



DECSAI

Departamento de Ciencias de la Computación e I.A.

Universidad de Granada



Inteligencia Artificial

© Fernando Berzal, berzal@acm.org

Inteligencia Artificial



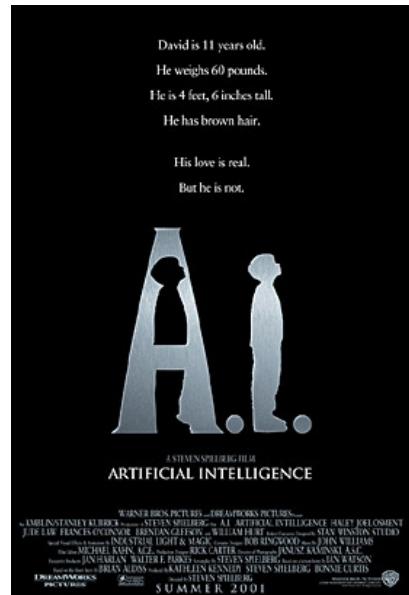
- ¿Qué es la Inteligencia Artificial?
 - Definiciones de Inteligencia Artificial
 - “Racionalidad computacional”
- Historia de la Inteligencia Artificial
- Aplicaciones



Inteligencia Artificial



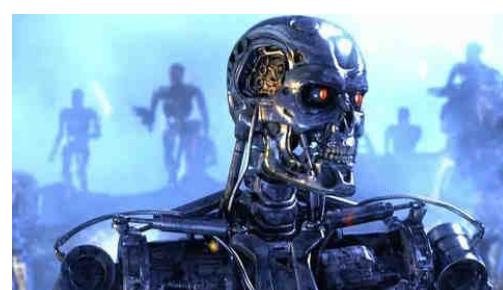
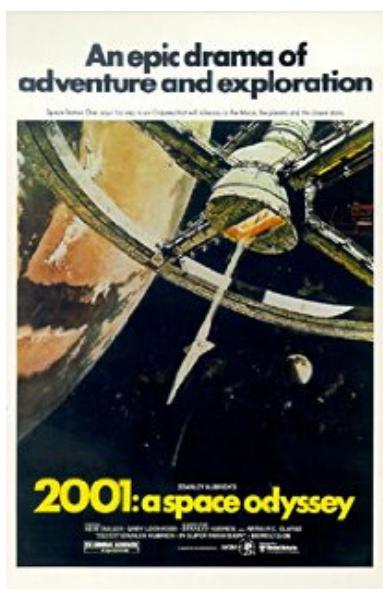
¿Algo que ver con la ciencia ficción?



Inteligencia Artificial



¿Algo que ver con la ciencia ficción?



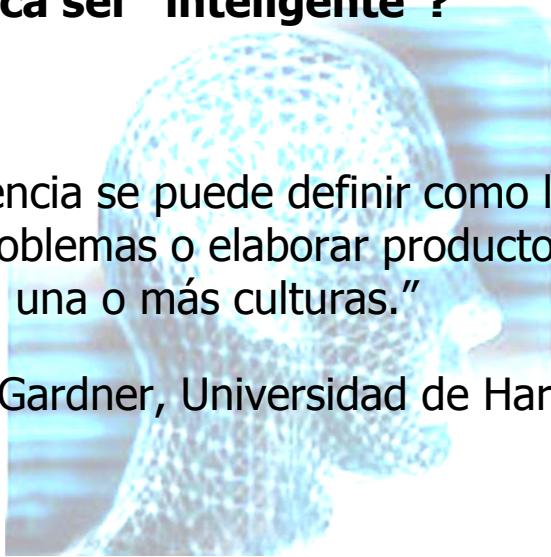
Inteligencia Artificial



¿Qué significa ser “inteligente”?

“La inteligencia se puede definir como la capacidad de resolver problemas o elaborar productos que sean valiosos en una o más culturas.”

-- Howard Gardner, Universidad de Harvard

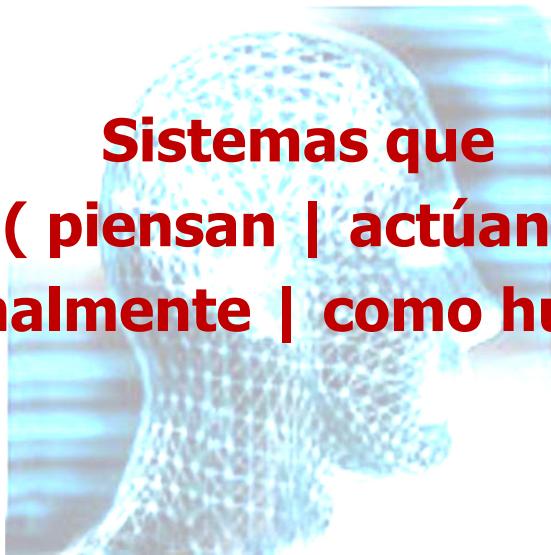


Inteligencia Artificial



Definiciones de Inteligencia Artificial

**Sistemas que
(piensan | actúan)
(razonablemente | como humanos)**



Inteligencia Artificial



Definiciones de Inteligencia Artificial: Sistemas que piensan como humanos

- “El nuevo y excitante esfuerzo de hacer que los ordenadores piensen... máquinas con mentes en el más amplio sentido literal” (Haugeland, 1985)
- “[La automatización de] actividades que vinculamos con procesos de pensamiento humano, actividades como la toma de decisiones, resolución de problemas, aprendizaje...” (Bellman, 1978)



