



SCOUTING  
YOUR NEXT  
TECHNOLOGY

# Dalla Dama alla GenAI: l'evoluzione del Machine Learning

Paolo Gnudi

11/03/2025

# Summary

Introduzione

Periodo pioneristico (1950-1970)

Reti neurali (1980-1990)

Deep learning (2000-2020)

AI Generativa (2020-oggi)

# Introduzione

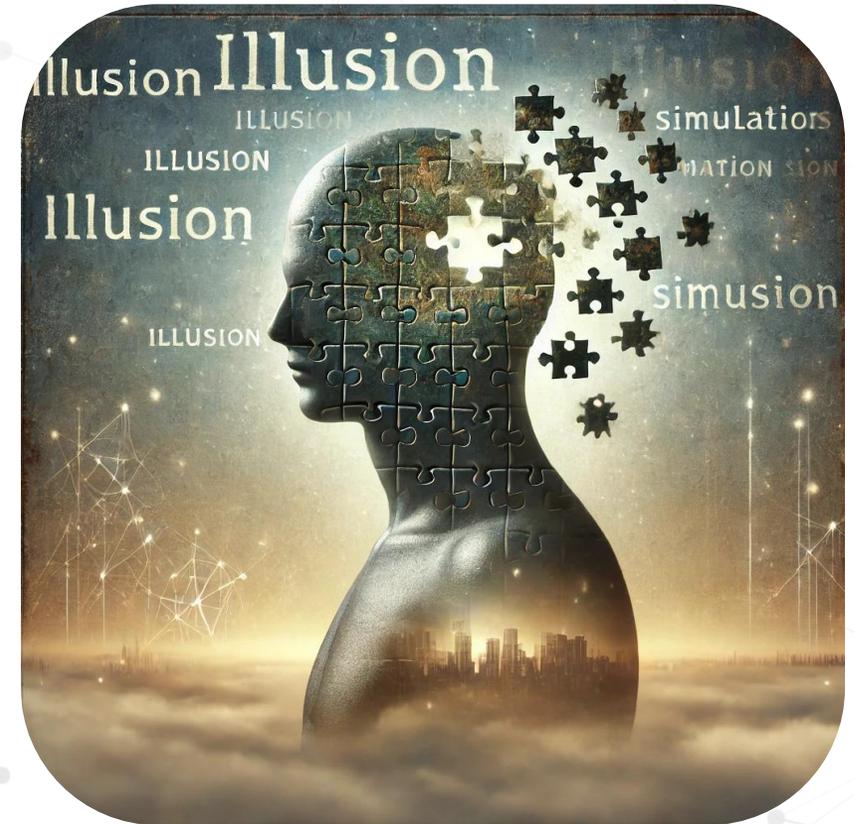
# Introduzione

L'intelligenza artificiale non esiste

L'AI non è veramente **“intelligente”**: non comprende, non ragiona, non ha coscienza.

E' come uno **specchio**: riflette ciò che ha imparato, ma non sa cosa sta facendo.

**Non può generare concetti nuovi**, ma «collegare i puntini» in maniera più efficiente.

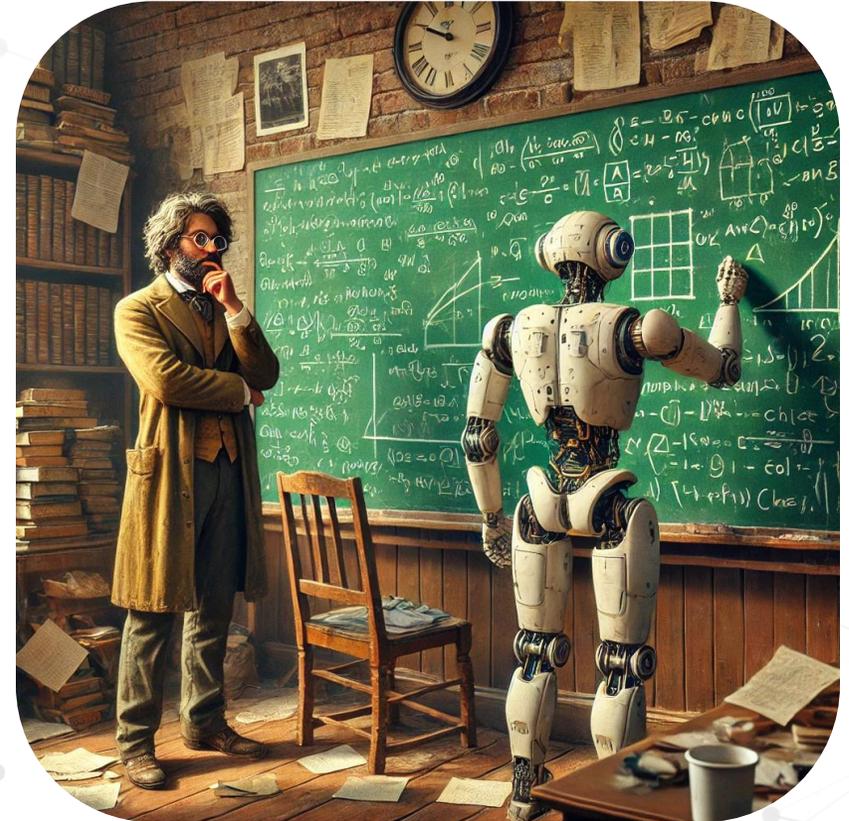


# Introduzione

## Affidare un compito ad una macchina

Affidare un compito (task) ad una macchina, significa sostanzialmente «**sbolognare**» il problema.

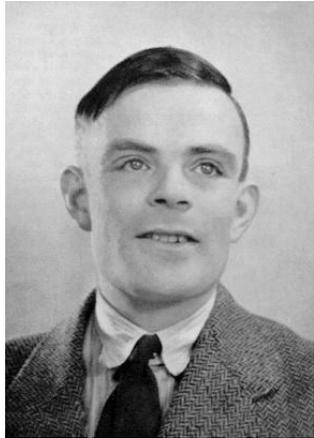
Quando non si riesce a formalizzare un modello matematico esatto, speriamo che una macchina «**veda**» ciò che a noi sfugge.



# Periodo pioneristico (1950 -1970)

# Periodo pioneristico

## Alan Turing



«E se solo una macchina potesse **battere** una macchina?»

Alan Turing (1912-1954)

Il 14 Gennaio 1940, la **macchina** «**Bombe**» decifra il codice criptato nazista **Enigma**.



# Periodo pioneristico

## Alan Turing



La prima macchina Enigma verrà ottenuta dopo l'abbordaggio del sottomarino U-110.

Il 14 Gennaio 1940, la **macchina** «**Bombe**» decifra il codice criptato nazista **Enigma**.



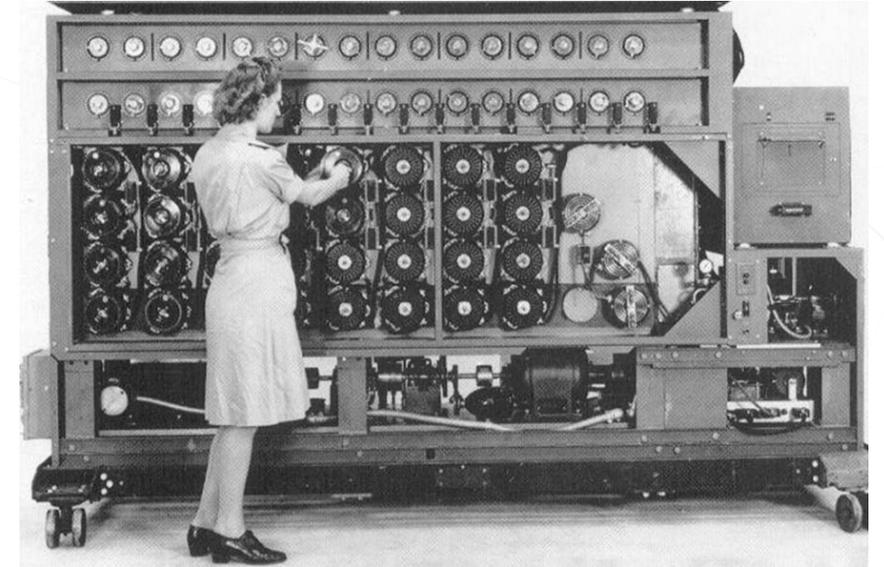
# Periodo pioneristico

## Alan Turing

**Problema:** Enigma aveva circa  $1,5 \cdot 10^{20}$  possibili impostazioni [1 al secondo -> 4,76 trilioni di anni]

**Soluzione:** Una macchina che «impara»

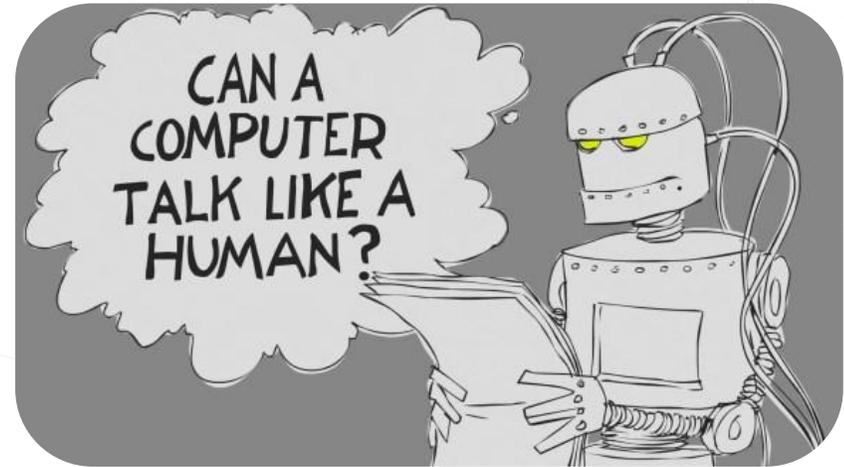
- **Escludeva** configurazioni impossibili
- **Raffinava** continuamente le ipotesi
- **Restituiva solo le impostazioni più probabili** per un controllo manuale



