



Grupo de Aprendizaje de Máquinas,
infErencia y Señales
Centro de Modelamiento Matemático

CMM
Center for
Mathematical
Modeling

MA5203: Aprendizaje de máquinas probabilístico

Clase 1: Introducción

Felipe Tobar

21 de marzo de 2017

¿Qué es la Inteligencia Artificial?¹

def. RAE: Disciplina científica que se ocupa de crear programas informáticos que ejecutan operaciones comparables a las que realiza la mente humana, como el aprendizaje o el razonamiento lógico.

def. Russell & Norvig: entender entes inteligentes para aprender de ellos y contruir máquinas inteligentes: interesantes en sí mismos y útiles en una infinidad de aplicaciones

Filosofía de la IA

- ¿Puede una máquina actuar inteligentemente?
- ¿inteligencia humana = inteligencia de máquinas?
- ¿pueden las máquinas tener mente y conciencia?

¹S. Russell y P. Norvig. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson Education, 2003.

¿Hacia dónde va la Inteligencia Artificial?



The development of full artificial intelligence could spell the end of the human race.

— Stephen Hawking —



Elon Musk 
@elonmusk



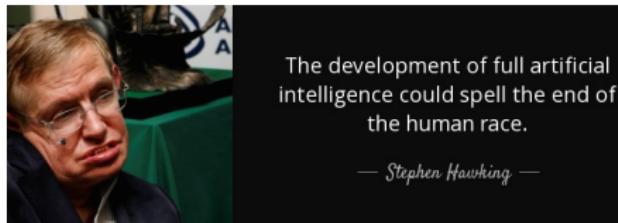
Worth reading Superintelligence by Bostrom. We need to be super careful with AI. Potentially more dangerous than nukes.

12:33 PM - 3 Aug 2014

2,034 RETWEETS 2,447 FAVORITES



¿Hacia dónde va la Inteligencia Artificial?



The development of full artificial intelligence could spell the end of the human race.

— Stephen Hawking —

A screenshot of a Twitter post from Elon Musk (@elonmusk). The post includes a small profile picture of him, the tweet text, the timestamp (12:33 PM - 3 Aug 2014), the number of retweets (2,034), and the number of favorites (2,447). There are also standard Twitter interaction icons at the bottom.

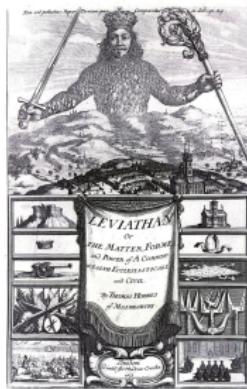


Bases de la Inteligencia Artificial²: 1) Filosofía:

(384-322 A.C.) Aristóteles: Análisis formal de los silogismos

(1232–1315) Ramon Llull: Máquinas para razonar

(1588-1679) Thomas Hobbes: razonamiento a través de cálculos numéricos - *Leviathan*



²S. Russell y P. Norvig. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson Education, 2003.

Bases de la Inteligencia Artificial³: 1.5) Filosofía:

(1623-1662) Blaise Pascal: La pascaline, primera calculadora mecánica:

Los efectos de esta máquina son más cercano a la inteligencia que cualquier acto animal

(1596-1650) Rene Descartes: mente y materia implica carencia de libre albedrío.

⇒ Racionalismo y dualismo ≠ materialismo

Fuente del conocimiento: Empiricismo, racionalismo y sceptisismo
(Bacon, Locke, Hume, Wittgenstein, Russell)



³S. Russell y P. Norvig. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson Education, 2003.