Inteligencia Artificial



Definiciones de Inteligencia Artificial: Sistemas que piensan racionalmente

- “El estudio de las facultades mentales mediante el uso de los modelos computacionales”
(Charniak & McDermott, 1985)
- “El estudio de cálculos que hacen posible percibir, razonar y actuar” (Winston, 1992)



Inteligencia Artificial



Definiciones de Inteligencia Artificial: Sistemas que actúan razonadamente

- “La inteligencia computacional es el estudio del diseño de agentes inteligentes” (Poole et al., 1998)
- “IA... está relacionada con conductas inteligentes en artefactos” (Nilsson, 1998)
- “IA... construcción de agentes que se comportan razonadamente (dados los recursos disponibles)” (Russell & Norvig, 1995)



Inteligencia Artificial



Definiciones de Inteligencia Artificial: Sistemas que actúan como humanos

- “El arte de desarrollar máquinas con capacidad para realizar funciones que cuando son realizadas por personas requieren inteligencia” (Kurzweil, 1990)
- **“El estudio de cómo lograr que los computadores realicen tareas que, por el momento, los humanos hacen mejor”**
(Rich & Knight, 1991)

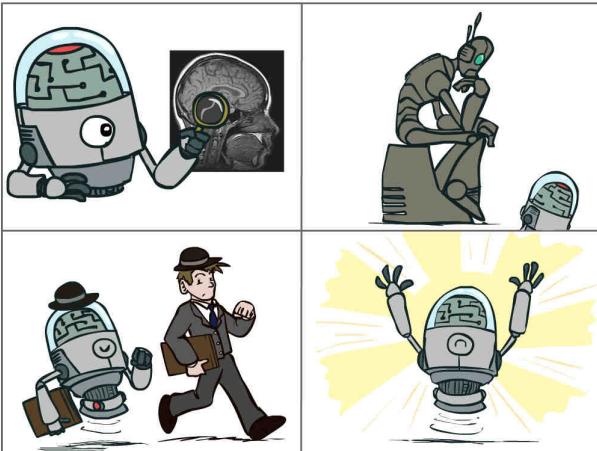


Inteligencia Artificial



La ciencia de construir máquinas que...

... piensen
como humanos



... piensen
racionalmente

... actúen
como humanos

... actúen
racionalmente

Berkeley CS188



Inteligencia Artificial



¿Racionalmente?

- Objetivos predefinidos.
- Racionalidad referida a las decisiones que se toman, no al proceso mental utilizado: “el cerebro es a la inteligencia lo que las alas al vuelo”
- Objetivos definidos en términos de la utilidad de los resultados obtenidos (función de utilidad).
- Ser racional es, en este sentido, maximizar la utilidad esperada.

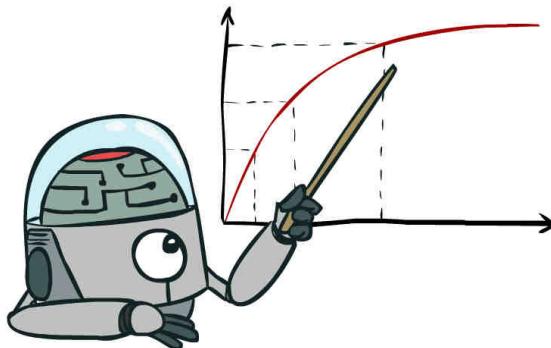


Inteligencia Artificial



Un nombre alternativo para la I.A.

“Racionalidad Computacional”
o cómo maximizar la utilidad esperada



Berkeley CS188



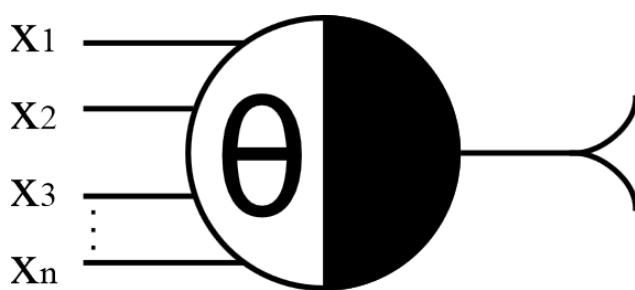
Historia



Nacimiento de la I.A.