# Periodo pioneristico

## Alan Turing

Turing teorizzò nel 1950 il concetto di «**macchine che imparano**» ed iniziò ad interrogarsi sul concetto di **intelligenza artificiale\***.



**Test di Turing:** una macchina può imitare l'intelligenza umana?

- Un giudice chatta con un umano e una macchina
- Il giudice decide chi è umano
- La macchina vince se il giudice non la distingue dall'umano.

# Periodo pioneristico

## Arthur Samuel



Tra il '52 e il '59, Samuel sviluppò uno dei primi sistemi capaci di **apprendere dai dati**, progettato per giocare a dama **contro avversari umani o sé stesso**.

Venne coniato il termine **Machine Learning**, per descrivere la capacità delle macchine di **apprendere senza essere programmate esplicitamente**.

# Periodo pioneristico

## Arthur Samuel

Per la prima volta venne definita una **funzione di apprendimento:**

- Stimava l'errore commesso nel calcolare la prossima mossa
- Giocando contro sé stesso, il programma **generava dati autonomamente**
- Mentre giocava, la funzione di apprendimento si **aggiornava in tempo reale** per massimizzare le probabilità di vittoria



**Loss Function**  
**Reinforcement Learning**  
**Self-Play**  
**Gradient Descent**

# Periodo pioneristico

## Frank Rosenblatt



Nel 1958 Rosenblatt sviluppò il **Perceptron**, il **primo neurone artificiale** ispirato ai neuroni biologici.

Cercò di creare un modello computazionale che **simulasse** il processo decisionale del cervello umano.

Il modello era capace di **apprendere e classificare dati**, ed aprì la strada al moderno Machine Learning, ponendo le fondamenta di tutti gli sviluppi odierni.

# Periodo pioneristico

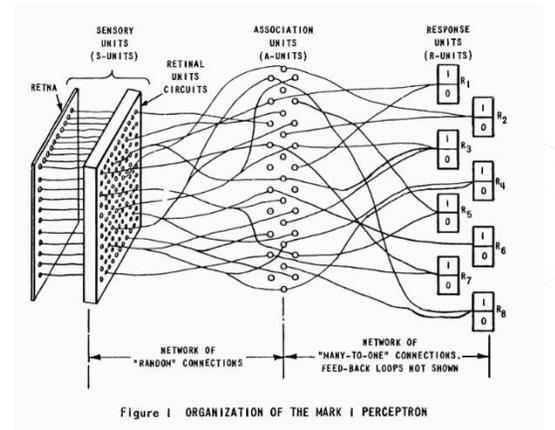
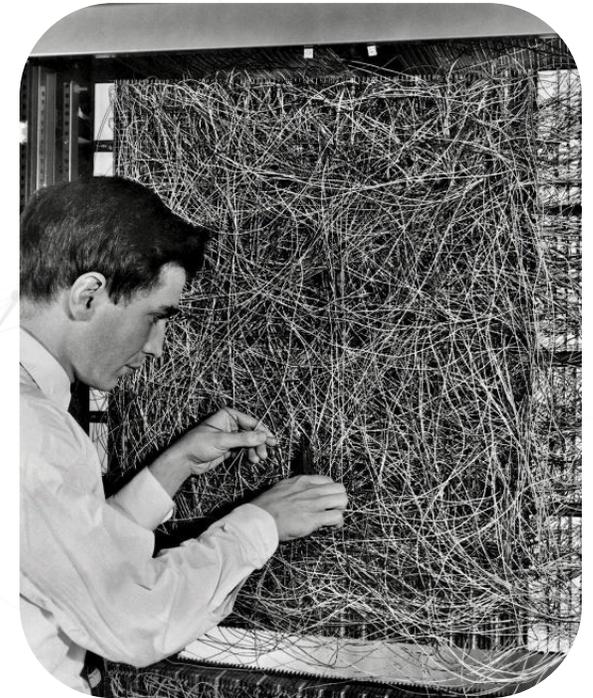
## Frank Rosenblatt - Perceptron

Il problema maggiore di questi modelli teorici, era che spesso **non veniva costruito** un hardware ad hoc per il loro funzionamento.

Rosenblatt costruì una macchina chiamata **Mark I Perceptron** per sperimentare fisicamente il modello.

Questo rappresentò uno dei primi successi nell'unione di teoria e hardware per l'AI.

Questo tipo di architettura, in cui più percettori sono interconnessi, oggi viene chiamata **struttura densa o fully connected**.



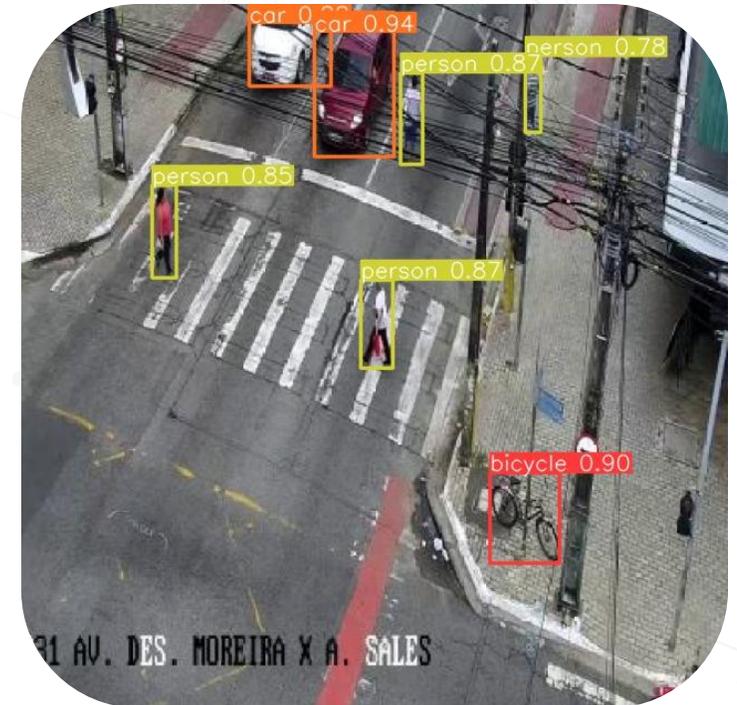
# Periodo pioneristico

## Frank Rosenblatt - Limiti del Perceptron

I limiti del Perceptron derivano dalla sua **architettura semplice** e dalla **natura lineare del suo processo decisionale**.