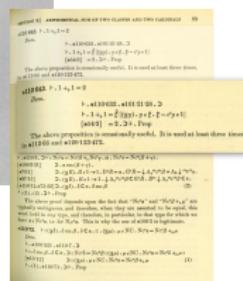
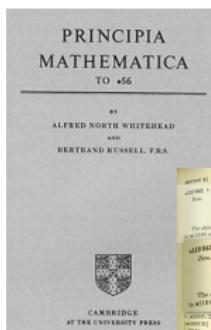
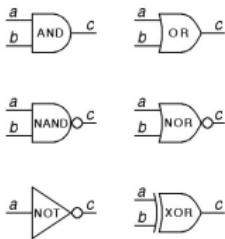
Bases de la Inteligencia Artificial⁴: 2) Matemáticas:

Boole (1847) y Frege (1879): Lógica Booleana y proposicional

Russell and Whitehead (1913): *Principia Mathematica*

(1930-1931) Gödel: Teoremas de completitud e incompletitud — los límites existen

(1936) Turing-Church: La máquina de Turing puede computar cualquier función computable



⁴S. Russell y P. Norvig. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson Education, 2003.

Bases de la Inteligencia Artificial: 3) Probabilidades:

Ley de evidencia: Cardamo, Pascal, Fermat (1500-1600)

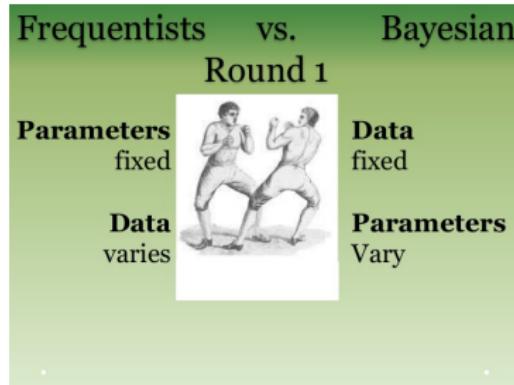
Matemáticas formales: Bernoulli (1700)

Combinación con datos: Laplace y Gauss (1800)

Estadística: Fisher (1900)

Teoría de Medida: Kolmogorov (1933)

Distintas interpretaciones de probabilidad⁵:



Lectura próxima clase: Frecuentistas versus Bayesiano y respuesta de un estadístico

⁵ G. Casella. "Bayesians and Frequentists". En: ACCP 37th Annual Meeting, Philadelphia, PA, 2008.

Artificial Intelligence

- Intelligence is crucial for us: unlike the rest of the animal kingdom, we do not need to evolve to adapt

Artificial Intelligence

- Intelligence is crucial for us: unlike the rest of the animal kingdom, we do not need to evolve to adapt
- We have always been interested in understand intelligence but AI goes even further: it aims to replicate it.

Artificial Intelligence

- Intelligence is crucial for us: unlike the rest of the animal kingdom, we do not need to evolve to adapt
- We have always been interested in understand intelligence but AI goes even further: it aims to replicate it.

—Definitions of AI⁶—

	Human	Rational
Think	"[automation of] activities associated with human thinking, activities such as descision-making, problem solving, learning" (Bellman, 1978)	"Study of mental faculties through the use of computational models" (Charniak et al., 1985)
Act	"The art of creating machines that perform functions that require intelligence when performed by people" (Kurzweil, 1990)	"Study and design of intelligent agents" (Poole et al., 1998)

⁶S. Russell y P. Norvig. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson Education, 2003.

Artificial Intelligence

- Intelligence is crucial for us: unlike the rest of the animal kingdom, we do not need to evolve to adapt
- We have always been interested in understand intelligence but AI goes even further: it aims to replicate it.

—Definitions of AI⁷—

	Human	Rational
Think	“[automation of] activities associated with human thinking, activities such as descision-making, problem solving, learning” (Bellman, 1978)	“Study of mental faculties through the use of computational models” (Charniak et al., 1985)
Act	“The art of creating machines that perform functions that require intelligence when performed by people” (Kurzweil, 1990)	“Study and design of intelligent agents” (Poole et al., 1998)

⁷S. Russell y P. Norvig. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson Education, 2003.

