visión por computador (*computer vision*)

Aplicaciones de la visión por computador (computer vision)

- ¿Por qué trabajar en visión por computador?
- Millones de imágenes se capturan al día!

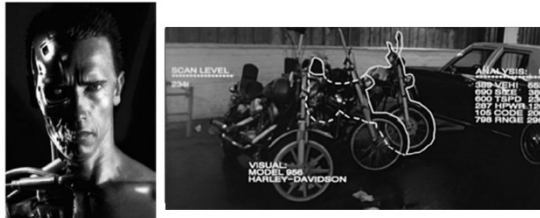


- ¿Por qué trabajar en visión por computador? → Numerosas aplicaciones



Aplicaciones de la visión por computador (computer vision)

- ¿Por qué trabajar en visión por computador? → Numerosas aplicaciones



Terminator → We are not quite there yet...

Aplicaciones de la visión por computador (computer vision) – Medical devices

- ¿Por qué trabajar en visión por computador? → Numerosas aplicaciones



Aplicaciones de la visión por computador (computer vision) – Optical character recognition

- ¿Por qué trabajar en visión por computador? → Numerosas aplicaciones



Digit recognition, AT&T labs
<http://www.research.att.com/~panji/>



Automatic check processing

LYCH428
LYCH428
LYCH428
License plate readers

Aplicaciones de la visión por computador (computer vision) - ADAS

- ¿Por qué trabajar en visión por computador? → Numerosas aplicaciones



Aplicaciones de la visión por computador (*computer vision*) - SLAM

► ¿Por qué trabajar en visión por computador? → Numerosas aplicaciones



Aplicaciones de la visión por computador (*computer vision*) - Special effects: motion capture



Source: S. Seitz

Pirates of the Caribbean, Industrial Light and Magic

Aplicaciones de la visión por computador (*computer vision*) - Vehículo de navegación automática



Aplicaciones de la visión por computador (*computer vision*)

► Vigilancia



Source: Nayar and Nishino, "Eyes for Relighting"

Aplicaciones de la visión por computador (*computer vision*) - Detección de rostros y peatones

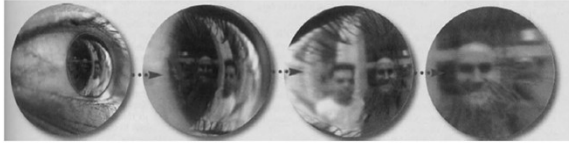


- Disponible en numerosas cámaras y smartphones.
- Detección != Reconocimiento



Aplicaciones de la visión por computador (computer vision)

► Vigilancia

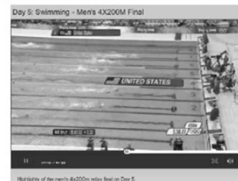


#	CODIGO	NOMBRE S	APLICACIONES DE LA VISION POR COMPUTADOR
1	2175588	ARIAS TEJADA GILMAR ALBERTO	Detección y seguimiento de objetivos
2	2205067	BAUTISTA GORDO CRISTIAN JAVIER	Análisis del terreno
3	2203521	BERNAL BENITEZ VIVIANA MARCELA	Armas inteligentes
4	2203607	CELY GOMEZ VOLIMLENA	Verificación de etiquetas
5	2203432	FONSECA CALA YESID ALDEMAR	Inspección de containers
6	2203376	GOMEZ MALAGON JUAN CAMILO	Inspección de motores
7	2206169	GOMEZ MARTINEZ LAURA VALERIA	Inspección de cristales
8	2203523	GONZALEZ MARTINEZ LAURA DAYANA	Control de calidad de comida
9	2182218	GONZALEZ TORRES ANDRES FELIPE	Inspección de soldaduras
10	2181013	GRANADOS SUAREZ DAVID EDUARDO	Inspección de circuitos impresos
11	2203516	QUERFERO DUEÑAS NATALIA	Inspección de madera, tela, fundiciones, papel
12	2183966	JIMENEZ PULIDO MARIA FERNANDA	Guiado de robots industriales
13	2181934	MARTINEZ TIBADUEZA JORGE EPARQUIO	Navegación de robots móviles
14	2182550	MONCADA GONZALEZ JUAN CARLOS	Análisis de las plantaciones: crecimiento, enfermedades.
15	2186224	MORALES CASTRO JUAN ENRIQUE	Análisis de imágenes tomadas por satélites
16	2151385	MUÑOZ GORDILLO VICTOR MANUEL	Análisis de imágenes tomadas por rayos X
17	3120205	MURVAEZ GOMEZ LUIS FELIPE	Análisis de imágenes tomadas por ultrasonidos
18	2185041	PARDO MORALES JULIAN DAVID	Análisis de sangre
19	2183409	POA TORO JUAN DIEGO	Identificación automática de huellas dactilares.
20	2184506	ROJAS MACHUCA PAULA NATALIA	Reconocimiento de caras
21	2181014	ROJAS RODRIGUEZ JUAN CAMILO	Vigilancia de edificios
22	2195536	UYABAN DIAZ LUIS EDUARDO	Identificación de matrículas de vehículos
23	3120904	VALDEPRAMA GAMEZ ALEJOS STEVEN	Control del tráfico vial