Dati complessi, come:

- Elaborazione di immagini «rumorose»
- Classificazione di oggetti complessi
- Riconoscimento di pattern temporali



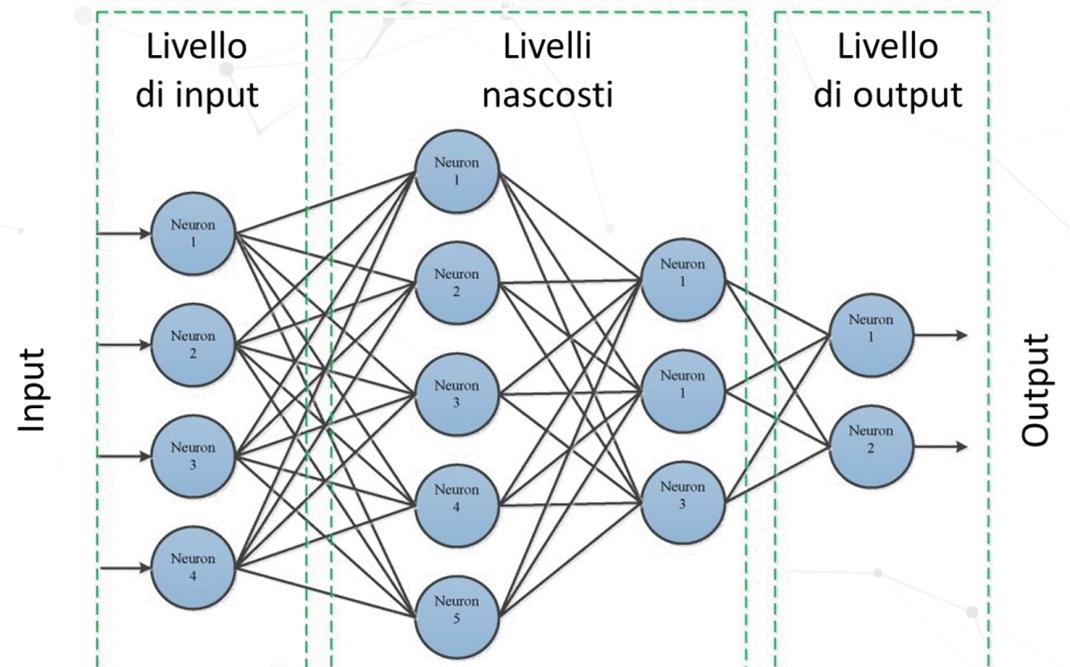
**Richiedono processi di apprendimento non lineari.**

# Periodo pioneristico

## Frank Rosenblatt - Limiti del Perceptron

La non linearità poteva essere introdotta **aggiungendo «livelli»** concatenati di neuroni, rendendo più **complesso** il cervello artificiale.

Purtroppo **non si disponeva di un modello matematico efficace** per i livelli nascosti.



Queste reti più complicate **non riuscivano a venire addestrate**

# Periodo pioneristico

## Inverno dell'intelligenza artificiale

Le limitazioni del Percettore nell'elaborare dati complessi fecero **perdere di slancio la ricerca.**

Le limitazioni teoriche e tecnologiche **sembravano insuperabili.**



Nei primissimi anni '60 inizia quello che è conosciuto come «Inverno dell'intelligenza artificiale»

# Periodo pioneristico

## Inverno dell'intelligenza artificiale



Pochi anni prima, nel 1954, Achille Compagnoni e Licio Lacedelli raggiungono la vetta del K2 nella spedizione guidata da Ardito Desio che vide la partecipazione del giovane Walter Bonatti.



Nei primissimi anni '60 inizia quello che è conosciuto come «Inverno dell'intelligenza artificiale»

# Reti neurali (1980-1990)

# Reti neurali

## Retropropagazione



David Rumelhart



Geoffrey Hinton



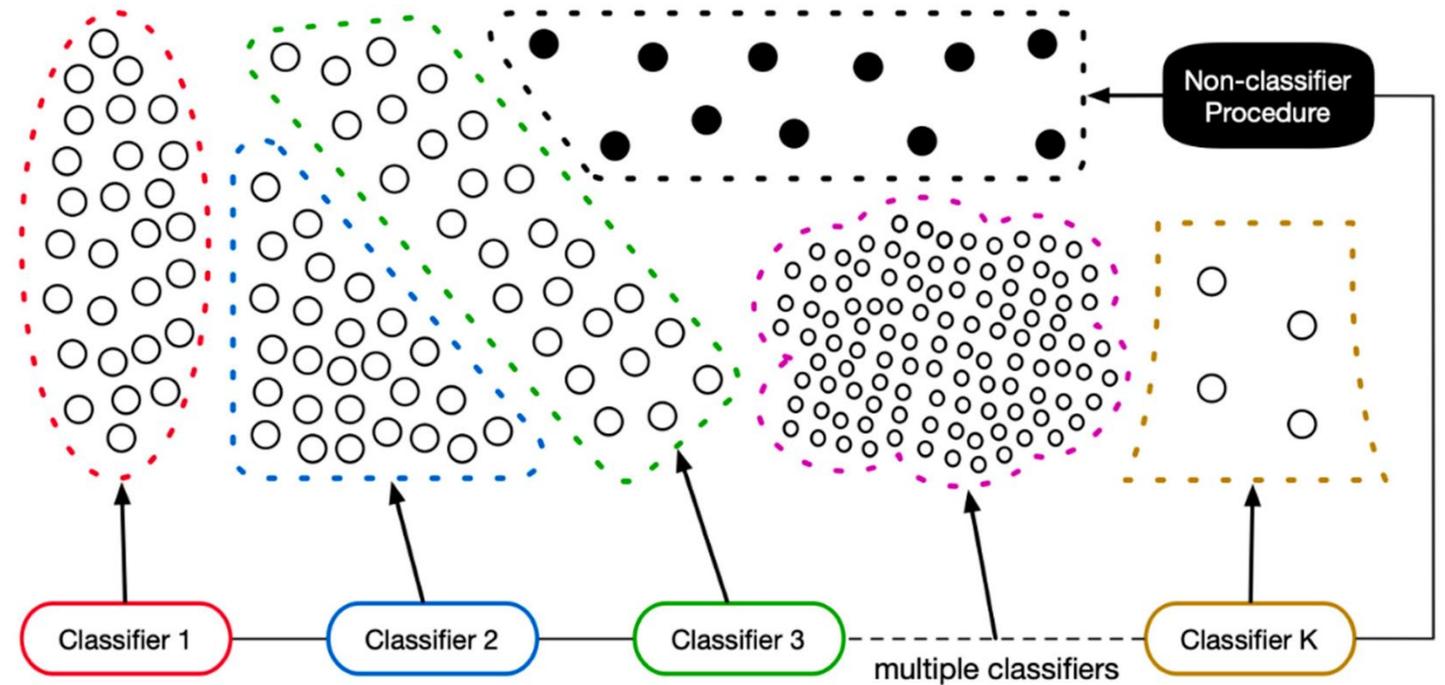
Ronald Williams

Nel 1986, David Rumelhart, Geoffrey Hinton e Ronald Williams pubblicarono un **rivoluzionario articolo\***, introducendo **l'algoritmo di retropropagazione**. Questo metodo rese possibile l'addestramento efficace di **reti neurali multilivello**, superando i limiti del Perceptron.

# Reti neurali

## Retropropagazione

Finalmente si potevano addestrare reti neurali multistrato in grado di **cogliere relazioni non lineari** tra i dati ed **eseguire compiti più complessi** in maniera efficiente.



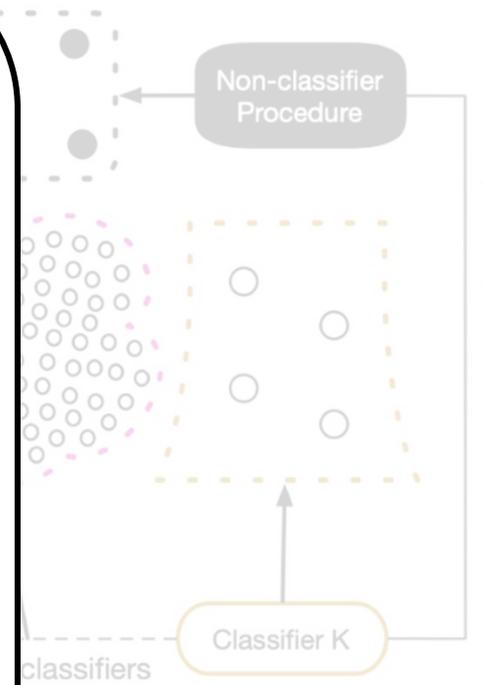
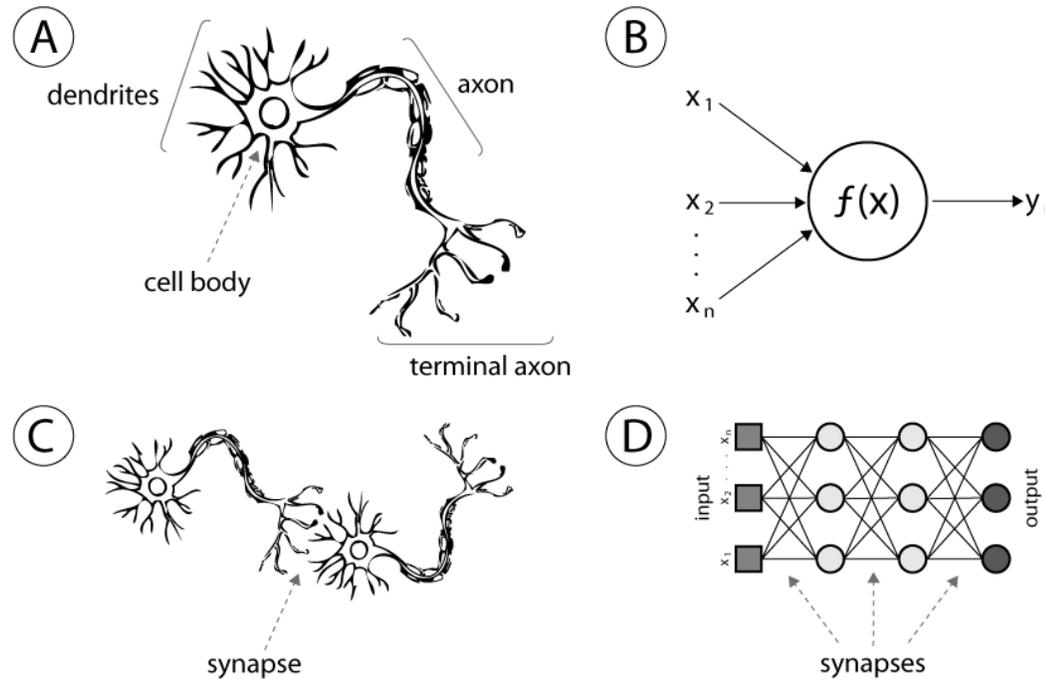
# Reti neurali

## Retropropagazione

Finalmente si  
addestrare re  
multistrato in  
cogliere rela  
lineari  
eseguire con  
complessi in  
efficiente.



