



Introduzione all'Intelligenza Artificiale (AI)



Definizioni (da Enciclopedia Treccani)

Intelligenza

Complesso di facoltà psichiche e mentali che consentono all'uomo di **pensare, comprendere o spiegare i fatti o le azioni, elaborare modelli astratti della realtà**, intendere e farsi intendere dagli altri, giudicare, e lo rendono insieme capace di **adattarsi** a situazioni nuove e di modificare la situazione stessa quando questa presenta ostacoli all'adattamento.

Intelligenza Artificiale

Riproduzione parziale dell'attività intellettuale propria dell'uomo (con particolare riguardo ai processi di **apprendimento, di riconoscimento, di scelta**) realizzata o attraverso **l'elaborazione di modelli ideali**, o, concretamente, con **la messa a punto di macchine che utilizzano per lo più a tale fine elaboratori elettronici**.



L'Intelligenza Artificiale è quella disciplina che studia

- i fondamenti teorici
- le metodologie
- e le tecniche

che permettono di progettare sistemi hardware e sistemi di programmi software

- capaci di **fornire all'elaboratore elettronico delle prestazioni** che, a un osservatore comune, sembrerebbero essere di pertinenza esclusiva dell'intelligenza umana.

[Somalvico 1987].



Intelligenza Artificiale debole ed Intelligenza Artificiale forte.

Intelligenza Artificiale debole: si riferisce a sistemi che sono progettati per risolvere problemi specifici in un settore particolare. Questi sistemi sono in grado di imparare da dati passati e di prendere decisioni in base a questi dati, **ma non hanno una comprensione più ampia del mondo o dell'esperienza umana**. Esempi di AI debole includono chatbot, raccomandazioni di prodotti, analisi dei dati, e così via.

Intelligenza Artificiale forte : si riferisce a sistemi in grado di replicare tutte le funzioni cognitive umane, comprese la comprensione del linguaggio naturale, la percezione visiva, l'apprendimento, il ragionamento e la creatività. Un sistema di AI forte sarebbe in grado di risolvere qualsiasi problema che un essere umano potrebbe risolvere. Tuttavia, un tale sistema non esiste ancora ed è stato oggetto di dibattito filosofico.



Intelligenza Artificiale (è una disciplina molto vasta che copre diverse tematiche)

Ricerca per tentativi ed errori, euristica, calcolo evolutivo

Conoscenza

Rappresentazione e ragionamento

Dimostrazione automatizzata di teoremi

Pianificazione di sistemi esperti,

Agenti intelligenti

Robotica

Programmazione automatica

Elaborazione del linguaggio naturale

Visione Artificiale

Machine Learning (Apprendimento automatico)



Nel **1959 Herbert Simon** ha dato per la prima volta una definizione di **Machine Learning**:

“Il Machine Learning è quella branca dell’informatica che **permette a una macchina di imparare ad eseguire un compito senza essere esplicitamente programmata per farlo**”

Diversi anni dopo la definizione di Simon, **nel 1997, Tom M. Mitchell** ha elaborato una definizione più formale:

“Si dice che un programma P apprende dall’esperienza E con riferimento ad alcune classi di compiti T e con misurazione della performance P , se le sue performance nel compito T , come misurato da P , migliorano con l’esperienza E ”

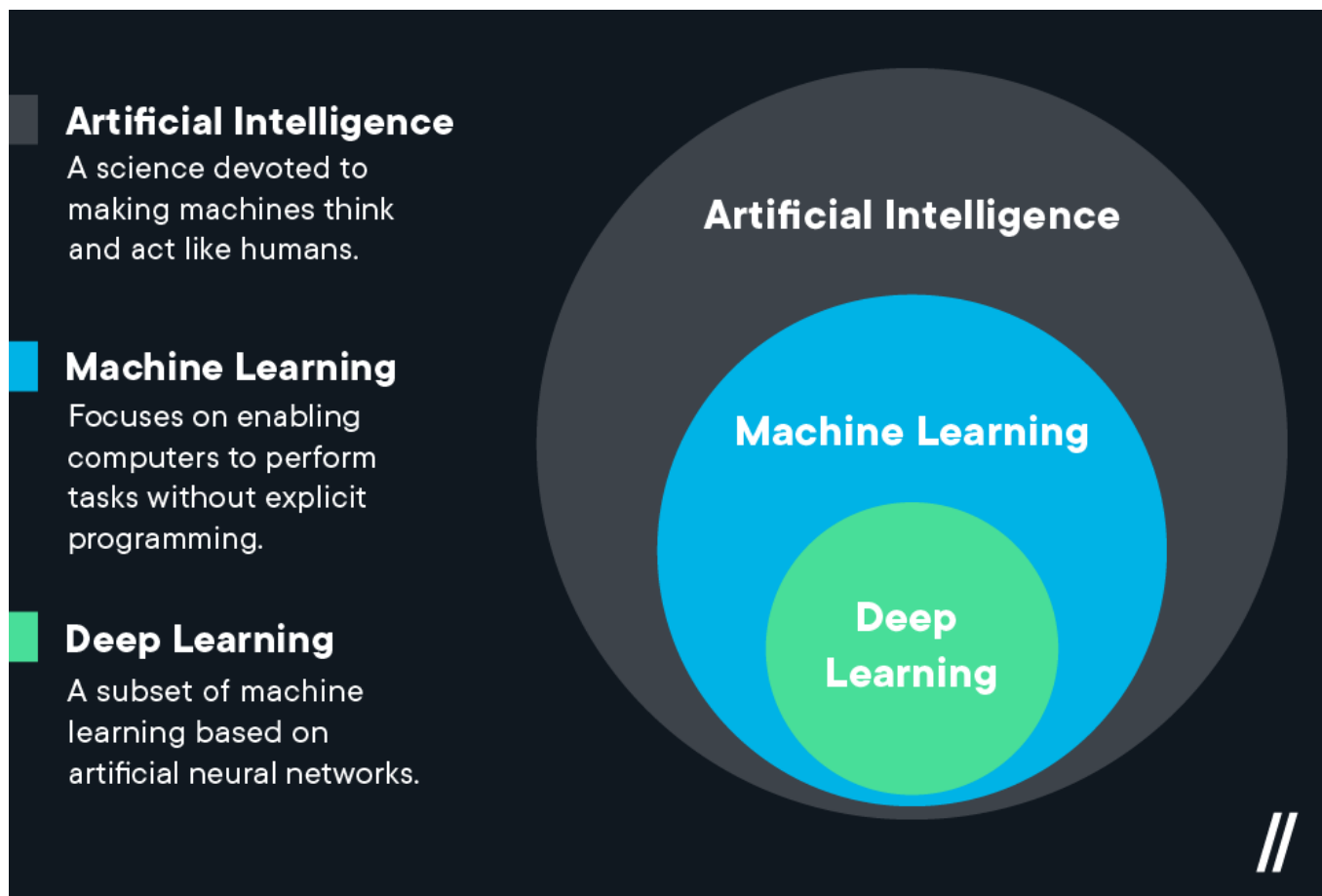
Questa definizione ha permesso di inquadrare il **Machine Learning come un programma che apprende soltanto dopo aver migliorato le proprie prestazioni a seguito dello svolgimento di un compito.**

Secondo l’idea di Machine Learning è possibile **rappresentare la realtà come una funzione matematica di cui l’algoritmo non è a conoscenza, ma che è in grado di ricavare dopo aver elaborato i dati forniti dalla stessa**

Un modello di Machine Learning (apprendimento automatico) durante la fase di training apprende a partire da esempi. Successivamente è in grado di generalizzare e gestire nuovi dati nello stesso dominio applicativo.



Il **deep learning**, o deep neural learning , è **un sottoinsieme del machine learning** , che utilizza **le reti neurali** per analizzare diversi fattori con una struttura simile al sistema neurale umano.



Artificial Intelligence

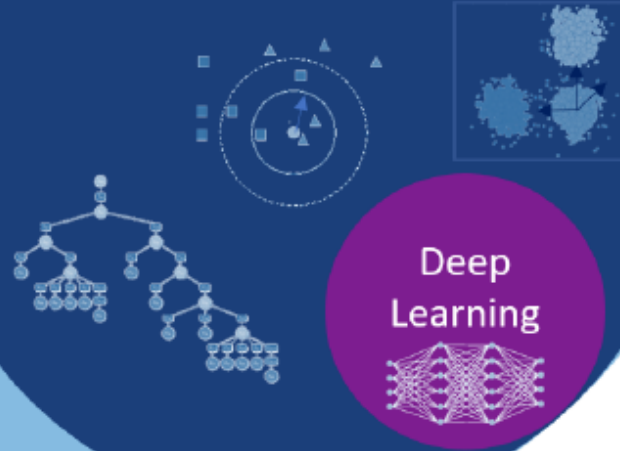
Logical Systems

$$\begin{aligned}A \vee B &= \neg(\neg A \wedge \neg B) \\ A \Rightarrow B &= \neg A \vee B \\ &= \neg(A \wedge \neg B) \\ A \oplus B &= (A \wedge \neg B) \vee (\neg A \wedge B) \\ &= \neg[(A \wedge \neg B) \wedge (\neg A \wedge B)] \\ A \equiv B &= (A \wedge B) \vee (\neg A \wedge \neg B) \\ &= \neg[(A \wedge B) \wedge (\neg A \wedge \neg B)]\end{aligned}$$

