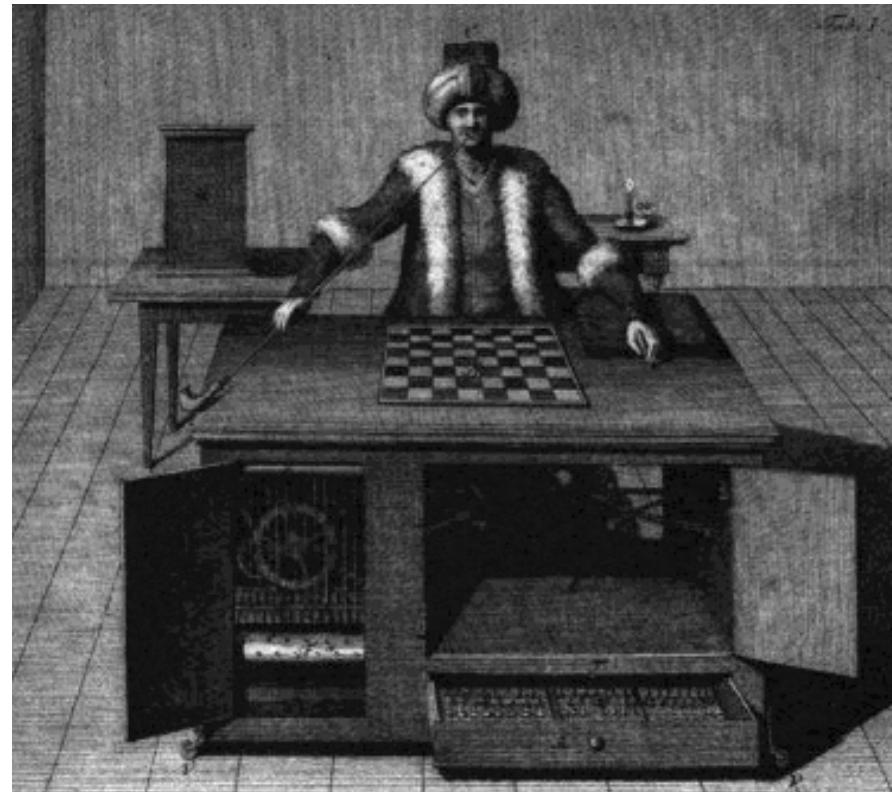


INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Stefania Bandini & Matteo Palmonari

Complex Systems & Artificial Intelligence Research Center
Dipartimento di Informatica, Sistemistica e Comunicazione

BRIEF HISTORY OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE



Dartmouth College Summer Research Project on Artificial Intelligence

Hanover (New Hampshire) - August 1956

**JOHN McCarthy
Marvin Minsky
Allen Newell
Herbert Simon**

"Lo studio procederà sulla base della congettura per cui, in linea di principio, ogni aspetto dell'apprendimento o una qualsiasi altra caratteristica dell'intelligenza possano essere descritte così precisamente da poter costruire una macchina che le simuli."



INTELLIGENZA ARTIFICIALE

.... And before 1956?

LE RADICI LOGICHE E LA QUESTIONE DELLA CONOSCENZA

ARISTOTELE (384-322 a.C.) tentò di formulare un insieme preciso di leggi in grado di governare la parte razionale della mente.

SILLOGISMO: prima macchina astratta per il ragionamento



LE RADICI MECCANICHE E LA QUESTIONE DEL RAPPORTO MENTE-CORPO

AUTOMI SEMOVENTI DI ERONE DI ALESSANDRIA

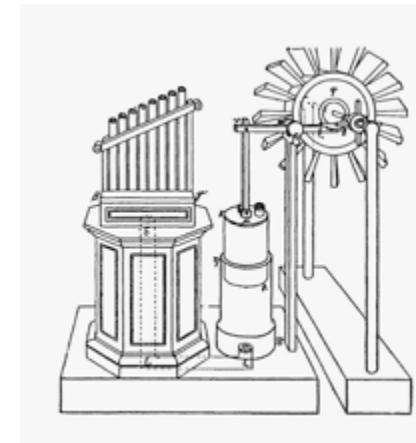
(I sec. D.C.)

Baroulkos, sulla costruzione di una macchina per il trasporto dei pesi

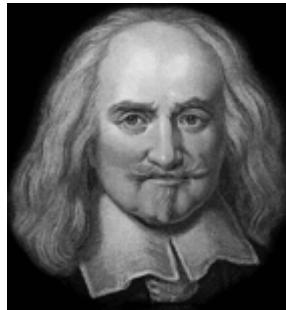
Belopoeica, descrizione di macchine da guerra.

Pneumatica, descrizione di macchine funzionanti a pressione (ad aria, acqua o vapore), incluso l'*hydraulis*, l'organo ad acqua

Automata, descrizione di macchine in grado di creare effetti nei templi per mezzi meccanici o pneumatici (apertura o chiusura automatica delle porte, statue che versano vino, ecc.)



MACCHINE DAL CALCOLO ALL'INFERENZA



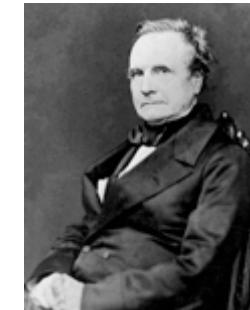
THOMAS HOBSES
(1588-1679)



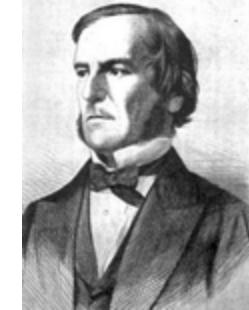
GOTTFRIED W. LEIBNIZ
(1646-1716)



BLAISE PASCAL
(1623-1662)



CHARLES BABBAGE
(1791-1871)



GEORGE BOOLE
(1815-1864)

ALAN TURING
(1912–1954)

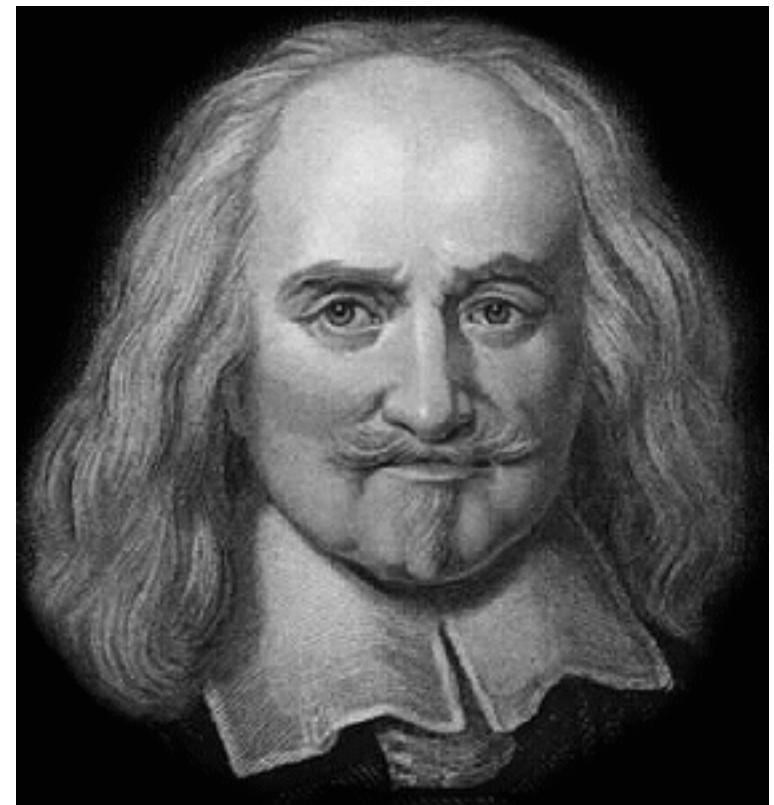
Nel 1936 propose un modello ideale di calcolatore universale, la macchina di Turing, e con esso definì quali funzioni fossero computabili.

Lo stesso Turing nel 1950 pubblicò un articolo nel quale introdusse il famoso test, che poi prenderà il suo nome, per stabilire se e quando una macchina si possa considerare intelligente.



THOMAS HOBBES (1588-1679)

il ragionamento è paragonabile al compiere operazioni di tipo matematico, riducendo la ragione ad una macchina calcolatrice



GOTTFRIED WILHELM LEIBNIZ (1646-1716)

Calcolatrice che utilizzava il sistema numerico binario.

La macchina funzionava con delle biglie: la presenza o meno di una biglia in una posizione determinava il valore 1 o 0.

Anche questa idea non ebbe un seguito immediato e si dovette attendere George Boole e lo sviluppo dei calcolatori elettronici perché venisse ripresa e sviluppata



BLAISE PASCAL (1623-1662)

Nel 1642 costruì la Pascalina: considerata a lungo la prima addizionatrice meccanica (anche se Wilhelm Schickard ne costruì una circa 20 anni prima).

Sognava di ridurre qualsiasi ragionamento in calcolo, cosicché si potesse risolvere qualsiasi controversia intellettuale come si fa con un conto aritmetico.

Nel 1651 con il Leviatano ideò un "animale artificiale" sostenendo:

"Che cos'è infatti il cuore se non una molla e che cosa sono i nervi se non altrettanti fili e che cosa le giunture se non altrettante ruote che danno movimento all'intero corpo"



MACCHINA ANALITICA DI CHARLES BABBAGE

(1791-1871)

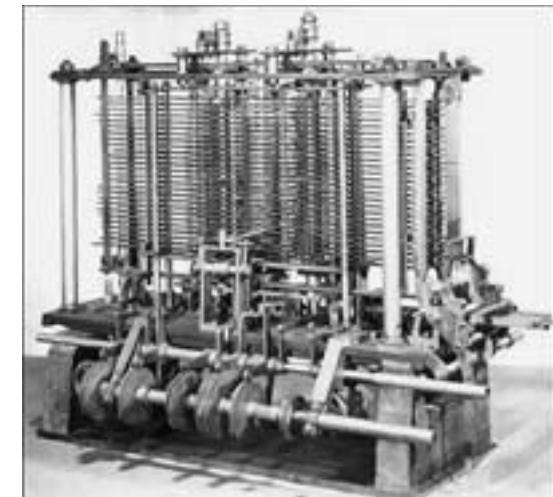
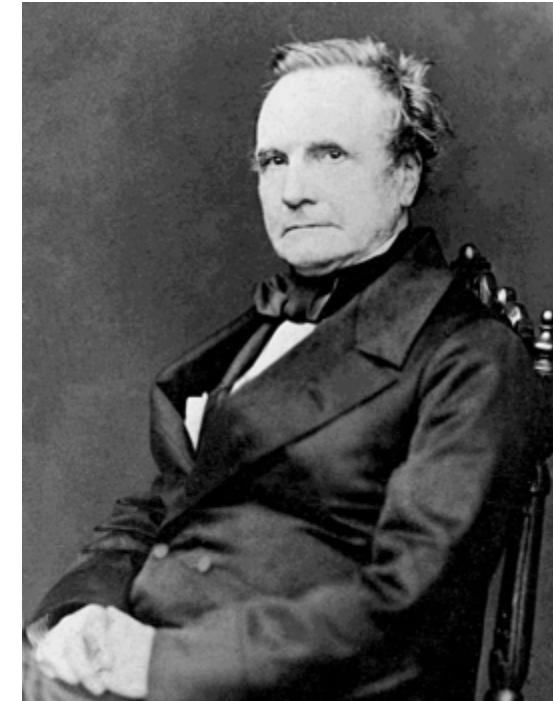
La **macchina analitica** (*Analytical*) è stato il primo prototipo di un computer meccanico sviluppato per eseguire compiti generici.

Il progetto fu sviluppato dal matematico, filosofo e scienziato inglese Charles Babbage (1791–1871), che cercò anche di realizzarlo praticamente.

Ideò il concetto di macchina "programmabile".

Babbage, durante lo sviluppo del suo primo progetto (macchina differenziale) si rese conto di poter ideare una macchina generica molto più potente e interessante dal punto di vista pratico: che non si limitasse solo a sviluppare dei calcoli matematici, ma che potesse elaborare complessi "ragionamenti".

L'ispirazione veniva probabilmente anche dallo sviluppo che l'orologeria aveva avuto nel Settecento, che a sua volta aveva generato un artigianato degli "automi", usati solo per divertimento, e dalla possibilità di programmazione del telaio di J. M. Jacquard.



ALAN TURING (1912–1954)

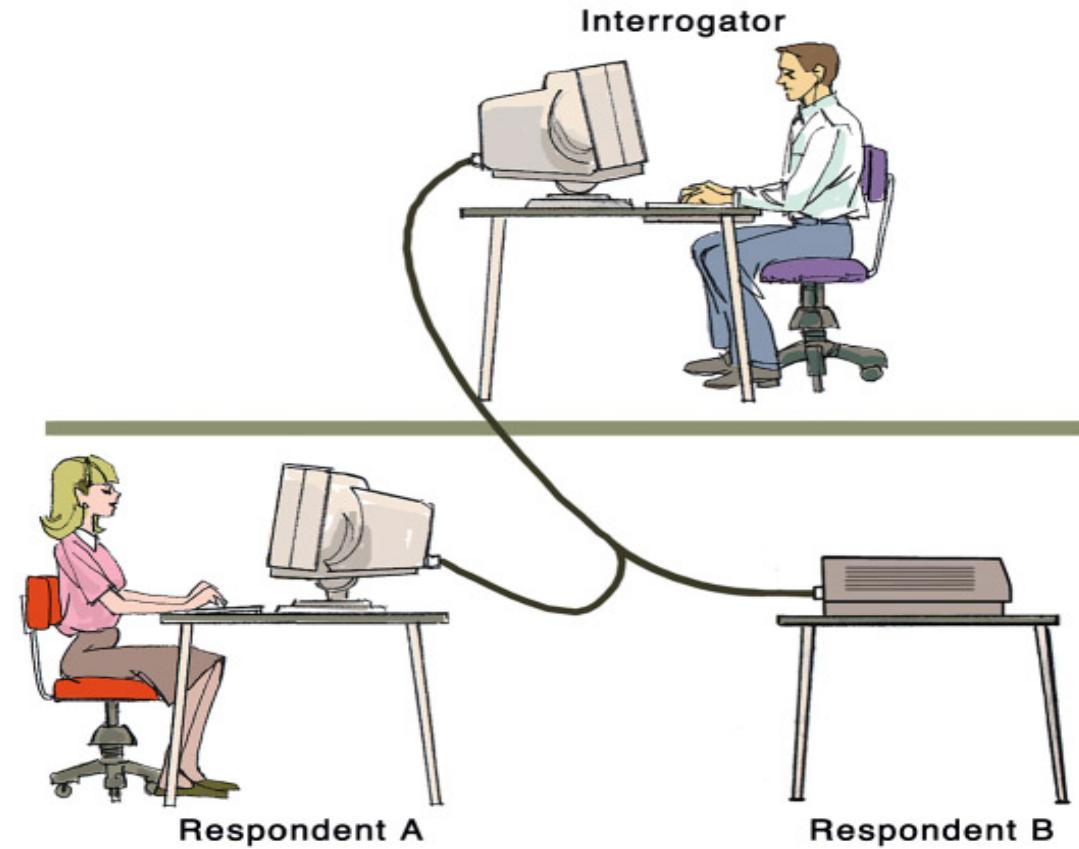
Nel 1936 propose un modello ideale di calcolatore universale, la macchina di Turing, e con esso definì quali funzioni fossero computabili.

Lo stesso Turing nel 1950 pubblicò un articolo nel quale introdusse il famoso test, che poi prenderà il suo nome, per stabilire se e quando una macchina si possa considerare intelligente.



