

L'Intelligenza Artificiale: una Realtà

Andrea Pozzi

Università Cattolica del Sacro Cuore

1 Luglio 2024



Cos'è l'Intelligenza Artificiale?

L'Intelligenza Artificiale è un ramo dell'informatica che si occupa di creare sistemi in grado di **svolgere compiti che normalmente richiederebbero l'intelligenza umana**, come la classificazione delle immagini, il riconoscimento vocale, e la comprensione del linguaggio naturale.

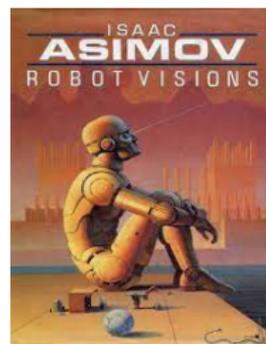


Isaac Asimov

L'idea di intelligenza artificiale è nata per la prima volta nel contesto della **fantascienza**, nella prima parte del XX secolo.

Uno degli autori più famosi che ha contribuito a questo tema è stato **Isaac Asimov** (1920 - 1992), che pubblicò il suo primo romanzo *Robbie* nel 1940, con un robot intelligente come protagonista.

Robbie è stato il primo di una lunga serie di storie su robot, macchine intelligenti e supercomputer, raffigurati come elementi indispensabili per lo sviluppo e la sopravvivenza della specie umana.



Una macchina può pensare?

In un articolo del 1950, **Alan Turing**, uno dei padri dell'informatica teorica, propose un metodo per determinare empiricamente se un computer avesse raggiunto l'intelligenza: il Test di Turing (o gioco dell'imitazione).

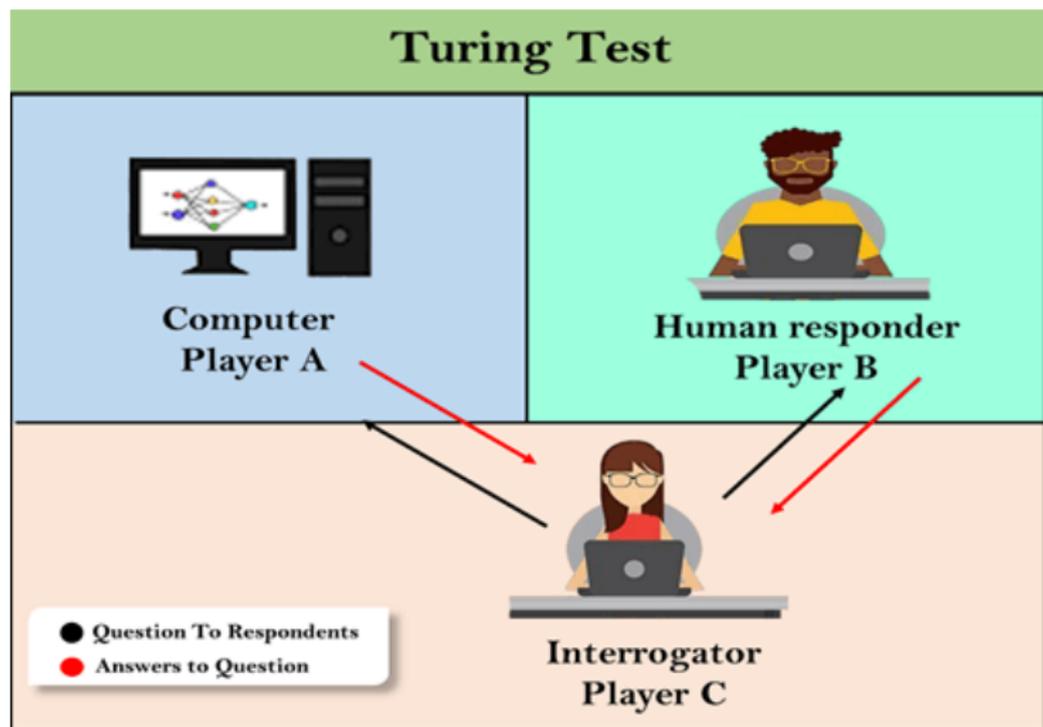


Una macchina può pensare?

In un articolo del 1950, **Alan Turing**, uno dei padri dell'informatica teorica, propose un metodo per determinare empiricamente se un computer avesse raggiunto l'intelligenza: il Test di Turing (o gioco dell'imitazione).



Test di Touring



Intelligenza Artificiale Debole

Oggi, più di 70 anni dopo, la cosiddetta **intelligenza artificiale debole** ha raggiunto livelli all'avanguardia.

Gli algoritmi di intelligenza artificiale debole sono in grado di **risolvere solo un compito specifico**: ad es. previsioni meteorologiche, traduzione automatica di testi in diverse lingue, veicoli autonomi, diagnosi di malattie e riconoscimento facciale.



Intelligenza Artificiale Forte

D'altro canto, la cosiddetta **intelligenza artificiale forte** consiste in un'unica intelligenza artificiale autoconsapevole in grado di affrontare problemi molteplici e diversi come fanno gli esseri umani.