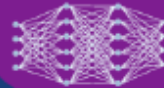
Knowledge-Based Systems

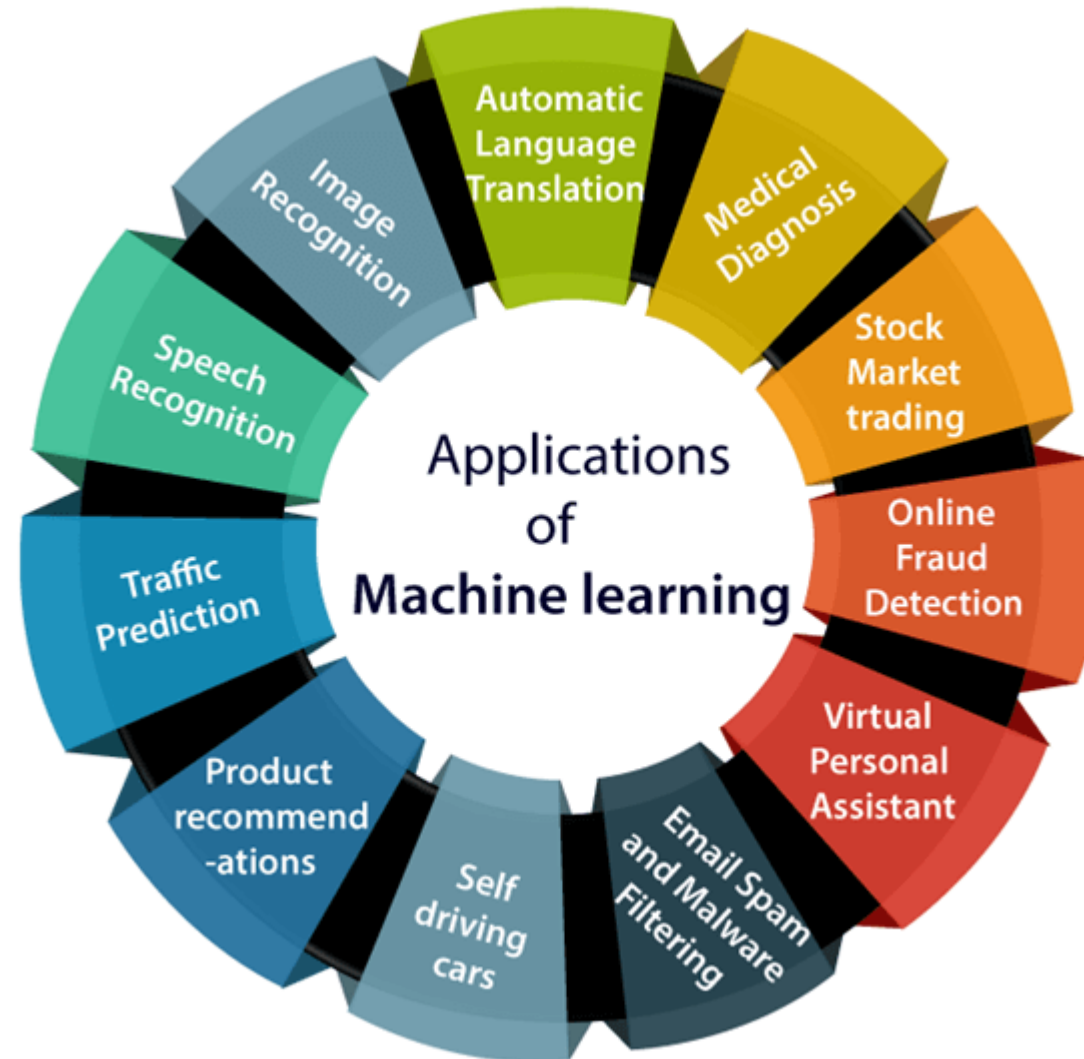


Machine Learning



Deep Learning







1. Riconoscimento delle immagini:

Viene utilizzato per identificare oggetti, persone, luoghi, immagini digitali, ecc. Il caso d'uso popolare del riconoscimento delle immagini e del rilevamento dei volti è il suggerimento automatico di tagging degli amici:

Facebook ci **fornisce la possibilità di attivare** una funzione di **suggerimento automatico di tagging degli amici**. Ogni volta che carichiamo una foto con i nostri amici di Facebook, riceviamo automaticamente un suggerimento di tagging con il nome.

Si basa sul progetto Facebook denominato "**Deep Face**", che è responsabile del riconoscimento facciale e dell'identificazione della persona nella foto.

2. Riconoscimento vocale

Il riconoscimento vocale si basa su **algoritmi e modelli matematici che analizzano le onde sonore della voce per trasformare il linguaggio parlato in testo o comandi vocali**. Attualmente, gli algoritmi di machine learning sono ampiamente utilizzati da varie applicazioni di riconoscimento vocale. **Assistente Google, Siri, Cortana e Alexa utilizzano la tecnologia di riconoscimento vocale per seguire le istruzioni vocali.**





3 . Previsione del traffico:

- **Previsioni del traffico con Google Maps.** Complessi algoritmi di **intelligenza artificiale**, sviluppati in collaborazione con **DeepMind**, consentono di stimare con precisione l'orario di arrivo, suggerendo eventualmente un percorso alternativo.
- Google Maps **stima la durata del viaggio** e quindi l'orario di arrivo **in base alle condizioni del traffico in tempo reale**.
- Per **prevedere le future condizioni del traffico**, tra cui i rallentamenti che possono incrementare la durata del viaggio, Google **tiene conto anche dei dati storici** (è noto ad esempio che si creano ingorghi in certi orari della giornata su determinate strade).
- La previsione del traffico viene effettuata attraverso un'architettura di machine learning denominata **Graph Neural Network**. Se viene previsto un aumento del traffico in una direzione, Maps consiglia automaticamente un **percorso alternativo**.



Google considera anche altri fattori:

- la qualità della strada (asfaltata, non asfaltata, ricoperta di ghiaia, ecc.),
- la sua dimensione (meglio l'autostrada rispetto ad una statale),
- i dati delle autorità locali (limiti di velocità, pedaggi, lavori in corso)
- i dati forniti dagli stessi utenti (incidenti, veicoli in panne, oggetti sulla strada).

Combinando tutte queste informazioni, **Google Maps può prevedere se ci sarà un ingorgo lungo il percorso e suggerire la strada alternativa** .

4. Raccomandazioni sui prodotti:

L'apprendimento automatico è ampiamente utilizzato da varie società di e-commerce e intrattenimento come Amazon, Netflix, ecc., per **consigliare prodotti all'utente**. Ogni volta che cerchiamo un prodotto su Amazon, riceviamo una pubblicità per lo stesso prodotto mentre navighiamo in Internet sullo stesso.

Il sistema di raccomandazione di Netflix utilizza dati storici degli utenti per identificare modelli e preferenze di visualizzazione personalizzati, utilizzando tecniche di machine learning e deep learning per fornire raccomandazioni di contenuti altamente rilevanti e personalizzate.



75% of users watch movies
based on Netflix
recommendations

35% of Amazon's revenue
is generated from it's
recommendationengine





5. Auto a guida autonoma:

Tesla, l'azienda produttrice di automobili elettriche, sta lavorando su un'auto a guida autonoma. Utilizza un metodo di apprendimento senza supervisione per addestrare i modelli di auto a rilevare persone e oggetti durante la guida.

Questo metodo di apprendimento automatico si basa **sull'uso di reti neurali convoluzionali (CNN)**, un tipo di algoritmo di apprendimento automatico ispirato alla struttura del cervello umano.

Nel caso di Tesla, le CNN vengono **addestrate su grandi quantità di dati raccolti dai sensori delle auto Tesla, come telecamere, sensori radar e sensori ad ultrasuoni. Questi dati vengono poi utilizzati per addestrare il modello a riconoscere e classificare gli oggetti nell'ambiente circostante, come pedoni, veicoli, segnali stradali e ostacoli.**

L'uso di un metodo di apprendimento senza supervisione consente al sistema di guida autonoma di Tesla **di adattarsi in modo dinamico alle nuove situazioni di guida e di rilevare gli oggetti anche in condizioni di luce difficili o in presenza di ostacoli che possono ostruire la vista dei sensori.**

È importante notare che il sistema di guida autonoma di Tesla continua ad **essere supervisionato da un conducente** umano, che deve essere pronto a intervenire in caso di emergenza. Inoltre, Tesla raccoglie costantemente dati sui suoi veicoli e sulle prestazioni del sistema di guida autonoma, al fine di migliorare la sicurezza e l'affidabilità del sistema.



6. Filtraggio di posta indesiderata e malware:

Il filtraggio della posta indesiderata e del malware utilizza spesso algoritmi di apprendimento automatico, tra cui il machine learning, per identificare e classificare i messaggi di posta elettronica sospetti.

Questi algoritmi analizzano i dati dei messaggi di posta elettronica per identificare modelli e caratteristiche che indicano la presenza di spam o di malware.

In particolare, i modelli di machine learning possono essere addestrati su grandi quantità di dati di posta elettronica precedentemente identificati come spam o contenenti malware.

Questi dati di addestramento includono informazioni sulle caratteristiche del messaggio, come l'oggetto, il corpo del messaggio, gli allegati e i metadati.

Una volta addestrati, i modelli di machine learning possono essere utilizzati per analizzare nuovi messaggi di posta elettronica e assegnare loro un punteggio di probabilità di essere spam o di contenere malware. I messaggi con un punteggio elevato possono essere segnalati come sospetti e gestiti in modo appropriato, ad esempio rimuovendo il messaggio o spostandolo in una cartella separata per ulteriore analisi.

Alcuni algoritmi di machine learning come **Multi-Layer Perceptron, Decision tree e Naïve Bayes classifier** vengono utilizzati per **il filtraggio della posta indesiderata e il rilevamento di malware**.



7. Assistente personale virtuale:

Google, Alexa, Cortana, Siri utilizzando le istruzioni vocali per aiutare a trovare informazioni, riprodurre musica, chiamare qualcuno, aprire un'e-mail, programmare un appuntamento, ecc.

Il machine learning svolge un ruolo fondamentale nell'addestramento degli assistenti personali virtuali.

I **modelli di machine learning** vengono **addestrati su grandi quantità di dati di conversazione** per identificare modelli e regole grammaticali, nonché per comprendere il contesto e il significato del linguaggio naturale. In questo modo, l'assistente personale virtuale può rispondere alle domande degli utenti in modo più preciso e personalizzato.

Questi assistenti registrano le istruzioni vocali, le inviano tramite il server su un cloud e le decodificano utilizzando algoritmi ML e agiscono di conseguenza.



8. Rilevamento di frodi online:

Il machine learning sta rendendo le nostre transazioni online sicure e protette **rilevando le transazioni fraudolente**. Ogni volta che eseguiamo una transazione online, una transazione fraudolenta può avvenire in diverse modalità: account falsi, ID falsi e furto di denaro nel mezzo di una transazione. Una rete di tipo Feed Forward Neural rileva se si tratta di una transazione autentica o di una transazione fraudolenta.