THE TURING TEST

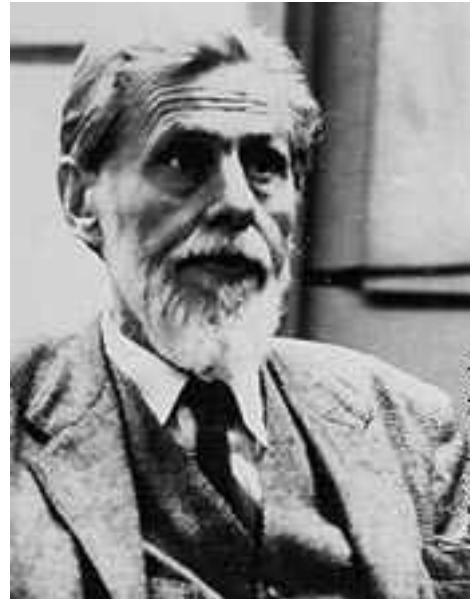
The interrogator must determine which respondent is the computer and which is the human



Le previsioni

“Credo che tra circa 50 anni sarà possibile programmare computer con una memoria di un miliardo di byte in maniera tale che essi giochino il gioco dell’imitazione tanto bene che una persona comune non avrà più del 70% di probabilità di identificarli dopo 5 minuti di interrogatorio”

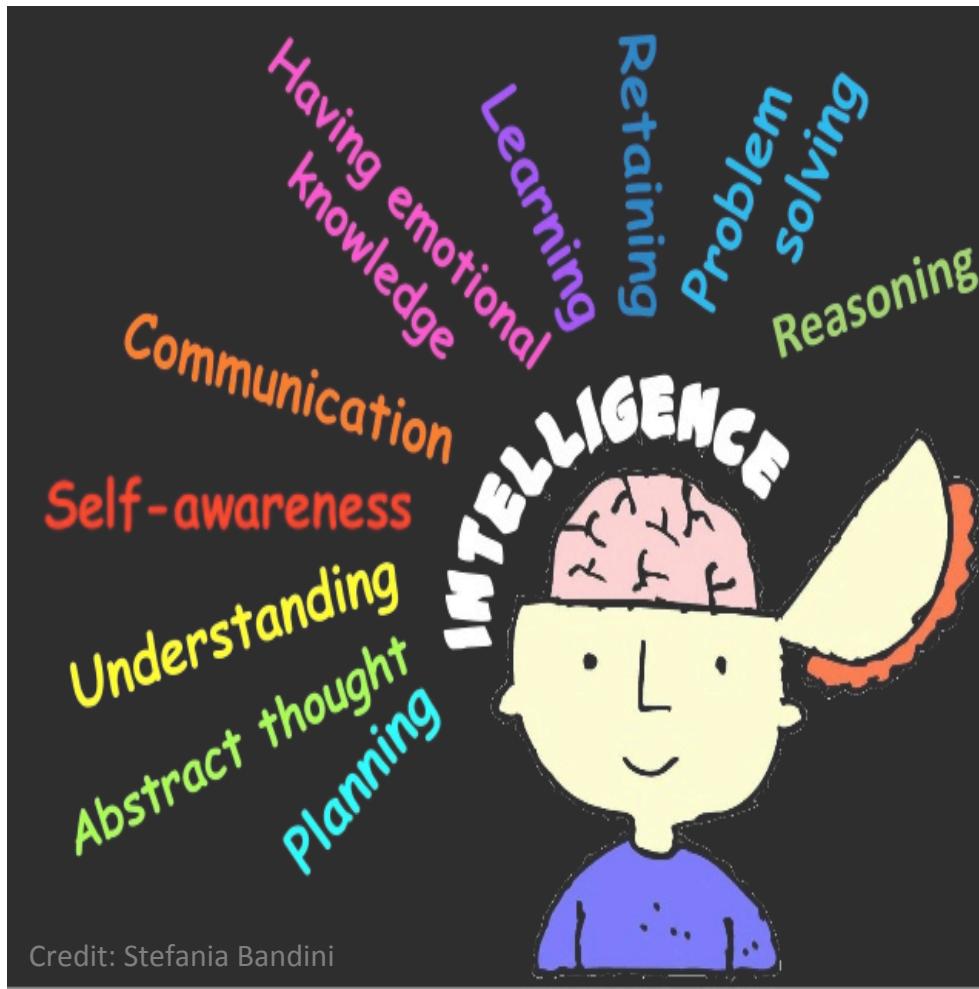
[*Computing machinery and intelligence*, Turing 1950]



Mc Culloch & Pitts (1943): il primo lavoro sulle reti neurali

Learning as a source of knowledge

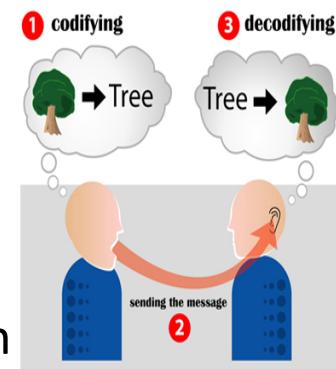
Humans acquire knowledge from different sources...



experience



transmission



inference

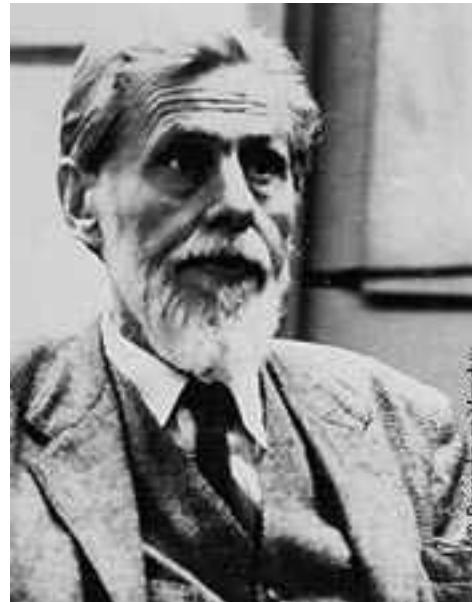


The gold is
not in 2

The gold is
in 1 or 3

The gold is
not in here

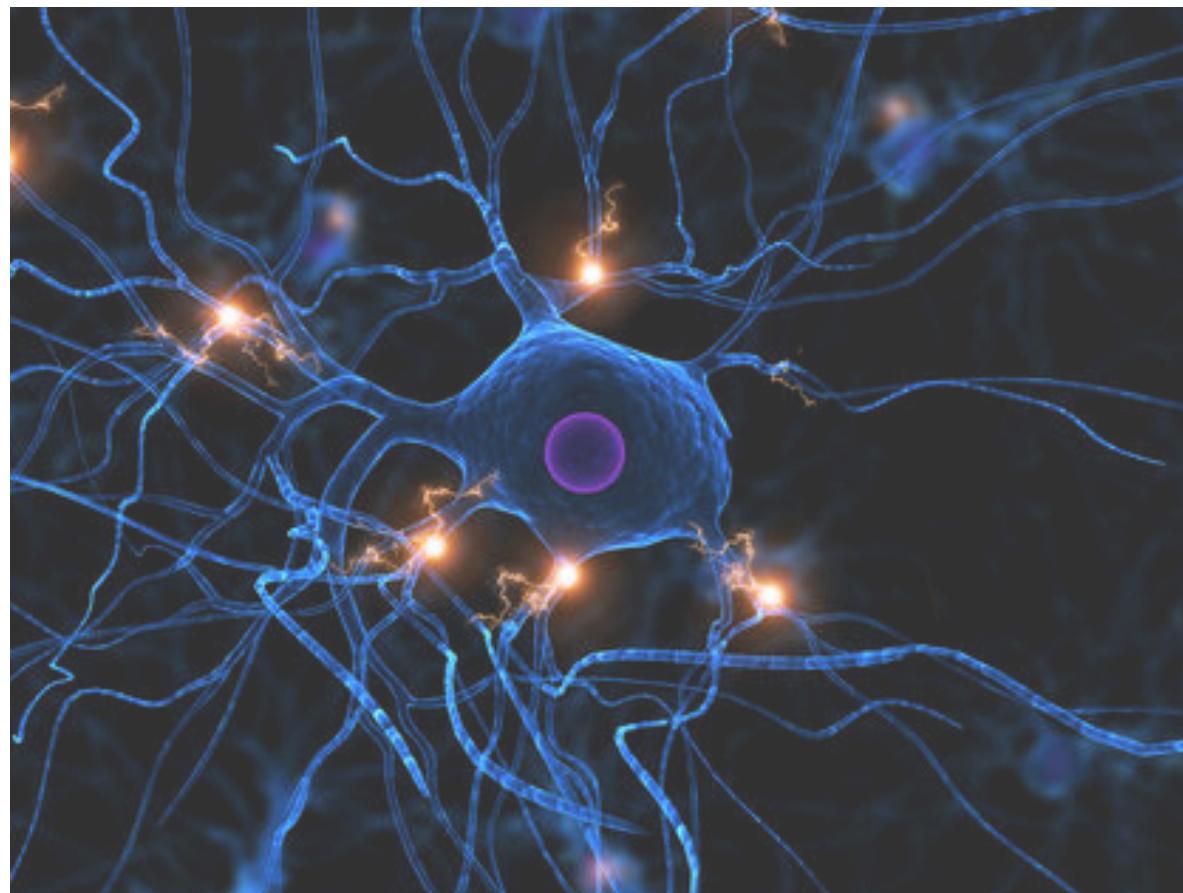
“CERVELLI ELETTRONICI”



Mc Culloch & Pitts (1943): il primo lavoro sulle reti neurali

ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

A formal computer-based representation of knowledge, attempting to mimic animals/humans neural networks



NEURAL NETWORKS

A single cell conducts a chemically-based electric signal

Neuron conducts a strong signal (Excited state)

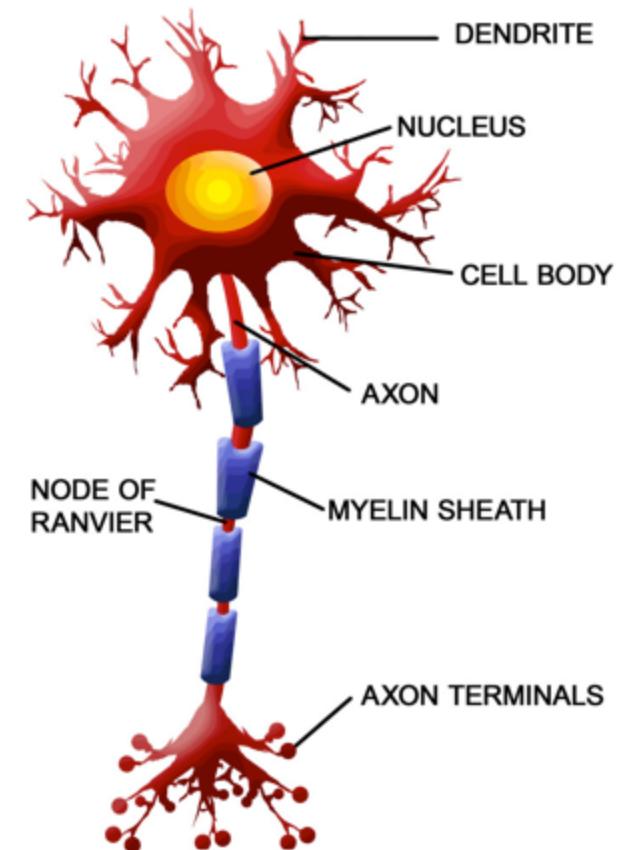
Neuron conducts a weak signal (Inhibited state)

A series of connected neurons forms a pathway

A series of excited neurons creates a strong pathway

A biological neuron has multiple input tentacles (dendrites) and one primary output tentacle (axon)

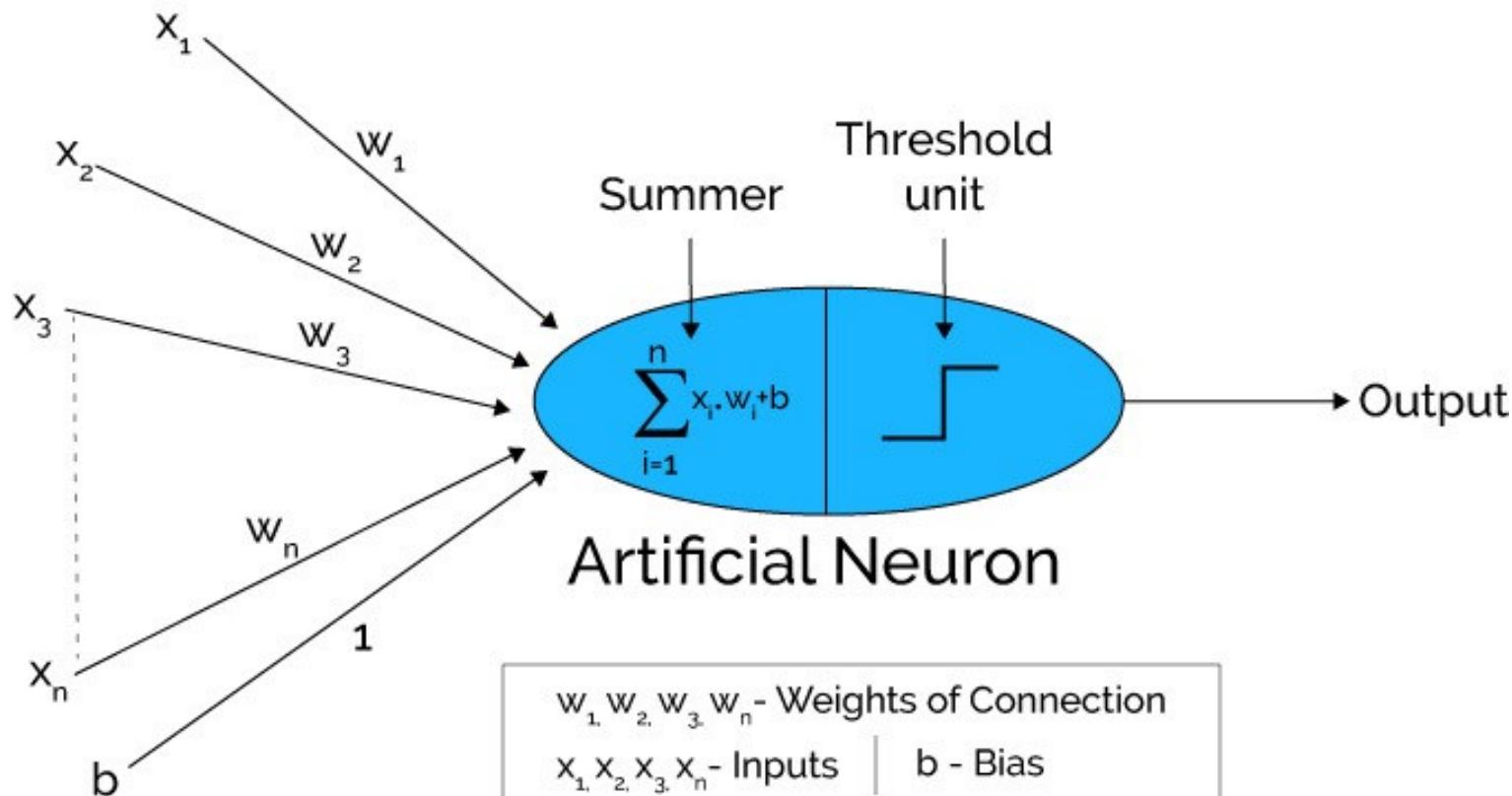
The gap between an axon of a neuron and a dendrite of another neuron is a synapse



ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

An element accepts a certain number of input values (dendrites) and produces a single output value (axon) of either 0 or 1

