



Intelligenza Artificiale

Docente:
Vincenzo Deufemia



Scopo del corso

- ▶ L'obiettivo principale dell'insegnamento consiste nel fornire agli studenti le basi teoriche ed applicative per l'analisi, la progettazione e lo sviluppo di **sistemi intelligenti**.
- ▶ Le principali abilità (ossia la capacità di applicare le conoscenze acquisite) saranno:
 - ▶ analizzare problemi risolvibili tramite tecniche di intelligenza artificiale;
 - ▶ identificare tra le tecniche di intelligenza artificiale studiate quelle più idonee alla risoluzione del problema;
 - ▶ progettare sistemi intelligenti per la risoluzione di un problema.

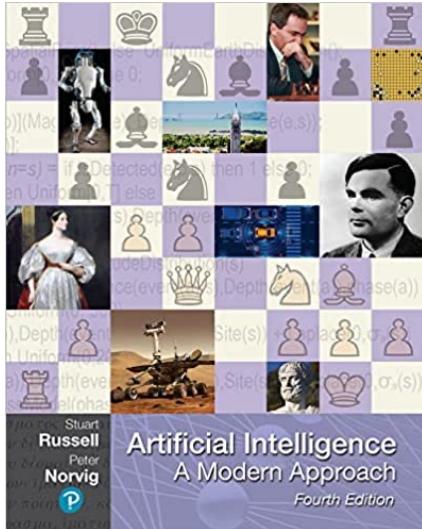
Organizzazione del corso

- ▶ Orario:
 - ▶ Martedì 14:00-17:00 F/5
 - ▶ Giovedì 14:00-17:00 F/5
- ▶ Orario di ricevimento
 - ▶ Martedì
 - ▶ dalle 11:00 alle 12:00
 - ▶ Giovedì
 - ▶ dalle 11:00 alle 12:00
- ▶ Tenuto conto della emergenza COVID gli orari sono indicativi. Per fissare un appuntamento inviare una email a: deufemia@unisa.it

Risorse

▶ Libri:

- ▶ S. Russell, P. Norvig, "Intelligenza Artificiale: Un Approccio Moderno", Pearson, (Vol. 1, IV edizione, 2021) (Vol. 2, IV edizione, 2022)



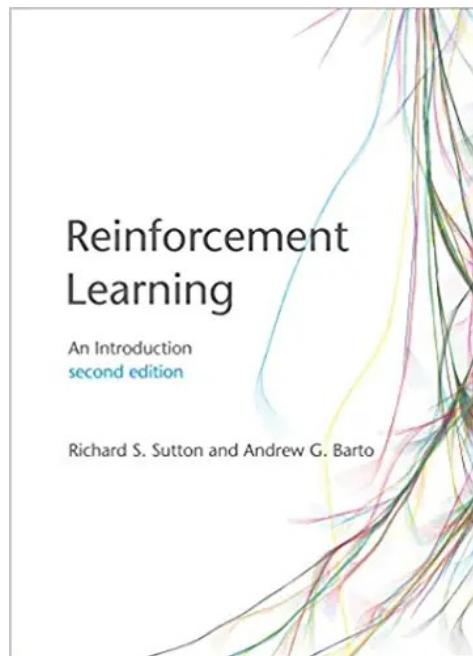
▶ Lucidi e altre informazioni:

<http://elearning.informatica.unisa.it/el-platform/>

Risorse

▶ Libri:

- ▶ Richard S. Sutton and Andrew G. Barto. Reinforcement Learning: An Introduction. Second Edition



- ▶ <http://www.incompleteideas.net/book/the-book.html>

Risorse

▶ Libri:

- ▶ Dan Jurafsky and James H. Martin, Speech and Language Processing (3rd ed. draft)

Speech and Language Processing

An Introduction to Natural Language Processing,
Computational Linguistics, and Speech Recognition

Third Edition draft

Daniel Jurafsky
Stanford University

James H. Martin
University of Colorado at Boulder

Copyright ©2018

Draft of September 23, 2018. Comments and typos welcome!

- ▶ <https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/>

Contenuti del corso

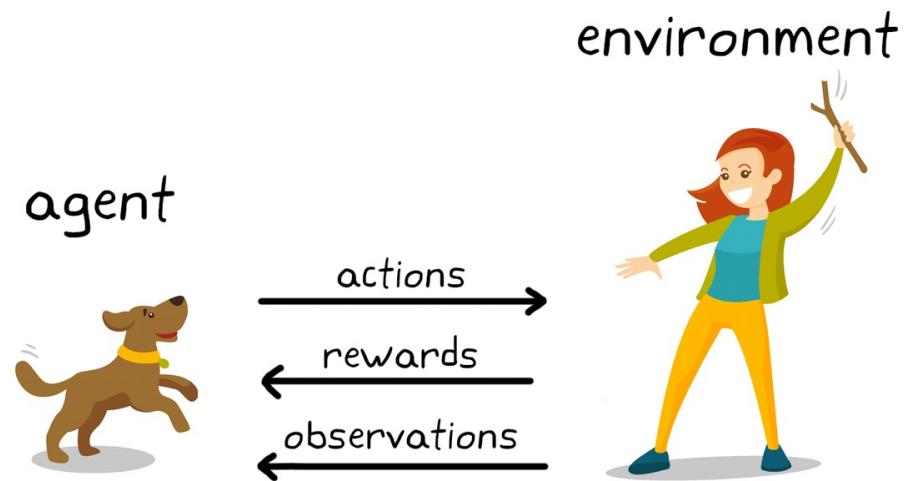
- ▶ Agenti intelligenti
- ▶ Risoluzione di problemi: ricerca, giochi, soddisfacimento di vincoli
- ▶ Rappresentazione della conoscenza e ragionamento:
 - ▶ calcolo proposizionale
 - ▶ calcolo dei predicati
 - ▶ deduzione automatica
 - ▶ cenni sulla programmazione logica
- ▶ Trattamento dell'incertezza
 - ▶ ragionamento probabilistico
 - ▶ reti bayesiane
- ▶ Apprendimento automatico