### Nacquero i primi cervelli artificiali complessi



# Reti neurali

## Retropropagazione

Durante gli anni '90 si svilupparono le prime applicazioni pratiche di **riconoscimento di pattern e segnali**:

- **Riconoscimento di caratteri** manoscritti (OCR)
- **Riconoscimento vocale** (trascrizione di parole parlate in testo)
- **Classificazione di immagini** (distinzione di forme e oggetti)
- **Gioco degli scacchi**
- **Tentativi di supporto decisionale** (traffico aereo)

# Reti neurali

## Retropropagazione

Duran  
di rico



• Clas

• Gioc

• Tenta

### Riconoscimento di caratteri manoscritti

**Prodotto:** Handwriting Recognition System (1993)

**Azienda:** Bell Labs - USA

**Uso:** riconoscere indirizzi postali e gestione automatizzata della posta.

### Riconoscimento vocale

**Prodotto:** Dragon NaturallySpeaking (1997)

**Azienda:** Dragon Systems - USA

**Uso:** trascrizione vocale in tempo reale.

### Classificazione di immagini

**Prodotto:** Face++ (2012)

**Azienda:** Megvii Technology - CN

**Uso:** riconoscimento facciale come servizio commerciale. Ad oggi è uno dei sistemi più avanzati a livello globale.

### Gioco degli scacchi

**Prodotto:** Deep Blue (1997)

**Azienda:** IBM - USA

**Uso:** sconfisse il campione del mondo Garry Kasparov, segnando una pietra miliare nell'intelligenza artificiale.



# Deep learning (2000-2020)

# Deep learning

## Nascita



Nel **2006**, Geoffrey Hinton pubblica un **secondo paper rivoluzionario\***, segnando de facto la **nascita del deep learning**.

Hinton e il suo team trovarono una soluzione elegante per **aggirare il problema** dell'addestramento delle reti profonde.

La loro idea si basava su un principio chiave:

**Pre-addestramento** Greedy Layer-Wise (saggio strato avido)

# Deep learning

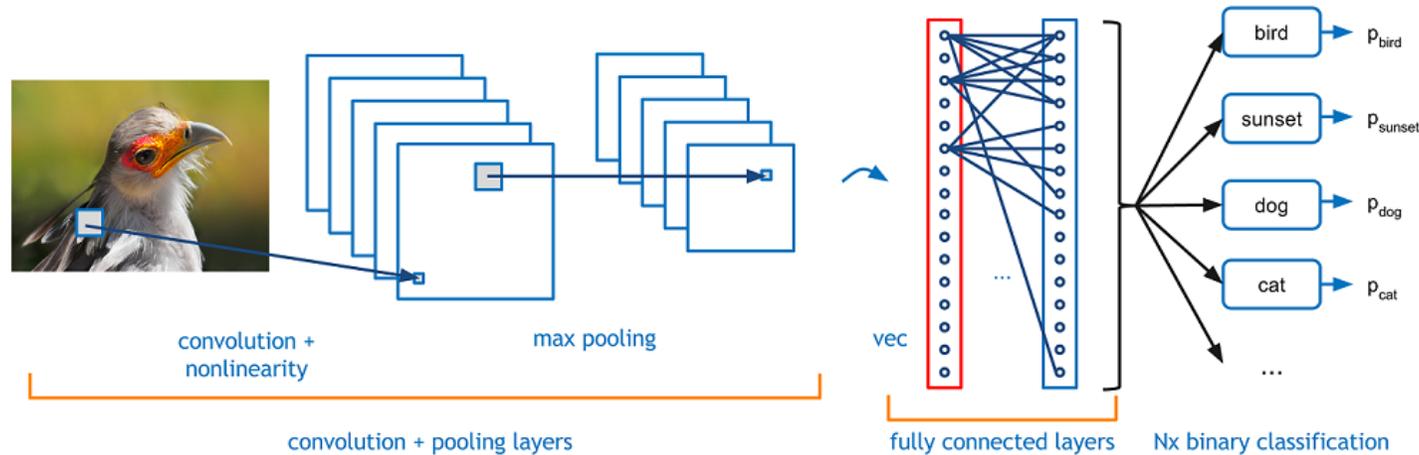
## Pre-addestramento

Invece di addestrare l'intera rete in un colpo solo, Hinton propose di **addestrarla strato per strato**:

- La rete viene **costruita uno strato alla volta**, partendo dagli strati più vicini all'input.
- Una volta che il primo strato è stato addestrato, il suo output viene **usato come input per il successivo**.
- Dopo aver pre-addestrato tutti i layer, **la rete viene fine-tunata con backpropagation**.

# Deep learning

## Reti Neurali Convoluzionali (CNN)

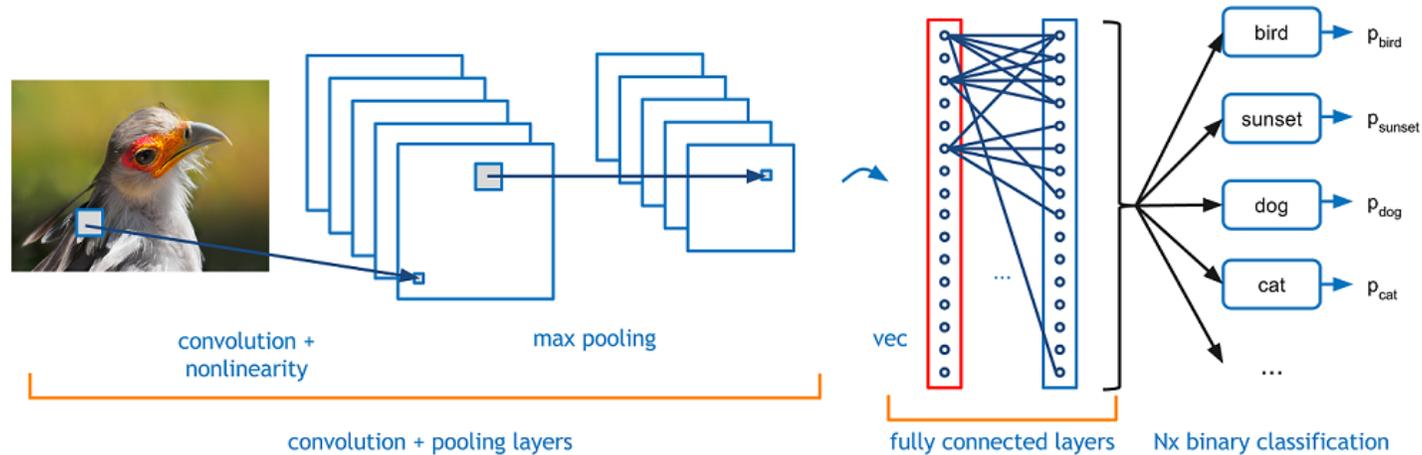


Nel **2010** viene sviluppata la prima **Rete Neurale Convoluzionale**:

- L'input non viene **analizzato a blocchi**
- Viene formalizzata la **riduzione/aumento di dimensionalità**
- Vengono introdotte le **mappe**

# Deep learning

## Reti Neurali Convoluzionali (CNN)



Nel 1999 NVIDIA lancia la prima GPU (Graphical Processin Unit), la GeForce 256 per l'elaborazione grafica avanzata nei videogiochi.

Nel 2006 NVIDIA introduce CUDA (Compute Unified Device Architecture), modulo che permette di usare le GPU per calcoli generici, accelerando le reti neurali.

# Deep learning

## Generative Adversarial Networks (GAN)



Nel **2014** Ian Goodfellow introduce le **Generative Adversarial Networks (GAN)**, un'architettura in cui due reti neurali (generatore e discriminatore) competono tra loro.