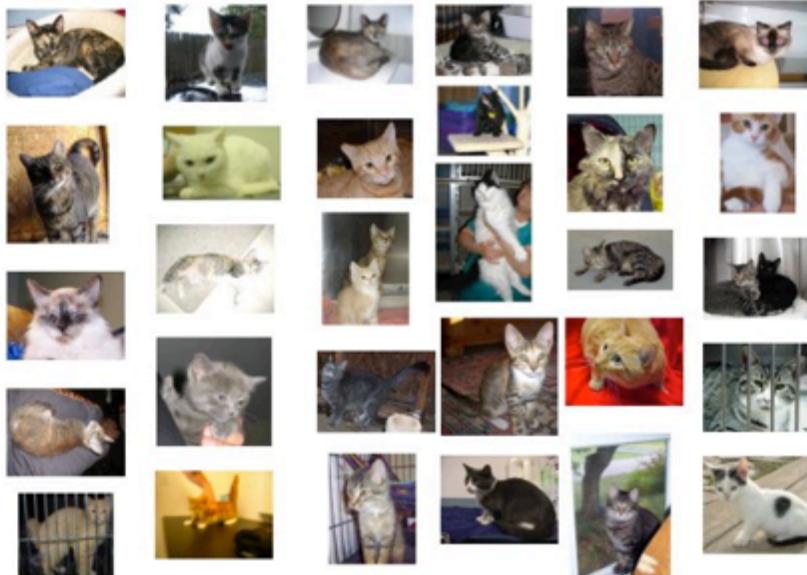
Associated with each input value is a numeric weight (synapse)



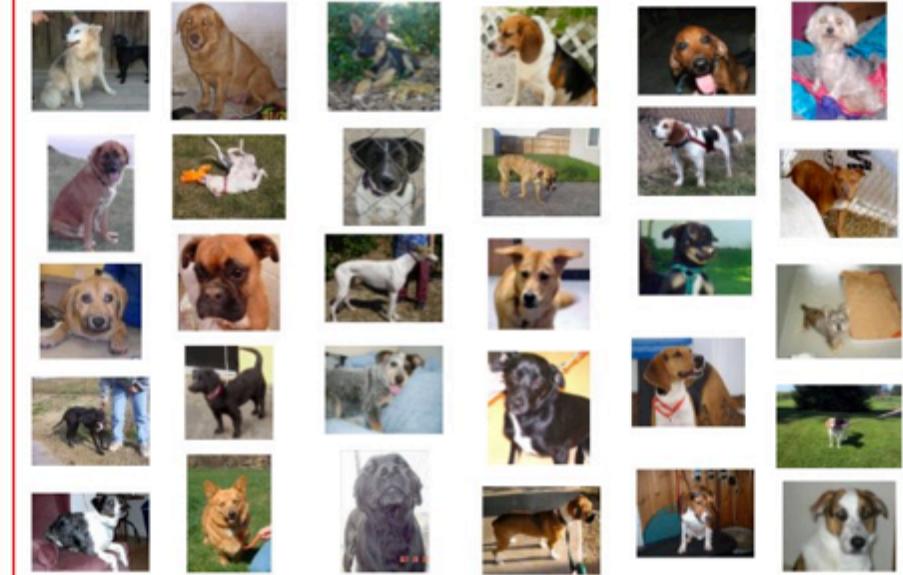
ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

LEARNING BY TRAINING (adjusting the weights and threshold)

Cats



Dogs



Sample of cats & dogs images from Kaggle Dataset

SYMBOLIC ARTIFICIAL INTELLIGENCE

NATURAL LANGUAGE COMPREHENSION

LEXICAL AMBIGUITY

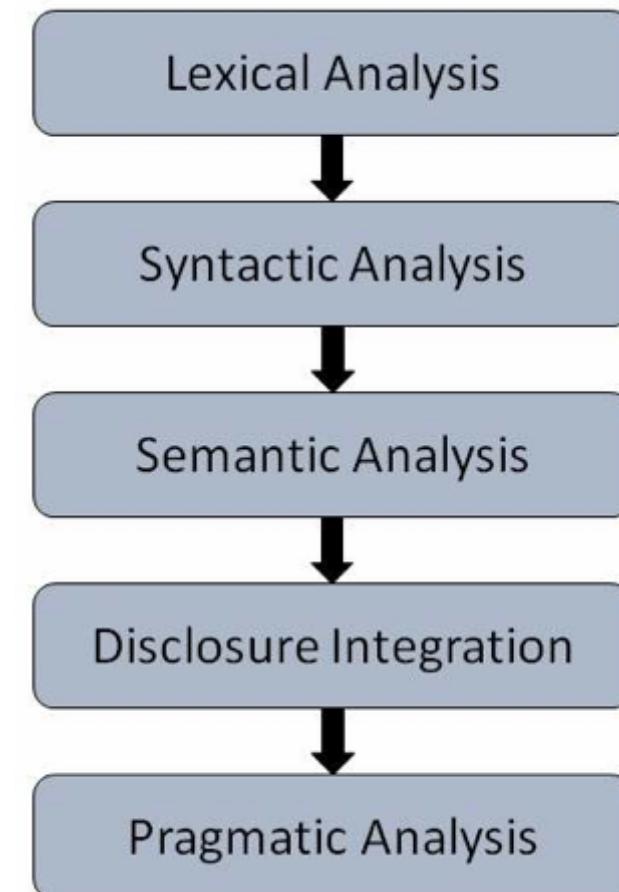
The ambiguity created when words have multiple meanings

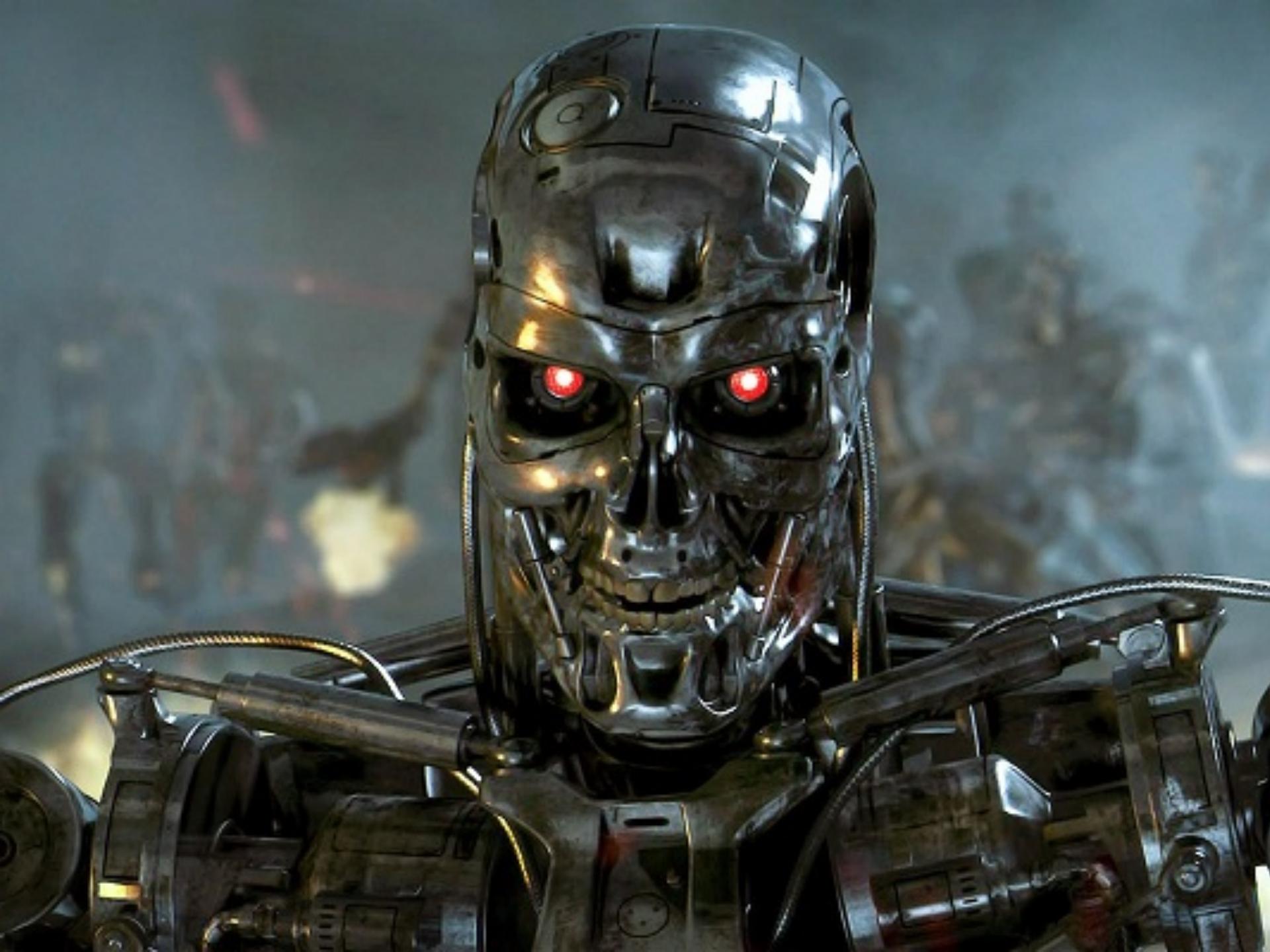
SYNTACTIC AMBIGUITY

The ambiguity created when sentences can be constructed in various ways

REFERENTIAL AMBIGUITY

The ambiguity created when pronouns could be applied to multiple objects





ROBOTICS

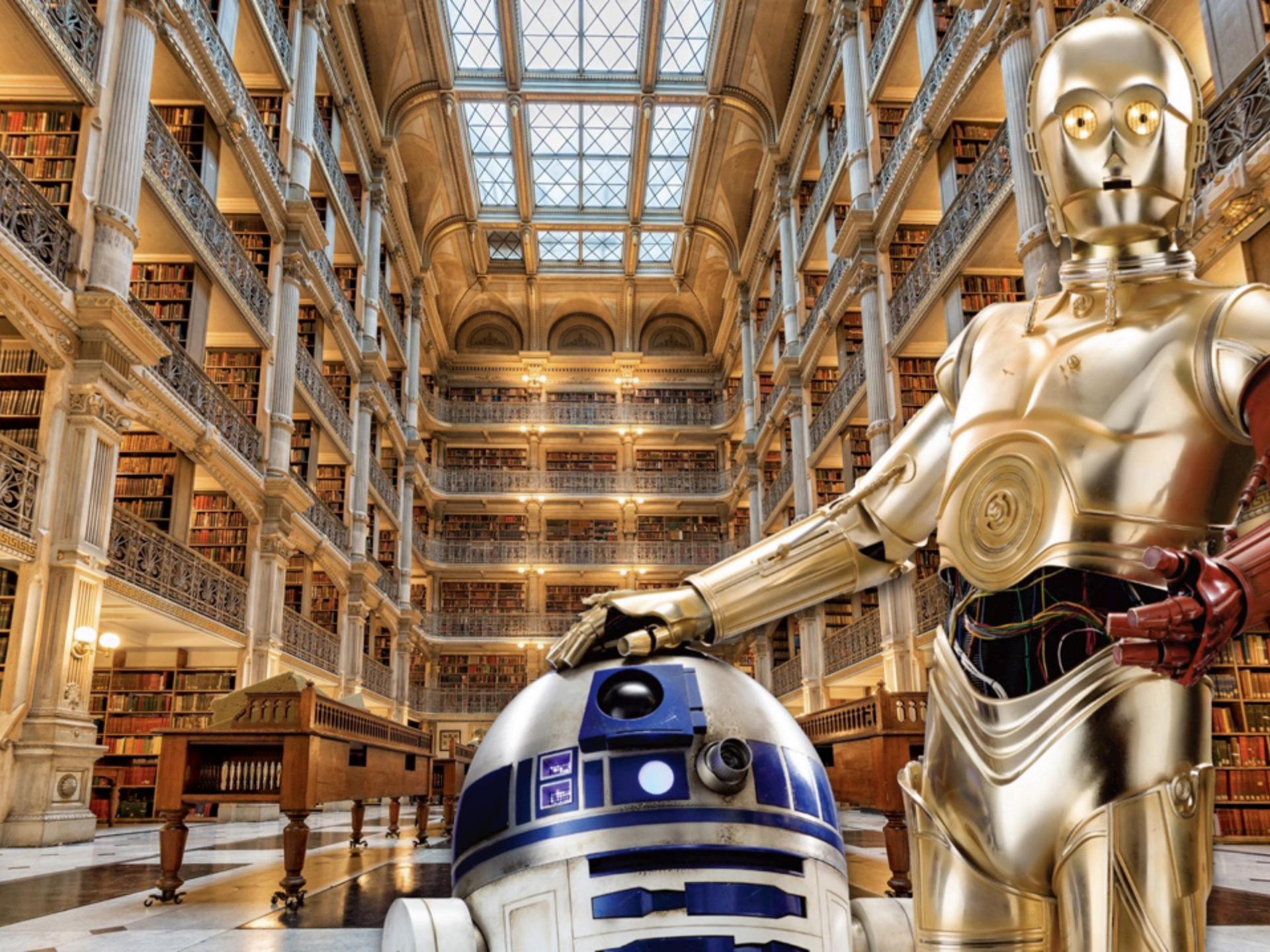
MOBILE ROBOTICS

The study of robots that move relative to their environment, while exhibiting a degree of autonomy

SENSE-PLAN-ACT (SPA) PARADIGM

The world of the robot is represented in a complex semantic net in which the sensors on the robot are used to capture the data to build up the net





INTELLIGENZA ARTIFICIALE

INTELLIGENZA ARTIFICIALE E GIOCHI

I giochi sono una delle aree tradizionali dell'IA da un punto di vista metodologico. Lo studio dei giochi ha determinato lo sviluppo e la messa a punto di numerose tecniche, soprattutto quelle della ricerca nello spazio degli stati.

Nel 1997, per la prima volta nella storia, un programma sviluppato dalla IBM (Deep Blue) ha sconfitto il campione del mondo Garry Kasparov.



INTELLIGENZA ARTIFICIALE E DEMOSTRAZIONE DI TEOREMI

La dimostrazione automatica di teoremi matematici in passato era volta a scoprire e provare nuovi teoremi nell'aritmetica, nella geometria, nella logica e nella meccanica.

Di recente, invece, i ricercatori si sono interessati prevalentemente allo sviluppo di tecniche inferenziali generali che, da un dato insieme di fatti, consentano di dedurre fatti nuovi o loro proprietà e relazioni.

Dimostrare teoremi

- Simon, Newell, Shaw 56: Logic theorist
- Newell e Simon 57: General Problem Solver
- Gelenter: Geometry Theorem Prover (geometria Euclidea)
- Slagel 61: Saint (analisi infinitesimale)
- Evans 63: Analogy (test di intelligenza)
- Bobrow : Student (algebra)

LE GRANDI ASPETTATIVE DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Quelli che seguono la scuola di Dartmouth sono gli anni delle grandi aspettative.

Si formarono due tendenze:

il gruppo guidato da Newell, Shaw e Simon interessato alla simulazione dei processi cognitivi umani per mezzo dell'elaboratore (GPS – General Problem Solver - 1958: paradigma della simulazione)

il gruppo che mirava al raggiungimento della migliore prestazione possibile per i programmi (paradigma della prestazione o dell'emulazione)



Le grandi aspettative iniziali devono fare i conti con il fallimento dei progetti del GPS e della traduzione automatica fra linguaggi naturali, fallimento che causa il ritiro delle ingenti sovvenzioni dei governi americano e inglese.

A representational theory of mind

- ▶ (Mental) representations are *symbolic*.

The Physical Symbolic System Hypothesis (1976)

A physical symbolic system has *necessary and sufficient* instruments to perform *general intelligent* actions.

[Newell, Simon]

1. Primitive symbols (atoms);
2. Complex structures;
3. Rules to transform symbols and complex structures;
4. Symbol denotation (interpretation).

... from here on, Knowledge Representation as a discipline.