COMPUTING MACHINERY AND INTELLIGENCE

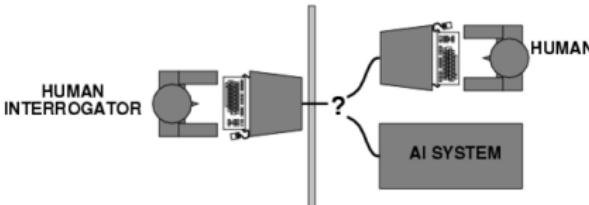
By A. M. Turing



1. The Imitation Game

I propose to consider the question, "Can machines think?" This should begin with definitions of the meaning of the terms "machine" and "think." The definitions might be framed so as to reflect so far as possible the normal use of the words, but this attitude is dangerous. If the meaning of the words "machine" and "think" are to be found by examining how they are commonly used it is difficult to escape the conclusion that the meaning and the answer to the question, "Can machines think?" is to be sought in a statistical survey such as a Gallup poll. But this is absurd. Instead of attempting such a definition I shall replace the question by another, which is closely related to it and is expressed in relatively unambiguous words.

The new form of the problem can be described in terms of a game which we call the 'imitation game.' It is played with three people, a man (A), a woman (B), and an



Requerimientos para aprobar el test de Turing⁸

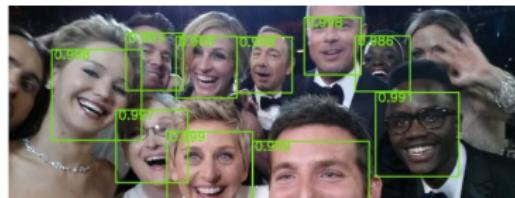
- ▶ **Procesamiento de lenguaje natural:** Habilidad de comunicarse
 - ▶ **Representación de información:** Almacenamiento de conocimiento
 - ▶ **Razonamiento:** usar información para concluir
 - ▶ **Aprendizaje de máquinas:** construir conocimiento y adaptarse
 - ▶ **Visión computacional***: percibir el entorno
 - ▶ **Robótica*:** Interacturar con el entorno
- ★ AM ha dejado de ser una componente exclusiva de IA y se ha convertido en un fin en sí mismo con aplicaciones en variadas disciplinas.

⁸S. Russell y P. Norvig. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson Education, 2003.

Aprendizaje de Máquinas entre nosotros

TrueSkill™ Ranking System

The TrueSkill™ ranking system is a skill based ranking system for Xbox Live developed at Microsoft Research.



[Google Books](#) [Ngram Viewer](#)