- Le GAN **pongono le basi** per la futura Intelligenza Artificiale Generativa (GenAI).
- Si aprono nuove possibilità per la **generazione di immagini, video e dati sintetici.**

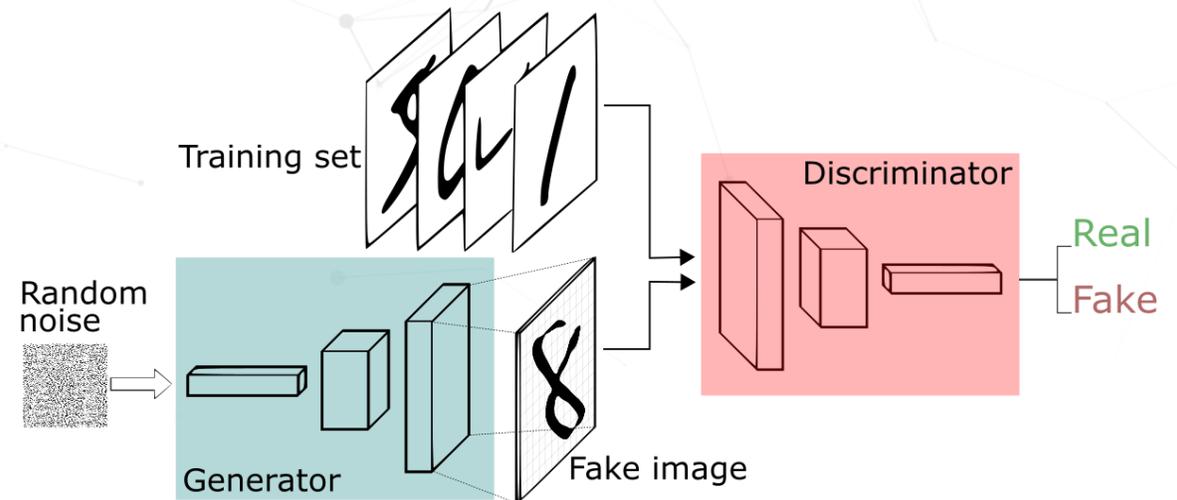
# Deep learning

## Generative Adversarial Networks (GAN)

Le GAN sono addestrate facendole giocare ad un **infinito Test di Turing**.

Il Generatore deve «**ingannare**» il Discriminatore che cerca dati sintetici in mezzo a dati reali.

Durante l'addestramento tutti e due i modelli **diventano più «furbi»**.



# Deep learning

## TensorFlow

Nel 2015 Google Brain rilascia **TensorFlow**, una libreria **open-source** per il Machine Learning.

- Creare e addestrare reti complesse con **facilità**.
- **Chiunque** abbia 200 euro per una GPU si mette a fare ML.

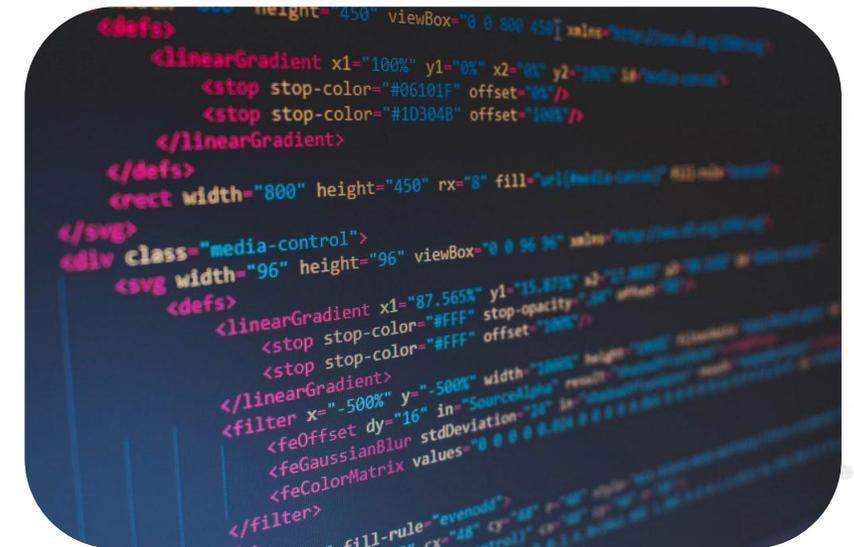
Democratizzazione del ML, inizia un periodo di fortissimo sviluppo



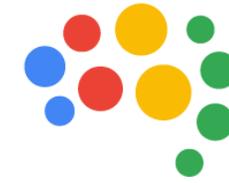
Google Brain



TensorFlow



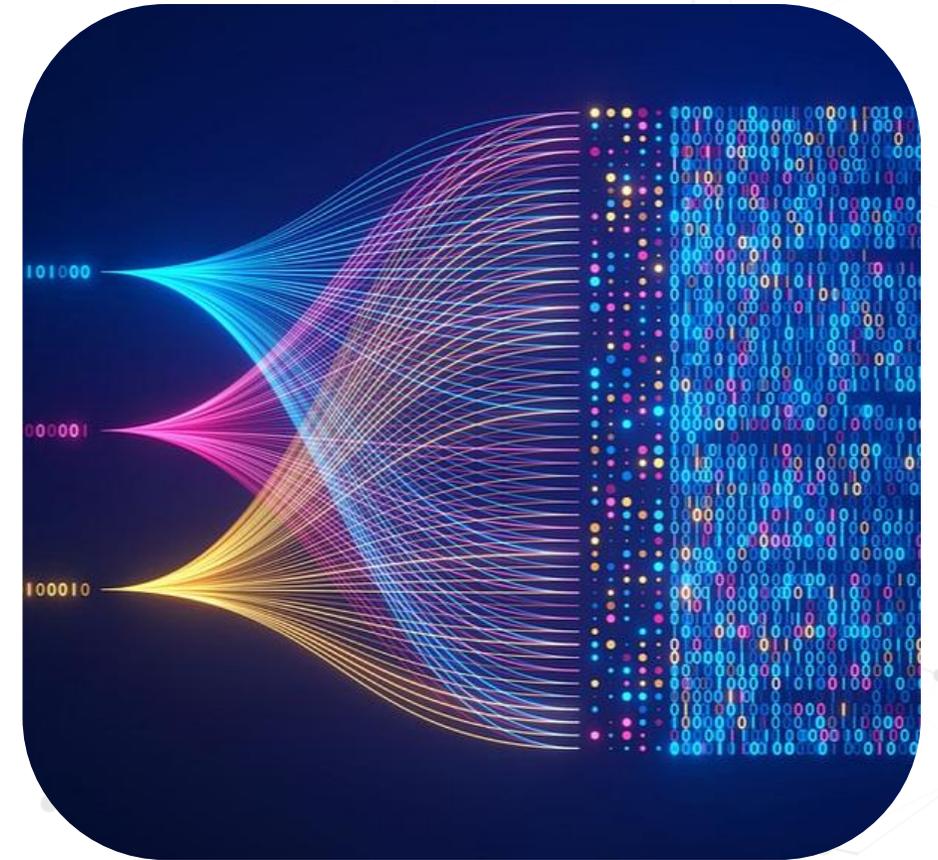
# Deep learning Transformers



Google Brain

Nel **2017** un team di ricercatori di Google Brain pubblica un **articolo\*** che introduce un'architettura innovativa per **l'elaborazione del linguaggio naturale: l'Attenzione.**

Funziona come una "torcia" intelligente che **illumina le parole più importanti** in una frase mentre il modello cerca di capirne il significato.

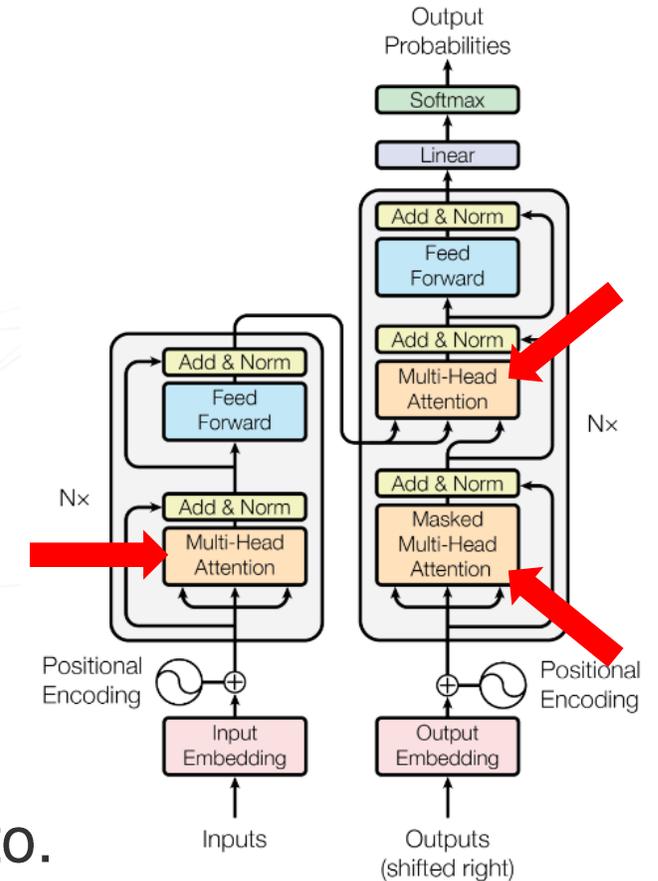


SCOUTING  
YOUR NEXT  
TECHNOLOGY

# Deep learning Transformers

Tramite i transformers nasce il concetto di «**contesto**» e nascono le «**teste**» dei GPT.