Aplicaciones de la visión por computador (computer vision) - Deportes



Sportvision first down line



¿Qué es visión por computador (computer vision)?

◆ Tecnologías implicadas

- ❖ Tecnología electrónica
- ❖ Ingeniería de software
- ❖ Inteligencia artificial

Aplicaciones de la visión por computador (computer vision)

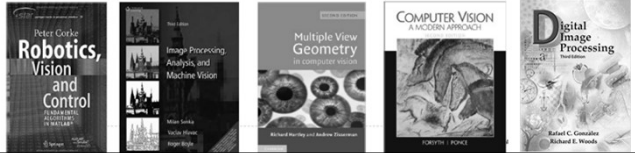
◆ Aplicaciones

Militares	Agricultura
Detección y seguimiento de objetivos	Análisis de las plantaciones: crecimiento, enfermedades.
Análisis del terreno	Análisis de imágenes tomadas por satélites
Armas inteligentes.	Biomedicina
Control de calidad	Análisis de imágenes tomadas por rayos x
Verificación de etiquetas	Análisis de imágenes tomadas por ultrasonidos
Inspección de containers	Análisis de sangre
Inspección de motores	Análisis de DNA
Inspección de cristales	Identificación
Control de calidad de comida	Identificación automática de huellas dactilares.
Inspección de soldaduras	Reconocimiento de caras
Inspección de circuitos impresos	Seguridad
Inspección de madera, tela, fundiciones, papel	Vigilancia de edificios
Robótica	Detección de explosivos por rayos x
Guiado de robots industriales	Control de tráfico
Navegación de robots móviles	Identificación de matrículas de vehículos
	Control del tráfico vial

Vistazo a la comunidad científica de la
visión por computador - Libros

Vistazo a la comunidad científica de la visión por computador - Libros

- ▶ Computer Vision by Szeliski.
- ▶ Springer. 2009.
- ▶ Free draft: <http://szeliski.org/Book/>



Vistazo a la comunidad científica de la visión por computador - Software

- ▶ OpenCV - [Link](#)
- ▶ MATLAB (Computer Vision System Toolbox) - [Link](#)
- ▶ SimpleCV - [Link](#)
- ▶ VLFeat - [Link](#)
- ▶ C-based/Cached/Core Computer Vision Library (libCCV) - [Link](#)
- ▶ BOOFVCV - [Link](#)
- ▶ Point Cloud Library (PCL) - [Link](#)
- ▶ CUDA - [Link](#)



Vistazo a la comunidad científica de la visión por computador - Revistas

- ▶ IEEE Trans. Pattern Analysis & Machine Intelligence - [Link](#)
- ▶ International Journal of Computer Vision - [Link](#)
- ▶ Image and Vision Computing - [Link](#)
- ▶ Computer Vision and Image Understanding - [Link](#)



Vistazo a la comunidad científica de la visión por computador - Conferencias

- ▶ Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) – [Link1](#) [Link2](#)
- ▶ International Conference on Computer Vision (ICCV) - [Link](#)
- ▶ European Conference on Computer Vision (ECCV) - [Link](#)
- ▶ ACM special interest group on Computer GRAPHics and Interactive Techniques (SIGGRAPH) – [Link](#)
- ▶ International Conference on Robotics and Automation (ICRA) - [Link](#)