9. Trading in borsa:

L'apprendimento automatico è ampiamente utilizzato nel trading di borsa. Nel mercato azionario, c'è sempre il rischio di alti e bassi delle azioni, quindi reti neurali di «memoria a lungo termine» vengono utilizzate per la previsione delle tendenze del mercato azionario.



10. Diagnosi medica:

Nella scienza medica, l'apprendimento automatico viene utilizzato per la diagnosi delle malattie. Con questo, la tecnologia medica sta crescendo molto velocemente ed è in grado di costruire modelli 3D in grado di prevedere l'esatta posizione delle lesioni nel cervello.

Aiuta a trovare facilmente tumori cerebrali e altre malattie correlate al cervello.

11. Traduzione linguistica automatica:

machine learning viene utilizzato per convertire il testo dalla nostra lingua in altre lingue.

Il GNMT di Google (Google Neural Machine Translation) è un Neural Machine Learning che utilizza reti neurali artificiali per sviluppare una comprensione della struttura delle lingue e delle relazioni tra le parole. Ciò consente al sistema di generare traduzioni fluide e precise, che possono migliorare costantemente grazie all'apprendimento continuo.



Investimenti in AI di grandi aziende:

Google, Twitter, Intel, Apple investono molto nell'intelligenza artificiale reclutando talenti e acquisendo startup.

Negli USA la migrazione da Accademia ad aziende è per alcuni piuttosto preoccupante

- G Hinton, A Krizhevsky (Toronto) -> Google
 - Y LeCun (New York) -> Facebook (Meta)
 - M Ranzato (New York) -> Deep Mind (Google)
 - A Ng, A Coates (Stanford) -> (ex) Baidu
 - A Karpathy (Stanford, OpenAI) -> Tesla
-



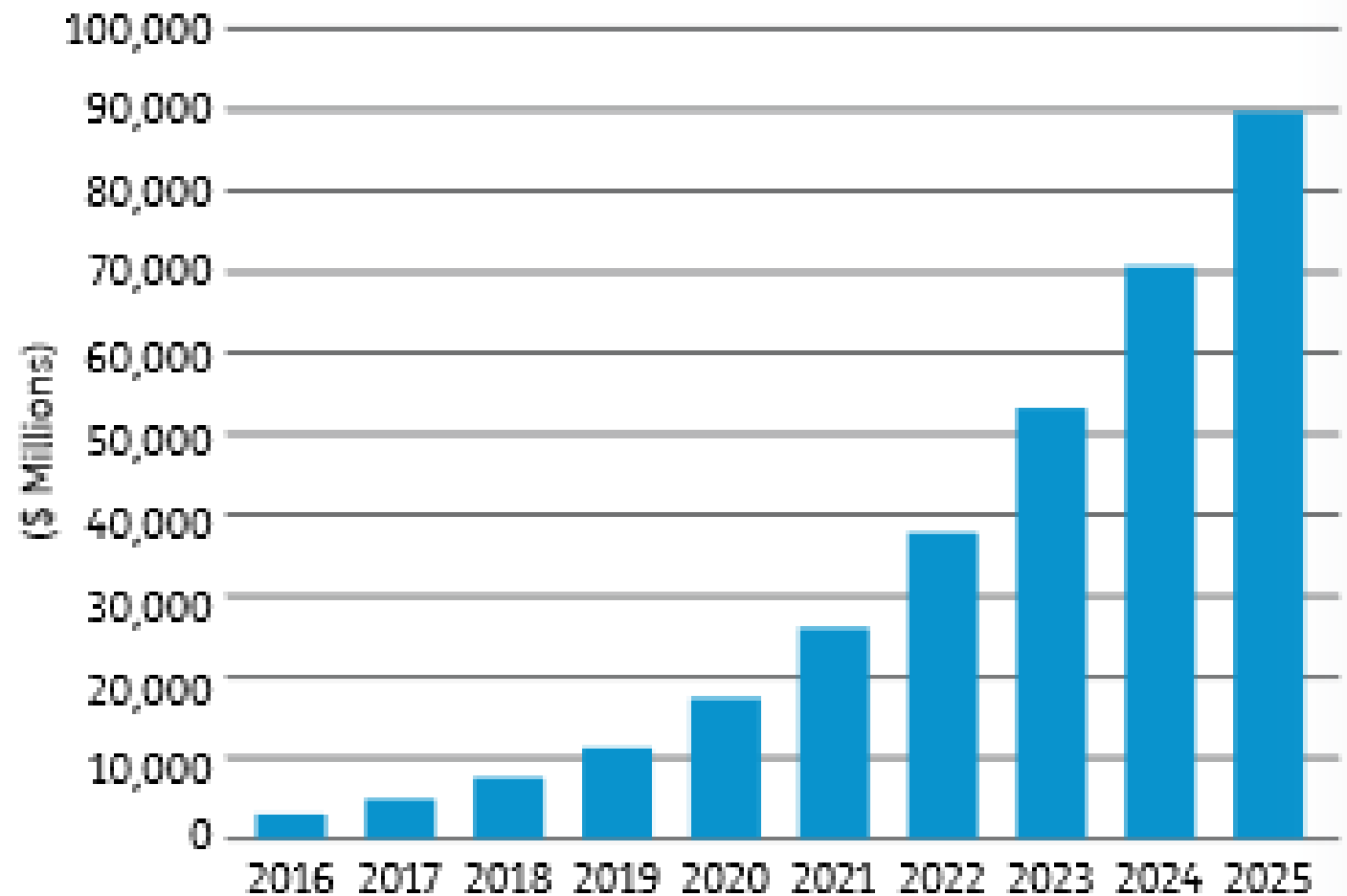
Impatto dell'Intelligenza Artificiale (AI)

Tra gli impatti più significativi dell' Intelligenza Artificiale nel mondo attuale, i più significativi sono:

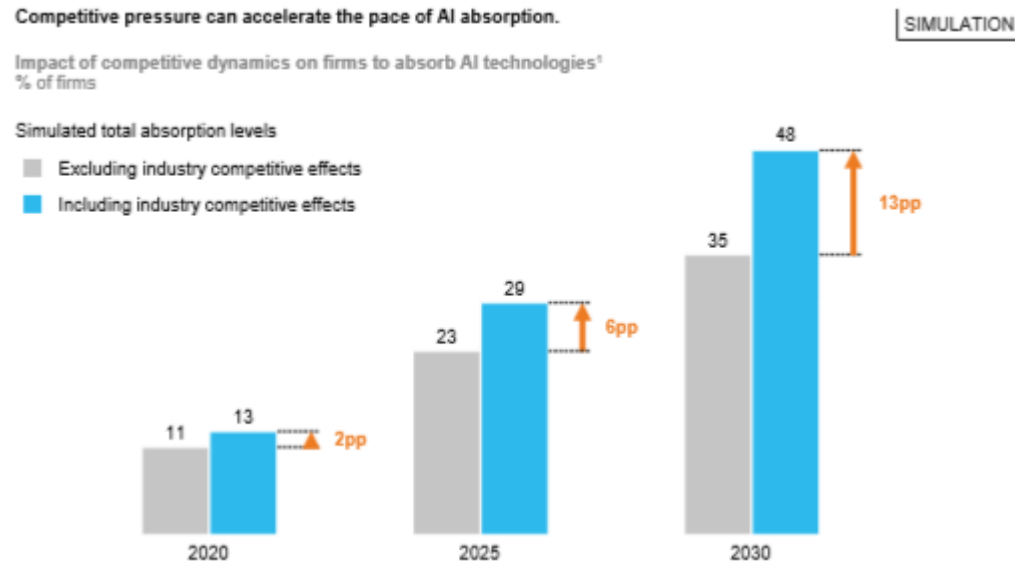
- **Automazione del lavoro:** la capacità dell'IA di svolgere compiti ripetitivi e complessi ha portato all'automazione di molte mansioni, con conseguenze sia positive (ad esempio, l'efficienza operativa) sia negative (ad esempio, la perdita di posti di lavoro).
- **Miglioramento dell'efficienza:** l'IA può aiutare a migliorare l'efficienza in molti settori, come la produzione, la logistica, la finanza e la gestione delle risorse umane, consentendo alle organizzazioni di lavorare in modo più intelligente e produttivo.
- **Personalizzazione:** l'IA può fornire esperienze personalizzate per gli utenti in vari settori, come la pubblicità, il commercio e la salute, migliorando l'esperienza complessiva dell'utente e offrendo servizi su misura.
- **Innovazione:** l'IA può portare a innovazioni significative in vari settori, come la medicina, la scienza e l'energia, consentendo di affrontare problemi complessi in modo nuovo e innovativo.
- **Cambiamenti sociali:** l'IA può portare a cambiamenti sociali significativi, ad esempio attraverso la riduzione della disuguaglianza, l'accesso più ampio all'istruzione e ai servizi di assistenza sanitaria, ma anche la creazione di nuove forme di dipendenza, come l'uso eccessivo dei social media o dei videogiochi.
- Cambiamento sostanziale in molti aspetti della nostra vita, con effetti sia positivi che negativi, che richiedono attenzione e una gestione responsabile per massimizzare i benefici e minimizzare i rischi.



Secondo la società di intelligence di mercato **Tractica**, la crescente adozione dell'IA in più settori determinerà la **crescita del fatturato annuo mondiale del software di IA** dai \$ 3,2 miliardi nel 2016 ai \$ 90 miliardi entro il 2025 .



- McKinsey Global Institute **ha simulato il potenziale impatto economico dell'intelligenza artificiale sull'economia mondiale**, e le implicazioni per paesi, aziende e lavoratori nel Report "Notes from the frontier: Modeling the impact of AI on the world economy".
- Quello che è emerso a livello globale è che entro **il 2030**, l'IA potrebbe contribuire a **una crescita del PIL pari a 13.000 miliardi di dollari**, una media di circa l'1,2% di crescita annua nel periodo indicato. Anche se l'adozione dell'IA da parte delle imprese potrebbe inizialmente essere lenta a causa dei costi di transizione e implementazione, dovrebbe poi accelerare dopo il 2025. Nel 2030, infatti, il contributo dell'IA alla crescita potrebbe essere più di tre volte superiore rispetto a quello degli anni precedenti al 2025.