Riassunto



Contenuti del corso

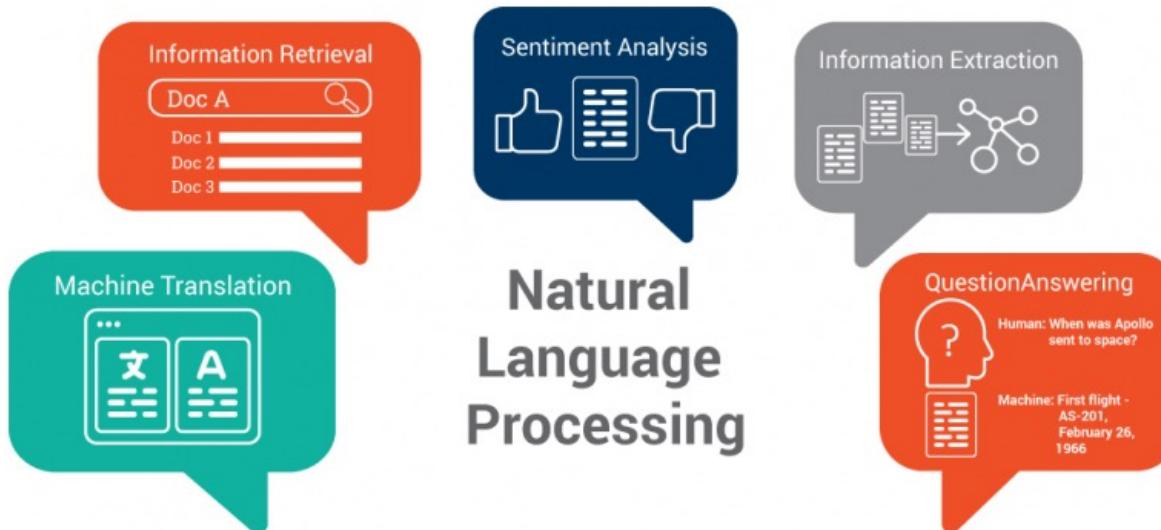
- ▶ Reinforcement Learning
 - ▶ Problemi di decisione di Markov
 - ▶ Apprendimento funzione valore
 - ▶ Apprendimento politica
 - ▶ Model-free e Model-based RL
 - ▶ Esplorazione e sfruttamento



Contenuti del corso

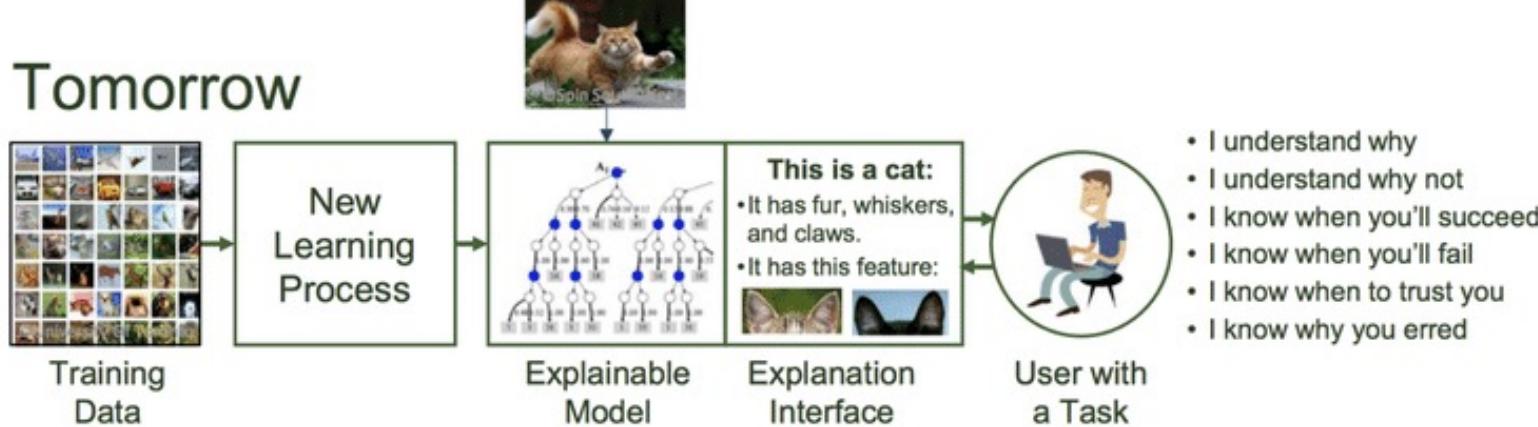
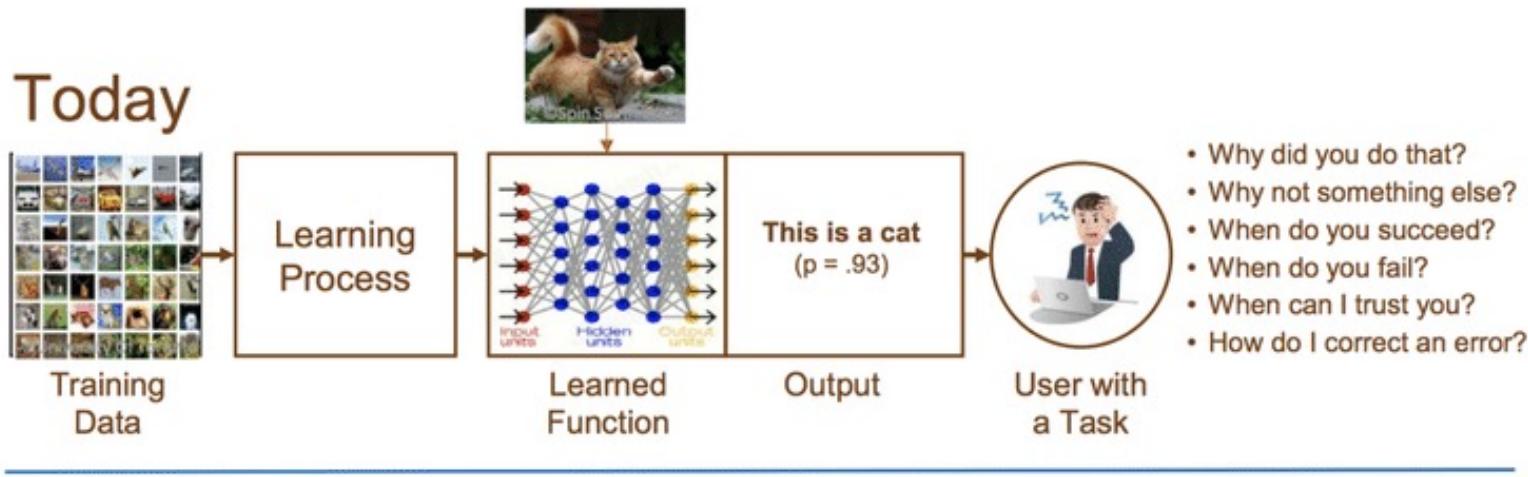
▶ Natural Language Processing