Anche se **siamo attualmente lontani** dallo sviluppo di un'intelligenza artificiale forte, questa rappresenta una delle frontiere della ricerca futura, in quanto pone sfide non solo su una base tecnica e algoritmica, ma anche su un **livello etico**.



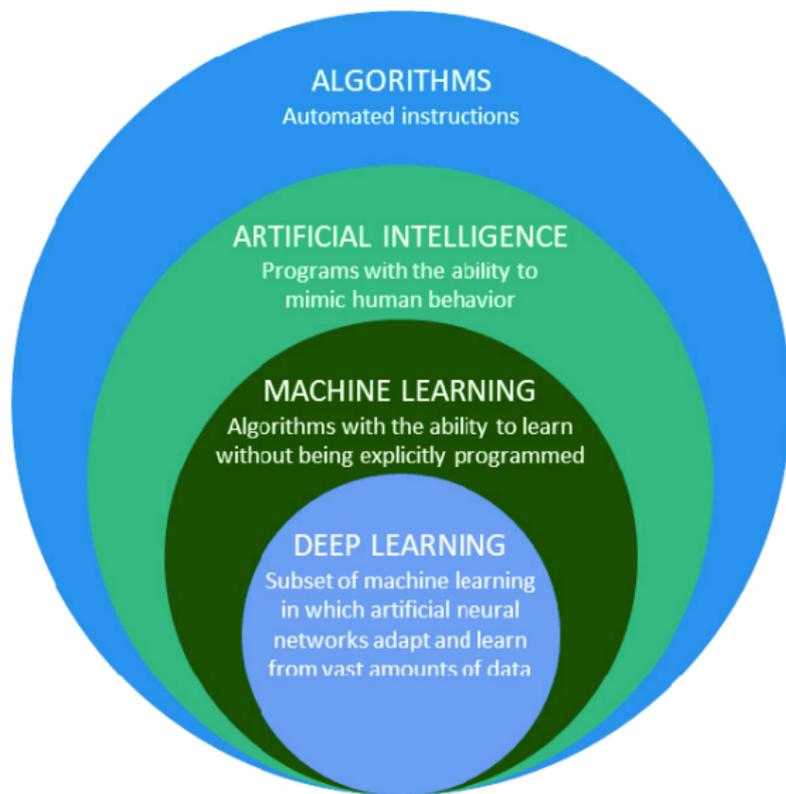
Intelligenza Artificiale Forte

Vi è una tendenza nella **fantascienza distopica**, che ha ottenuto un notevole successo, e che mette in guardia l'umanità contro uno sviluppo incontrollato dell'intelligenza artificiale.

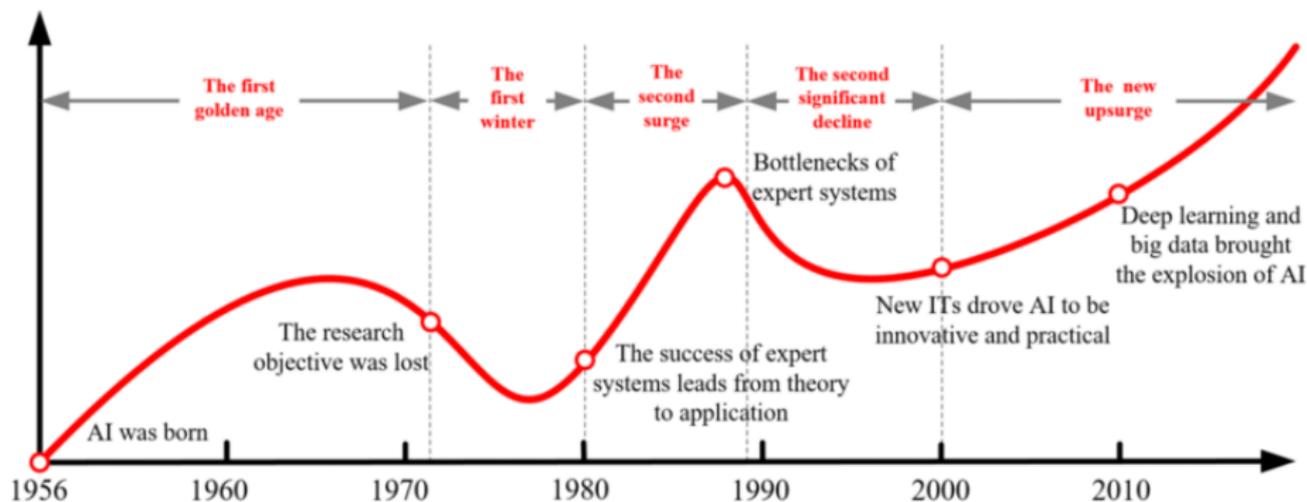
Al di là delle esagerazioni proposte ad esempio dalla saga cinematografica di *Terminator*, lo sviluppo di un'intelligenza artificiale generale sovrumana porta alcuni rischi che devono essere adeguatamente presi in considerazione.