1943 Circuitos booleanos como modelos del cerebro

McCulloch & Pitts: “A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity.” Bulletin of Mathematical Biophysics, 5:115-133.



Threshold Logic Unit (TLU):
Primer modelo de neurona artificial



Historia



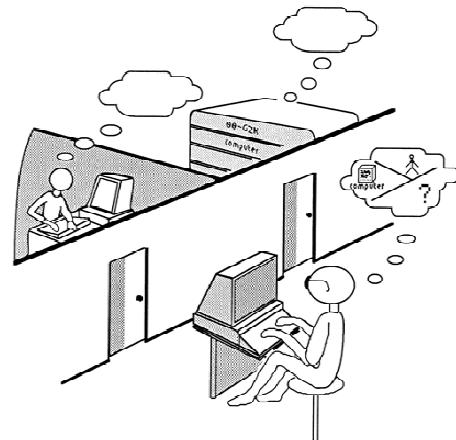
Nacimiento de la I.A.

1950 Test de Turing

Alan M. Turing: "Computing Machinery and Intelligence",
Mind LIX 236:433–460, doi:10.1093/mind/LIX.236.433

Conducta inteligente

Capacidad de lograr eficiencia a nivel humano en todas las actividades de tipo cognoscitivo, suficiente para engañar a un evaluador humano



Historia



Nacimiento de la I.A.

1956 "Inteligencia Artificial"

Dartmouth Summer Research Conference on Artificial Intelligence
(John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester, Claude Shannon,
Ray Solomonoff, Oliver Selfridge, Trenchard More, Arthur Samuel,
Herbert Simon & Allen Newell)

Conjetura inicial

"Every aspect of learning or any other feature of intelligence can be so precisely described that a machine can be made to simulate it."

<http://www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html>



Historia



Primeros éxitos

Años 50: Primeros programas con IA

Juego de damas, 1952

Arthur Samuel, IBM

Poda α - β



Resolución de problemas:

Allen Newell, Herbert A. Simon & J. C. Shaw, RAND Corporation

- LT [Logic Theorist], 1955-1956
- GPS [General Problem Solver], 1959

Demostración de teoremas usando búsqueda heurística.



Historia



"Look, Ma, no hands!"

Principio de resolución, 1965

John Allan Robinson, Rice University

Algoritmo completo para razonamiento lógico

$$\frac{a \vee b, \quad \neg a \vee c}{b \vee c}$$



Historia



Optimismo desbordado...

- Machines will be capable, within twenty years, of doing any work a man can do.
— Herbert Simon
- Within 10 years the problems of artificial intelligence will be substantially solved.
— Marvin Minsky
- I visualize a time when we will be to robots what dogs are to humans, and I'm rooting for the machines.
— Claude Shannon



Historia



... resultados decepcionantes

Traducción automática [Machine Translation]

The spirit is willing but the flesh is weak.



(Russian)



The vodka is good but the meat is rotten.

ALPAC report, 1966

Eliminación de la financiación gubernamental para sistemas MT



Historia



El invierno de la I.A.

- 1966 ALPAC report
(traducción automática)
- 1969 Marvin Minsky & Seymour Papert: "Perceptrons"
(abandono de modelos conexionistas,
la investigación en redes neuronales casi desaparece)
- 1973 Lighthill report
(investigación en IA en el Reino Unido)
- 1974 Decepción en DARPA con CMU
(programas de reconocimiento de voz)

Recortes de DARPA a la investigación en IA
http://en.wikipedia.org/wiki/AI_winter



Historia



Estudios sobre complejidad computacional

Años 70

- Problemas NP-difíciles: Problemas que para resolverlos de forma exacta requieren realizar una búsqueda en un espacio de tamaño exponencial (nadie sabe cómo evitar esa búsqueda y no se espera que se consiga evitar).
- Todos los problemas de los que se ocupa la IA son NP-difíciles.
- Si tenemos un algoritmo que encuentra la solución de forma rápida y casi siempre correcta, podemos considerarlo "inteligente"
- IA implica búsqueda sujeta a errores.

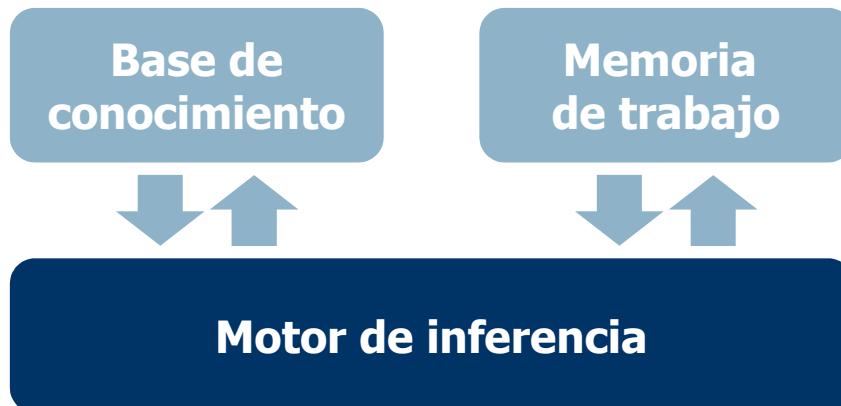


Historia



Sistemas basados en el conocimiento

- Años 70: Primeros sistemas expertos
DENDRAL, MYCIN, PROSPECTOR, R1/XCON...
- Años 80: La industria de la I.A.
("boom" de los sistemas expertos)



Historia



Renacimiento de la I.A.