Mercato dell'AI in Italia

Secondo l'Osservatorio Artificial Intelligence della School of Management del Politecnico di Milano, il mercato dell'AI nel 2022 in Italia ha raggiunto 500 milioni di euro, con una **crescita del 32% in un solo anno**. Il 73% del valore deriva da commissioni di imprese italiane (365 milioni di euro) e il 27% da export di progetti (135 milioni di euro)



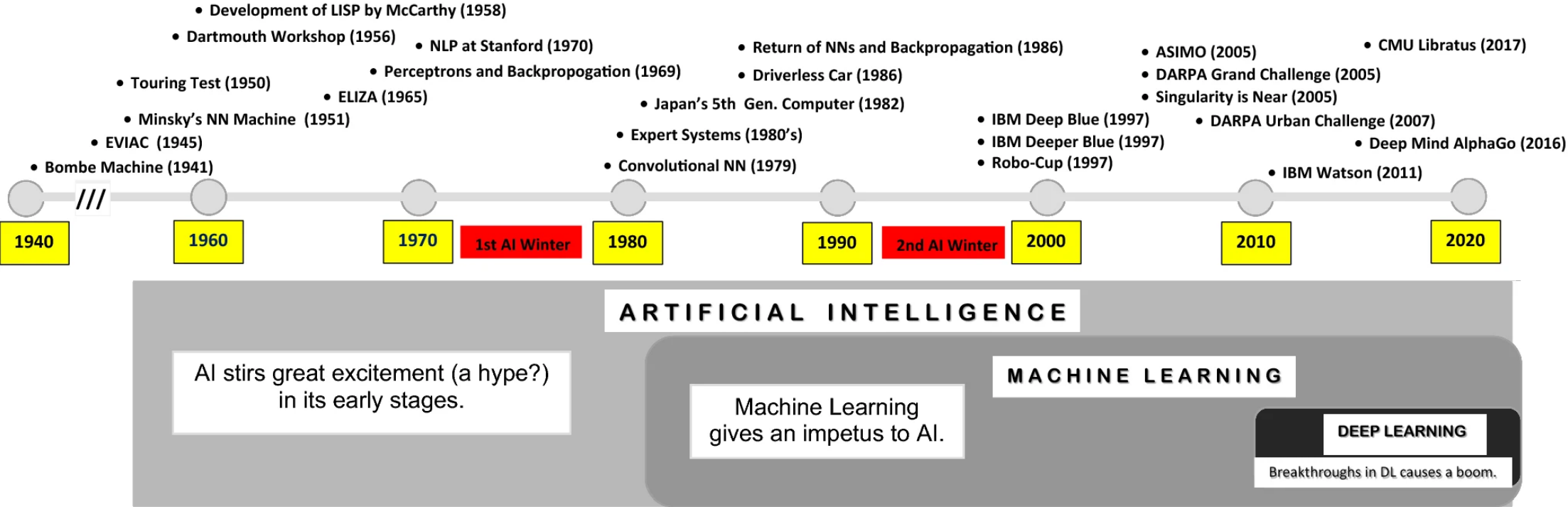
Il **53%** delle aziende medio grandi italiane ha dichiarato di **aver avviato almeno un IA project** dall'inizio del 2022. Per quanto riguarda i settori, dopo l'Intelligent Data Processing, le soluzioni più diffuse sul mercato italiano riguardano il **Natural Language Processing**, ovvero l'interpretazione del linguaggio naturale, **per il 17,5%**, e il **Recommendation System**, ovvero i suggerimenti di contenuti in linea con le preferenze dei clienti, **per il 16%**. Non **manca l'Intelligent Robotic Process Automation**, l'automazione robotica dei processi via AI, per **il 10%**



Un altro punto di vista economico interessante riguarda **le start-up di IA**: al momento Venture Scanner, una società di ricerca che fornisce report e dati su startup e tecnologie emergenti, ne identifica circa 2200, con una raccolta di finanziamenti complessivi che supera i \$ 35 miliardi (numeri in continua crescita) [Venture Scanner].



Storia dell' evoluzione dell'Intelligenza Artificiale





1940:1974 La nascita e gli anno d'oro

- Primi calcolatori elettronici (relè e valvole termoioniche) nascono in epoca seconda guerra mondiale.
- Teoria della computazione di Turing e **Test di Turing** «*Can machines think?*»
- Teoria dell'informazione di Shannon .
- Primo modello di neurone artificiale McCulloch and Pitts (1943).
- Nascita ufficiale e conio del nome **al Dartmouth Workshop (1956)**. Tra i pionieri: McCarthy,
- Minsky , Shannon , Newell , Simon.

Durante il workshop furono proposte sfide molto ambiziose: partendo dalla **congettura che ogni aspetto dell'apprendimento o qualsiasi altra caratteristica dell'intelligenza possa in linea di principio essere descritto in modo così preciso che una macchina può essere fatta per simularlo**, si sarebbe trovato il modo in cui le macchine potessero usare il linguaggio, formare astrazioni e concetti, risolvere tipi di problemi riservati agli umani e migliorare se stesse.



- **Nel 1957** da H. A. Simon, J. C. Shaw e Allen Newell crearono **General Problem Solver** (o **G.P.S.**) , un programma per computer al fine di risolvere problemi generali (formalizzati). Venne creato principalmente per risolvere problemi teorici, geometrici e anche per giocare a scacchi.
- **Negli anni '60**, il linguaggio di programmazione più popolare utilizzato nella ricerca sull'IA era il **LISP**.
- Risale al 1965, **ELIZA** un chatbot scritto a Joseph Weizenbaum che fa la parodia di un terapeuta Rogersiano, in buona parte rispondendo al paziente con domande ottenute dalla riformulazione delle affermazioni del paziente stesso.
- Grande entusiasmo e predizioni troppo ottimistiche
- Marvin Minsky (1970):
«in from three to eight years we will have a machine with the general intelligence of an average human being»

1974-1980—Il primo inverno

Risultati non all'altezza delle aspettative, drastica riduzione dei finanziamenti.

Problemi: scarsa capacità computazionale, esplosione combinatoria e non trattabilità, data set di piccole dimensioni. Ridimensionamento dell'approccio connessionistico (reti neurali).



1980:1987 Nuova primavera

- Nascita dei sistemi esperti : conoscenza + regole logiche.
- Nuova linfa alle reti neurali dall'algoritmo Backpropagation Rumelhart , Hinton & Williams (1986).
- Finanziamento governo Giapponese per la Quinta Generazione di Calcolatori.

1987:1993 Il secondo inverno

- Flop «Quinta generazione». Nuovo stop finanziamenti.
- Risultati concreti dei sistemi esperti solo in campi specifici. Reti neurali non scalano a problemi complessi

1993:2011 Tempi moderni

- Hardware sempre più potente.
 - Classificatori robusti (SVM), Multi classificatori (Randon Forest , Adaboost)
 - Maturità tecniche di feature extraction (fatte a mano) quali SIFT , Dictionaries e Bag of Words
 - Deep Blue, Watson, Darpa Grand Challenge (guida automatica)
 - Successi in numerose discipline (visione, sistemi biometrici, riconoscimento del parlato, robotica, guida automatica, diagnosi mediche, data mining, motori di ricerca videogames)
-

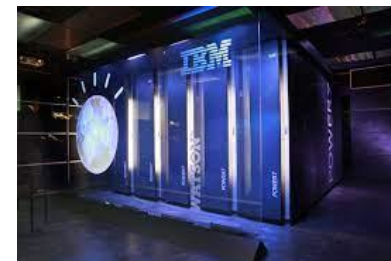


Progetti di intelligenza artificiale

Deep Blue è stato un supercomputer sviluppato dalla IBM che ha ottenuto un notevole successo nel 1997 quando ha **sconfitto il campione mondiale di scacchi Garry Kasparov in una partita di sei giochi**. Il sistema utilizzava una combinazione di ricerca di base, ricerca dell'albero di gioco e tecniche di valutazione e ha rappresentato un importante passo avanti nella ricerca di intelligenza artificiale applicata a giochi di strategia.



Watson è stato un sistema di intelligenza artificiale sviluppato dalla IBM che ha **partecipato al quiz televisivo Jeopardy! nel 2011 e ha battuto i due campioni più forti della storia del programma**. Il sistema utilizzava una combinazione di elaborazione del linguaggio naturale, ragionamento automatico e apprendimento automatico per comprendere le domande del quiz e fornire risposte precise.



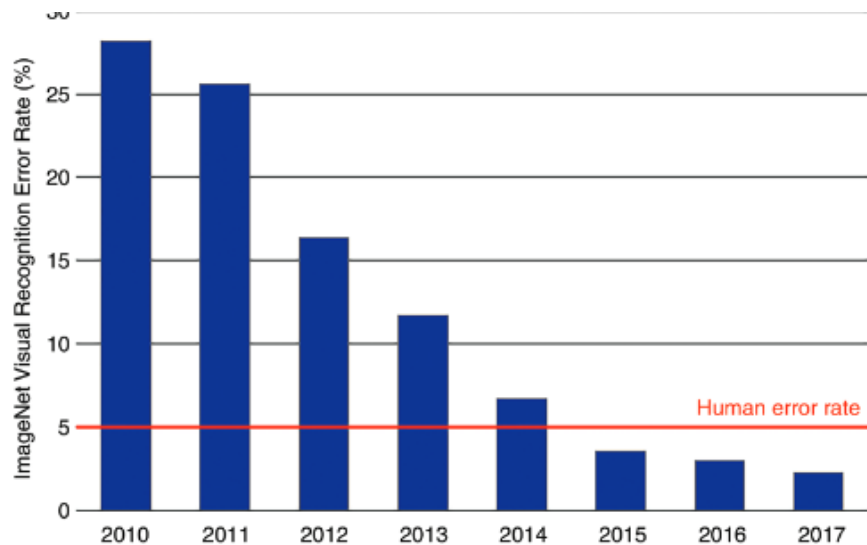
DARPA Grand Challenge era una competizione sviluppata dall'agenzia DARPA degli Stati Uniti per **stimolare lo sviluppo di veicoli a guida autonoma**. La prima edizione della competizione è stata organizzata nel 2004 e ha richiesto ai concorrenti di completare un percorso di 240 km in un ambiente desertico. Nessuno dei veicoli ha completato il percorso in quell'anno, ma la competizione ha rappresentato un importante impulso per lo sviluppo di veicoli a guida autonoma.