Graph these comma-separated phrases: machine learning

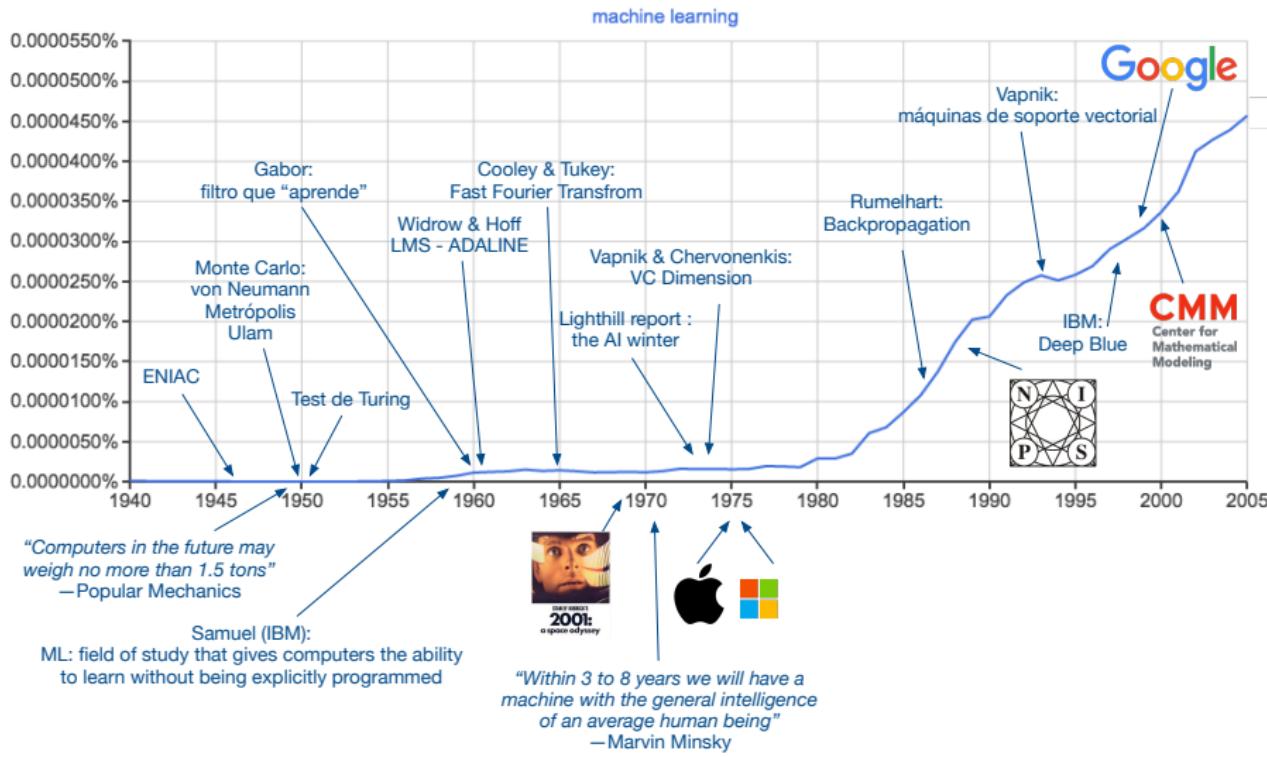
case-insensitive

between 1955 and 2005 from the corpus English

English

with smoothing of 3

[Search lots of books](#)



Matemáticas
-Estadística
Probabilidades
-Optimización

Percepción
y
Neurociencia

Computación



Aprendizaje de Máquinas

Aprendizaje supervisado

Aprendizaje no supervisado

Aprendizaje reforzado



Métodos de muestreo

muestreo de importancia
muestreo por rechazo
filtro de partículas
Markov chain Monte Carlo

Kernels

máquinas de soporte vectorial
procesos gaussianos
estimación de densidades
filtrado adaptativo usando kernels

Métodos Bayesianos:

naive bayes
máxima verosimilitud
máximo a posteriori
approximate Bayesian computation

expectation maximisation
Inferencia variacional
modelo gráficos

Redes Neuronales

perceptrón
perceptrón multicapa
deep learning
Q learning

Bayesian nonparametrics

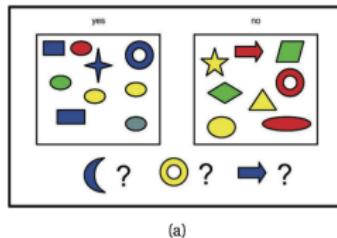
dirichlet processes
chinese restaurant process
indian buffet process

Aprendizaje supervisado (Clasificación)⁹

Encontrar el mapeo $x \rightarrow y$, en base a los datos $\{(x_i, y_i)\}_{i=1:N}$

Ejemplo 1

- generalizar
- decisiones probabilísticas



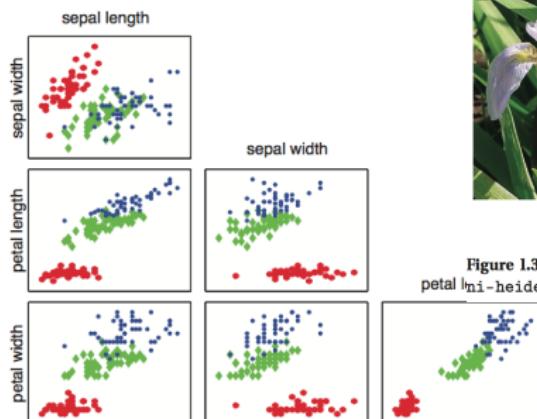
(a)

The table illustrates the structure of the dataset. It has columns for 'Color', 'Shape', and 'Size (cm)'. The first row is labeled 'D features (attributes)'. The second row is labeled 'N cases'. The third column is labeled 'Label'.