Años 80

- Modelo conexionista: "backpropagation", 1986
(las redes neuronales retoman su popularidad)
David E. Rumelhart, Geoffrey E. Hinton & Ronald J. Williams
"Learning representations by back-propagating errors"
Nature 323(6088):533–536, 1986. doi:[10.1038/323533a0](https://doi.org/10.1038/323533a0)
- SAT solvers
(problemas de satisfacción de restricciones)
- Modelos ocultos de Markov
(procesamiento del lenguaje natural)



Historia



I.A. moderna

Años 90

- Knowledge Discovery & Data Mining
KDD workshop, Detroit, MI, August 20th, 1989.
- “Business rule engines”
(versión moderna de los sistemas expertos de los 80)
- Técnicas estadísticas (aprendizaje bajo incertidumbre)
- Agentes inteligentes



Capacidades de la I.A.



¿Qué puede hacer actualmente la I.A.?

- ✓ ¿Jugar al ping-pong?
- ✓ ¿Conducir un vehículo por una carretera montañosa?
- ? ¿Conducir un vehículo por el Camino de Ronda en obras?
- ✓ ¿Hacer la compra semanal por Internet?
- ✗ ¿Hacer la compra en un mercadillo?
- ✗ ¿Conversar con una persona durante una hora?
- ? ¿Realizar una operación quirúrgica?
- ✓ ¿Recoger los platos y doblar la ropa?
- ✓ ¿Jugar al 50x15 en España / Jeopardy! en USA?
- ✓ ¿Traducir un idioma hablado en tiempo real?
- ✗ ¿Escribir, a propósito, una historia divertida?



Capacidades de la I.A.

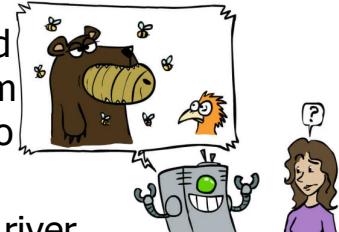


¿Creatividad? Historias “divertidas” (sin querer)

TALE-SPIN System, James Meehan, UC Irvine, 1976

http://en.wikipedia.org/wiki/Computational_creativity

- One day Joe Bear was hungry. He asked his friend Irving Bird where some honey was. Irving told him there was a beehive in the oak tree. Joe walked to the oak tree. He ate the beehive. The End.
- Henry Squirrel was thirsty. He walked over to the river bank where his good friend Bill Bird was sitting. Henry slipped and fell in the river. Gravity drowned. The End.
- Once upon a time there was a dishonest fox and a vain crow. One day the crow was sitting in his tree, holding a piece of cheese in his mouth. He noticed that he was holding the piece of cheese. He became hungry, and swallowed the cheese. The fox walked over to the crow. The End.



Berkeley CS188



Capacidades de la I.A.



¿Creatividad? ¿Alguna mejora?

Agentes conversacionales



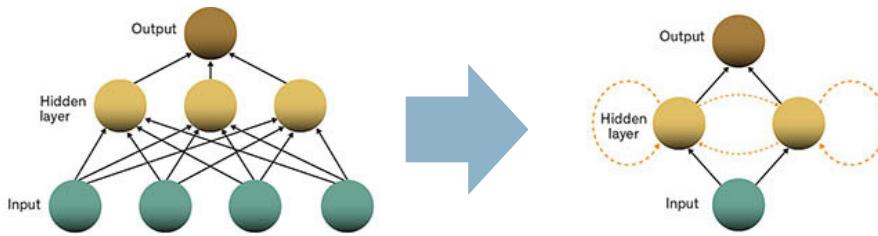
Capacidades de la I.A.