- ▶ Modelli N-gram e Tagging
- ▶ Parsing sintattico e semantico
- ▶ Word Sense Disambiguation
- ▶ Deep Learning per il NLP



Contenuti del corso

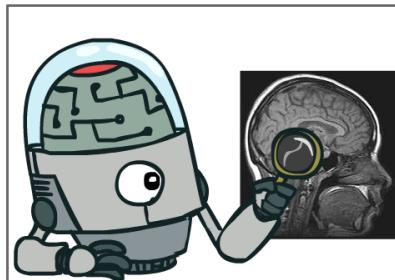
▶ Explainable AI



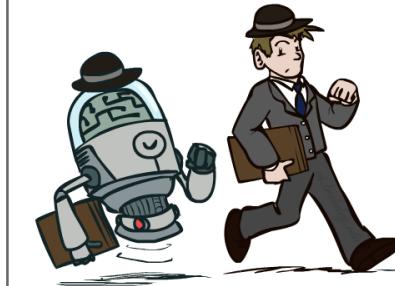
Cos'e' l'IA?

La scienza per creare macchine (HW/SW) che:

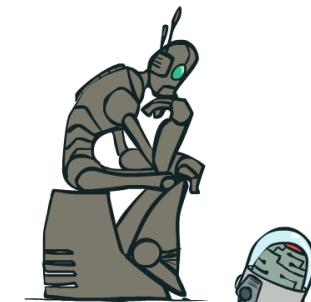
Pensano come gli
umani



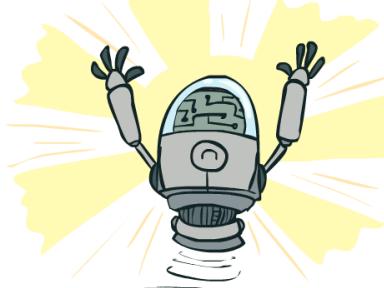
Agiscono come gli
umani



Pensano
razionalmente

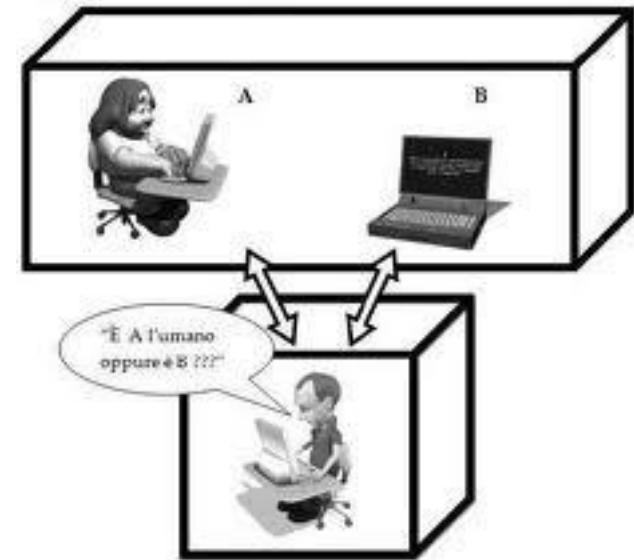


Agiscono
razionalmente



Agire come gli umani: Test di Turing (1950)

- ▶ A uomo, B computer
- ▶ C persona (separata da A e B)
- ▶ C pone domande ad A e B per riconoscere chi è l'uomo e chi è il computer
- ▶ Comunicazione via testo
- ▶ B può cercare di ingannare C
- ▶ Idea alla base del test:
 - ▶ Le macchine possono pensare? → Le macchine possono comportarsi in modo intelligente?
 - ▶ L'intelligenza può essere misurata guardando il comportamento esterno, non il ragionamento che ha portato a quel comportamento
 - ▶ Intelligente = umano
 - ▶ Ma ci sono comportamenti umani che non sono intelligenti, e viceversa



Pensare come gli umani: Scienze (neuro)cognitive

- ▶ Teorie scientifiche dell'attività interna del cervello
 - ▶ Scienze cognitive: costruire teorie precise e verificabili sul funzionamento della mente umana
-
- ▶ Non riescono a modellare l'intelligenza umana generale



Pensare razionalmente: leggi del pensiero

- ▶ Aristotele: quali sono i processi del pensiero?
- ▶ **Logica**, regole di derivazione del pensiero
- ▶ Filosofia, matematica
- ▶ Non tutti i comportamenti intelligenti sono regolati da deliberazioni logiche