- Ogni testa si specializza nel cercare un **dettaglio diverso** (soggetto, azione, oggetto...).
- Le informazioni di tutte le teste vengono **unite**.
- Per ogni parola generata viene **calcolata la probabilità** che sia quella corretta in base al contesto.



Non hanno idea di quello che stanno generando

# Deep learning

## Importanza del contesto

Frase 1: «Sono salita in cima alla torre una sola **volta**»

Frase 2: «L'architetto ha progettato una bellissima **volta**»

Frase 3: «Mi presti una **penna** per scrivere?»

Frase 4: «L'aquila ha perso una **penna** durante il volo»

# Deep learning

## Importanza del contesto

Frase 1: «Sono **salita in cima** alla torre una sola **volta**»

Frase 2: «**L'architetto** ha **progettato** una bellissima **volta**»

Frase 3: «Mi presti una **penna** per **scrivere**?»

Frase 4: «**L'aquila** ha perso una **penna** durante il volo»

# AI Generativa (2020-oggi)

# AI Generativa

## Chat GPT

Nel **2020** OpenAI lancia **GPT-3**, primo modello **Transformer su larga scala** reso disponibile commercialmente.

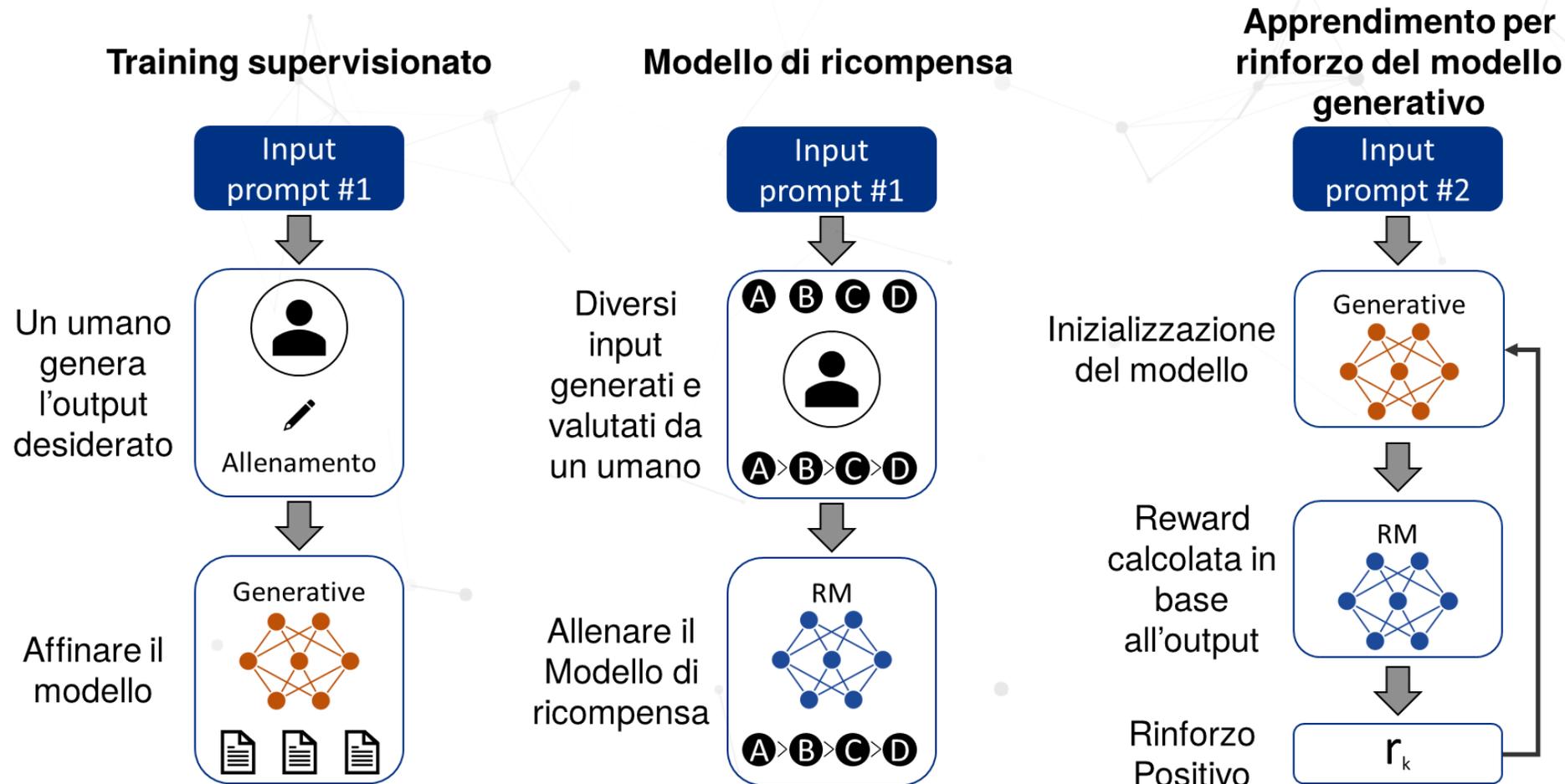
A differenza dei suoi predecessori, offre ben **175 miliardi di parametri**.

Nasce l'intelligenza artificiale generativa come la intendiamo oggi.