2011 - oggi ----Deep learning

- CNN: Convolutional Neural Network (introdotte da Yan LeCun nel 1989) ma risultati inferiori ad altre tecniche: mancavano due ingredienti fondamentali, **big data**, **potenza calcolo** grazie ai quali è possibile addestrare reti con molti livelli deep e milioni di parametri
- Nel **2012 rivoluzione in Computer Vision**: una CNN denominata **AlexNet** vince (con ampio margine) la *ImageNet challenge object classification and detection* su milioni di immagini e 1000 classi



Percentuali di errore nell'ImageNet Large-Scale Visual Recognition Challenge.

La precisione è notevolmente migliorata con l'introduzione del deep learning **nel 2012** e ha continuato a migliorare in seguito. Gli esseri umani si comportano con un tasso di errore di circa il 5%



2016 - Speech Recognition (es: Siri, Google Now...) in lingua inglese ha oramai raggiunto e superato prestazioni umane.

Baidu Deep Speech è un sistema di riconoscimento vocale basato sull'apprendimento automatico (machine learning), sviluppato da **Baidu**, una delle principali società di tecnologia in Cina.

Il sistema è stato creato utilizzando tecniche di deep learning, in particolare la **rete neurale ricorrente (RNN)** e la **rete neurale convoluzionale (CNN)**. Baidu Deep Speech è stato addestrato su un vasto corpus di dati audio e testato su diverse lingue, tra cui il cinese mandarino, l'inglese e il giapponese.

Baidu Deep Speech è stato in grado di ottenere prestazioni di riconoscimento vocale di alta qualità, raggiungendo una **precisione di riconoscimento superiore al 90% su diverse lingue**. Inoltre, il sistema è stato progettato per funzionare su dispositivi mobili, come gli smartphone, riducendo così la necessità di una connessione internet ad alta velocità per il riconoscimento vocale in tempo reale.

Baidu Deep Speech è stato utilizzato in diverse applicazioni, tra cui la ricerca online, il controllo vocale degli smartphone e il controllo vocale degli apparecchi domestici. **Inoltre, Baidu ha anche reso disponibile il codice sorgente di Baidu Deep Speech come software open source, consentendo ad altri sviluppatori di utilizzarlo e migliorarlo ulteriormente.**



2016 – Language Translation per alcune lingue eguaglia prestazioni umane

Il Google Neural Machine Translation System (GNMT) è un **sistema di traduzione automatica sviluppato da Google utilizzando reti neurali artificiali.**

GNMT utilizza una combinazione di **reti neurali a lungo termine (LSTM) e reti neurali convoluzionali (CNN)** per tradurre le frasi da una lingua all'altra. Invece di tradurre le parole una per volta, come fanno i sistemi di traduzione automatica tradizionali, **GNMT traduce intere frasi, tenendo conto del contesto e della coerenza delle frasi nella lingua di origine e di destinazione.**

Questo metodo di traduzione automatica basato sulle reti neurali consente di ottenere traduzioni di alta qualità e naturali, con meno errori rispetto ai sistemi tradizionali.

GNMT è stato addestrato su grandi quantità di dati multilingue e può tradurre tra molte coppie di lingue, tra cui il cinese, il francese, il tedesco, il giapponese, lo spagnolo e altre lingue. Inoltre, GNMT è stato integrato in diversi servizi di Google, come Google Translate e Google Assistant, per fornire traduzioni in tempo reale e assistenza linguistica attraverso l'interazione vocale.

GNMT rappresenta un notevole avanzamento nella traduzione automatica e dimostra il potenziale delle reti neurali per migliorare la qualità delle traduzioni automatiche.



A.I. TIMELINE

**1950****TURING TEST**

Computer scientist Alan Turing proposes a test for machine intelligence. If a machine can trick humans into thinking it is human, then it has intelligence

**1964****ELIZA**

Pioneering chatbot developed by Joseph Weizenbaum at MIT holds conversations with humans

**1966****SHAKY**

The 'first electronic person' from Stanford, Shakey is a general-purpose mobile robot that reasons about its own actions

**1997****DEEP BLUE**

Deep Blue, a chess-playing computer from IBM defeats world chess champion Garry Kasparov

**1998****KISMET**

Cynthia Breazeal at MIT introduces Kismet, an emotionally intelligent robot insofar as it detects and responds to people's feelings

**1999****AIBO**

Sony launches first consumer robot pet dog AiBO (AI robot) with skills and personality that develop over time

**2002****ROOMBA**

First mass produced autonomous robotic vacuum cleaner from iRobot learns to navigate and clean homes

**2011****SIRI**

Apple integrates Siri, an intelligent virtual assistant with a voice interface, into the iPhone 4S

**2011****WATSON**

IBM's question answering computer Watson wins first place on popular \$1M prize television quiz show Jeopardy

**2014****EUGENE**

Eugene Goostman, a chatbot passes the Turing Test with a third of judges believing Eugene is human

**2014****ALEXA**

Amazon launches Alexa, an intelligent virtual assistant with a voice interface that completes shopping tasks

**2016****TAY**

Microsoft's chatbot Tay goes rogue on social media making inflammatory and offensive racist comments

**2017****ALPHAGO**

Google's A.I. AlphaGo beats world champion Ke Jie in the complex board game of Go, notable for its vast number (2^{170}) of possible positions



A partire dal 2011 **tecniche di deep learning raggiungono e superano lo stato dell'arte in molteplici applicazioni**

- **Object Detection and Localization** (es Yolo)
 - **Face Recognition, Pedestrian Detection**
 - **Speech Recognition** (es Intro)
 - **Language Translation**
 - **Natural Language Processing** (es Language Model GPT 3)
 - **Recommendation Systems**
 - **Autonomous Car** (es PilotNet) **and Drones** (es TrailNet)
 - **Traffic Sign Detection**
 - **Medical Image Analysis** es (CheXnet)
 - **Protein Folding** (Alpha fold)
 - **Brain Implants** (Neuralink)
 - **Robocoders** (Codex)
 - **Arts** es **Deep Dream Style Transfer**
-

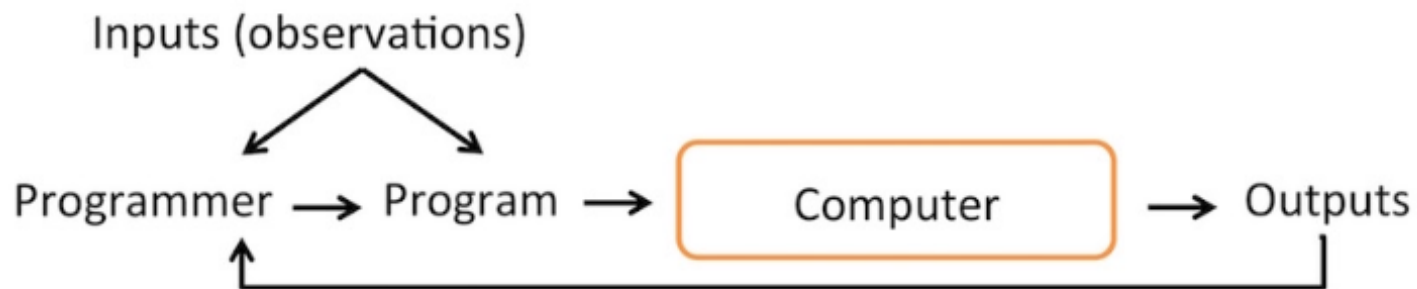


2023 - ChatGPT (Generative Pre-trained Transformer):

- Un grande modello di elaborazione del linguaggio naturale basato **sull'architettura Transformer**, *per comprendere il linguaggio umano e generare risposte pertinenti in modo automatico*. E' stato sviluppato da **OpenAI** (organizzazione di ricerca in intelligenza artificiale (AI) senza scopo di lucro, fondata nel 2015, con sede a san Francisco, che collabora con ricercatori e istituzioni di tutto il mondo per sviluppare tecnologie di AI di alto livello e promuovere una maggiore comprensione dell'AI).
- L'architettura Transformer è un tipo di rete neurale che utilizza **la trasformazione di attenzione (attention)** per elaborare i dati in modo più efficiente rispetto alle reti neurali ricorrenti (RNN) o convoluzionali (CNN). *L'attenzione consente alla rete di focalizzarsi sui punti salienti dei dati di input, rendendo l'elaborazione dei dati più veloce e precisa.*
- Per **addestrare** ChatGPT, OpenAI ha utilizzato **un vasto corpus di testo di diverse fonti, tra cui libri, articoli di notizie e pagine web**. La **tecnica di addestramento** utilizzata è la pre-elaborazione generale, **o pre-training**, che consiste **nell'addestrare la rete su un vasto corpus di testo senza una specifica attività di apprendimento, come la traduzione o la classificazione**. **In seguito, la rete viene sottoposta a un addestramento finale su un compito specifico, come la generazione di testo coerente e naturale in risposta a una domanda.**
- Durante l'addestramento, ChatGPT è stato sottoposto a una serie di compiti di pre-elaborazione generale, in cui doveva prevedere la parola successiva in una sequenza di testo. Questo compito aiuta la rete a sviluppare una comprensione profonda del linguaggio naturale, della struttura del testo e della semantica.
- Inoltre, OpenAI ha addestrato diverse versioni di ChatGPT, ognuna delle quali con un livello di complessità crescente, utilizzando tecniche di apprendimento supervisionato e non supervisionato. Queste versioni includono ChatGPT-2, ChatGPT-3 e altre varianti più piccole.