D features (attributes)				
N cases	Color	Shape	Size (cm)	Label
1	Blue	Square	10	1
2	Red	Ellipse	2.4	1
3	Red	Ellipse	20.7	0

(b)

Ejemplo 2



(a)



(b)



(c)

Figure I.3 Three types of iris flowers: setosa, versicolor and virginica. Source: <http://www.statlab.uhi-heidelberg.de/data/iris/>. Used with kind permission of Dennis Krumb and SIGNA.

¿Cómo elegir las características?

Aprendizaje supervisado (Regresión)

Similar a clasificación, pero el espacio de llegada es continuo.

- En general, elegimos una función $x \rightarrow y = f(x, \theta)$ y encontramos θ de acuerdo a una figura de mérito
- ¿qué estructura tiene $f(\cdot, \theta)$?
- Ejemplos: predicción financiera, sondaje, control predictivo, reconstrucción y filtrado:

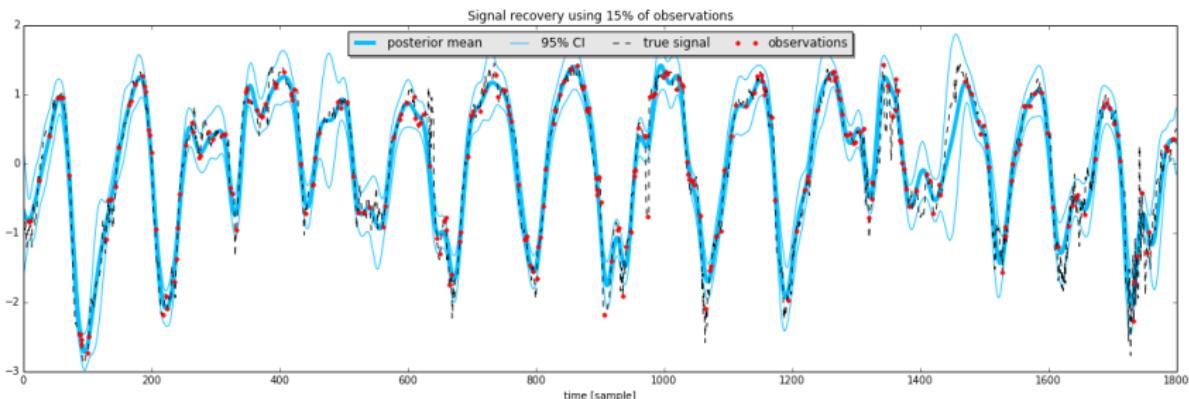


figura: reconstrucción de una señal de frecuencia cardíaca en base al 20 % de las mediciones usando procesos Gaussianos

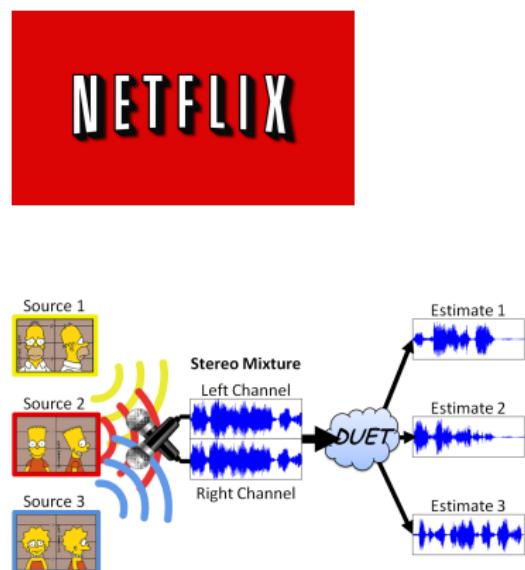
Aprendizaje no supervisado

Etiquetas no disponibles: el objetivo es descubrir estructura en los datos.