Algoritmi vs Intelligenza Artificiale



Storia dell'Intelligenza Artificiale



Biologia come Fonte di Ispirazione

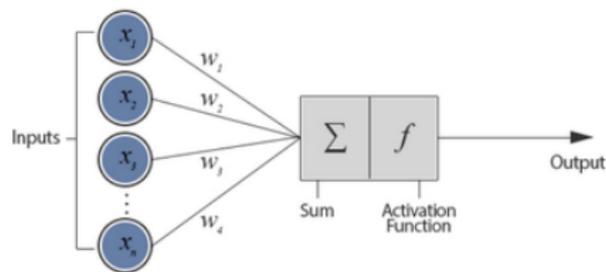
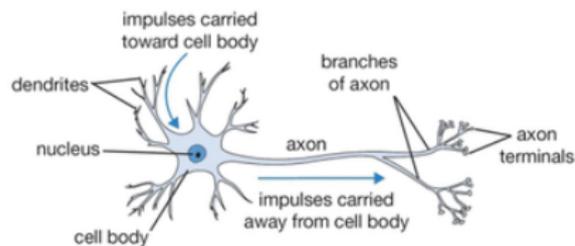
Gli uccelli ci hanno ispirato a volare, le piante di bardana hanno ispirato il Velcro e la natura ha ispirato innumerevoli altre invenzioni. Sembra quindi logico **guardare all'architettura del cervello per trarre ispirazione su come costruire una macchina intelligente.**

Una **rete neurale artificiale** è un modello matematico ispirato alle reti di neuroni biologici presenti nel nostro cervello.



Neurone Biologico e Neurone Artificiale

Biological Neuron versus Artificial Neural Network



Reti Neurali Biologiche e Artificiali

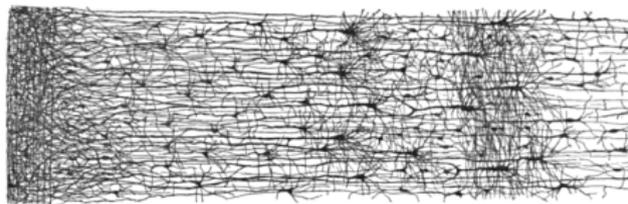


Figure: Rete Neurale Biologica

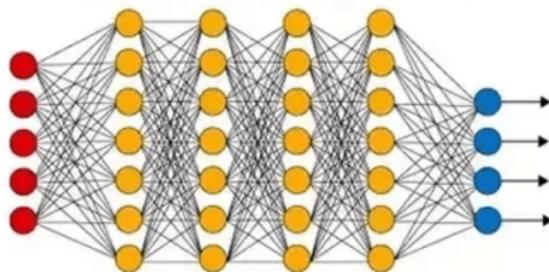
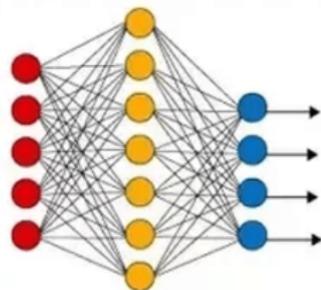


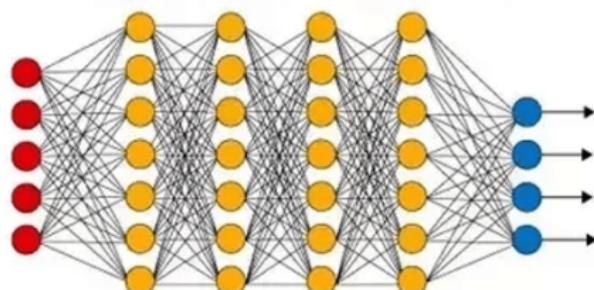
Figure: Rete Neurale Artificiale

Quanto una Rete Neurale di Dice Profonda?

Simple Neural Network



Deep Learning Neural Network



● Input Layer ● Hidden Layer ● Output Layer

Figure 5: Difference between the simple neural network and the Deep learning neural network

Esempio di Apprendimento Automatico: Riconoscimento di Immagini

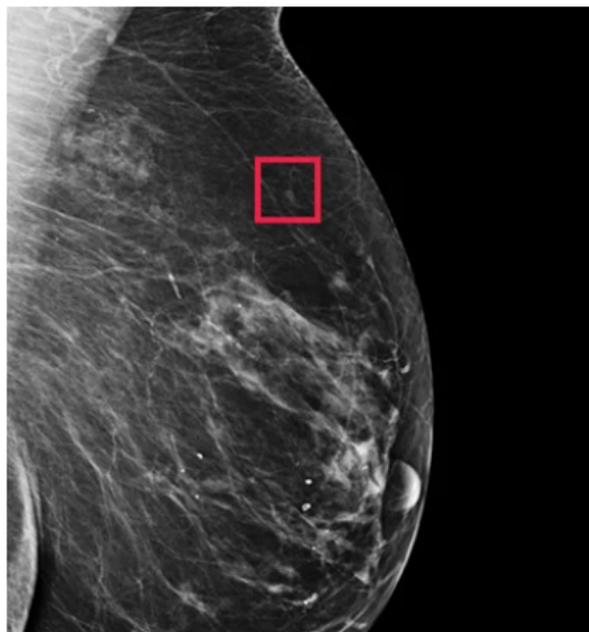
Tutti noi riusciamo facilmente a **distinguere un cane da un gatto**. Si tratta di un problema che abbiamo imparato a risolvere fin da bambini.