¿Creatividad? Redes neuronales recurrentes, 2016

<http://spectrum.ieee.org/computing/software/the-neural-network-that-remembers>

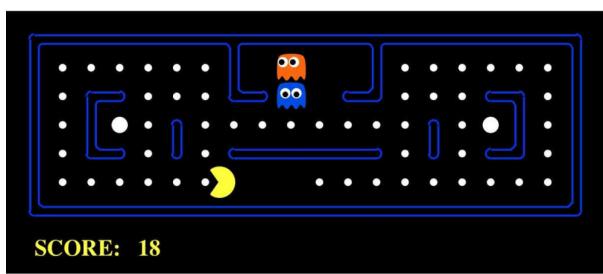
- "On tap at the brewpub. A nice dark red color with a nice head that left a lot of lace on the glass. Aroma is of raspberries and chocolate. Not much depth to speak of despite consisting of raspberries. The bourbon is pretty subtle as well. I really don't know that find a flavor this beer tastes like. I would prefer a little more carbonization to come through. It's pretty drinkable, but I wouldn't mind if this beer was available."
-- Review for a "fruit/vegetable beer".



Capacidades de la I.A.



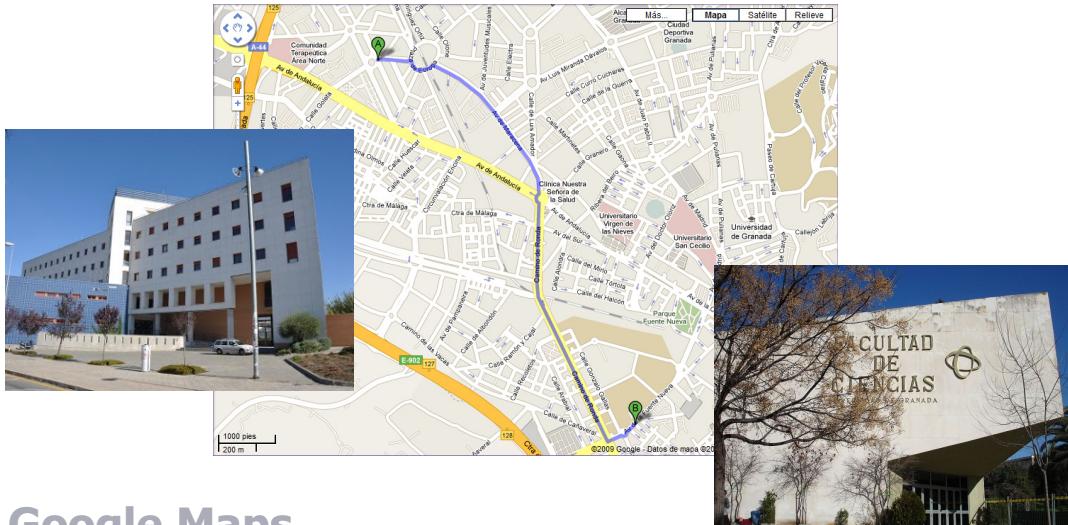
Demos



Aplicaciones



Sistemas de planificación

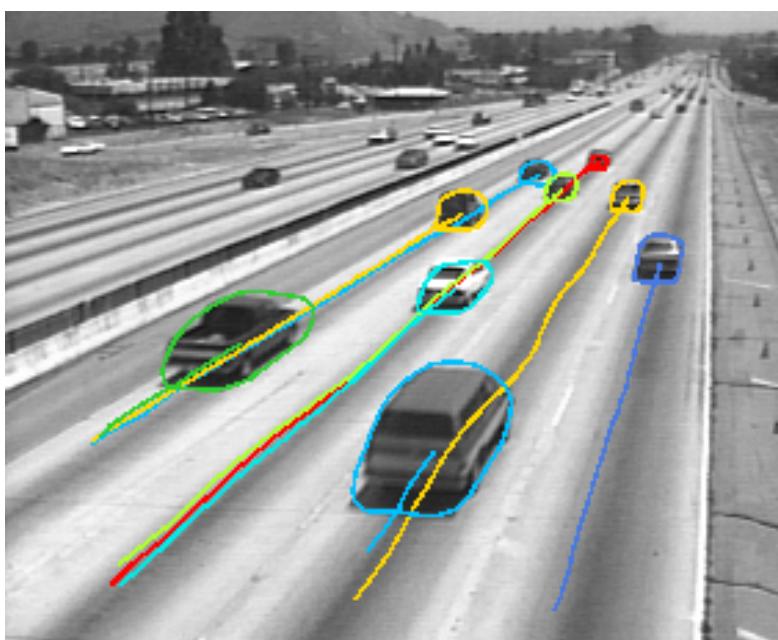


Google Maps

Aplicaciones



Visión artificial



UC Berkeley project, funded by Caltrans, 1994

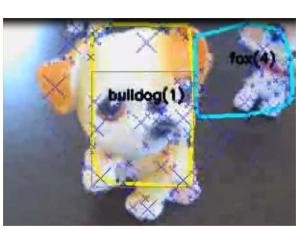
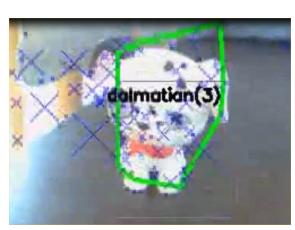
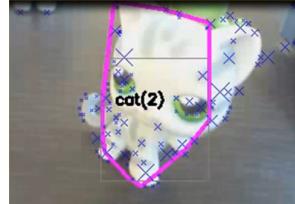