LOGIC APPROACH TO ARTIFICIAL INTELLIGENCE

John McCarthy (Stanford)

Drew McDermott (Yale)

Robert Moore (Stanford)

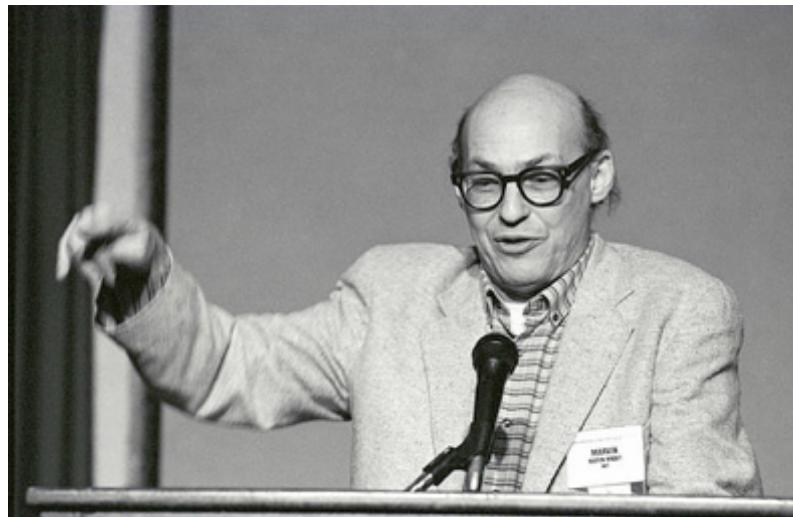
Raymond Reiter (Toronto)

Robert Kowalsky (Pittsburg)



ANTI-LOGIC APPROACH TO ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Marvin Minsky (MIT)
Herbert Simon (Carnegie Mellon)
Allen Newell (Pittsburg)



INTELLIGENZA ARTIFICIALE E CIBERNETICA

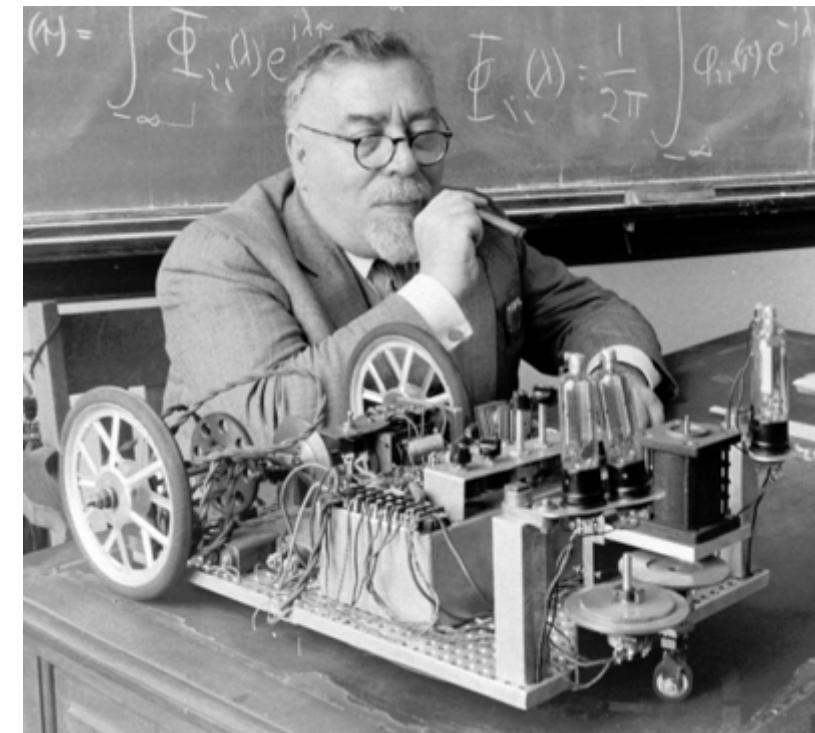


NORBERT WIENER

(1894 – 1964)

Famoso per ricerche sul calcolo delle probabilità, e per gli sviluppi forniti, insieme a Claude Shannon, alla **teoria dell'informazione**.

E' conosciuto come il padre della **cibernetica** moderna, scienza di orientamento interdisciplinare che si occupa del controllo automatico dei macchinari mediante strumenti elettronici e studio del cervello umano, del sistema nervoso e del rapporto tra sistemi artificiali e biologici, di comunicazione e di controllo.



NORBERT WIENER

(1894 –1964)

A soli 18 anni ottenne il dottorato in matematica, con una dissertazione sulla logica matematica. In seguito studiò in Europa con il filosofo e logico Bertrand Russel e con il matematico David Hilbert.

Come matematico si dedicò allo studio degli integrali di Fourier e alla teoria della probabilità. In fisica ha contribuito alla meccanica quantistica e alla teoria degli effetti stocastici. Impegnato nel corso della seconda guerra mondiale in un progetto di puntamento automatico per armamento antiaereo, in quella sede ravvisò la possibilità di una teoria dei sistemi di controllo applicabile anche agli organismi viventi.

Dopo la guerra si dedicò alla diffusione delle nuove discipline, per la quale coniò il nome di **cibernetica**. In seguito i suoi interessi propriamente scientifici sono andati scemando, mentre sempre maggiore attenzione ha rivolto alla cibernetica ed in particolare alle sue implicazioni sociali, filosofiche e religiose.



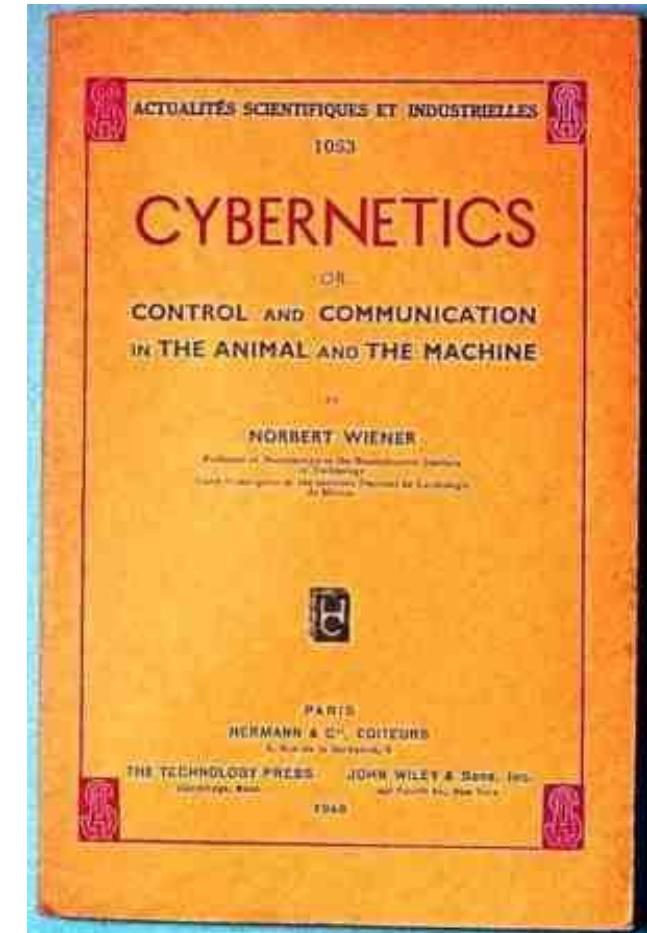
CIBERNETICA

La cibernetica è la teoria della comunicazione e dei sistemi di controllo nei sistemi artificiali e negli esseri viventi.

La parola ***cybernetics*** fu introdotta nel 1947 e deriva dal greco ***kybernetes***.

Il primo scritto sulla retroazione risale all'ottocento ed è un articolo di Maxwell sui regolatori (in inglese si chiamano *governors*) ideati da Watt per le macchine a vapore; *governor* deriva dal latino *gubernare* che a sua volta ha origine dal greco *kybernetes*. Inoltre *kybernetes* significa timoniere e il meccanismo di controllo del timone era uno dei sistemi a retroazione all'epoca meglio sviluppati.

La cibernetica è strettamente legata all'informatica, all'intelligenza artificiale, alla robotica e all'applicazione di metodi automatici nel controllo della produzione industriale.



INTELLIGENZA ARTIFICIALE

L'origine della cibernetica risale al progetto di un meccanismo di puntamento per artiglieria antiaerea condotto nella seconda guerra mondiale da **Wiener** e **Julian Bigelow**.

"lanciare il proiettile non direttamente sul bersaglio, dal momento che questo era dotato di elevata velocità, ma in un punto antecedente la traiettoria, in modo tale che l'aereo e il proiettile giungessero infine ad incontrarsi"

Se l'aereo cambiava direzione in maniera casuale o arbitraria, era necessario un strumento di previsione della posizione dell'areo che agisse in maniera rapida e che dirigesse il puntamento del pezzo antiaereo.

Il puntamento del pezzo doveva continuamente essere **corretto** mediante un meccanismo di **retroazione** (dall'inglese **feedback**) che riceveva informazioni sul reale comportamento dell'aereo nemico.



INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Nel corso di questo progetto furono ravvisate alcune similitudine con il comportamento umano nella soluzione di problemi di orientamento.

I due studiosi ipotizzarono quindi che **anche nel comportamento umano** agisse un meccanismo di retroazione.

Wiener e Bigelow si rivolsero dunque al medico e fisiologo messicano **Arturo Rosenblueth** per avere una conferma della loro ipotesi.

Nacque così l'idea di una scienza unificata dei meccanismi di controllo nelle macchine e negli esseri viventi.

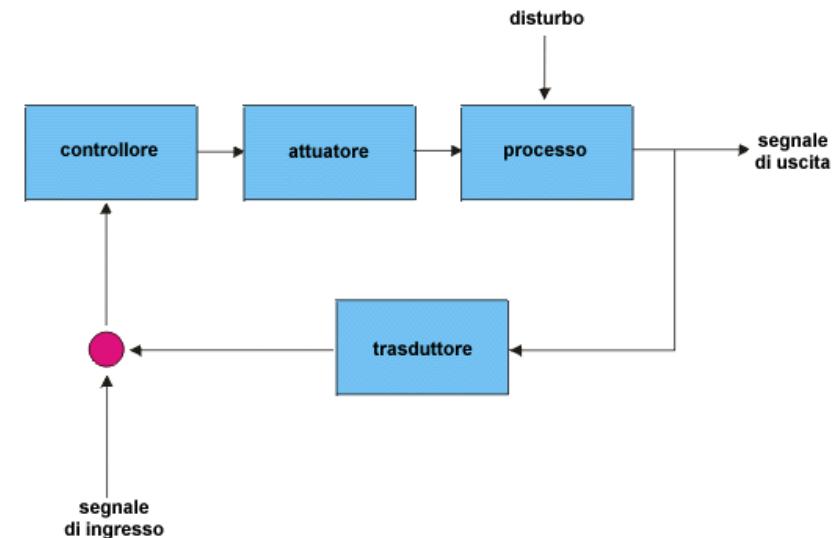


RETROAZIONE NEGATIVA

Si tratta del meccanismo mediante il quale un sistema che interagisce con l'ambiente si mantiene in uno stato stabile modificando opportunamente il proprio comportamento in risposta a variazioni dell'ambiente.

Tutti gli organismi viventi utilizzano la retroazione negativa per sopravvivere: le variazioni dell'ambiente sono bilanciate da variazioni interne che compensano le mutate condizioni.

Esempi di sistemi artificiali che utilizzano la retroazione negativa sono, oltre al già citato termostato, il meccanismo di guida di un missile dotato di ricerca autonoma del bersaglio, il pilota automatico di un aereo, l'ottica adattiva di un telescopio.



CYBERPHYSICAL SYSTEMS

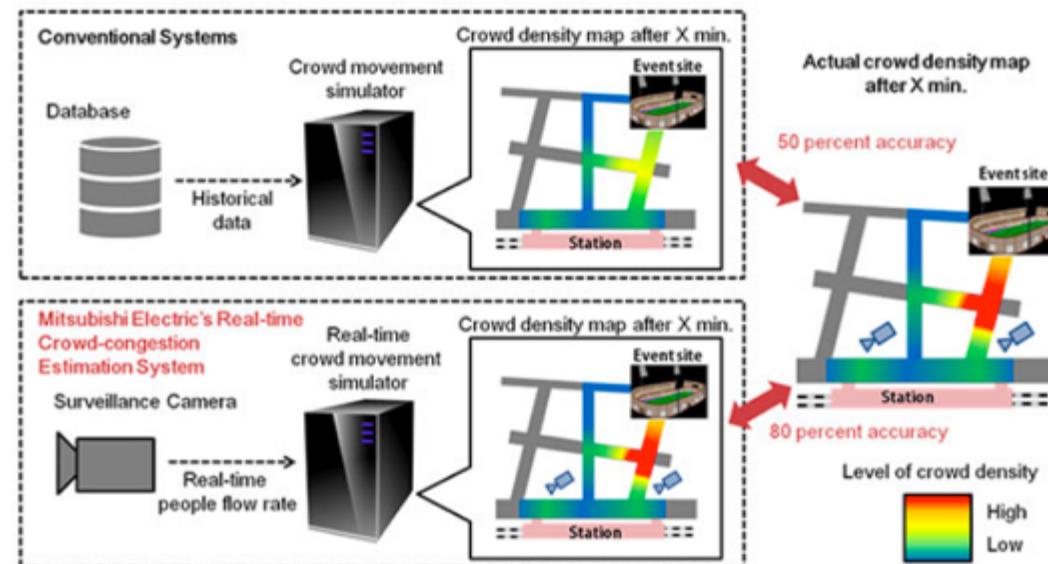


CROWD DYNAMICS ARTIFICIAL INTELLIGENCE COMPUTER VISION

Press Release: Mitsubishi Electric Corporation – Thu, Aug 18, 2016 12:00 PM AEST

TOKYO--(BUSINESSWIRE)-- Mitsubishi Electric Corporation (TOKYO:6503) announced today that it has jointly developed what is believed to be the world's first* system that analyzes data from surveillance cameras for high-accuracy real-time estimation and prediction of crowd congestion on pathways to and from event sites, working in collaboration with the Research Center for Advanced Science and Technology of Tokyo University (RCAST). As a solution for effectively managing crowd congestion based on highly accurate prediction, it is hoped that the technology will contribute to increased visitor safety and security at events. Mitsubishi Electric will conduct a field demonstration of its new system at the 38th Tamagawa Fireworks Festival in Tokyo, Japan on August 20.