E' praticamente impossibile scrivere un algoritmo che risolva problemi tipo questo. La soluzione è usare un **algoritmo di apprendimento** che insegni alla rete neurale a classificare correttamente le immagini dopo un periodo di allenamento basato su numerosi esempi di immagini annotate.

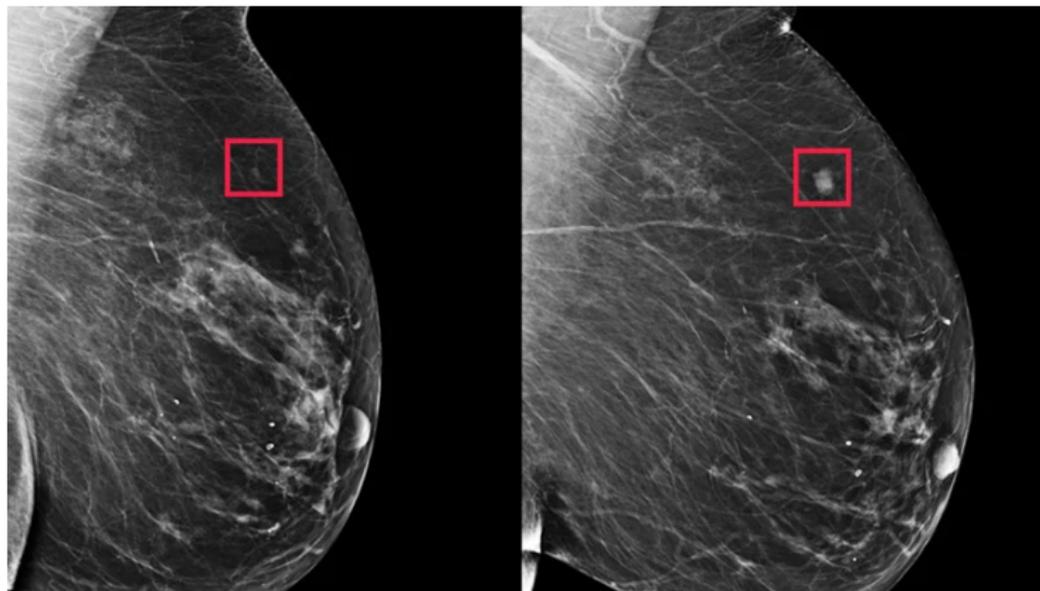


Esempio di Apprendimento Automatico: Diagnostica Medica

Lo stesso ragionamento può essere applicato per esempio alla diagnostica medica per riconoscere la presenza di un tumore all'interno di un'immagine ottenuta da una TAC o da una risonanza magnetica.