31

Aplicaciones



Visión artificial



Terminator @ 1984
(ciencia-ficción)

Reconocimiento de objetos
(realidad)



Aplicaciones



Visión artificial

"Google's Brain-Inspired Software Describes What It Sees in Complex Images"
MIT Technology Review, November 2014

Describes without errors	Describes with minor errors	Somewhat related to the image	Unrelated to the image
A person riding a motorcycle on a dirt road.	Two dogs play in the grass.	A skateboarder does a trick on a ramp.	A dog is jumping to catch a frisbee.
A group of young people playing a game of frisbee.	Two hockey players are fighting over the puck.	A little girl in a pink hat is blowing bubbles.	A refrigerator filled with lots of food and drinks.
A herd of elephants walking across a dry grass field.	A close up of a cat laying on a couch.	A red motorcycle parked on the side of the road.	A yellow school bus parked in a parking lot.



Aplicaciones



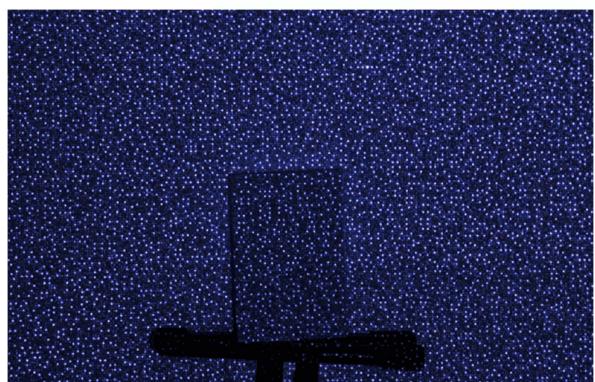
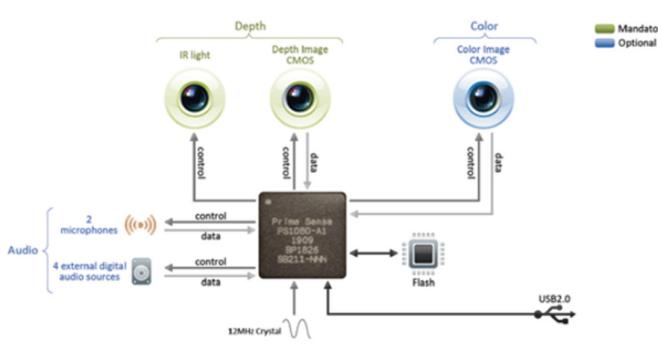
Visión artificial: Microsoft Kinect, 2010



Aplicaciones



Visión artificial 2010 Microsoft Kinect 2009 Project Natal



“Image-based 3D reconstruction”
Depth sensor = infrared projector (laser)
+ monochrome camera (CMOS)



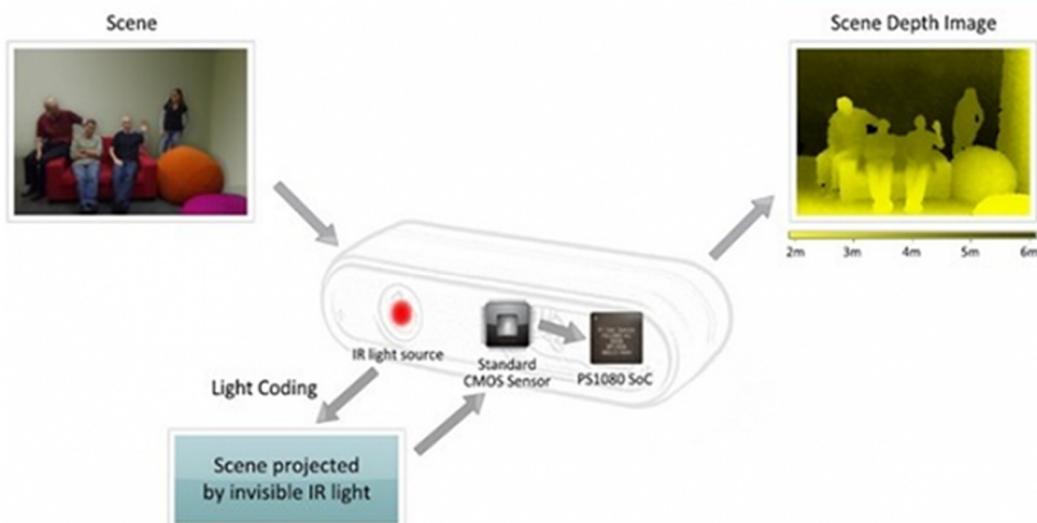
Aplicaciones



Visión artificial

2010 Microsoft Kinect

2009 Project Natal



Aplicaciones



Robótica



Roomba © iRobot



QRIO & AIBO © Sony



Aplicaciones



Vehículos autónomos



Stanley — 2005 DARPA Grand Challenge Winner

Aplicaciones



Vehículos autónomos

2005 Stanley (DARPA Grand Challenge)

2007 Junior (DARPA Urban Challenge)

2010 Google driverless car



Sensores

Toyota Prius

- GPS: Google Street View
- Cámara de vídeo (parabrisas): Semáforos y obstáculos móviles
- LIDAR [Light Detection And Ranging]: Mapa 3D del entorno
- Radares (3 frontales, 1 trasero): Distancias a objetos lejanos
- Sensor de posición (rueda trasera): Pequeños movimientos