Agire razionalmente

- ▶ Eseguire l'azione migliore per
 - ▶ massimizzare il raggiungimento di un obiettivo date le informazioni a disposizione
- ▶ Agente: entità che percepisce e agisce
 - ▶ Funzione da storie di percezioni ad azioni $f: P^* \rightarrow A$
- ▶ Limitazioni computazionali → la razionalità perfetta è spesso impossibile
- ▶ Cerchiamo l'agente migliore per lo scopo da raggiungere, date certe limitazioni computazionali

Breve storia dell'IA

- ▶ 1943: McCulloch&Pitts: Modelli del cervello basati sui circuiti Booleani
- ▶ 1950: Test di Turing
- ▶ 1952-69: Molte promesse e eccitamento per specifici programmi
- ▶ 1950s: Primi programmi di IA (dama, deduzioni logiche, teoremi di geometria, ecc.)
- ▶ 1956: Incontro di Dartmouth (termine "IA")
- ▶ 1965: Algoritmi di Robinson per il ragionamento logico
- ▶ 1966-74: IA scopre la complessità computazionale, reti neurali quasi scompaiono
- ▶ 1969-79: Primi sistemi basati su conoscenza
- ▶ 1980-88: Sistemi esperti nell'industria
- ▶ 1988-93: I sistemi esperti non rispecchiano le promesse (inverno dell'IA)
- ▶ 1985-95: Ritornano le reti neurali
- ▶ 1988- : Maggiore base scientifica e tecnica
- ▶ 1995-: Agenti dappertutto
- ▶ 2003-: IA per scopi specifici, integrata in altri sistemi,...

Turing e le origini dell'Intelligenza Artificiale

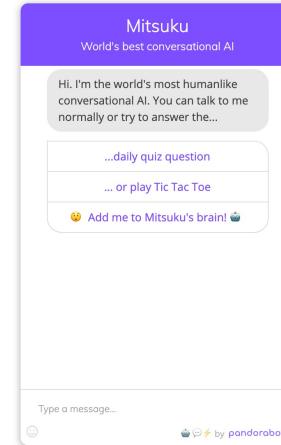
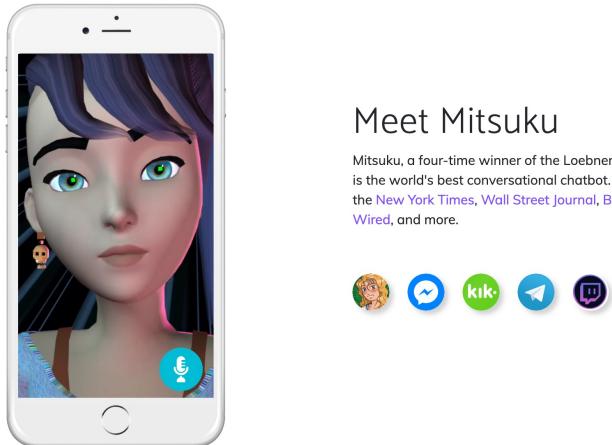
- ▶ 1935 La macchina di Turing Universale
- ▶ Durante la guerra a Bletchley Park, grande interesse verso macchine che imparassero dall'esperienza e risolvessero problemi con ricerca euristica nello spazio degli stati e regole. Inoltre scacchi, min-max e best-first.
- ▶ A Londra nel 1947 Turing fece un seminario in cui menzionò l'intelligenza dei computers "*What we want is a machine that can learn from experience*", dandole la "*possibility of letting the machine alter its own instructions provides the mechanism for this*".
- ▶ Nell 1948 scrisse un report "Intelligent Machinery", un vero manifesto per l'Intelligenza Artificiale (molte idee poi reinventate). Sistemi simbolici e Reti neurali.
- ▶ Nel 1950 Turing introdusse il Turing Test. "Computing Machinery and Intelligence"

Test di Turing (1950)

- ▶ A uomo, B computer
- ▶ C persona (separata da A e B)
- ▶ C pone domande ad A e B per riconoscere chi è l'uomo e chi è il computer
- ▶ Comunicazione via testo
- ▶ B può cercare di ingannare C
- ▶ Idea alla base del test:
 - ▶ L'intelligenza può essere misurata guardando il comportamento esterno, non il ragionamento che ha portato a quel comportamento
 - ▶ Intelligente = umano
 - ▶ Ma ci sono comportamenti umani che non sono intelligenti, e viceversa

Loebner Prize

- ▶ Dal 1991 si svolge ogni anno il Loebner Prize
 - ▶ una competizione che si basa sul test di Turing
 - ▶ alcuni giudici intrattengono una conversazione scritta con dei bot per valutare quanto questi ultimi presentino dei comportamenti simili a quelli degli esseri umani
 - ▶ il chatbot Mitsuku ha vinto 5 volte il premio
 - ▶ <https://www.pandorabots.com/mitsuku/>

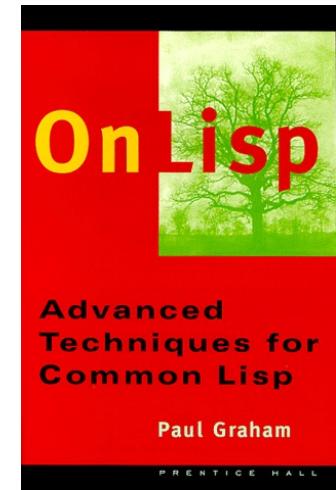
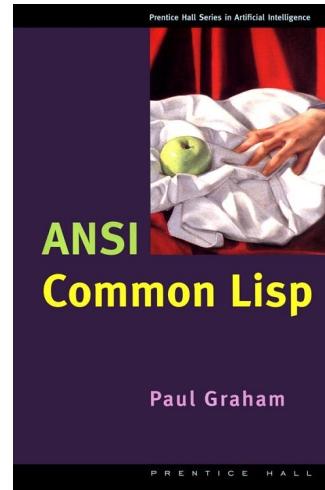