Esempio di Apprendimento Automatico: Diagnostica Medica

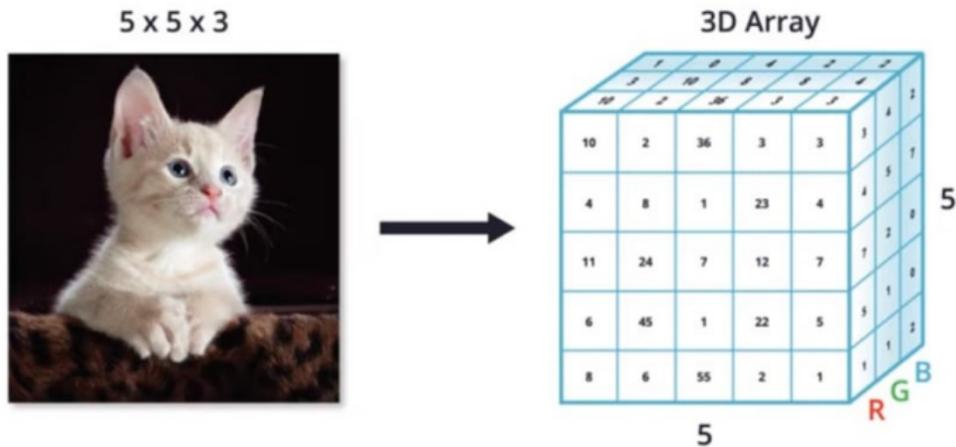


Rappresentazione Numerica delle Immagini: Pixel

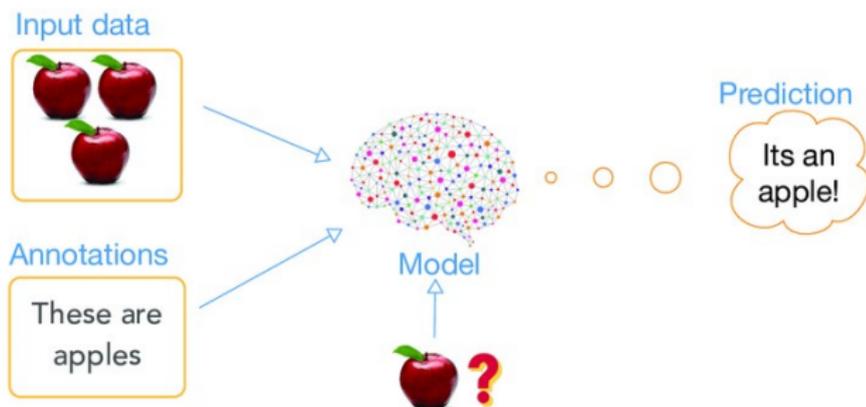
- Un'immagine è composta da piccole unità chiamate **pixel**.
- Ogni pixel ha una **posizione** (x, y) nell'immagine.

0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	1	1	0
0	1	1	0	0	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	1	0
0	0	1	1	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

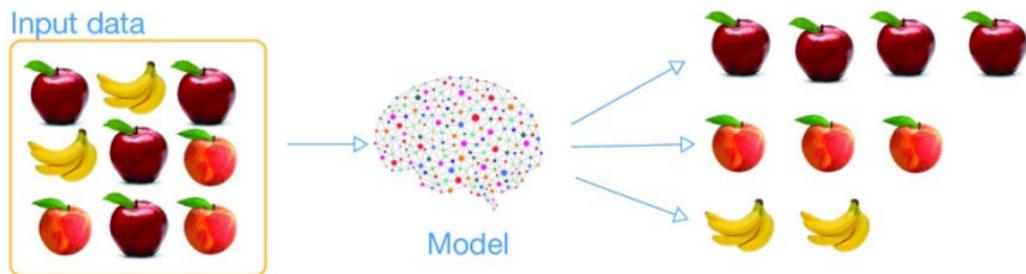
Pixel in un'Immagine a Colori



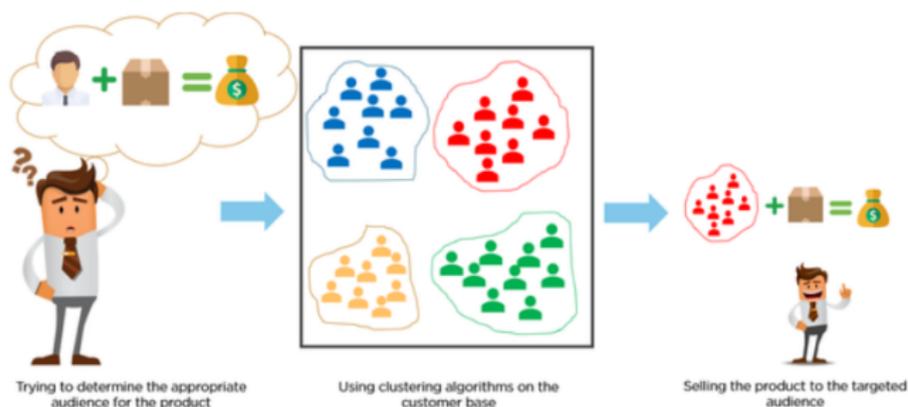
Apprendimento Supervisionato



Apprendimento Non-Supervisionato



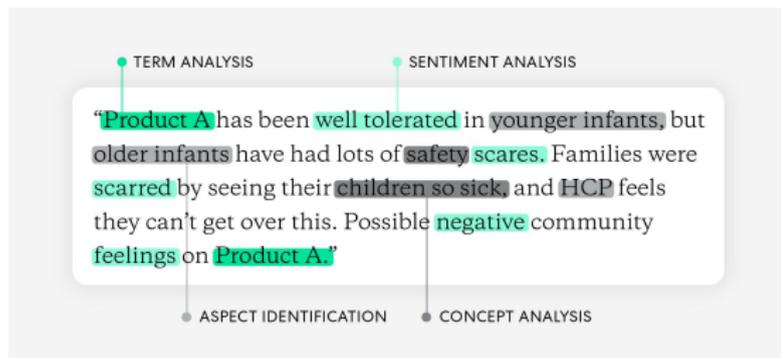
Esempio di Apprendimento Non-Supervisionato: Segmentazione dei Clienti