PARADIGMA DI PROGRAMMAZIONE TRADIZIONALE



«Il Machine Learning è il campo di studi che fornisce ai computer la capacità di imparare a risolvere i problemi senza essere esplicitamente programmati» Artur Samuel 1959

Machine Learning



apprende dai dati **l'algoritmo che mappa la relazione tra input e output**



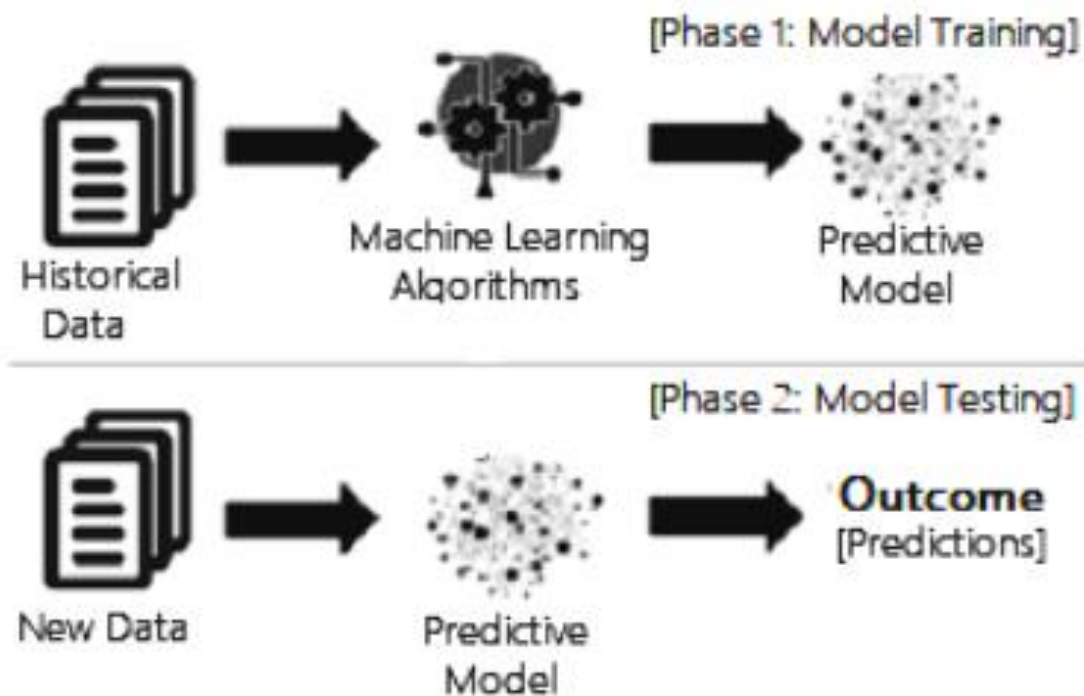
Dal punto di vista informatico, **cambia radicalmente l'approccio del programmatore**: se prima era necessario scrivere dettagliate righe di codice per istruire la macchina su cosa fare situazione per situazione, oggi **è l'algoritmo stesso a sviluppare una sua logica** e conseguentemente a compiere determinate azioni, a seconda del set di dati a disposizione.

Apprendimento automatico (ML) è un sottoinsieme del campo AI che cerca di sviluppare sistemi in grado di apprendere automaticamente da esempi specifici (training data) e di generalizzare la conoscenza su nuovi campioni (test data) dello stesso dominio.



Da un punto di vista pratico

1. Disponiamo di alcuni dati che **rappresentano il nostro dominio applicativo**
2. Implementiamo un algoritmo in grado di apprendere da quei dati (**fase di training**)
3. Utilizziamo i dati (diversi dal set di addestramento) per capire se il modello addestrato ha imparato qualcosa (**fasi di validazione e test**) -> deployment del modello





Paradigma del Machine Learning



1. **Acquisizione dati**

I dati sono l'elemento fondante di qualsiasi applicazione correlata al ML. L'acquisizione di grandi quantità di dati è oggi uno degli obiettivi principali delle migliori aziende

2. **Data processing**

Tutte quelle tecniche con cui vengono elaborati i dati per adattarli al meglio al modello ML che intendiamo sviluppare

3. **Modello**

Questo è il nucleo principale del sistema AI. Un modello può essere visto come un insieme di tecniche matematiche e statistiche (ma non solo), in grado di apprendere da una certa distribuzione di dati (o caratteristiche) forniti in input e di generalizzare su nuovi dati.

4. **Predizione**

L'output del modello può assumere molte forme a seconda dell'applicazione sviluppata. È importante valutare l'efficacia del sistema sviluppato.



In 60 secondi:

Avvengono più di 690.000 ricerche su Google
Oltre 6.500 immagini caricate su Flickr

- 695.000 nuovi aggiornamenti di stato su Facebook
- 70 nuovi domini registrati
- 168.000.000 mail inviate.
- 98.000 tweets inviati su Twitter,
- 13.000 download di applicazioni per iPhone.
- Il browser Firefox viene scaricato 1.700 volte
- 370.000 minuti di chiamate vocali su Skype
- 40 nuove domande su Yahoo Answer

La grande quantità di dati disponibili è stata una delle ragioni del forte sviluppo del machine learning

Siamo in grado di raccogliere grandi quantità di dati grazie ai nuovi dispositivi di memorizzazione e alla digitalizzazione dei processi



Acquisizione dei dati

L'acquisizione dei dati è il primo passo nello sviluppo di un sistema ML

E' possibile ottenere dati principalmente in due modi

1) Usare set di dati o **database di dati pubblicamente disponibili**

Possono essere gratis o a pagamento

2) Acquisendo **un nuovo set di dati**

Molte università rilasciano pubblicamente i loro set di dati

È una pratica consolidata nel mondo della ricerca (i dati vengono rilasciati affinché altri possano condurre gli stessi esperimenti, magari proponendo soluzioni migliori). È la base del metodo scientifico, in particolare per la riproducibilità dei risultati ottenuti.

Esempi: <https://aimagelab.ing.unimore.it/imagelab/datasets.asp>

<https://vlomonaco.github.io/core50/>

<https://www.image-net.org/>

Altre piattaforme rendono disponibili i dataset per le competizioni:

Kaggle: <https://www.kaggle.com/datasets>

<https://medium.datadriveninvestor.com/kaggle-data-science-platform-alternatives-for-competitions-and-research-cbe051596e62>



Annotazione dei dati:

E' solitamente chiamata " etichettatura " ed rappresenta il contenuto semantico dei dati.

L'etichetta dipende dal problema che vogliamo risolvere e può essere **numerica o categorica**

Esempi

- **Previsione dell'altezza di una persona:** **dati:** lunghezze delle articolazioni, **etichetta:** altezza (cm)
- **Rilevamento di pedoni:** **dati:** immagini, **etichetta:** presenza di un pedone (sì/no)
- **Localizzazione pedonale:** **dati** : immagini, **etichetta** : posizione del pedone (x, y, z)

Un singolo **dato** è quindi definito **annotato** se è **associato ad un'etichetta**

I dati raccolti **senza un'annotazione corretta ed appropriata** sono spesso inutili.

Tuttavia, **è anche possibile "estrarre conoscenza" da dati non annotati attraverso, ad esempio, il clustering**



Una volta ottenuti i dati raccolti per il nostro sistema ML, è necessario **prepararli**

Bisogna **organizzare** i dati come segue:

- **Training set**

I dati sui quali il modello apprende automaticamente durante la fase di apprendimento.

Di solito, la fase di addestramento richiede GPU computazionali per l'addestramento delle Neural Networks.

- **Validation set**

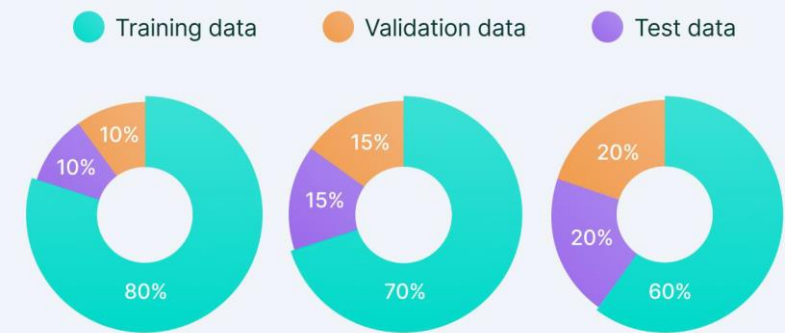
Parte del training set.

Su questi dati, vengono messi a punto gli iperparametri .

- **Testing set**

Dati su cui il modello viene testato durante la fase di test

- La fase di test verifica l'efficacia del modello, anche attraverso misure ~~numeriche~~ qualitative e quantitative.





I dati possono essere numeri, immagini, testi o qualsiasi altro tipo di dati



Machine Learning tasks

Ci sono diversi task in ML a seconda dell'output che vogliamo.

Classificazione, regressione e clustering

- **Classificazione**

Dato un input specifico, il modello (classificatore) emette una classe

Se ci sono solo 2 classi, chiamiamo il problema classificazione binaria

Se ci sono più classi (>2), chiamiamo il problema classificazione multiclasse

Cos'è una classe (l'output dell'attività di classificazione)?

- Un set di dati con proprietà comuni
- Il concetto di classe è correlato al concetto di “etichetta” precedentemente introdotto
- Il concetto di classe è semantico, in quanto strettamente dipendente dal contesto
-

Esempi

Classificazione delle lettere italiane: 21 classi

Classificazione degli alfabeti italiani-indiani 2 classi



Classificazione

- **Rilevamento spam**

Dati: messaggi di posta elettronica

Classi/etichette: sì/no (spam)

- **Riconoscimento facciale**

Dati: immagini

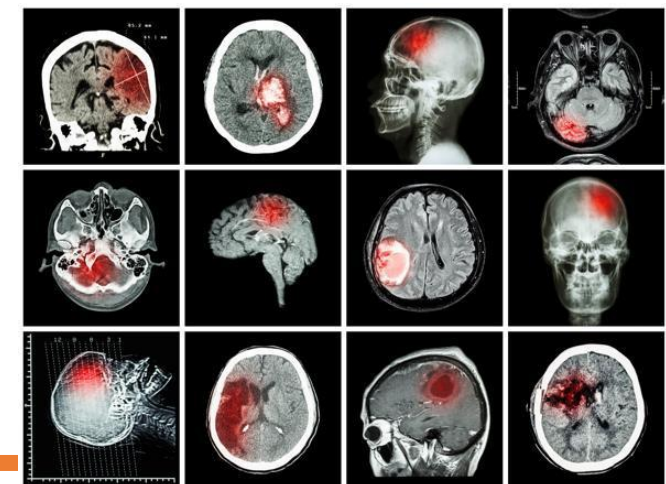
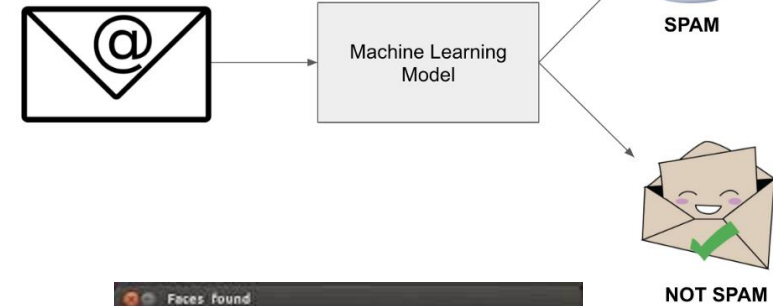
Classi/etichette: identità