Gli inizi dell'IA come scienza

- ▶ McCarthy, Shannon, Minsky
 - ▶ Analogia tra calcolo matematico e comportamento degli esseri umani
 - ▶ Computer=cervello
 - ▶ Come si simula l'intelligenza umana?
- ▶ 1956: incontro di Dartmouth (NH,USA)
 - ▶ John McCarthy introdusse il termine Intelligenza Artificiale
- ▶ Logic Theorist (Simon)
 - ▶ Provò 38 su 52 teoremi dai Principia Mathematica di Russell e Whitehead
- ▶ General Problem Solver (Carnegie Institute)
 - ▶ Prove di teoremi e puzzles
 - ▶ Prova di un teorema aperto

LISP (MIT), 1958

- ▶ Linguaggio per creare programmi di IA in domini diversi tra loro
 - ▶ Ideato da McCarthy
-
- ▶ Esempi:
 - ▶ Student: risolve problemi algebrici in forma di frase
 - ▶ Dendral: risolve problemi di chimica



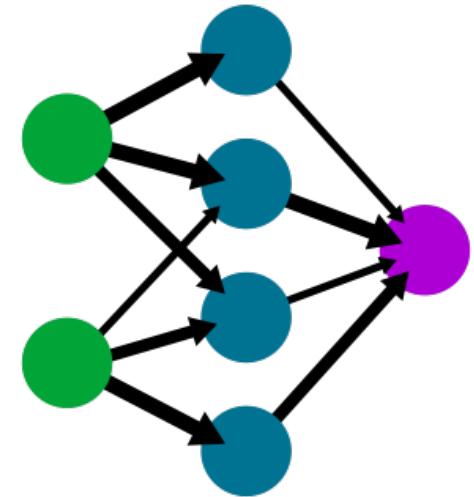
Altre milestones

- ▶ ELIZA (1965)
 - ▶ Chatbot che interagisce con i pazienti
 - ▶ Imita un terapista rogersiano (risponde al paziente con domande ottenute dalla riformulazione delle affermazioni del paziente stesso)
 - ▶ Intelligente secondo il test di Turing
 - ▶ Solo matching di parole chiave, senza nessuna comprensione del testo
- ▶ MYCIN (1976)
 - ▶ Sistema esperto che effettua diagnosi per malattie ematiche infettive
- ▶ CYC (dal 1983)
 - ▶ Ragionamento basato sul senso comune
 - ▶ Base di dati di conoscenza (20 milioni di fatti ovvi ma dati per scontati)
 - ▶ Collegamenti tra fatti e logica induttiva
 - ▶ Non si può restringere il dominio se si vuole il senso comune

Approccio connessioneista

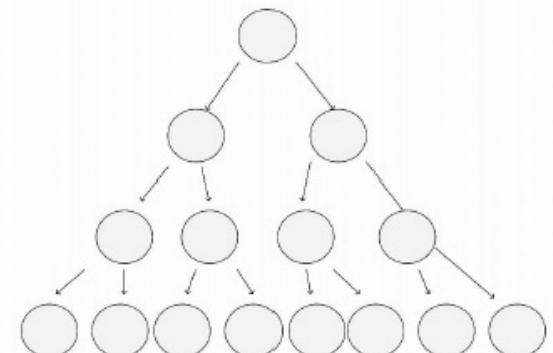
- ▶ Reti neurali (dagli anni '60)
- ▶ Si ispirano al cervello umano
 - ▶ Neuroni e connessioni tra loro
- ▶ Apprendimento automatico tramite aggiustamento dei pesi delle connessioni
 - ▶ Sulla base di esempi