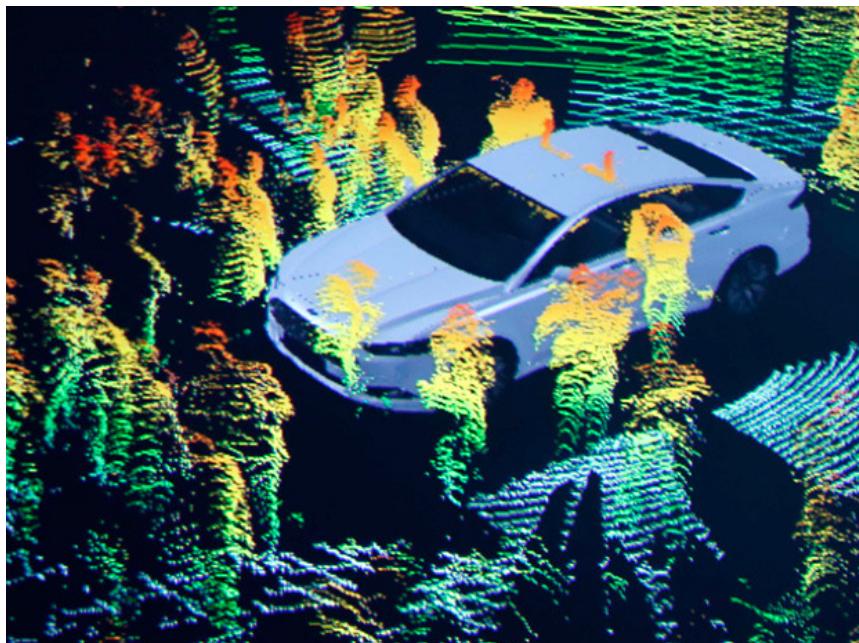


Aplicaciones



Vehículos autónomos

LIDAR



Aplicaciones



Vehículos autónomos

2005 Stanley (DARPA Grand Challenge)

2007 Junior (DARPA Urban Challenge)

2010 Google driverless car



Software

- **Localización** GPS + histogram/Kalman/particle filters
- **Navegación** A*, programación dinámica
- **Control** PID



Aplicaciones



Vehículos autónomos

Google (2015)

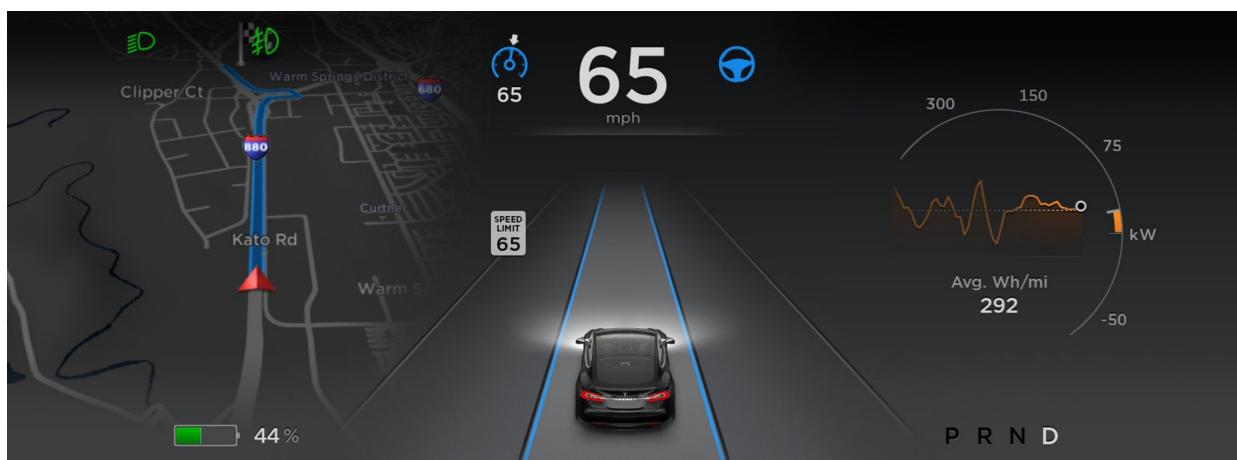


Aplicaciones



Vehículos autónomos

Tesla (2015)



Aplicaciones



Vehículos autónomos

MARTY (Stanford, 2015)



"... a vintage 1981 DeLorean ...
for researching the physical limits of autonomous driving."