*Based on Mitsubishi Electric research as of August 18, 2016

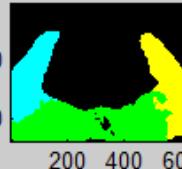


CROWDS ARTIFICIAL INTELLIGENCE COMPUTER VISION

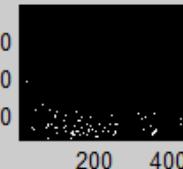
Sample Frame



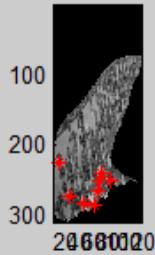
Crowd Flow Segmentation



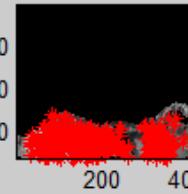
GMM mask



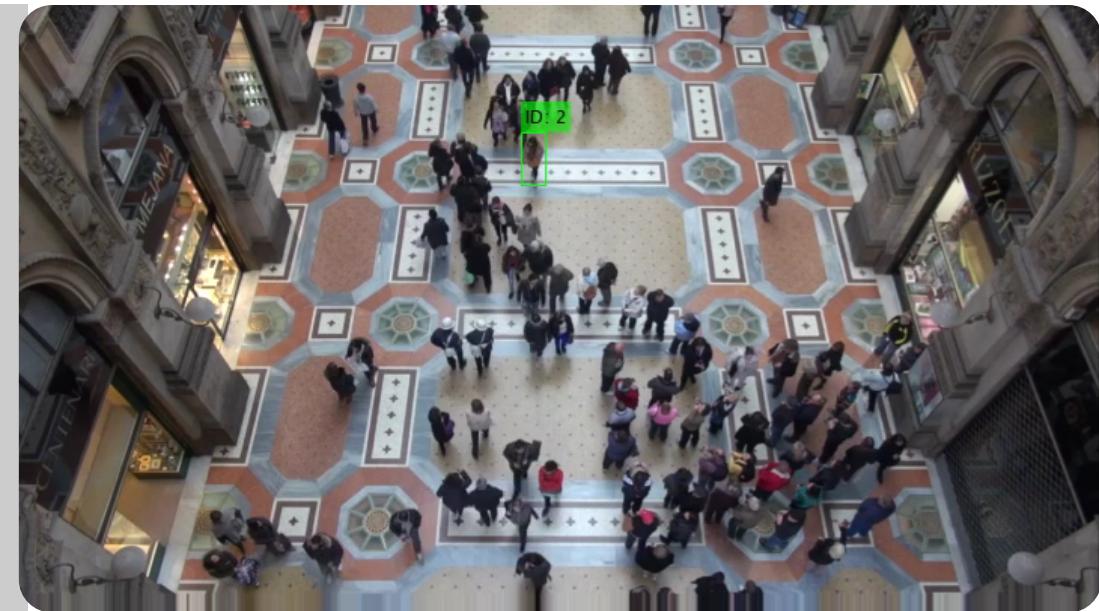
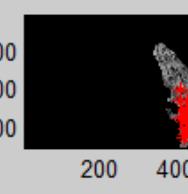
Seg1Cnt=>8



Seg2Cnt=>287

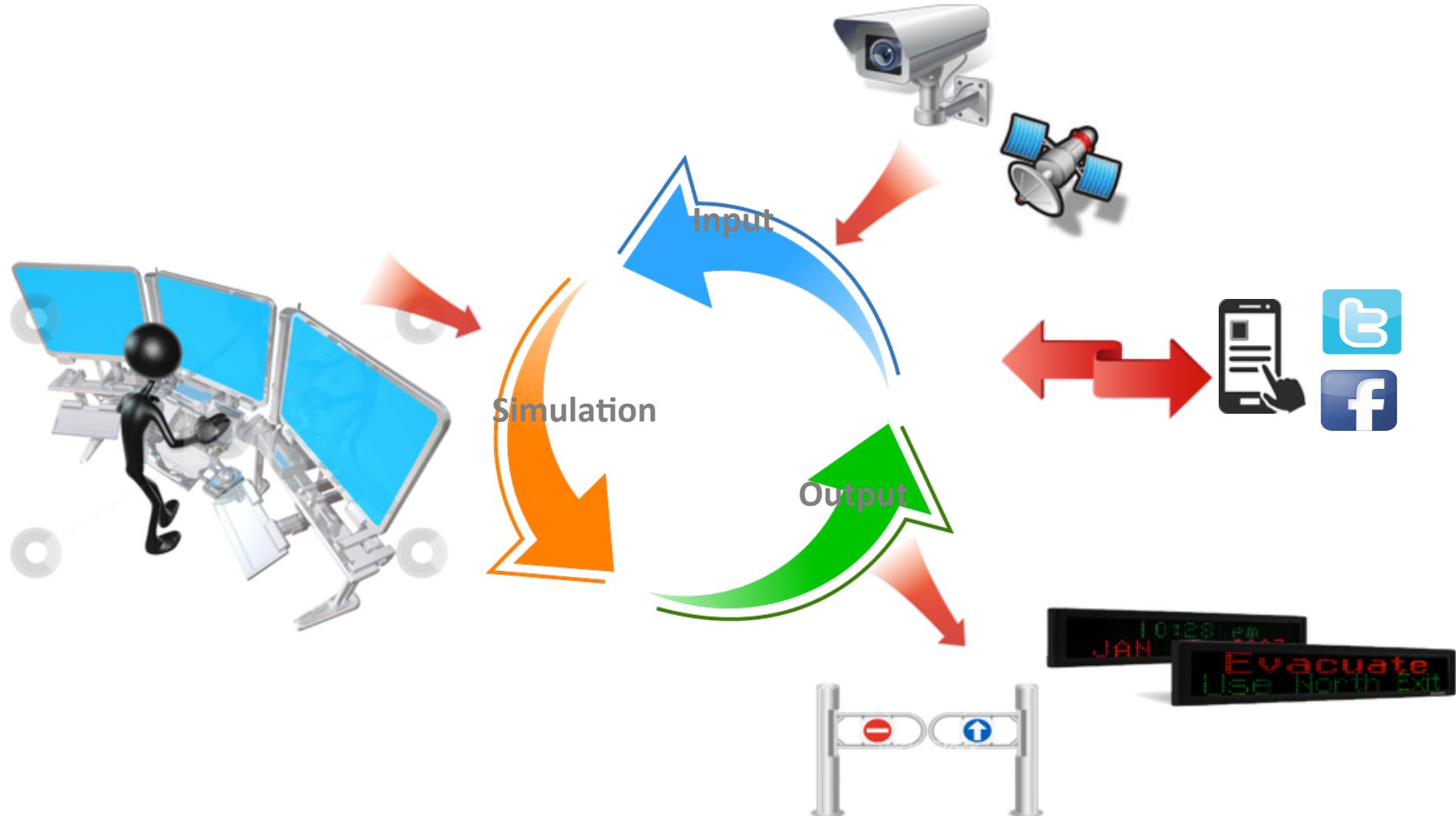


Seg3Cnt=>21

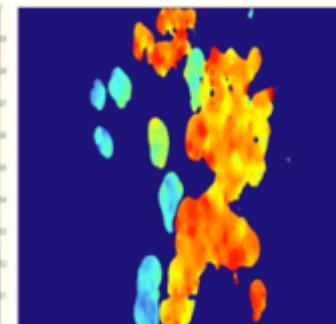
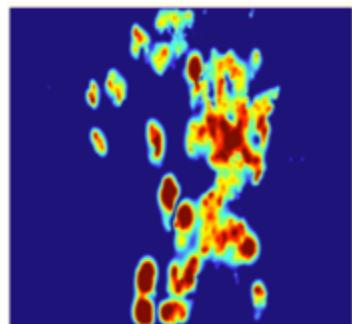




INTEGRATED CROWD MANAGEMENT SUPPORT SYSTEM BASED ON COLLECTIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE SIMULATION

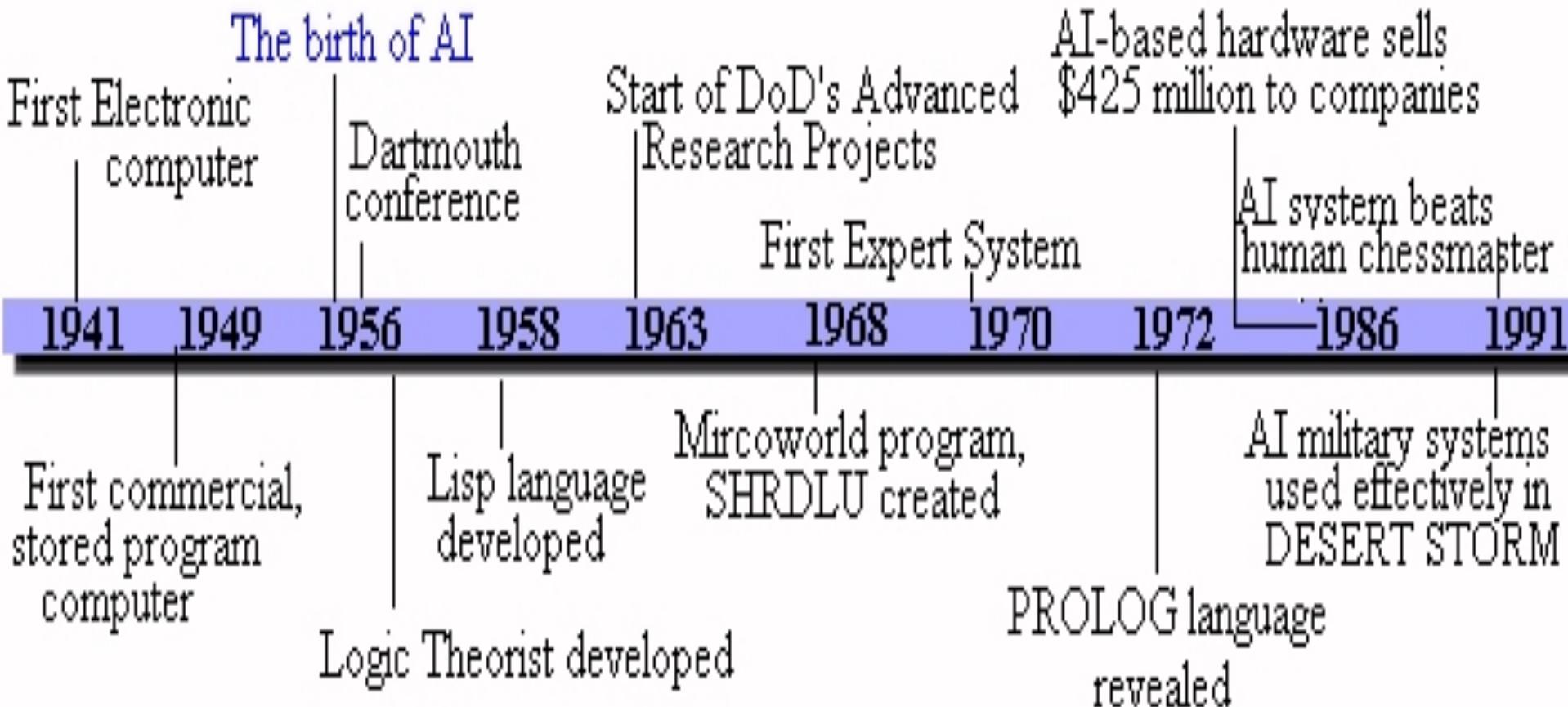


CROWDS ARTIFICIAL INTELLIGENCE COMPUTER VISION SOCIAL MEDIA





INTELLIGENZA ARTIFICIALE DOPO IL 1956



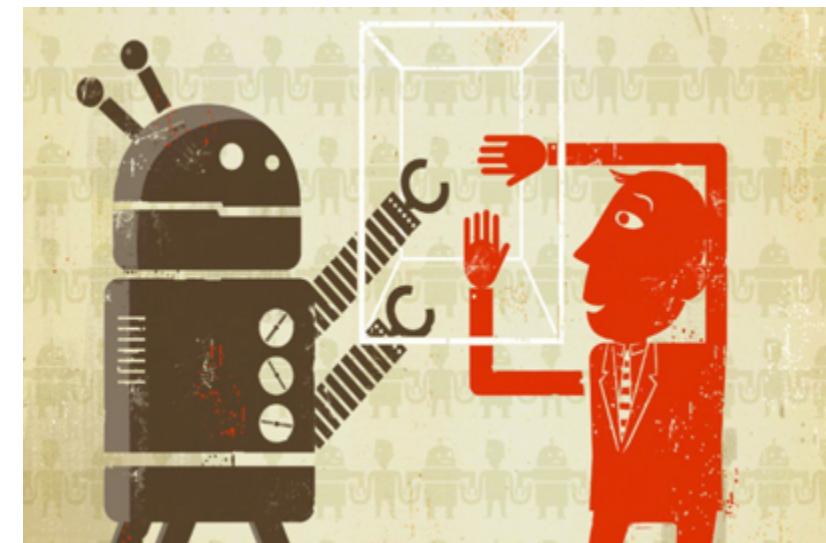
SPETTRO E TEMPO DELL'IA

Knowledge is the power! (1969-1979)

- Conoscenza specifica del dominio
- Successi nei sistemi esperti

Successivamente l'attenzione dei ricercatori nel campo dell'Intelligenza Artificiale è stata rivolta a problemi reali chiaramente delimitati, come il riconoscimento del parlato o la pianificazione delle attività di una fabbrica.

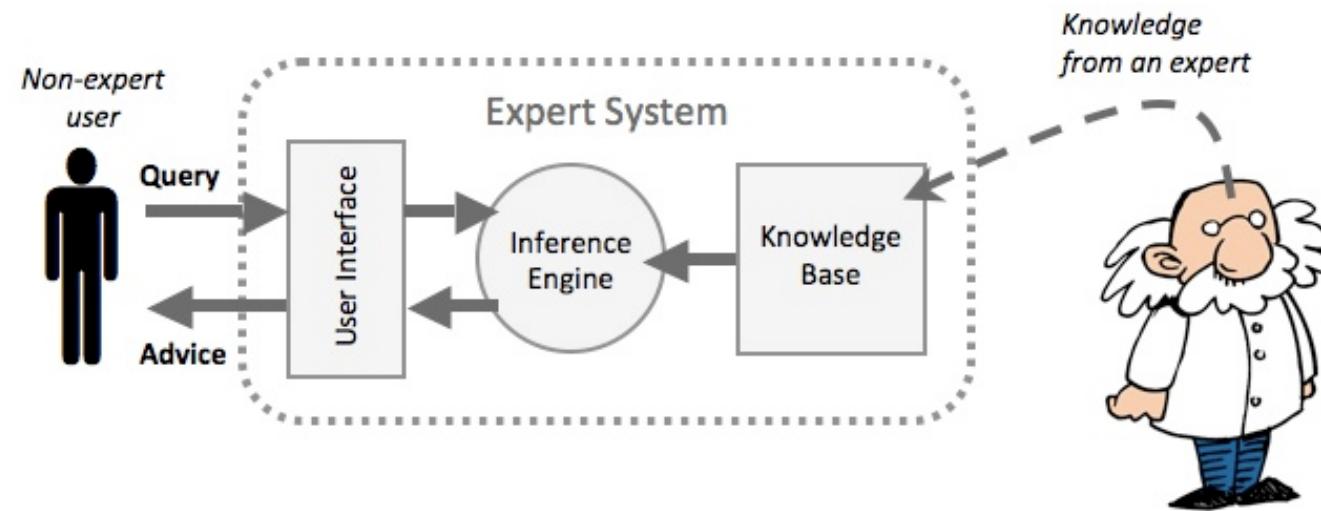
Ciò che resta della caratterizzazione dell'Intelligenza Artificiale delle origini è la pluralità degli approcci (logico, probabilistico, fuzzy, etc.).



SISTEMI ESPERTI

Un sistema esperto è un sistema che, su un determinato dominio di conoscenza, mostra le stesse prestazioni di un esperto umano ("Knowledge is the Power!)

- Knowledge Acquisition-Elicitation
- Knowledge Engineering
- Knowledge Representation
- Knowledge Management



SEMANTIC WEB

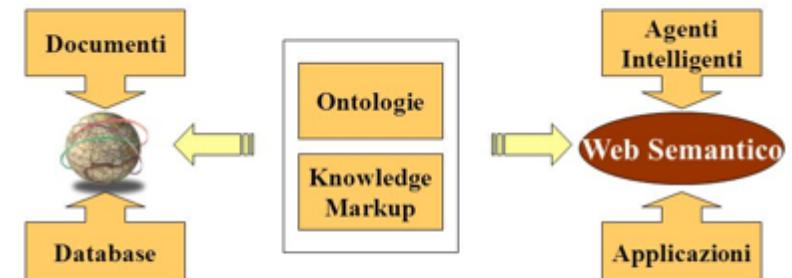
Trasformazione del World Wide Web in un ambiente dove i documenti pubblicati (pagine HTML, immagini, etc,) sono associati ad informazioni e dati (metadati) che ne specificano il contesto semantico in un formato adatto all'interrogazione e l'interpretazione (tramite motori di ricerca) e all'elaborazione automatica.