Semplice rete neurale
strato di ingresso strato nascosto strato di uscita



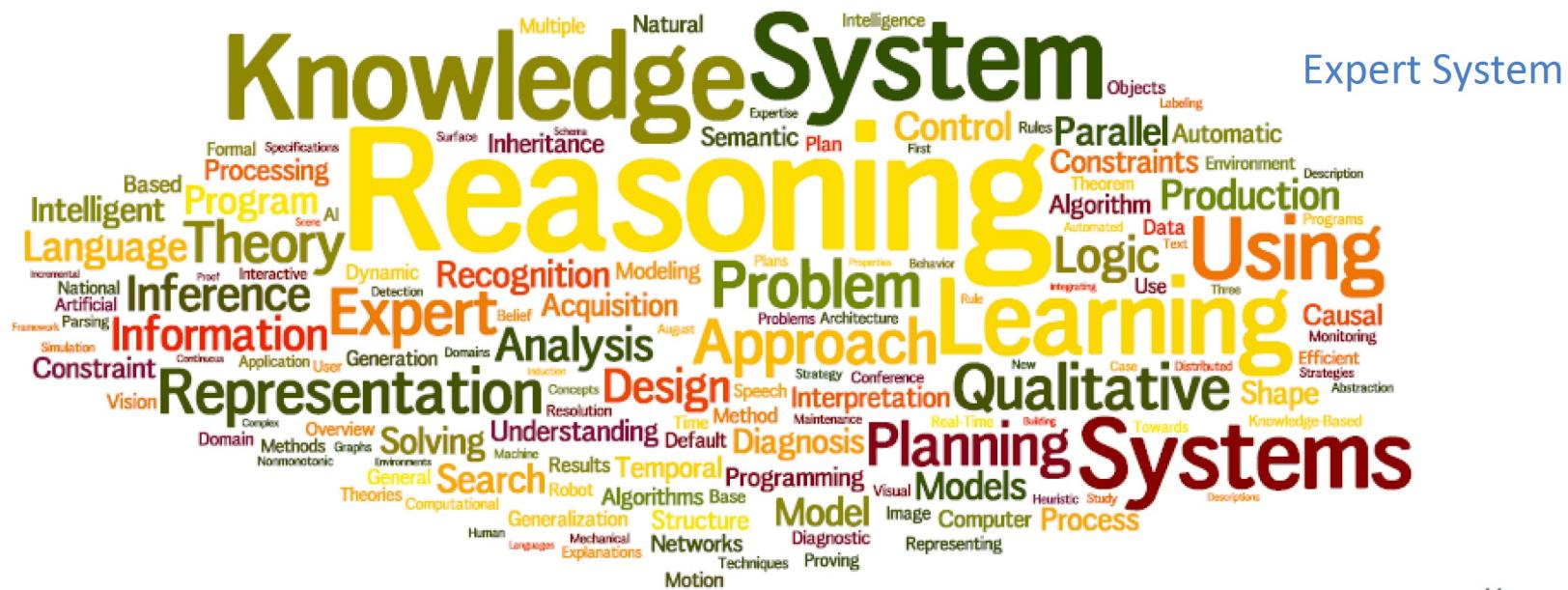
1970s – primo inverno IA

- ▶ Potere computazionale limitato
- ▶ Intrattabilità ed esplosione combinatoria
- ▶ Conoscenza e ragionamento di buon senso
 - ▶ Difficile codificare così tanti concetti e regole
 - ▶ Difficile da insegnare ai computer come apprenderli



Evoluzione della ricerca sull'IA: anni '70 e '80

- ▶ Concentrati su:
 - ▶ Ricerca di una soluzione utilizzando algoritmi di ricerca generali
 - ▶ Codificare la conoscenza degli esseri umani e usare la logica per risolvere



Aumento degli approcci statistici: anni '90-2000

- ▶ Basati sulla conoscenza:
 - ▶ Ricerca di una soluzione utilizzando algoritmi di ricerca generali
 - ▶ Codificare la conoscenza degli esseri umani e usare la logica per risolvere
- ▶ Statistici:
 - ▶ Modelli di apprendimento e scelta di soluzioni in base alla probabilità osservata

Agenti Intelligenti (1995)

- ▶ Grande diffusione grazie ad internet
 - ▶ Applicazioni con suffisso “–bot” (es. chatbot),
 - ▶ Motori di ricerca
 - ▶ Recommender systems
 - ▶ Aggregatori siti web
- ▶ Gestiscono incertezza con ragionamento e pianificazione

Insiemi di dati molto grandi (2001)

- ▶ Per alcuni problemi la disponibilità di grandi *corpus* di dati è fondamentale per gli algoritmi di IA
 - ▶ parole inglesi
 - ▶ immagini
 - ▶ coppie genomiche
- ▶ Ad esempio riempire l'area rimossa in una foto: con 10k foto prestazioni scarse, con 2M prestazioni eccellenti.

Analogia IA vs. volo artificiale

- ▶ Il sogno di volare non si è realizzato imitando gli uccelli
- ▶ Nessuno cerca di costruire una macchina che voli in modo così simile ad un piccione che può ingannare altri piccioni!
- ▶ L'IA può essere realizzata anche senza imitare il ragionamento umano, e senza cercare di superare il test di Turing
 - ▶ Affiancare/aumentare l'intelligenza umana
 - ▶ In alcuni domini specifici



Aiuto o sostituto?



- ▶ Non si vuole costruire un sosia dell'uomo
- ▶ Tecnologie che incrementano alcuni aspetti dell'intelligenza umana
 - ▶ Aiutate anche dalla potenza di calcolo e dalla quantità di memoria
- ▶ Esempio: Google usa algoritmi basati anche su programmi di IA
 - ▶ Utilissimo per fare in modo intelligente una cosa ben precisa: cercare informazioni sul web

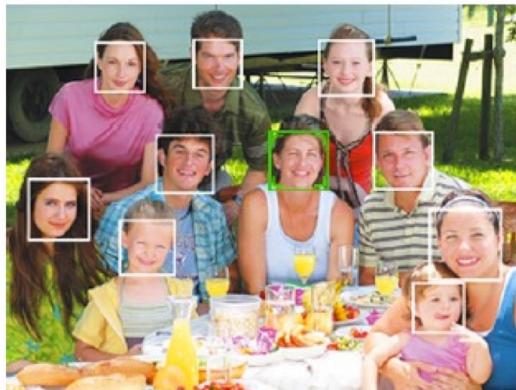
Stato dell'arte

- ▶ Deep Blue ha sconfitto il campione mondiale di scacchi Garry Kasparov nel 1997
- ▶ Dimostrata una congettura matematica (congettura di Robbins) insoluta per decenni
- ▶ Senza mani in tutta l'America (guida autonoma per il 98% del tempo da Pittsburgh a San Diego)
- ▶ Durante la guerra del golfo nel 1991, le forze statunitensi hanno utilizzato programmi di logistica e pianificazione basati su AI che ha coinvolto fino a 50.000 veicoli, merci e persone
- ▶ La NASA ha utilizzato un programma di pianificazione autonoma che controllava le operazioni per un veicolo spaziale
- ▶ Proverb risolve cruciverba meglio di molti esseri umani

Rinascita dell'AI (2010-?)

- ▶ La parola AI è ritornata ad essere una parola d'ordine
- ▶ Google, Facebook, Twitter, etc. hanno grandi laboratori di AI
 - ▶ Facebook AI Research, Microsoft Research AI, Google Brain, DeepMind, IBM Research, ...
- ▶ 2012 – ImageNet: Deep neural network vince un image classification contest
- ▶ 2013 – DeepMind ha costruito un agente capace di apprendere automaticamente come giocare con videogiochi Atari
- ▶ 2015-2017 – capacità **superumane** di comprendere il linguaggio parlato

Applicazioni attuali di AI



Face detection



Personal assistants



Machine translation



Logistics planning

Automatic image captioning



"man in black shirt is playing guitar."



"construction worker in orange safety vest is working on road."



"two young girls are playing with lego toy."