El producir datos etiquetados (por humanos) no es solo costoso sino que contiene información parcial; por el contrario, al considerar directamente los datos mucha más información puede ser extraída.

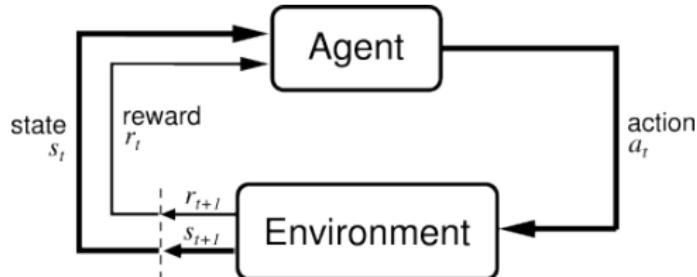
Ejemplos:

- cluster
- density estimation
- PCA
- Image inpainting
- Filtrado colaborativo (Netflix)

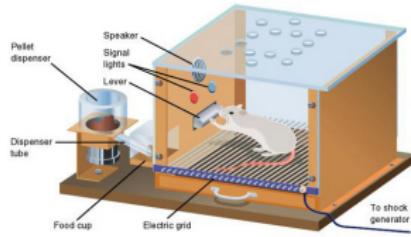


Aprendizaje reforzado

Aprender a tomar decisiones en base a una señal de recompensa o penalización.

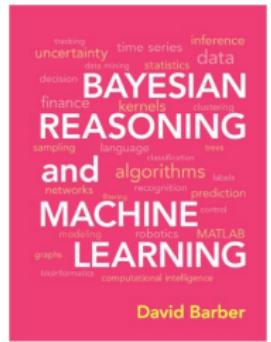
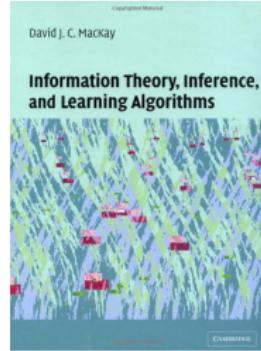
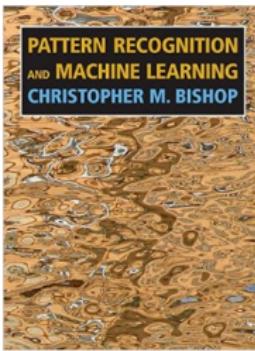
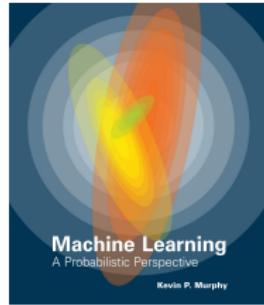


- Aprendizaje en humanos y animales sigue este concepto
- Aplicaciones en robótica, juegos de video, finanzas, etc



Aprendizaje de máquinas: ¿Qué hacer?

- ▶ MA5203: martes y jueves a las 1800, B111 (tentativo)
- ▶ Unirse a GAMES: games.cmm.uchile.cl
- ▶ Aprender algún lenguaje de programación (e.g., Python)
- ▶ MOOCs: Coursera, MIT OCW, *Learning from data* (Stanford)
- ▶ podcasts: <http://www.thetalkingmachines.com/>
- ▶ libros



¿qué es el aprendizaje de máquinas?

¿qué es el aprendizaje de máquinas?

- ▶ hint: control óptimo vs aprendizaje reforzado

¿qué es el aprendizaje de máquinas?

- ▶ hint: control óptimo vs aprendizaje reforzado
- ▶ hint: programación clásica para aprender a jugar ajedrez