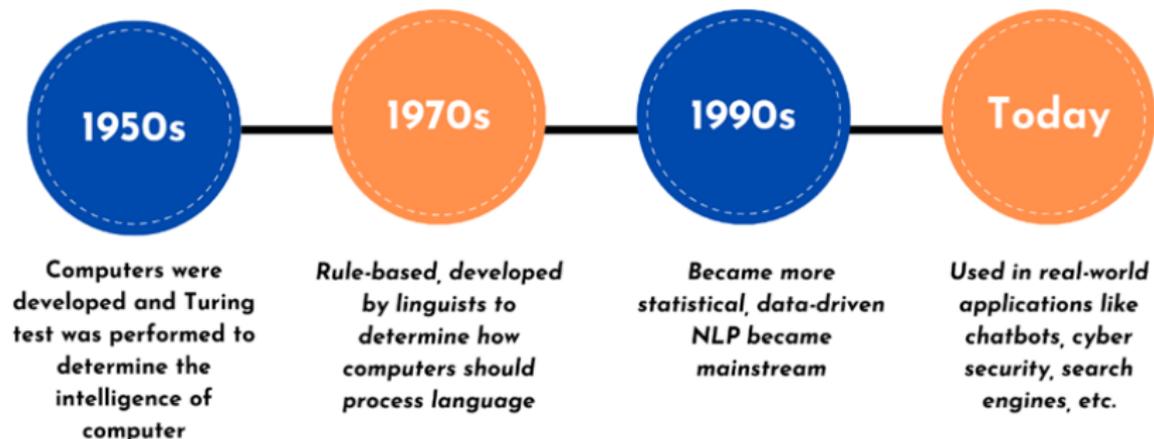
Un esempio analogo è il raggruppamento di volti simili sui nostri smartphones.

Natural Language Processing

Il Natural Language Processing (NLP) è un sotto-campo dell'**intelligenza artificiale**, dell'**informatica** e della **linguistica** che si riferisce all'elaborazione computazionale automatica delle lingue umane: include sia algoritmi che prendono come input testi prodotti dall'uomo, sia algoritmi che producono testi dall'aspetto naturale come output.



Storia dell'NLP



SAXON

Rappresentazione Numerica delle Parole: Dictionary-Based

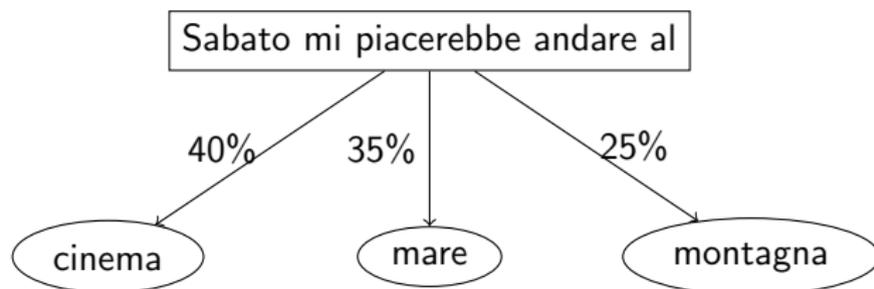
Si pensi ad un dizionario, come può essere quello della lingua italiana. Ad ogni parola può essere associato un numero che rappresenta la sua posizione in un dizionario:

Numero	Parola
1	Amore
2	Sole
3	Mare
4	Luce
5	Vita
6	Viaggio
7	Sorriso
8	Forza
9	Pace
10	Libertà

Table: Esempio di dizionario semplificato

GPT: Generative Pretrained Transformer

GPT è un **modello di linguaggio** potente e avanzato basato su reti neurali in grado di predire con grande precisione la parola successiva più probabile in una sequenza di parole dato il contesto.

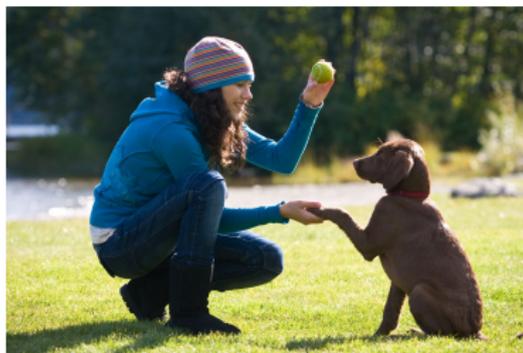


Ripetendo questo procedimento si può **generare un testo** di una lunghezza desiderata a partire da una certa frase.

Evoluzione di GPT: Uso del Reinforcement Learning

Fino a un anno fa, i testi lunghi generati da GPT tendevano a essere poco coerenti. La svolta è stata l'utilizzo di una tecnica nota come **reinforcement learning**.

L'apprendimento per rinforzo **si ispira alla psicologia** e funziona in modo simile all'addestramento di un animale: **GPT riceve un 'premio'** quando genera una sequenza di testo che risulta coerente e gradita agli esseri umani.



ChatGPT: il Protagonista

ChatGPT, sviluppato da OpenAI, è al culmine di questo processo di sviluppo e si presenta come un agente intelligente con cui è possibile dialogare in un modo che è pertinente e coerente. E' anche in grado di ricevere in input immagini per poi commentarle.

ChatGPT è capace di rispondere a domande, creare contenuti e interagire in un contesto significativo, costituendo **un primo passo verso l'intelligenza artificiale forte**.