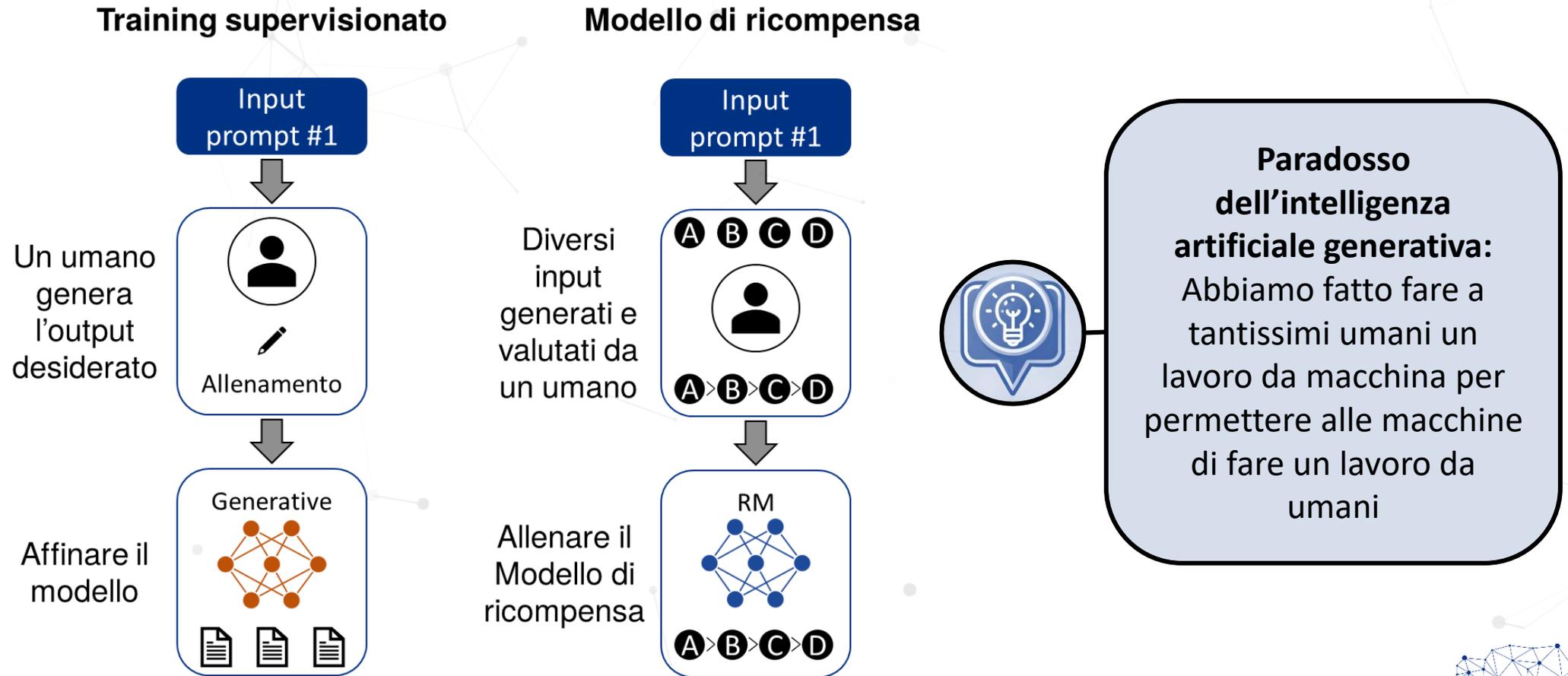
# AI Generativa

## Rinforzo positivo



# AI Generativa

## Rinforzo positivo

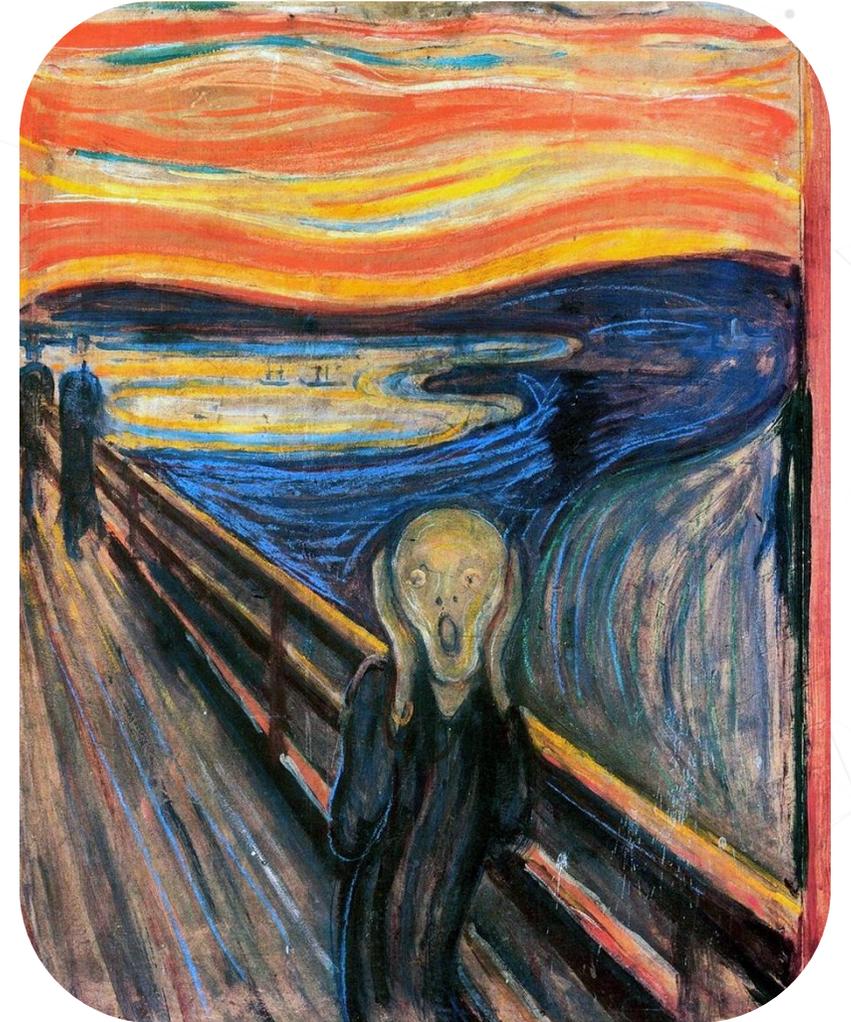


# AI Generativa

## Rinforzo positivo e allucinazioni

I modelli fino al GPT-4 erano addestrati per dare risposte **«umane»**:

- **Risposte convincenti**, anche false, ricevevano rinforzi positivi.
- Risposte premiate venivano replicate, **anche con errori**.
- Tra "Non lo so" e una risposta falsa, **sceglievano spesso la seconda**.



# AI Generativa

## Database - Fondamento della conoscenza del ML

- I modelli imparano dai dati su cui sono addestrati
- La **qualità dei dati** determina l'accuratezza delle risposte
- Database con bias produrranno modelli con bias.



**I modelli non «pensano», ma riflettono i dati di addestramento**

# AI Generativa

## Database – Tay, quando gli umani non aiutano

- Nel **2016** Microsoft lancia su Twitter il chatbot Tay, perché **apprendesse dagli utenti**.
- **Chiunque** poteva conversare con Tay.
- In **meno di 24 ore** è diventato antisemita, misogino e ha **inneggiato a Hitler**.
- Dopo 48 ore, **il progetto venne chiuso** per i rischi ad esso collegati.



# AI Generativa

## Quando esiste una testa



**Santa Maria  
del Fiore**



**San Pietro**



# AI Generativa

## Quando una testa non esiste



**San  
Petronio**



**San  
Mercuriale**



# AI Generativa

## General purpose

Un modello general purpose è progettato per **rispondere e svolgere molteplici richieste, senza uno scopo specifico.**

Esempio pratico: chat bots  
(ChatGPT, Claude, Mistral, ...) rispondono a domande su vari argomenti, programmano, e scrivono testi.



# AI Generativa

## Specific agents

Un agente è costruito o addestrato per svolgere un **compito ben preciso.**

Ha un training specifico su un dataset **molto rappresentativo.**

Esempio pratico: modello che gioca solo a scacchi (**AlphaZero**); agente specializzato in **traduzioni o traduzioni specifiche**; Sora.



# AI Generativa

## General purpose vs specific agents

<b>Caratteristica</b>	<b>General Purpose</b>	<b>Agente Aspecifico</b>
<b>Ambito di utilizzo</b>	Ampio, versatile	Ristretto, focalizzato
<b>Livello di specializzazione</b>	Medio-basso	Alto
<b>Efficienza specifica</b>	Moderata	Alta nel suo ambito
<b>Livello di addestramento</b>	Generale, senza fine-tuning	Generalmente fine-tuning su un ristretto dataset
<b>Esempi</b>	ChatGPT, Claude 3.7, Gemini 2.0, Mistral, etc.	Traduzioni brevettuali Interpretazione legale Gestione e-mail RAG (Retrieval-Augmented Generation)

# AI Generativa

## Grandi modelli occidentali

Attualmente i **5 modelli più grandi** del mondo occidentale, sono:



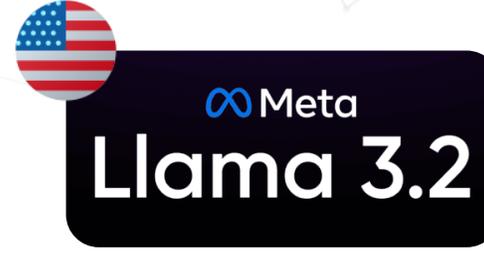
**GPT**  
OpenAI



**Gemini**  
Google



**Claude**  
Anthropic



**Llama**  
Meta



**Mistral**  
Mistral AI

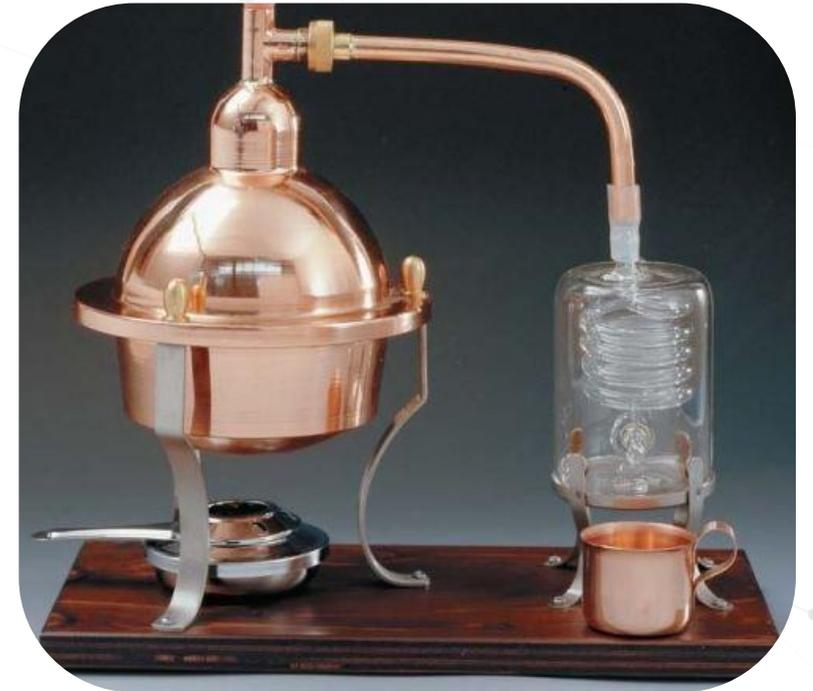
A livello europeo, visti gli ultimi accadimenti politici, **Mistral** sta vivendo una forte fase di sviluppo ed investimenti.