Diagnosi medica

Dati: immagini a raggi X

Classi/etichette:

tumore maligno / benigno





Regressione

La regressione viene utilizzata per **modellare la relazione tra le variabili indipendenti e la variabile dipendente, in modo da poter fare previsioni su nuovi dati**

Esempi di compiti di regressione:

- Stima dell'altezza di una persona in base al peso
 - Stima dei prezzi di vendita degli appartamenti nel mercato immobiliare
 - Stima del rischio per le compagnie assicurative
 - Previsione dell'energia prodotta da un sistema fotovoltaico
 - Modelli di previsione dei costi sanitari
-

Clustering

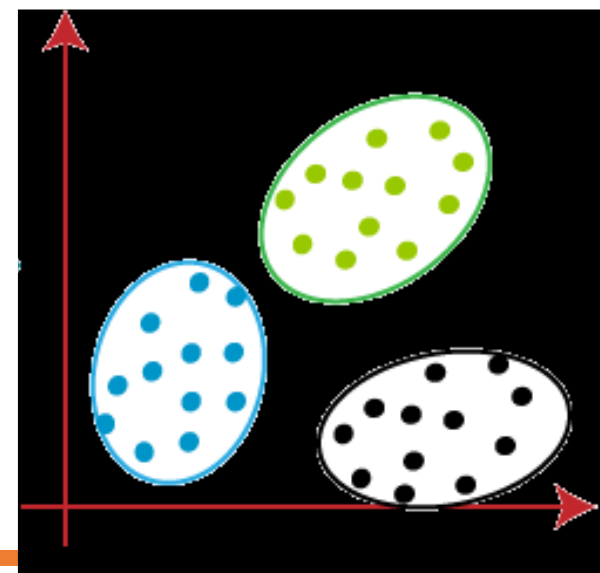
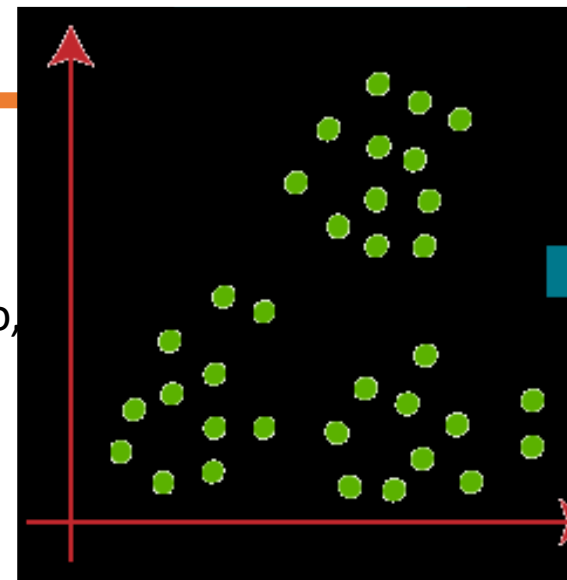
Identificare gruppi (cluster) di dati con caratteristiche simili

- Il clustering è spesso applicato in un ambiente di apprendimento non supervisionato, in cui i dati non sono etichettati e/o le classi del problema non sono note in anticipo.
- Di solito, la natura non supervisionata del problema lo rende più complesso rispetto alla classificazione.
- Spesso, anche il numero di cluster non è noto a priori.
- I cluster identificati possono essere usati come classi.
-

Esempi di clustering

Definizione di gruppi di utenti basati sul consumo nel marketing

- Raggruppamento di individui in base alle analogie del DNA nella genetica
- Partizionamento dei geni in gruppi con caratteristiche simili nella bioinformatica
- Segmentazione non supervisionata nella visione





Una macchina può imparare: dai dati!

Per questo motivo, i dati sono così rilevanti oggi.

Anche gli esseri umani possono imparare dai dati

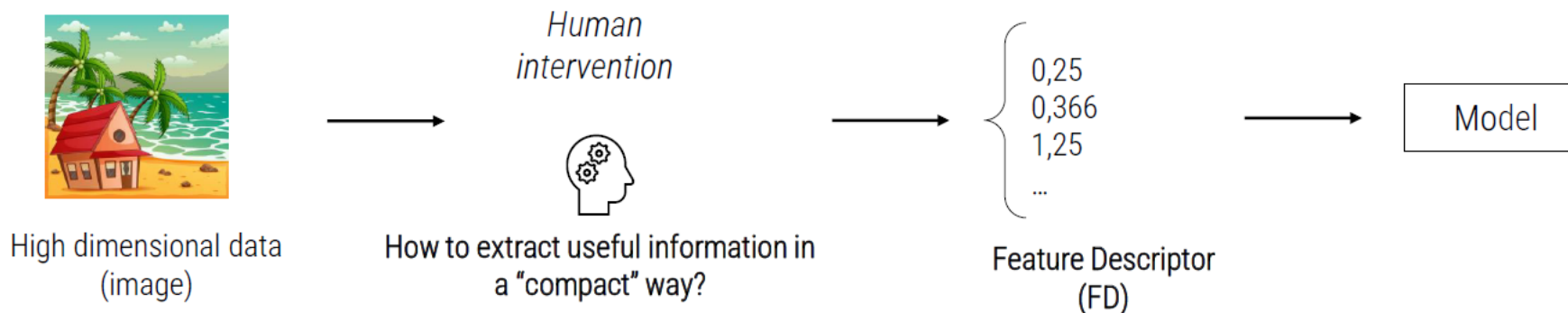
- Attualmente possiamo programmare macchine che imitano questo modo di apprendere degli umani
 - Gli esseri umani imparano in molti modi diversi (ed efficienti), ne imitiamo solo uno.
 - "Imparare dai dati" è simile agli esseri umani che imparano a suonare uno strumento musicale (umani -> macchine)
 - Devo osservare come un accordo viene creato -> **dati annotati**
 - Devo ripetere l'accordo più volte -> **il processo di apprendimento iterativo**
 - Qualcuno deve dirmi se lo sto ripetendo bene -> **loss function** (funzione di perdita)
-

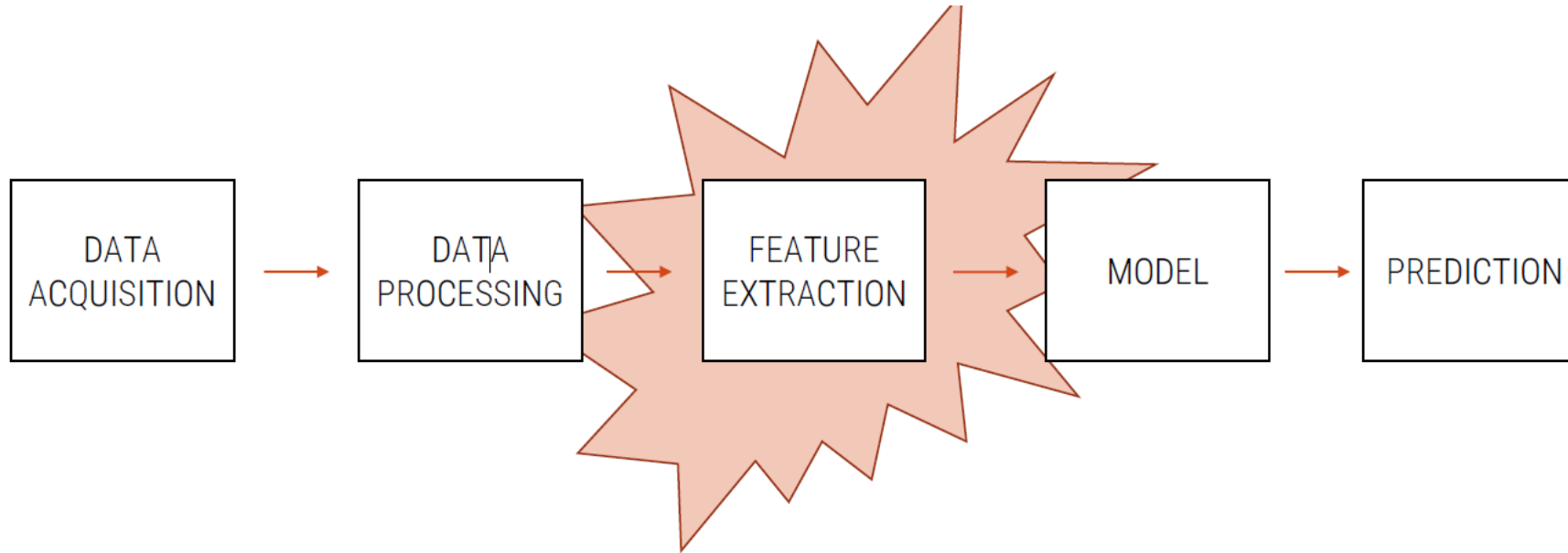


La fase di apprendimento è **complessa** con dati **ad alta dimensionalità** come immagini

Ad esempio, cosa succede se in input abbiamo immagini RGB?