Intelligenza Artificiale Generativa

ChatGPT è un esempio di **Intelligenza Artificiale Generativa**, ovvero quella branca dell'IA che si concentra sulla creazione di nuovi contenuti.

Gli esempi di IA generativa sono onnipresenti nel nostro mondo digitale di oggi. Oltre alla generazione di testo, essa viene utilizzata per creare nuove **immagini**, generare **musica** e persino per la creazione di nuove **strutture molecolari** per la ricerca farmaceutica.



AI's Application in Vision: Image Generation

Image generation (synthesis) is the task of generating new images from an existing dataset. Usually, this task is performed using **Generative Adversarial Network (GAN)**.



Generare Immagini con DALL·E 2



an espresso machine that makes coffee from human souls, artstation



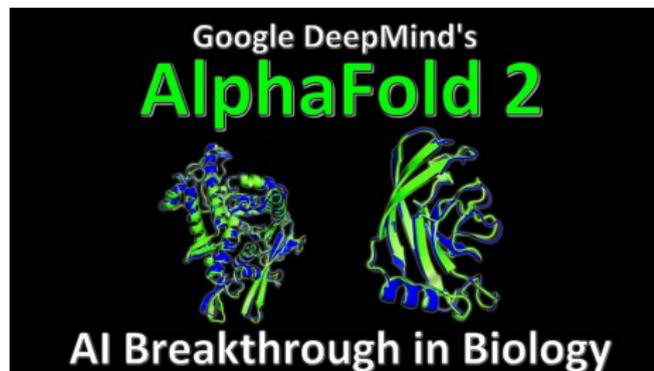
panda mad scientist mixing sparkling chemicals, artstation



a corgi's head depicted as an explosion of a nebula

(Generative) AI in Biologia: AlphaFold

AlphaFold, sviluppato da Google DeepMind, può prevedere con precisione modelli 3D di strutture proteiche e ha il potenziale per accelerare la ricerca in ogni campo della biologia



Attenzione ai Deep Fake



Attenzione ai Deep Fake



Un falso rapporto di un'esplosione al Pentagono, accompagnato da un'immagine generata dall'IA, si è diffuso su Twitter il 22 Maggio 2023, provocando un breve calo nel mercato azionario.

L'Intelligenza Artificiale ha dei pregiudizi?

Il **pregiudizio nell'apprendimento automatico**, chiamato anche a volte pregiudizio algoritmico, è un fenomeno che si verifica quando un algoritmo produce risultati che sono sistematicamente prevenuti a causa di ipotesi errate nel processo di apprendimento automatico oppure a causa della presenza di un pregiudizio sistematico nei dati di addestramento.



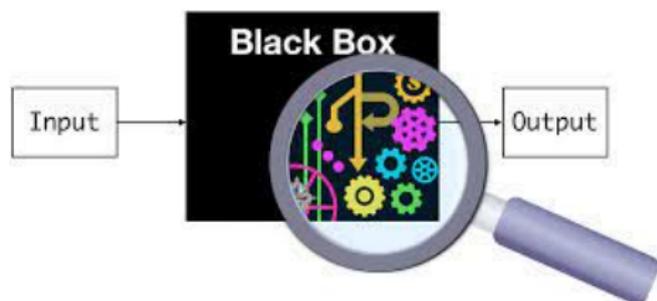
Grazie per l'attenzione!



Domande, commenti e consigli sono ben accetti!

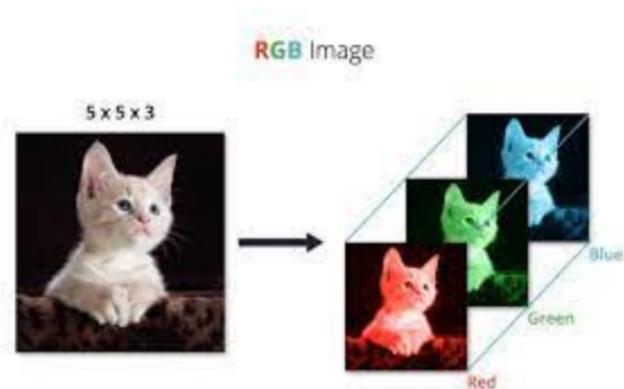
Reti Neurali

Le reti neurali sono una classe di funzioni nonlineari che mappano un vettore di input $\mathbf{x} \in \mathbb{R}^d$ in un numero reale $y = h(\mathbf{x})$. Possono approssimare ogni funzione continua e perciò vengono dette **approssimatori universali**.