# AI Generativa

## DeepSeek

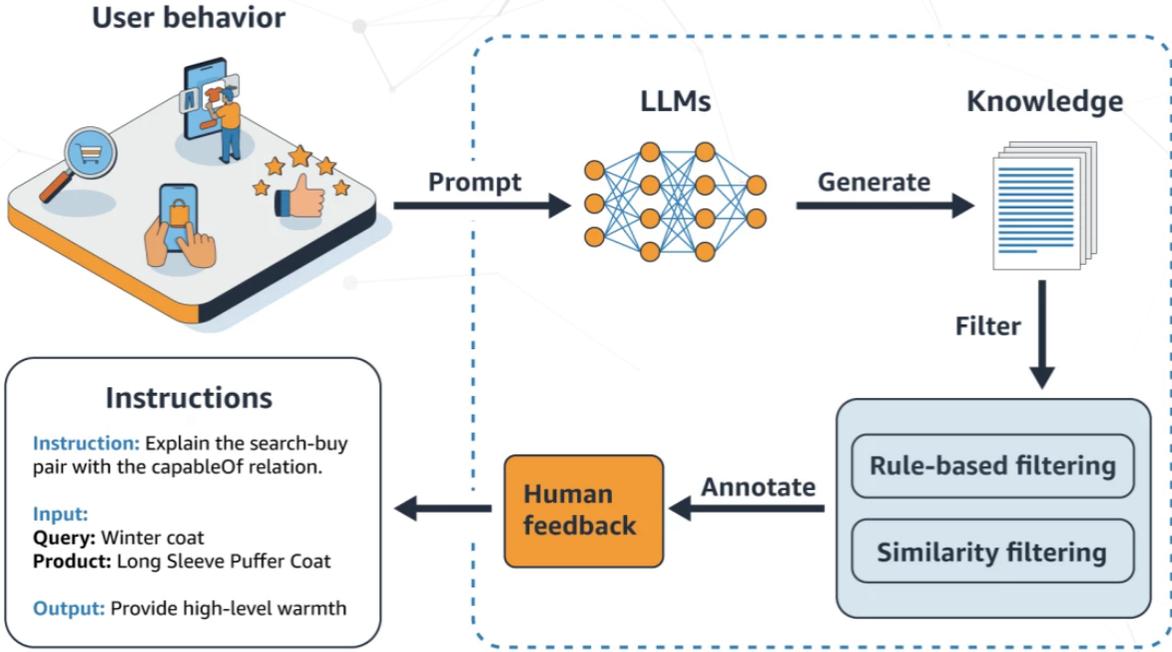
DeepSeek è un modello di AI che utilizza **tecniche di distillazione**, una «**compressione**» di un grande modello (teacher) in uno più piccolo (student).

- Modello **teacher** è addestrato su un ampio dataset.
- Modello **student** apprende a riprodurre le predizioni del teacher con meno risorse.



# AI Generativa Esempio

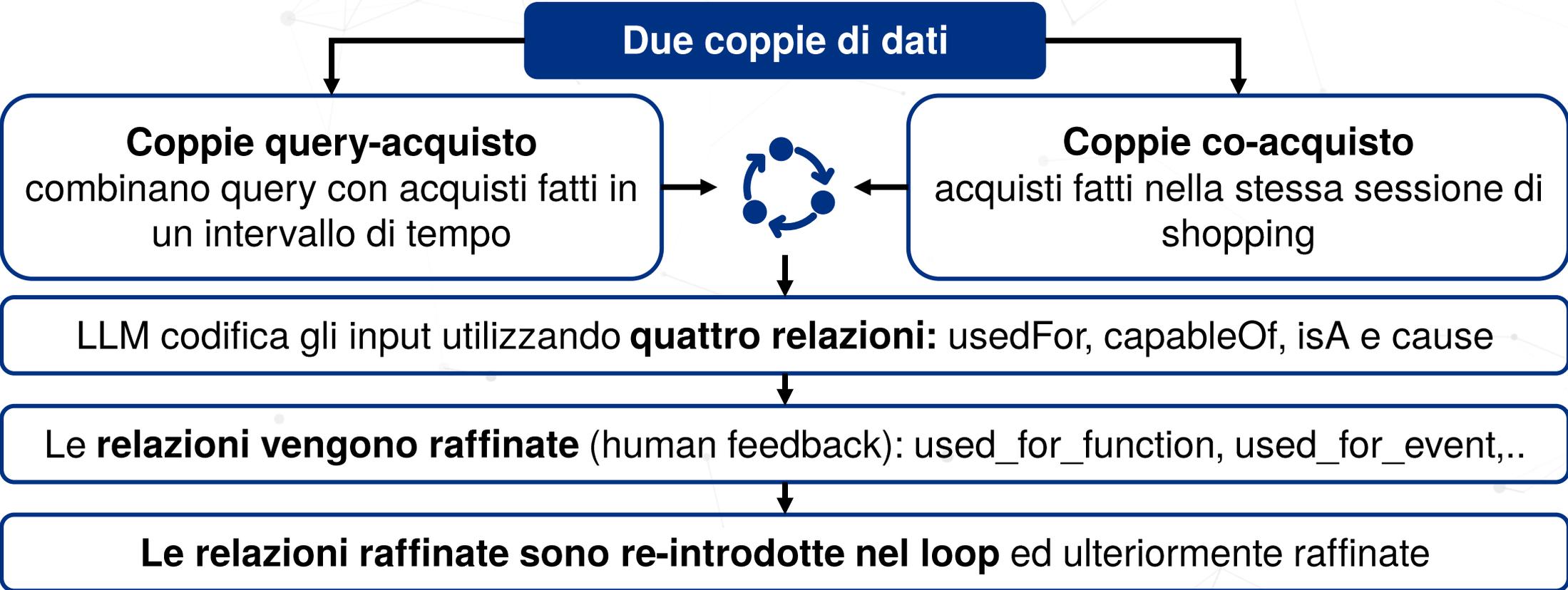
A giugno 2024 Amazon presenta alla conferenza «Management of Data (SIGMOD)» **COSMO**, un framework che utilizza LLMs per **discernere le relazioni di «common sense» implicite nei dati dei clienti.**



# AI Generativa

## Esempio

Addestramento di **COSMO** ha seguito un processo iterativo:



# AI Generativa

## Cattivi usi – DeepFake



# AI Generativa

## Cattivi usi – DeepFake



# AI Generativa

## Cattivi usi – DeepFake



# AI Generativa

## Cattivi usi – DeepFake



# AI Generativa

## L'importanza della query

I modelli rispondono in base alle **istruzioni ricevute:**

- Più il prompt è **preciso**, più la risposta è **utile**.
- L'uomo guida l'AI con la sua creatività e conoscenza.
- Prompt **generico** → Risposta **generica**
- Prompt **dettagliato** → Risposta **specificica e mirata**



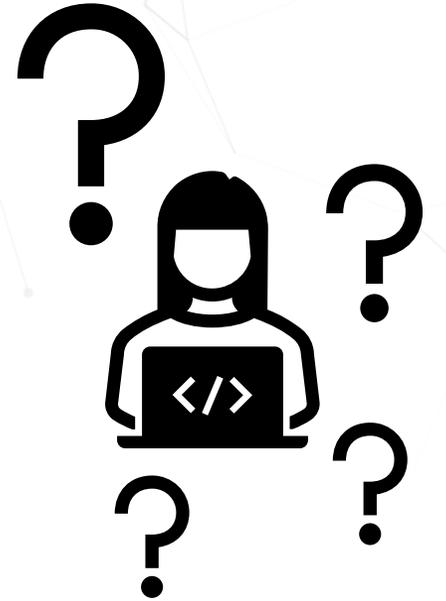
**I modelli non sostituiscono l'uomo, ma ne amplificano le capacità**

# AI Generativa

## L'importanza della query



- Usare efficacemente un modello, significa innanzi tutto chiarire con noi stessi che cosa vogliamo sapere.
- Molto spesso, le risposte confusionarie dei modelli riflettono solo la grande confusione dell'umano che li ha interrogati.



**I modelli non sostituiscono l'uomo, ma ne amplificano le capacità**

# AI Generativa

## AI Act

**Prima legge al mondo** a regolamentare l'uso dell'Intelligenza Artificiale, definendone usi illegali.

### **Vieta:**

- Sorveglianza biometrica di massa in spazi pubblici
- Punteggi sociali
- Riconoscimento delle emozioni in contesti lavorativi e scolastici
- Previsione criminale basata su profili demografici o social



# AI Generativa

## AI Act

Prima legge  
dell'Intelligenza



Tutte queste applicazioni sono attualmente permesse in Cina

so  
illegali.



### Vieta:

- Sorveglianza biometrica di massa in spazi pubblici
- Punteggi sociali
- Riconoscimento delle emozioni in contesti lavorativi e scolastici
- Previsione criminale basata su profili demografici o social



[crit-research.it](http://crit-research.it)