Agenti semantici intelligenti

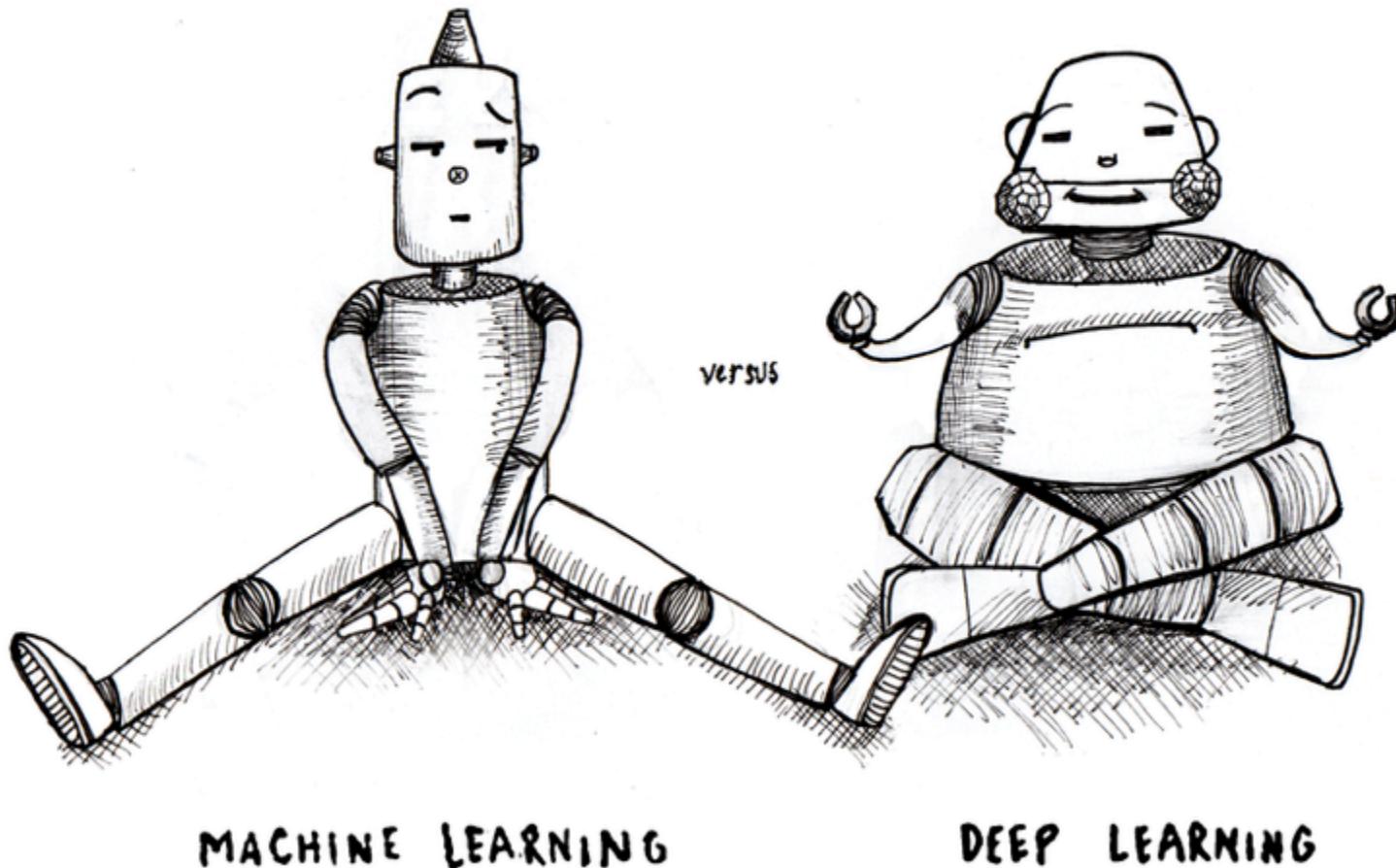
programmi in grado di esplorare ed interagire autonomamente con i sistemi informativi per fornire maggiori capacità di inferenza.

Il Web Semantico

- Obiettivo: Trasformare il WWW in una KB comprensibile alla macchina



How can developments in deep learning make for a better approach to value investing?

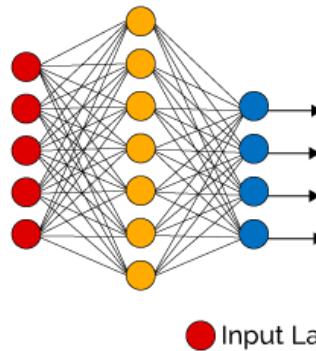


RETI NEURALI

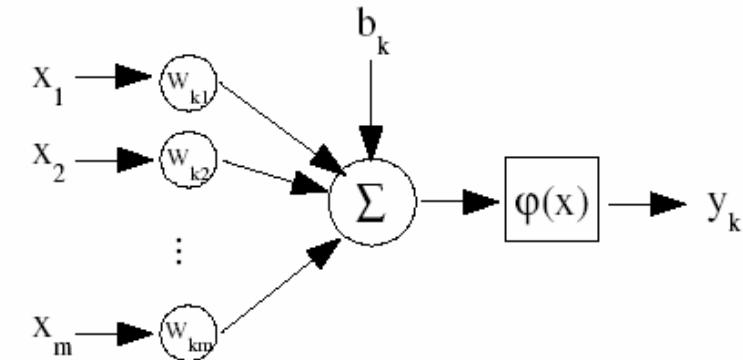
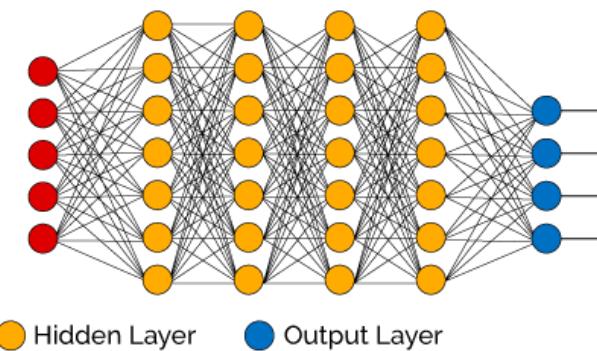
sistemi computazionali ispirati a processi biologici

- formati da milioni di unità computazionali (neuroni) capaci di eseguire una somma pesata
- elevato numero di connessioni pesate (sinapsi) tra le unità
- altamente paralleli e non lineari
- adattivi e addestrabili e l'apprendimento avviene attraverso la modifica dei pesi delle connessioni
- tolleranti agli errori in quanto la memorizzazione avviene in modo diffuso
- non c'è distinzione tra memoria e area di calcolo
- capacità di generalizzazione: producono output ragionevoli con input mai incontrati prima durante l'apprendimento.

Simple Neural Network



Deep Learning Neural Network



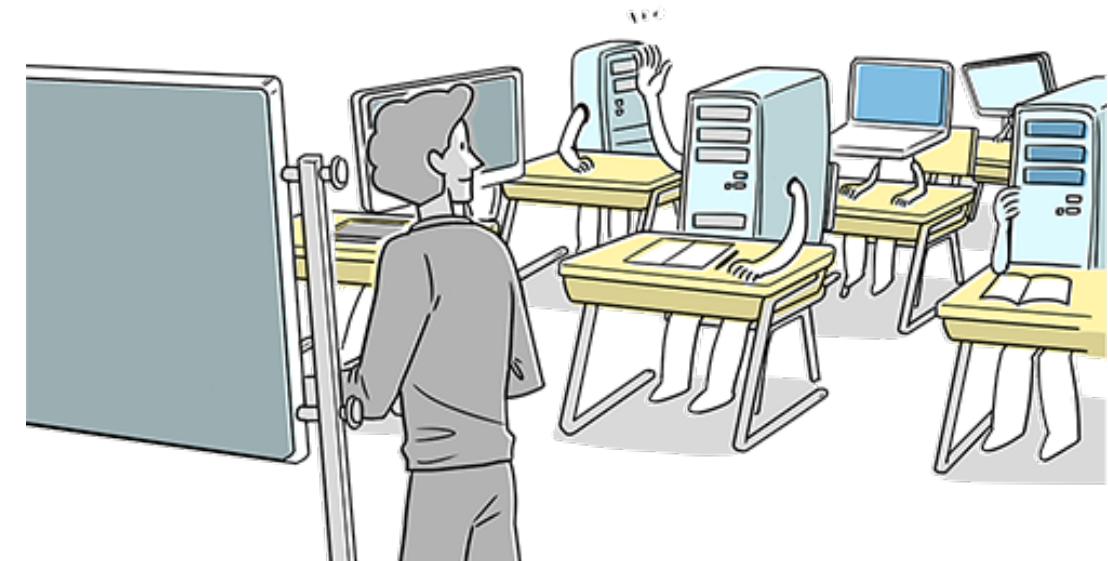
The *deep learning tsunami*

- C. Manning: le reti neurali “profonde” sono in giro da un po’ di anni ma nel 2015 hanno colpito come uno tsunami il settore del NLP.
- Successi precedenti nel riconoscimento di immagini e parlato.
- I maggiori esperti (LeCun, Hinton, Bengio) sono concordi nel ritenere che ci saranno sviluppi importanti a breve nella comprensione dei testi, video, traduzione automatica, QA ...

MACHINE LEARNING

insieme di metodi sviluppati negli ultimi decenni in varie comunità scientifiche che “mostrano l'abilità di apprendere senza essere stati esplicitamente programmati”:

- statistica computazionale
- ottimizzazione matematica
- riconoscimento di pattern
- filtraggio adattivo
- programmazione genetica
- data mining
- algoritmi adattivi
- analisi predittiva



intelligence

construction people needs
use Biology ways
certain interactions fast passed conglomerate
anything new confirmed asked food implemented images brains
species Neuroscience IQ functions common begun correlated learning
knows someone occasional life play simple Mathematics
Gaming barely defined nobel
something else
one food intelligent Certainly human process job Philosophy
research apart understanding
another IQ
different role Industry join degrees
inside brain answered person humans infants happens keeper
learning signal exception let skilled
friendly early person mimic
machines sign may
researched aware activities
aspects must
language many expert
field physics
based rule hungry
chemical knowledge
areas

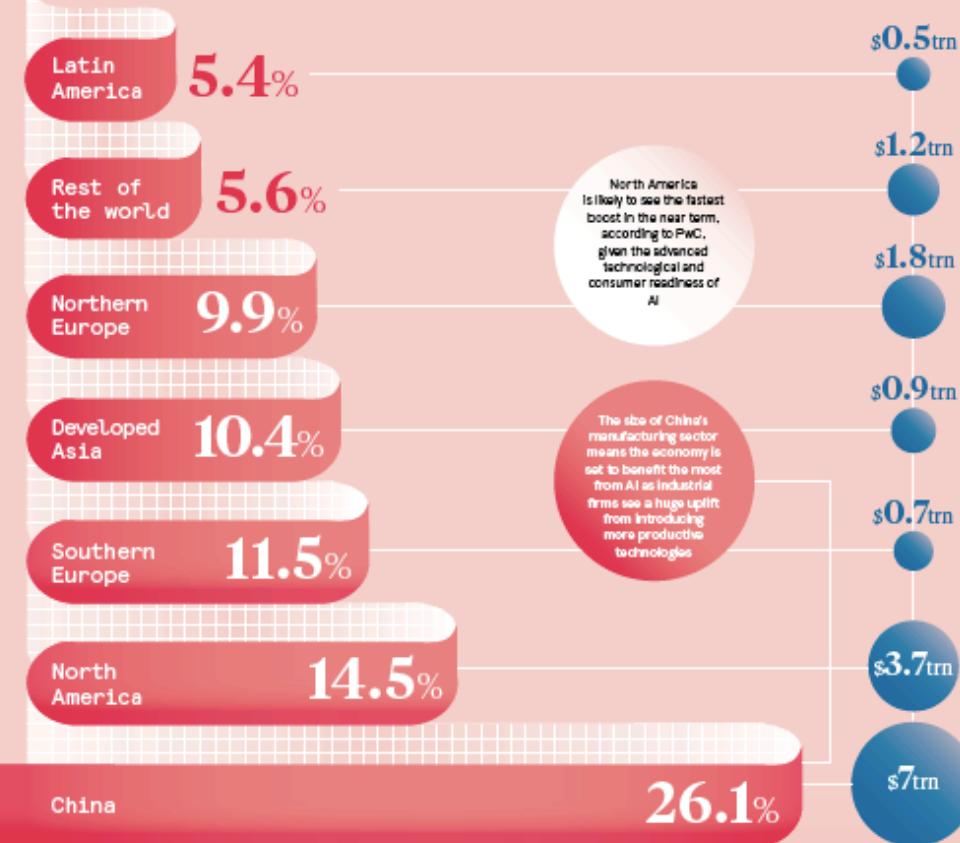
Driving with Growth AI

Artificial intelligence could contribute an additional \$15.7 trillion to the global economy by 2030, but which countries and sectors will benefit the most?

AI fuelling growth worldwide

Potential impact of artificial intelligence on GDP by 2030

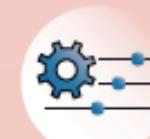
◆ GDP growth ◆ GDP growth med. est.



Biggest business benefits of AI

Share of companies already implementing AI that have observed more than a ten percentage-point benefit in the following...

Source: Gartner



Increased operational efficiency



Enhancement in employee productivity



Reduced operational cost due to process improvement



Greater legal/regulatory compliance at lower cost

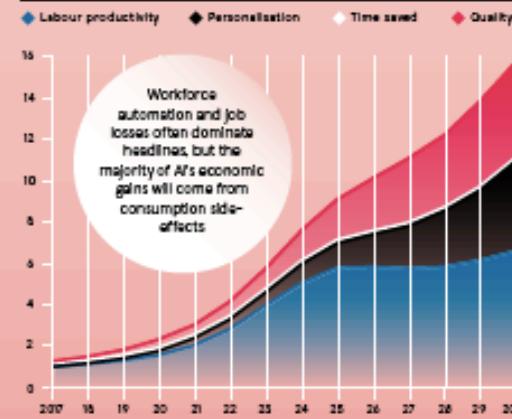


Reduced false-positives

Where value gains will come from

Impact on global GDP by effect of AI (\$tn)

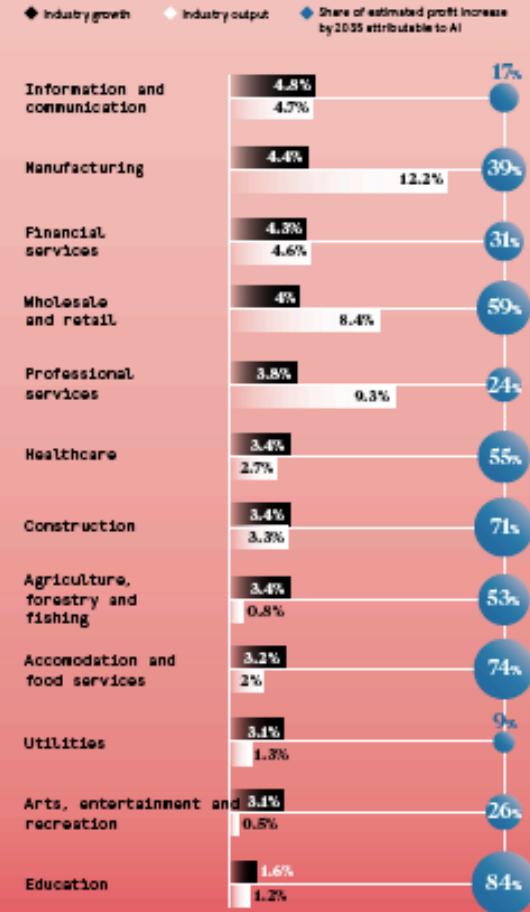
mid 2019



Sectors to benefit from AI

AI's estimated impact on industry growth by 2035, under a steady-state adoption/implementation scenario

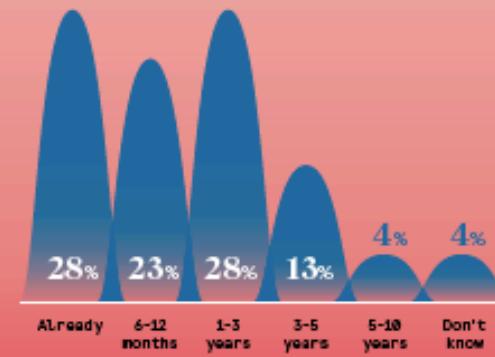
According to Gartner



Return on Investment

How long businesses believe it will take to realise tangible returns on their AI implementation

According to Gartner



PIANIFICAZIONE AUTONOMA

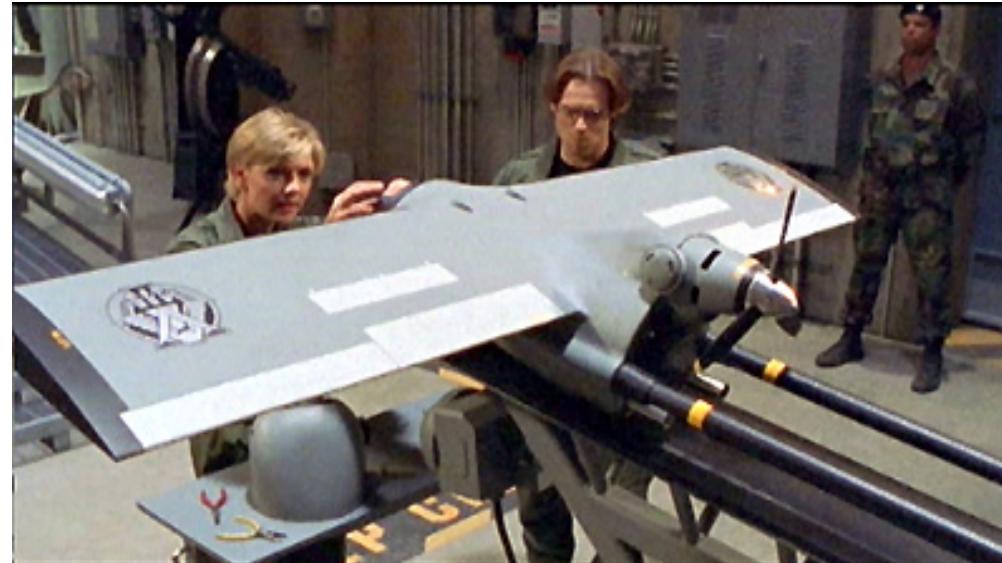
La pianificazione autonoma di attività e operazioni è l'area che maggiormente interessa la produzione industriale e la logistica, ma anche il controllo di sonde spaziali.