► *Karpathy and Fei-Fei 2015*

Ragionamento strategico con informazione imperfetta

- ▶ *Libratus* batte i più bravi giocatori a Texas hold'em



Pittsburgh, Gennaio 2017



Haikou, Aprile 2017

Cosa puo' essere fatto con l'IA?

- ▶ Altri esempi:
 - ▶ Sistemi esperti (medicina, altri campi dove serve un esperto umano)
 - ▶ Gestione turni personale
 - ▶ Robot per ospedali
 - ▶ Ricerca su web, aste online
 - ▶ Guida autonoma su strade di città o montagna
 - ▶ Comprare articoli su web
 - ▶ Motori di ricerca
- ▶ Aiutano gli uomini a compiere in modo intelligente lavori specifici che altrimenti sarebbero eseguiti meno bene o non eseguiti affatto

Face recognition, real-time detection



<https://bitrefine.group/home/transportation/face-recognition-support-system>

https://cdn-images-1.medium.com/max/1600/1*q1uVc-MU-tC-WwFp2yXJow.gif

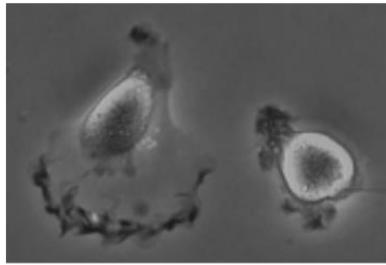
72

Medical image analysis

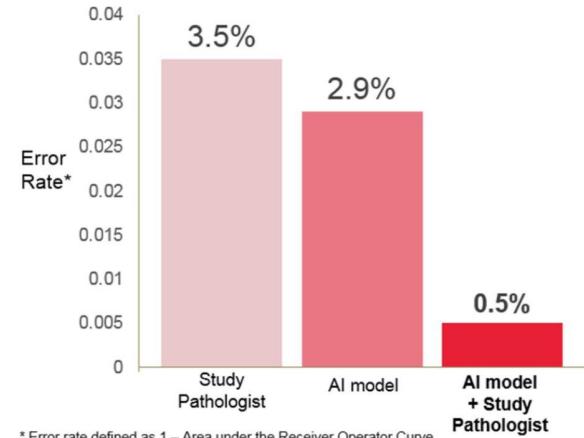
- Segmentation

- Breast Cancer Diagnoses

a



(AI + Pathologist) > Pathologist



* Error rate defined as 1 – Area under the Receiver Operator Curve

** A study pathologist, blinded to the ground truth diagnoses, independently scored all evaluation slides.

© 2016 PathAI

Wang, Dayong, et al. "Deep learning for identifying metastatic breast cancer." arXiv preprint arXiv:1606.05718 (2016).
<https://blogs.nvidia.com/blog/2016/09/19/deep-learning-breast-cancer-diagnosis/>

Web app: ricerca, raccomandazioni, annunci

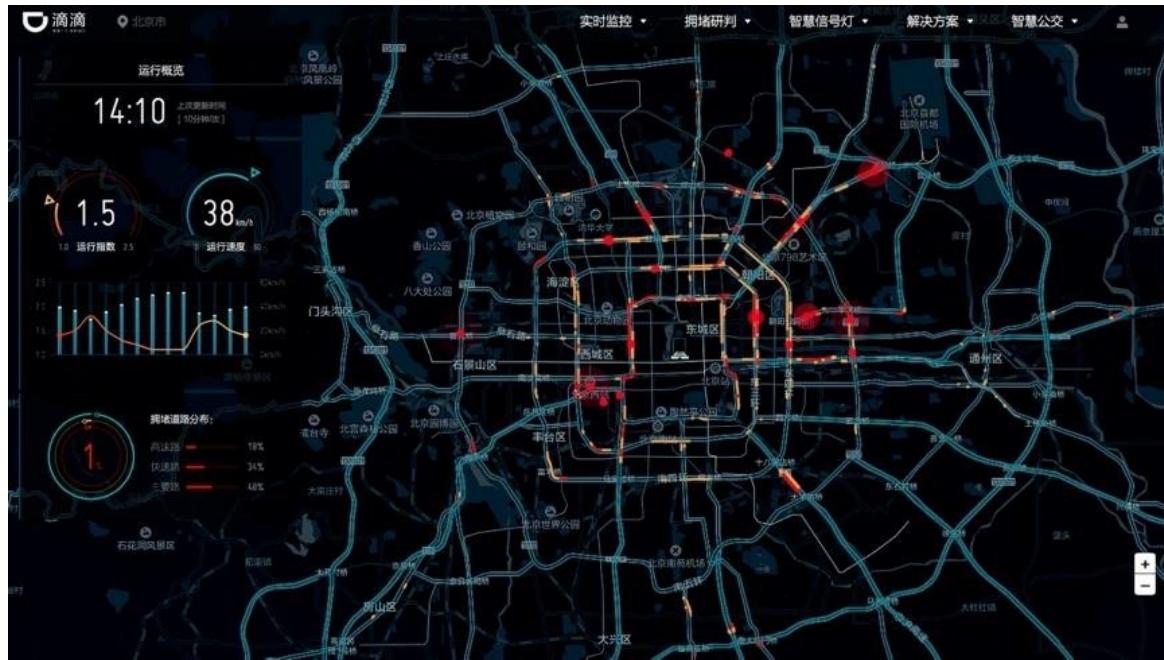
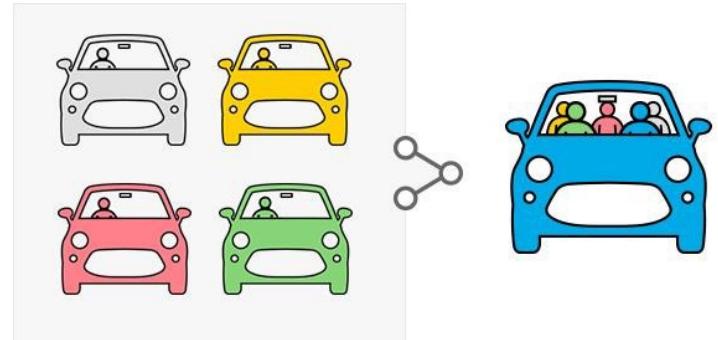
The image displays three distinct web application interfaces:

- Google Search Results:** A screenshot of a Google search for "shanghai jiao tong university". The results include links to the university's ranking, international students, school of medicine, admission information, scholarly articles, and its official website. A red box highlights the "shanghai jiao tong university admission" link.
- Movie Recommendation Interface:** A screenshot of a movie recommendation service. It shows a list of movies with ratings and "Add" buttons. One movie, "Amélie", is highlighted with a green oval. A message indicates that "Eiken has been added to your Queue at position 2." A red box highlights the "shanghai jiao tong university admission" link from the Google search results.
- Tmall Promotional Banner:** A screenshot of a Tmall promotional banner for "New势力周" (New势力 Week). The banner features a woman in a purple sweater and a blue jacket, with text advertising discounts and new products. A red box highlights the "shanghai jiao tong university admission" link from the Google search results.

Slide credit: Weinan Zhang

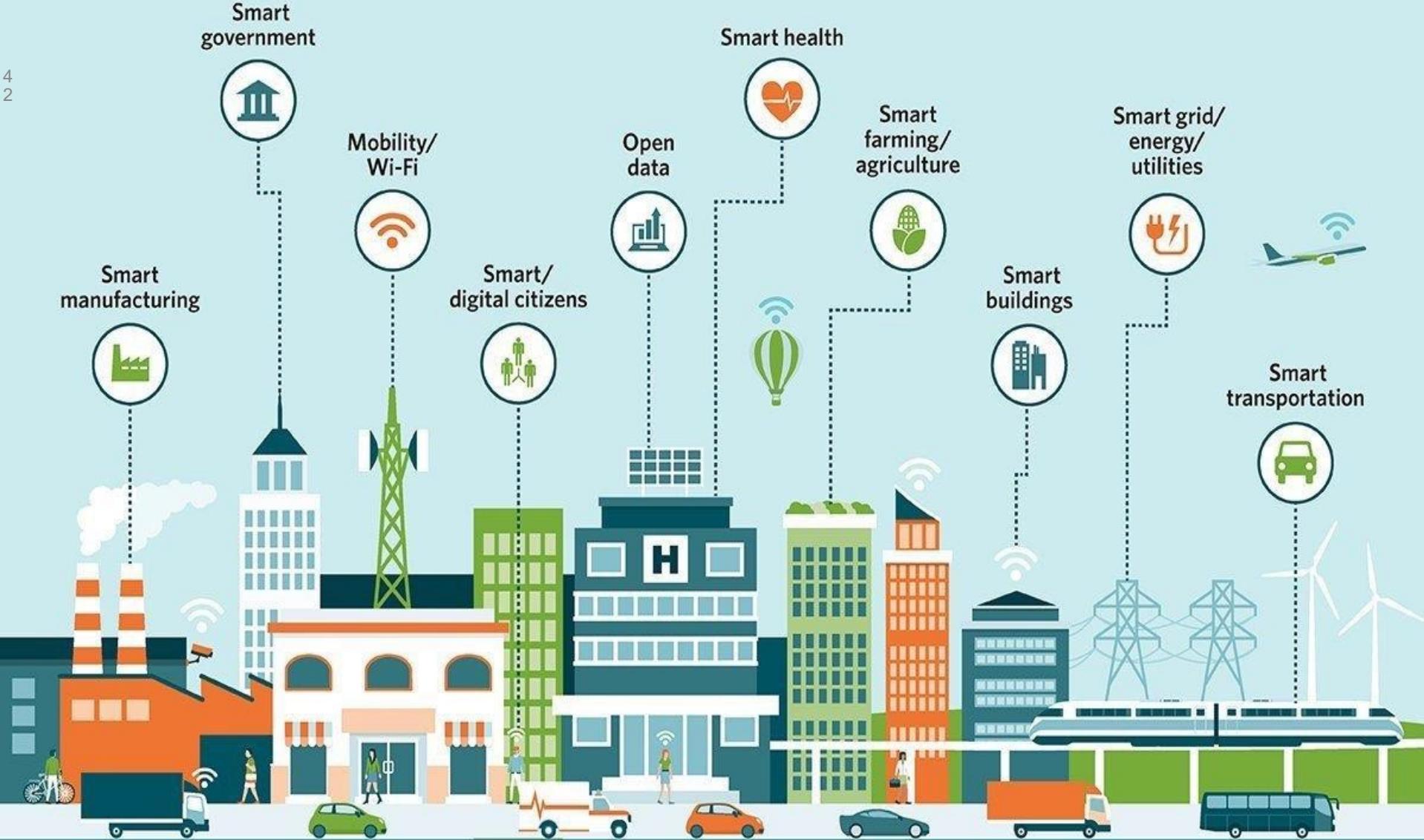
Alleviare il traffico

- Ride sharing
- Disperdere il traffico



Agricoltura: droni per la coltivazione





SMART CITY COMPONENTS

Cosa può fare l'IA?

- ✓ - Play a decent game of table tennis?
- ✓ - Drive safely along a curving mountain road?
- ✗ - Drive safely across Shanghai?
- ✓ - Buy a week's worth of groceries on the web?
- ✗ - Buy a week's worth of groceries at a local market?
- ✗ - Discover and prove a new mathematical theorem?
- ✗ - Converse successfully with another person for an hour?
- ✗ - Perform a surgical operation?
- ✓ - Put away the dishes and fold the laundry?
- ✓ - Translate spoken Chinese into spoken English in real time?
- ✗ - Write an intentionally funny story?