<http://news.stanford.edu/news/2015/october/marty-autonomous-delorean-102015>



Aplicaciones



Juegos



IBM Deep Blue, 1997



Aplicaciones



Juegos



RoboCup



Aplicaciones



Reconocimiento de voz



Android Voice Search



KINECT
for XBOX 360.

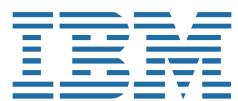
Kinect (mic array)



Aplicaciones



Procesamiento del lenguaje natural



IBM Watson, 2011 — Jeopardy!



Aplicaciones



Traducción automática

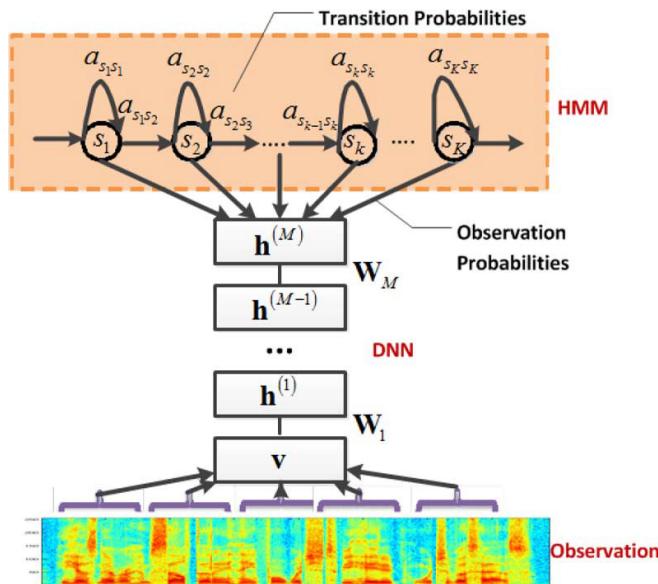


Aplicaciones



Traducción simultánea

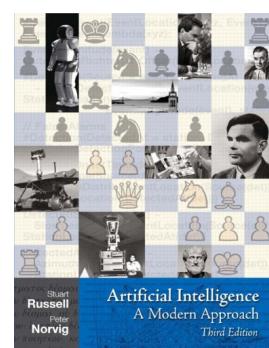
Microsoft®
Research



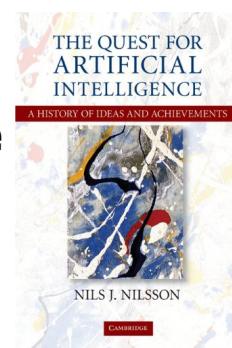
Bibliografía



- Stuart Russell & Peter Norvig:
Artificial Intelligence: A Modern Approach
Prentice-Hall, 3rd edition, 2009
ISBN 0136042597
<http://aima.cs.berkeley.edu/>



- Nils J. Nilsson
The Quest for Artificial Intelligence
Cambridge University Press, 2009
ISBN 0521122937
<http://ai.stanford.edu/~nilsson/QAI/qai.pdf>



Bibliografía



Bibliografía complementaria

- Elaine Rich & Kevin Knight: **Artificial Intelligence**. McGraw-Hill, 1991.
- Patrick Henry Winston: **Artificial Intelligence**. Addison-Wesley, 1992.
- Nils J. Nilsson: **Principles of Artificial Intelligence**. Morgan Kaufmann, 1986.
- Daniel Jurafsky & James H. Martin: **Speech and Language Processing**. Prentice Hall, 2008.
- Yoav Shoham & Kevin Leyton-Brown: **Multiagent Systems: Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations**. Cambridge University Press, 2008.



Cursos de interés



- Introduction to AI
Peter Norvig & Sebastian Thrun (Stanford & Google)
<https://www.ai-class.com/>
- CS221 – Artificial Intelligence: Principles & Techniques
<http://www.stanford.edu/class/cs221/>
Stanford University
- CS188 – Introduction to Artificial Intelligence
Dan Klein & Peter Abbeel (UC Berkeley)
<https://www.edx.org/> @ edX
<http://inst.eecs.berkeley.edu/~cs188/> @ Berkeley



Cursos de interés



Temas más específicos

■ Machine Learning

Andrew T. Ng, Stanford University

<https://www.coursera.org/course/ml>

■ AI Planning

Gerhard Wickler & Austin Tate, University of Edinburgh

<https://www.coursera.org/course/aiplan>

■ Natural Language Processing

Dan Jurafsky & Christopher Manning, Stanford University

<https://www.coursera.org/course/nlp>

■ Programming a Robotic Car

Sebastian Thrun, Stanford University & Google

<http://www.udacity.com/overview/Course/cs373/>



54