I sistemi che operano in quest'area sono in grado di ricevere un obiettivo di alto livello, di generare un piano composto da una sequenza di operazioni semplici per raggiungere l'obiettivo assegnato e, infine, di monitorare l'esecuzione del piano.



CONTROLLO AUTONOMO

Il controllo autonomo è un campo, nell'ambito del controllo di sistemi complessi, nel quale i sistemi di Intelligenza Artificiale si sono dimostrati molto efficaci, come nel caso del controllo di droni, automobili, di veicoli “unmanned” e di sonde spaziali.



ROBOTICA

L'area della robotica intelligente si articola nelle sottoaree della manipolazione e della navigazione che si estendono a un contesto multidisciplinare che va oltre il contributo fornito dall'Intelligenza Artificiale per comprendere anche la meccanica, la sistematica e l'elettronica.

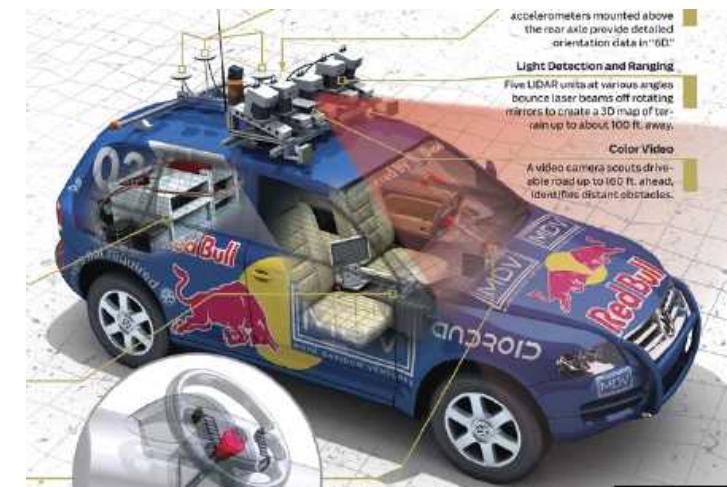
L'obiettivo è la realizzazione di macchine autonome, capaci di sostituirsi all'uomo nell'esecuzione di attività manuali, ripetitive, pesanti e nocive.



VISIONE ARTIFICIALE

L'area di ricerca della visione artificiale riguarda il problema dell'elaborazione dell'informazione raccolta dai sensori visivi, per esempio da telecamere, al fine di riconoscere e classificare forme, oggetti e scene bidimensionali e tridimensionali.

La vettura autonoma Stanley (Stanford University, 2005) ha percorso 132 miglia nel deserto del Mohave, California.



ELABORAZIONE DELLINGUAGGIO NATURALE

L'elaborazione del linguaggio naturale affronta problemi estremamente complessi, poiché riguarda alcuni dei meccanismi meno noti e più sfuggenti del comportamento umano.

La comunicazione, infatti, presenta ancora molti problemi aperti.

Collegata alla elaborazione del linguaggio naturale è l'area dell'elaborazione del linguaggio vocale.



INTELLIGENZA ARTIFICIALE NEL MILITARE

The U.S is spending as much 100 billion dollars to develop robots that can aid or replace human soldiers on the front line. These robots can operate in combat zones with little supervision.

Flight simulations and virtual environments help train over 500,000 Soldiers.



INTELLIGENZA ARTIFICIALE E VIDEOGAMES

Video game artificial intelligence is a programming area that tries to make the computer act in a similar way to human intelligence.

A rule based system is used whereby information and rules are entered into a database, and when the video game AI is faced with a situation, it finds appropriate information and acts accordingly.

In 2001 the game Halo featured A.I. that could use vehicles and team tactics. The AI could recognize threats such as grenades and incoming vehicles.

In 2008 the Game Left 4 Dead featured a new type of AI in gaming called *The Director*. Instead of having a difficulty level which just ramps up to a constant level, the A.I. analyze how the players fared in the game so far, and try to add subsequent events that would give them a sense of narrative



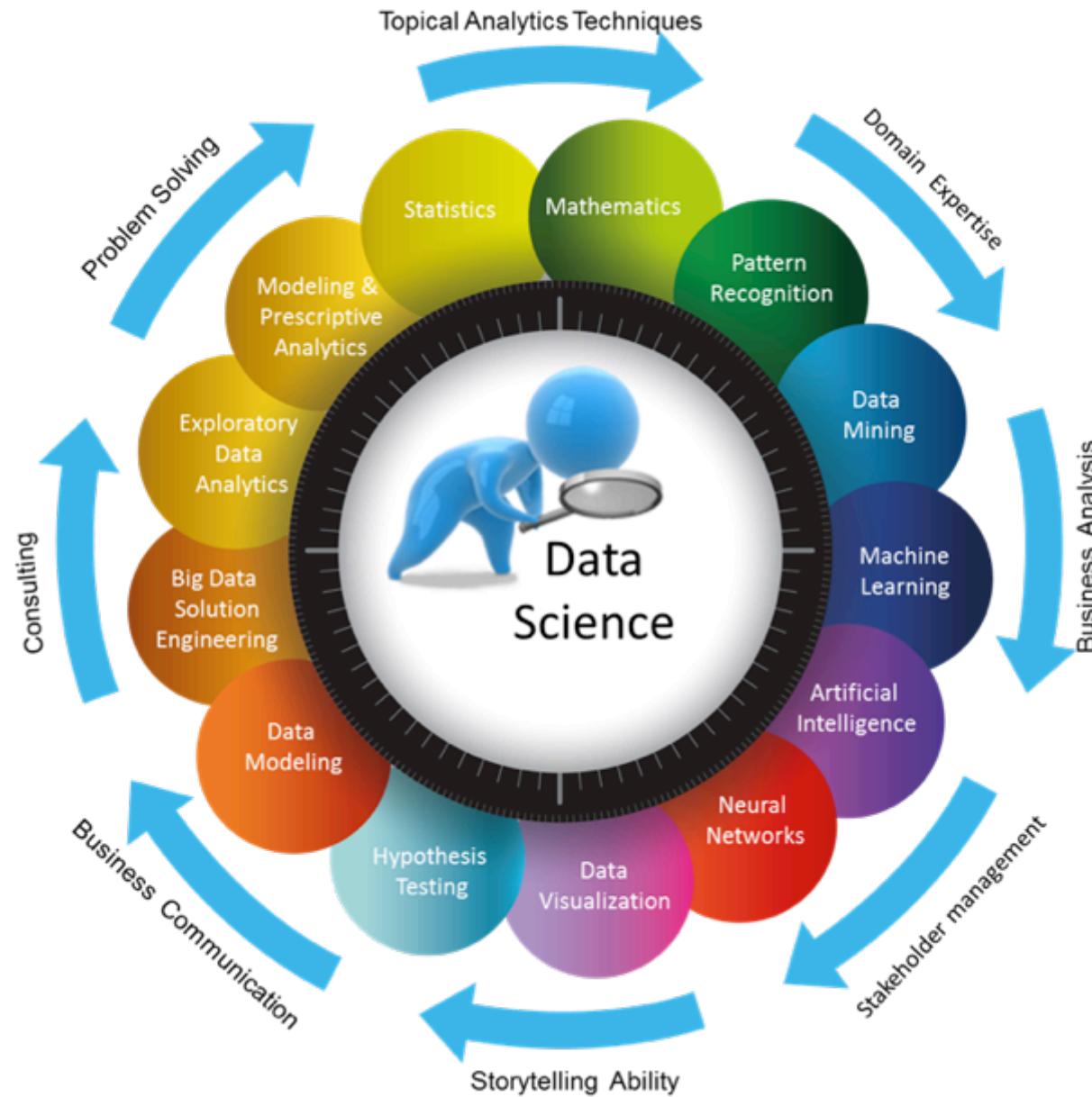
Knowledge graphs

- Estrarre conoscenza dai testi e database in maniera automatica:
 - DBpedia: estrazione di informazioni strutturate da Wikipedia (2007)
 - Free base: un database di fatti su persone, luoghi e oggetti, 43 milioni topics, 2.4 miliardi fatti (acquisiti da Google, chiusi recentemente)
 - Google knowledge graph: 570 milioni di entità, 18 miliardi su fatti (dic 2012). API.
 - Babelnet (oltre 200 lingue)

Knowledge graphs

- Estrarre conoscenza dai testi e database in maniera automatica:
 - DBpedia: estrazione di informazioni strutturate da Wikipedia (2007)
 - Free base: un database di fatti su persone, luoghi e oggetti, 43 milioni topics, 2.4 miliardi fatti (acquisiti da Google, chiusi recentemente)
 - Google knowledge graph: 570 milioni di entità, 18 miliardi su fatti (dic 2012). API.
 - Babelnet (oltre 200 lingue)

INTELLIGENZA ARTIFICIALE



Capacità di emozioni?

- Comprendere e dimostrare emozioni
 - Agenti credibili
 - Affective computing
 - Computer indossabili
- Ruolo delle emozioni nel meccanismo di decisione [Damasio]

“The question is not whether intelligent machines can have emotions, but whether machines can be intelligent without any emotions”

[Minsky, The Society of Mind]

Nuove teorie

- *On Intelligence*, Jeff Hawkins [2004]
- Intelligenza come capacità di predire il futuro per analogia con il passato
- Cervello come sistema di memoria in grado di immagazzinare pattern e di fare predizioni sulla base di queste memorie
- Numenta fondata nel 2005.
- Un algoritmo di base (HTM) che spiega tutti i comportamenti intelligenti, inclusa la creatività

The AI revolution?

- Successi in compiti specifici (AI non unitaria)
 - Magazzini intelligenti
 - Aspirapolveri intelligenti (iRobot Roomba)
 - Guida semi-automatica
 - Sistemi di “raccomandazione” (Amazon, Netflix, ...)
 - *Fraud detection*, agenti di borsa ...
- Algoritmi di apprendimento automatico che estraggono modelli statistici predittivi da immense quantità di dati [*data mining*]
- Tecniche di estrazione di “*significati*” da grande quantità di testi
- Sistemi in grado di rispondere a domande in linguaggio naturale
- Watson: la grande sfida

La disponibilità di insiemi di dati di dimensioni ingenti (dal 2001)

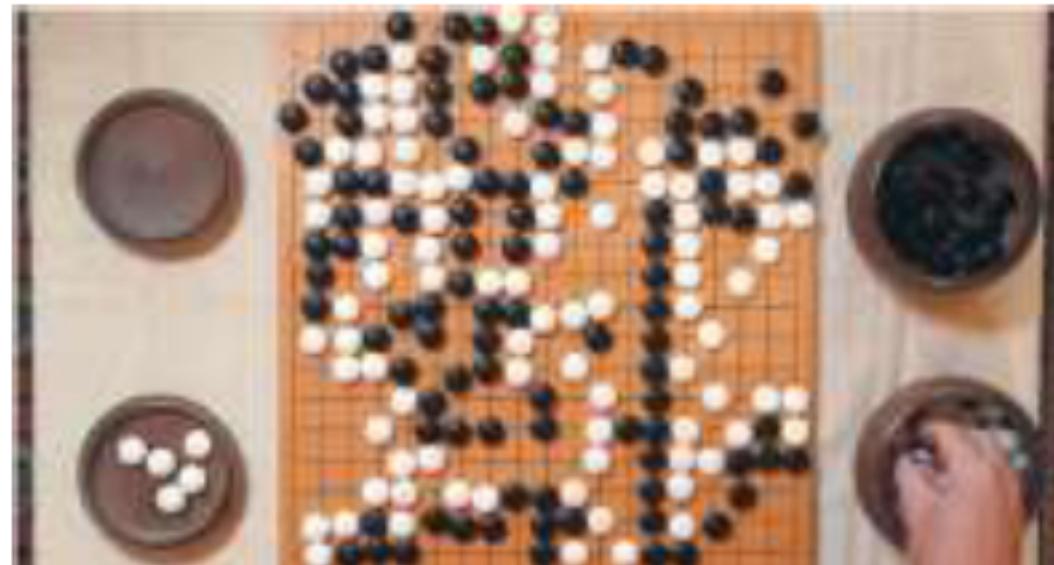
- L' enfasi si sposta dagli algoritmi ai dati
- Esempi dalle tecnologie del linguaggio:
 - La traduzione automatica di Google
 - L' interazione in linguaggio naturale di SIRI
- Più dati, maggiore l'accuratezza,
...apparentemente senza limite
- La domanda è: l'intelligenza collettiva sta nei dati? Può essere estratta dai dati?

The deep learning tsunami

- C. Manning: le reti neurali “profonde” sono in giro da un po’ di anni ma nel 2015 hanno colpito come uno tsunami il settore del NLP.
- Successi precedenti nel riconoscimento di immagini e parlato.
- I maggiori esperti (LeCun, Hinton, Bengio) sono concordi nel ritenerne che ci saranno sviluppi importanti a breve nella comprensione dei testi, video, traduzione automatica, QA ...