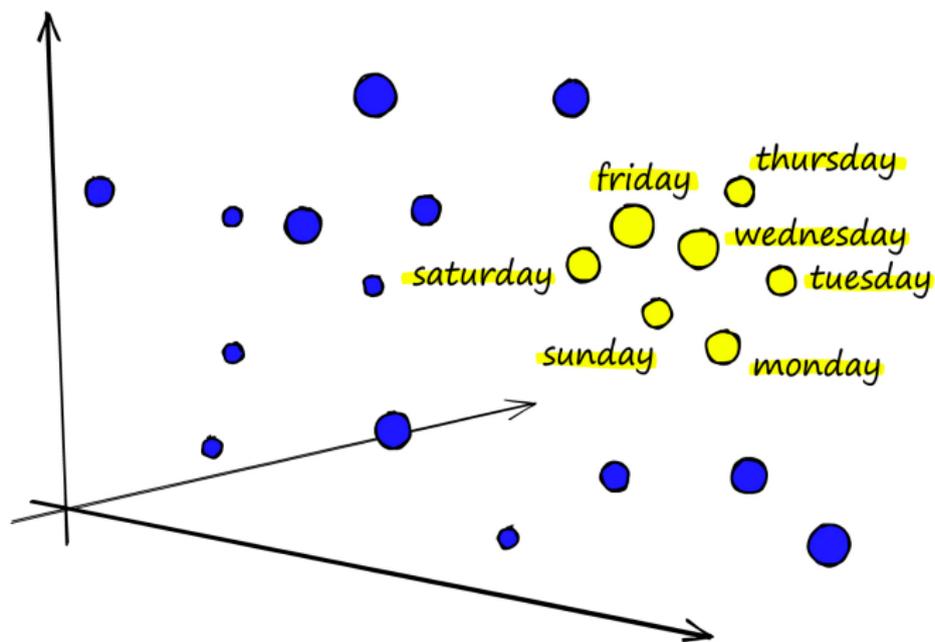


Pixel in un'Immagine a Colori

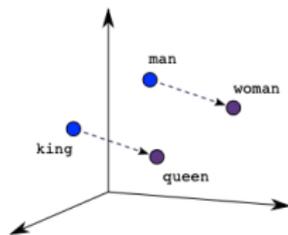
- Un'immagine è composta da piccole unità chiamate **pixel**.
- Ogni pixel ha una **posizione** (x, y) nell'immagine.
- Per immagini a colori (come le immagini RGB), ogni pixel ha tre canali di colore: **Rosso**, **Verde** e **Blu**.
- Ogni canale ha un valore, tipicamente compreso tra 0 e 255, che indica la sua intensità.



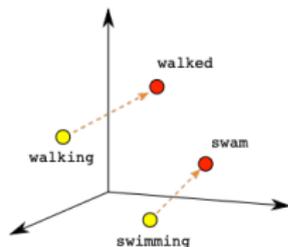
Rappresentazione Numerica delle Parole: Semantic-Based



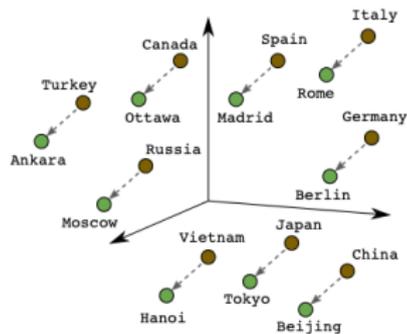
Rappresentazione Numerica delle Parole: Semantic-Based



Male-Female



Verb Tense

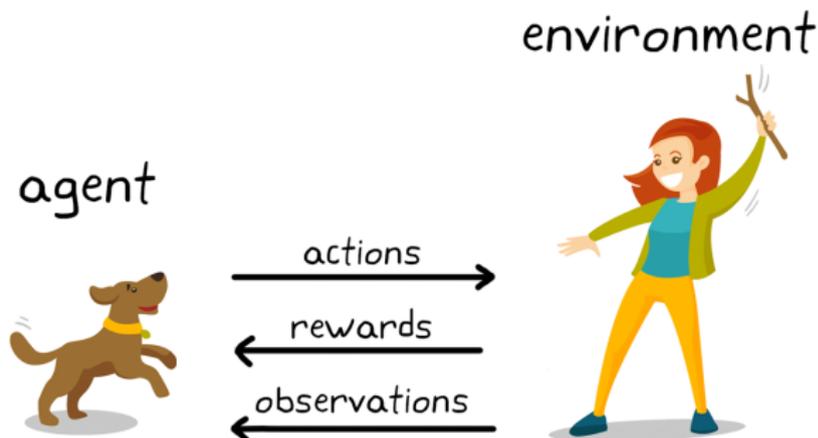


Country-Capital

Reinforcement Learning: Imparare Comportamenti Ottimi

I cervelli biologici sono predisposti a interpretare segnali come il dolore e la fame come rinforzi negativi, e interpretano piacere e assunzione di cibo come rinforzi positivi.

Con l'esperienza, gli animali possono imparare ad **adottare comportamenti che ottimizzano queste ricompense.**



Applicazione dell'IA in Robotica: Apprendimento per Rinforzo

Nella robotica, l'obiettivo finale dell'**apprendimento per rinforzo** è di dotare i robot della capacità di apprendere, migliorare, adattarsi e riprodurre compiti con vincoli in continuo cambiamento basandosi su esplorazione e apprendimento autonomo.