Google masters GO

- Nature 529, 445–446 (28 January 2016)
- *Deep-learning software defeats human professional for the first time. AlphaGo.*



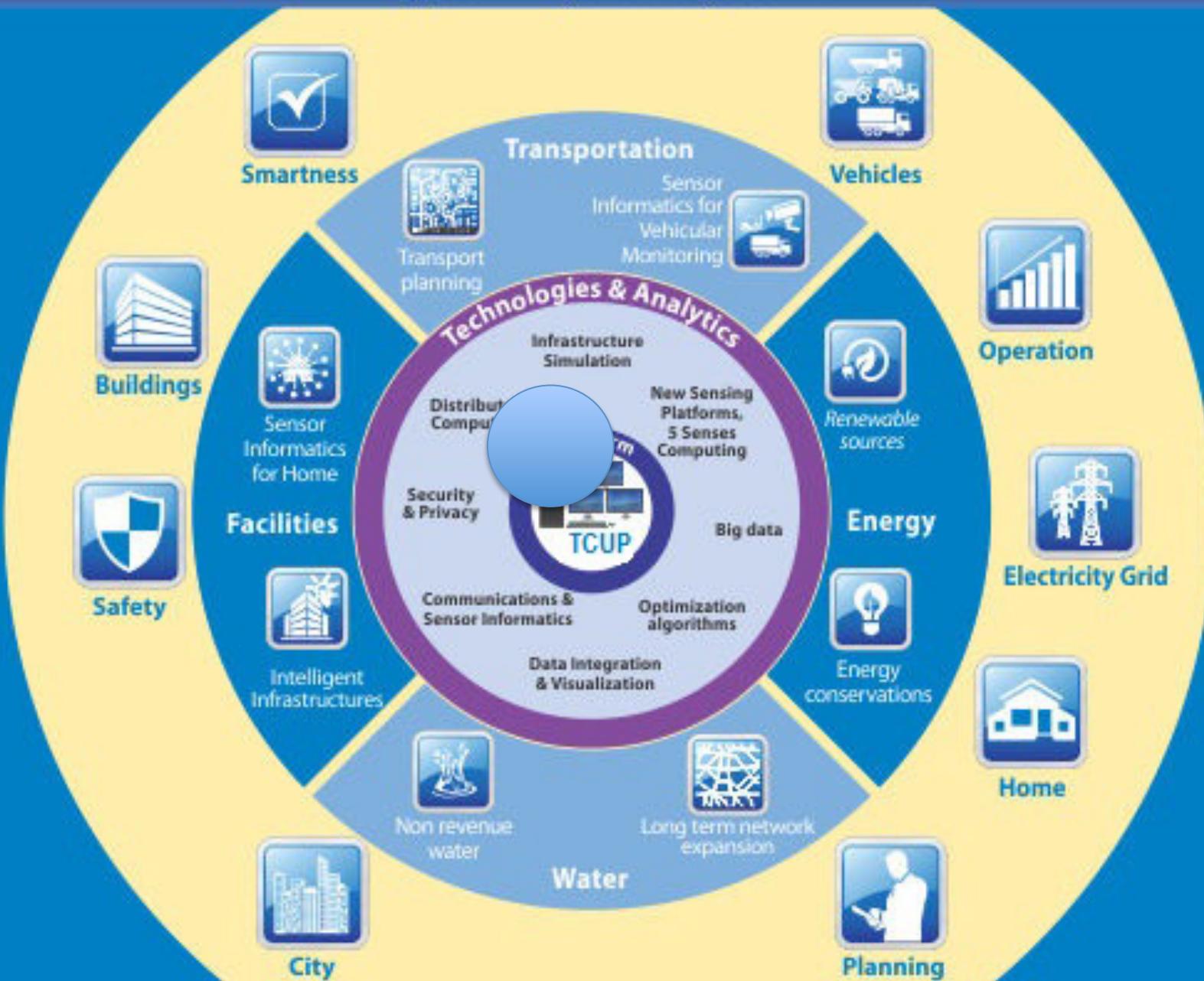
INTELLIGENZA ARTIFICIALE E SISTEMI COMPLESSI

COLLECTIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCEE



Collective Intelligence Conference, June 1-3, 2016 at NYU

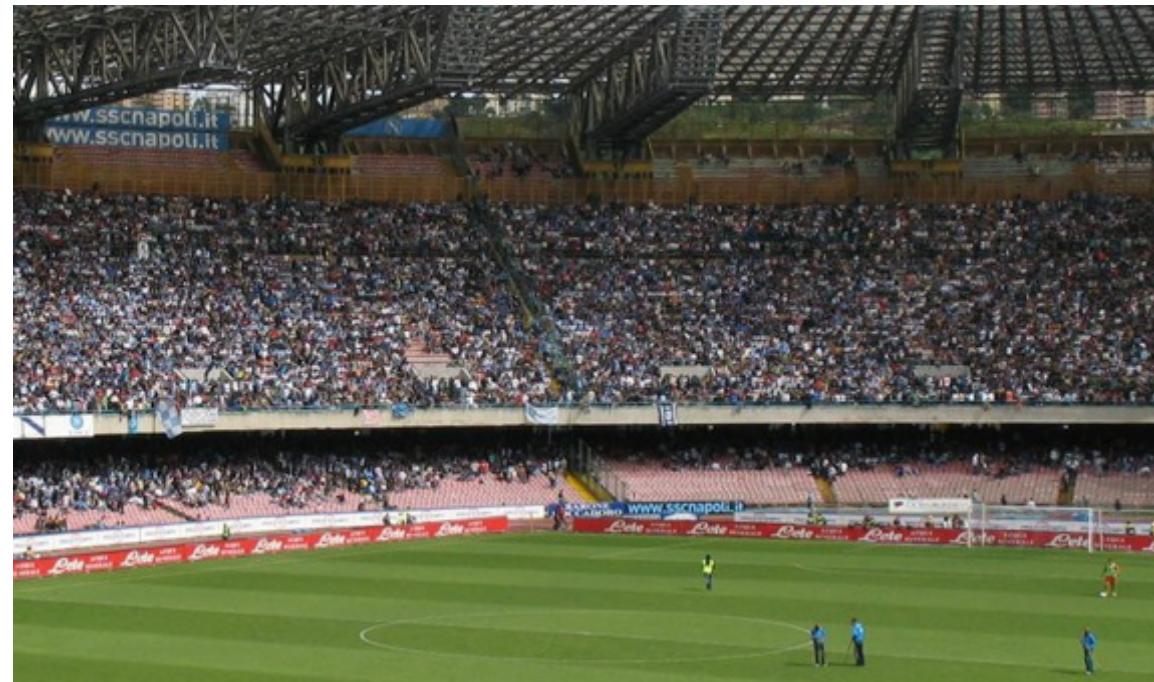
Cyber-Physical Systems



COMPORTAMENTI EMERGENTI E COLLECTIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCEE

Si ha un comportamento emergente quando uno schema o una configurazione di alto livello si origina a partire da interazioni semplici che avvengono tra agenti locali.

L'emergenza è una proprietà che non può essere ritrovata nelle componenti individuali di un sistema, in quanto si genera esclusivamente grazie all'interazione delle sue parti.



L'intelligenza artificiale va regolata?

- Lettera aperta di *Future of Life Institute* firmata da ricercatori di tutto il mondo (tra cui Stephen Hawking e Elon Musk), gennaio 2015.
 - http://futureoflife.org/misc/open_letter
 - Musk: A.I. “potenzialmente più pericolosa delle armi nucleari”
 - Hawkins: “lo sviluppo di una piena intelligenza artificiale potrebbe segnare la fine della razza umana”
 - Gates: “Sono tra quelli preoccupati per la super intelligenza”

intelligenza artificiale

realta offline aumentata e virtuale

riservatezza personale

Bot chat assistenti virtuali

vita quotidiana

lavoro

Internet

per l'occupazione

sistemi

rischi

Internet delle cose

gadget autonomi

domotica guida autonoma

driverless

attraversare la strada

65%

realta virtuale

realta integrata

effetti collaterali

fitness

tracker

indossabili

smartphone

rischi

social network

bolle

realta aumentata

crittografia

spioni digitali

Grande Fratello

Un'intelligenza artificiale che diventi manager delle nostre vite. La sovrapposizione dei livelli, per cui realtà offline, aumentata e virtuale diventeranno indistinguibili nel giro di tre anni, a partire dal prossimo. Una progressiva erosione della riservatezza personale, con tutte le conseguenze che ne derivano.

Bot, chat e assistenti virtuali lo hanno testimoniato: l'intelligenza artificiale caratterizzerà il prossimo anno sia nella vita quotidiana che nel lavoro. Il 35% degli utenti di Internet desidererebbe un consulente AI sul posto di lavoro: servirebbe a rispondere alle email, trovare news, postare aggiornamenti. L'anno prossimo potremmo farci aiutare sempre di più dai sistemi automatici che snelliranno il lavoro. Nonostante i rischi per l'occupazione.

Altro trend fortissimo ruoterà intorno al cosiddetto Internet delle cose, con i consumatori sempre più orientati a utilizzare gadget autonomi che imparano e s'interfacciano fra loro. Basti pensare a Google Home e alla domotica. La guida autonoma sarà un'altra dinamica spiccatissima: Uber ha appena inaugurato un servizio driverless a San Francisco in partnership con Volvo. Secondo Ericsson un pedone su quattro si sentirebbe più sicuro nell'attraversare la strada se tutte le macchine fossero a guida autonoma e il 65% degli intervistati preferirebbe possedere un'auto a guida autonoma.

Della realtà virtuale, da reinterpretare come realtà integrata anche nel mondo dei media e della tv. Ma fra le tendenze che disegneranno il 2017 ci sono anche gli effetti collaterali della guida autonoma e i paradossi dei gadget intelligenti, fra cui gli indossabili: più della metà degli intervistati usa sveglie, fitness tracker o notifiche sui propri smartphone. D'altra parte però questi continui bombardamenti ci portano spesso ad assumerci rischi maggiori.

Le altre tendenze dell'anno che verrà in ambito tecnologico raccontano di un sistema dei social network sempre più a comportamento stagno, che rischia di catapultarci all'interno di bolle in cui la pensiamo tutti allo stesso modo, di una realtà aumentata personalizzata (come occhiali in stile Hololens di Microsoft), di un'esplosione della crittografia per difendersi dagli spioni digitali e infine dalla ipersemplificazione del mondo dei servizi, verso una specie di Grande Fratello che li gestisca tutti per noi.

Priorità di ricerca

- L'intelligenza artificiale ... “deve fare solo quello che noi vogliamo che faccia”.
 - Servono ricerche non solo per rendere l'IA più **capace** ma anche fare in modo che sia **robusta e benefica** per la società
 - Impatto economico e sul mercato del lavoro e sulla società
 - Responsabilità dei veicoli autonomi, etica delle macchine, armi autonome, privacy
 - Verifica (il sistema è ‘corretto’?), validità (il sistema è ‘giusto’?)
 - Sicurezza (protezione da terzi), controllo (dei sistemi autonomi)

In sintesi

- È difficile dare una definizione univoca di “intelligenza” e quindi di “intelligenza artificiale”.
- A seconda dei periodi storici gli approcci sono diversi, l'enfasi è diversa, gli obiettivi stessi sono diversi.
- Al come alternativa all'approccio algoritmico tradizionale in presenza di incertezza.
 - Thrun: *AI is the technique of uncertainty management in computer software. AI is the discipline that you apply ... when you don't know what to do.*
 - *Sorgenti di incertezza: sensori imperfetti, dati incompleti, limiti alle capacità di calcolo ...*

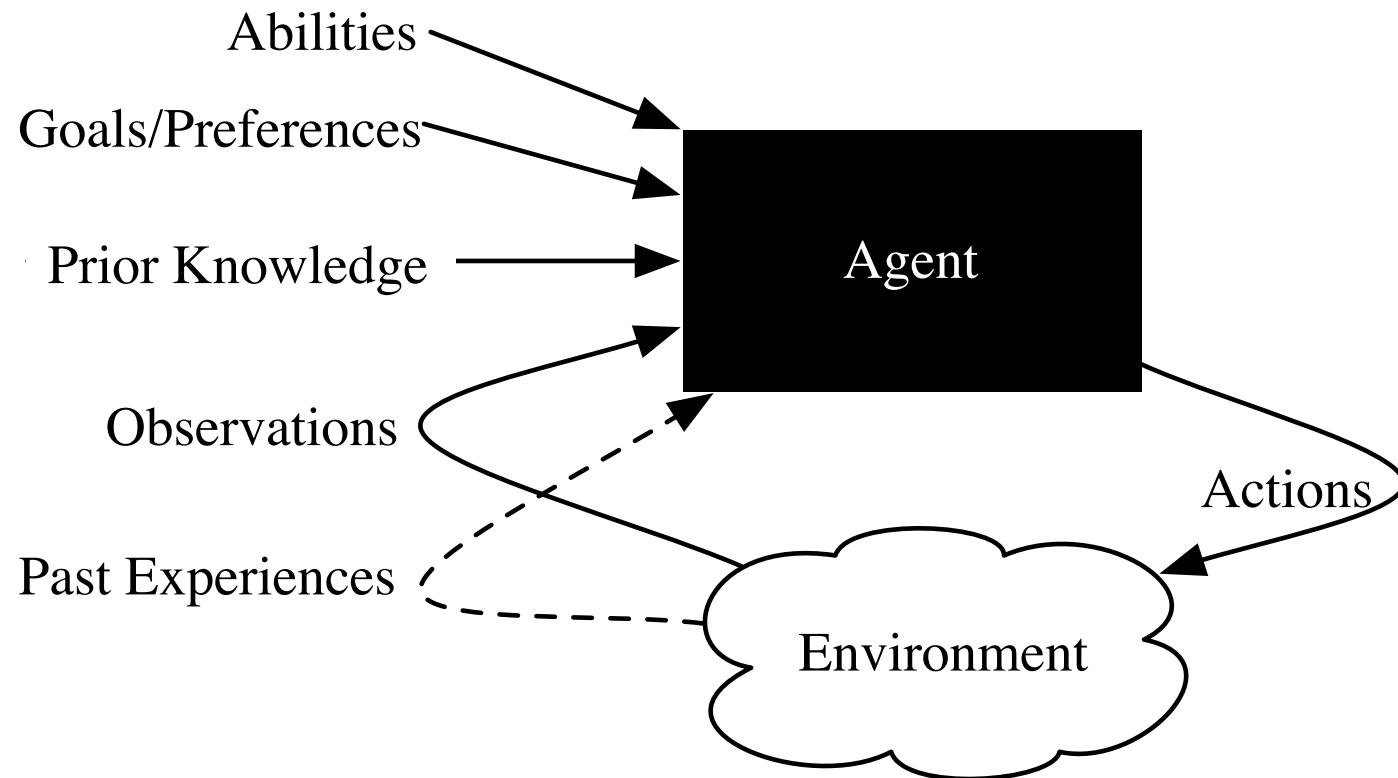
What is Artificial Intelligence?

- Artificial Intelligence is the synthesis and analysis of computational agents that act intelligently.
- An agent is something that acts in an environment.
- An agent acts intelligently if:
 - ▶ its actions are appropriate for its goals and circumstances
 - ▶ it is flexible to changing environments and goals
 - ▶ it learns from experience
 - ▶ it makes appropriate choices given perceptual and computational limitations

Goals of Artificial Intelligence

- **Scientific goal:** to understand the principles that make intelligent behavior possible in natural or artificial systems.
 - ▶ analyze natural and artificial agents
 - ▶ formulate and test hypotheses about what it takes to construct intelligent agents
 - ▶ design, build, and experiment with computational systems that perform tasks that require intelligence
- **Engineering goal:** design useful, intelligent artifacts.
- Analogy between studying flying machines and thinking machines.

Agents acting in an environment



Inputs to an agent

- Abilities — the set of things it can do
- Goals/Preferences — what it wants, its desires, its values,...
- Prior Knowledge — what it comes into being knowing, what it doesn't get from experience,...
- History of observations (percepts, stimuli) of the environment
 - ▶ (current) observations — what it observes now
 - ▶ past experiences — what it has observed in the past

Example agent: robot

- **abilities:** movement, grippers, speech, facial expressions,...
- **goals:** deliver food, rescue people, score goals, explore,...
- **prior knowledge:** what is important feature, categories of objects, what a sensor tell us,...
- **observations:** vision, sonar, sound, speech recognition, gesture recognition,...
- **past experiences:** effect of steering, slipperiness, how people move,...

Dipartimento di Informatica, Sistemistica e Comunicazione
Laurea Magistrale in Informatica
Anno Accademico 2018 -2019

INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Stefania Bandini

bandini@disco.unimib.it

Matteo Palmonari

palmonari@disco.unimib.it

Complex Systems & Artificial Intelligence Research Center
Dipartimento di Informatica, Sistemistica e Comunicazione
Università di Milano-Bicocca