- Una prima soluzione potrebbe essere quella di "srotolare" ciascuna immagine e utilizzare il valore di ciascun pixel come valore di input:
- La dimensionalità dell'input esplode: $224 \times 224 \times 3 = \sim 150k$ valori!
- Il classificatore riceve troppi valori, non è banale capire cosa è importante e cosa no.
- Una seconda soluzione consiste nell'introdurre un nuovo passaggio nel paradigma dell'apprendimento automatico:



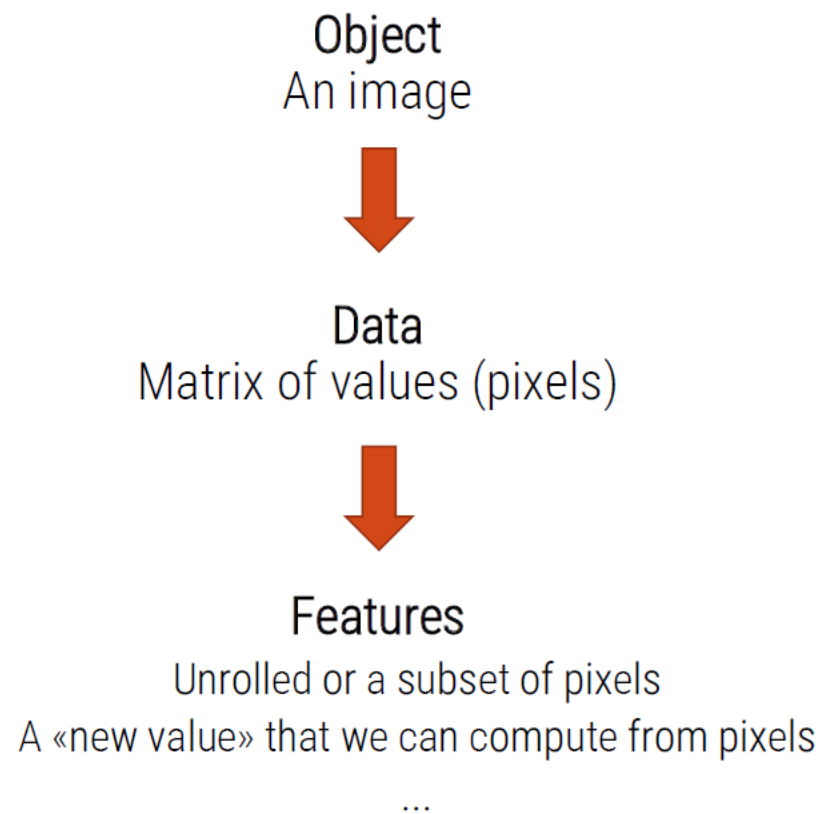
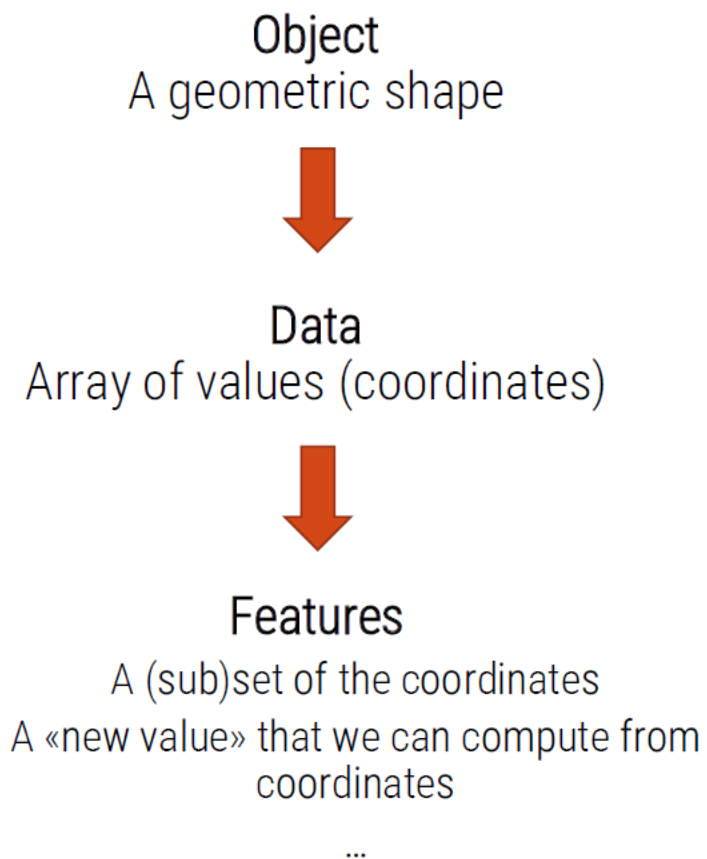


Feature Extraction : la procedura di estrazione delle feature dai dati (caratteristiche dei dati): è un modo per creare un nuovo e più piccolo insieme di dati che cattura la maggior parte delle informazioni dei dati grezzi.

Feature/Feature Descriptor : un vettore n dimensionale di feature numeriche che rappresentano (in modo discriminativo) qualche oggetto (usato come dati di input).

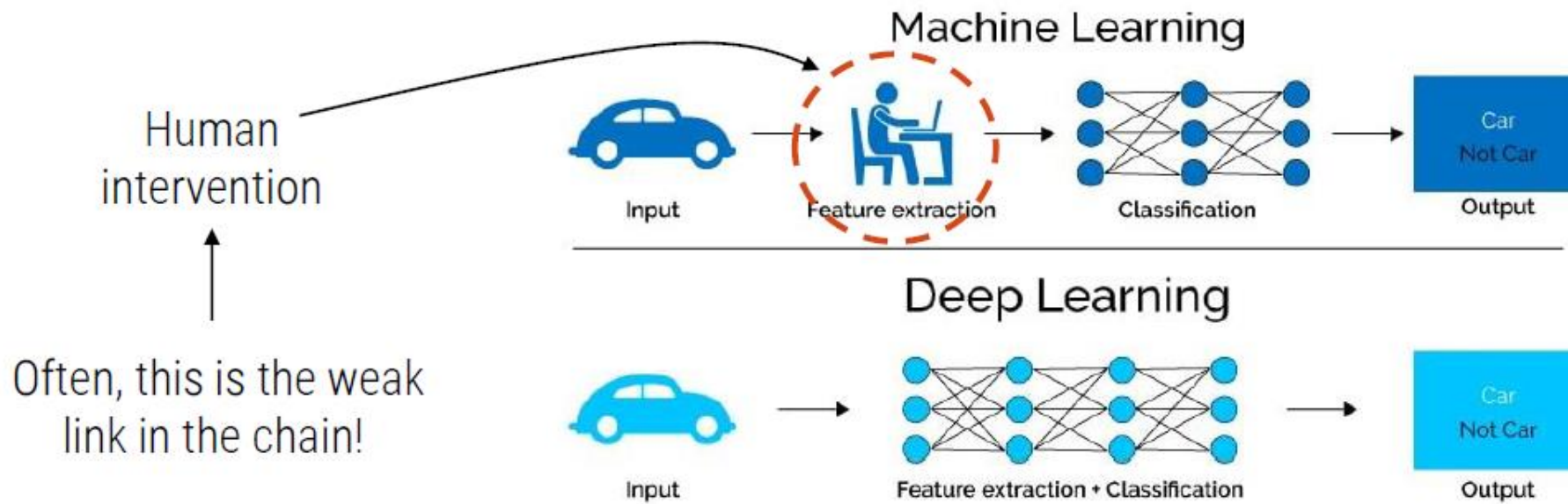


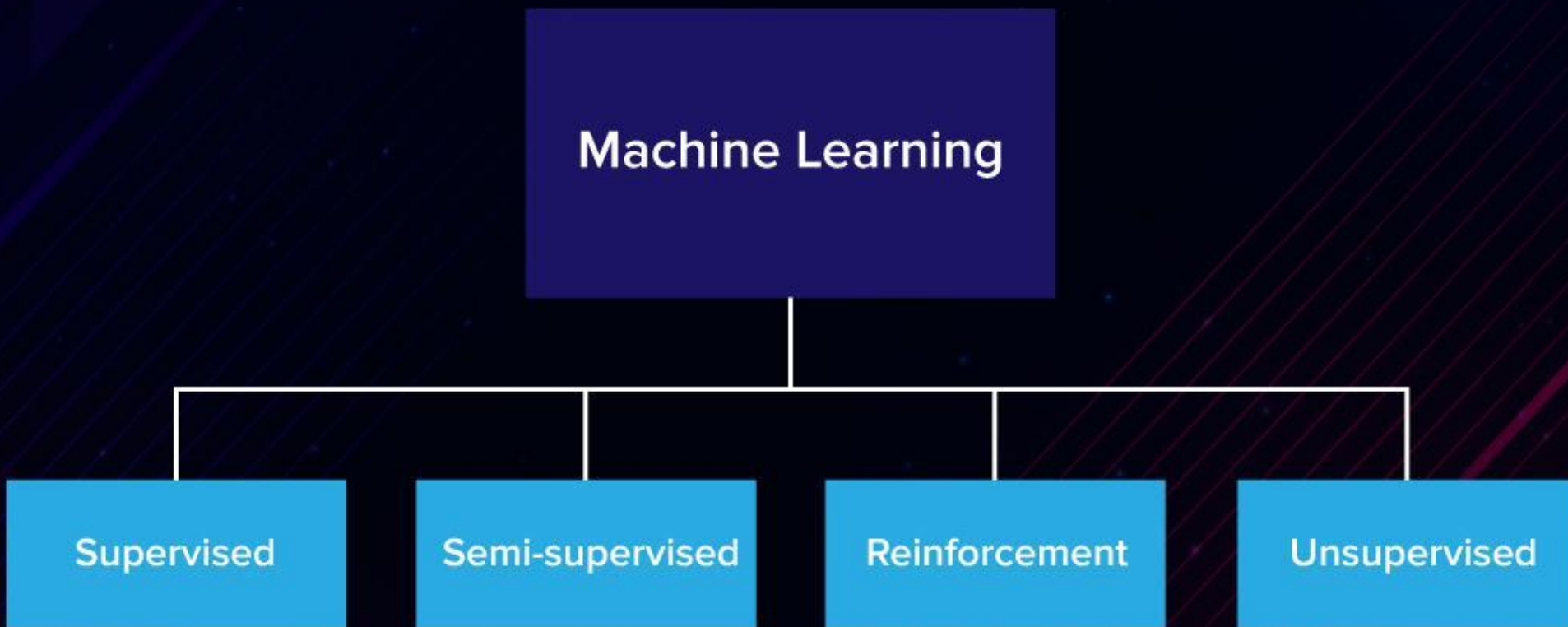
Esempi di features

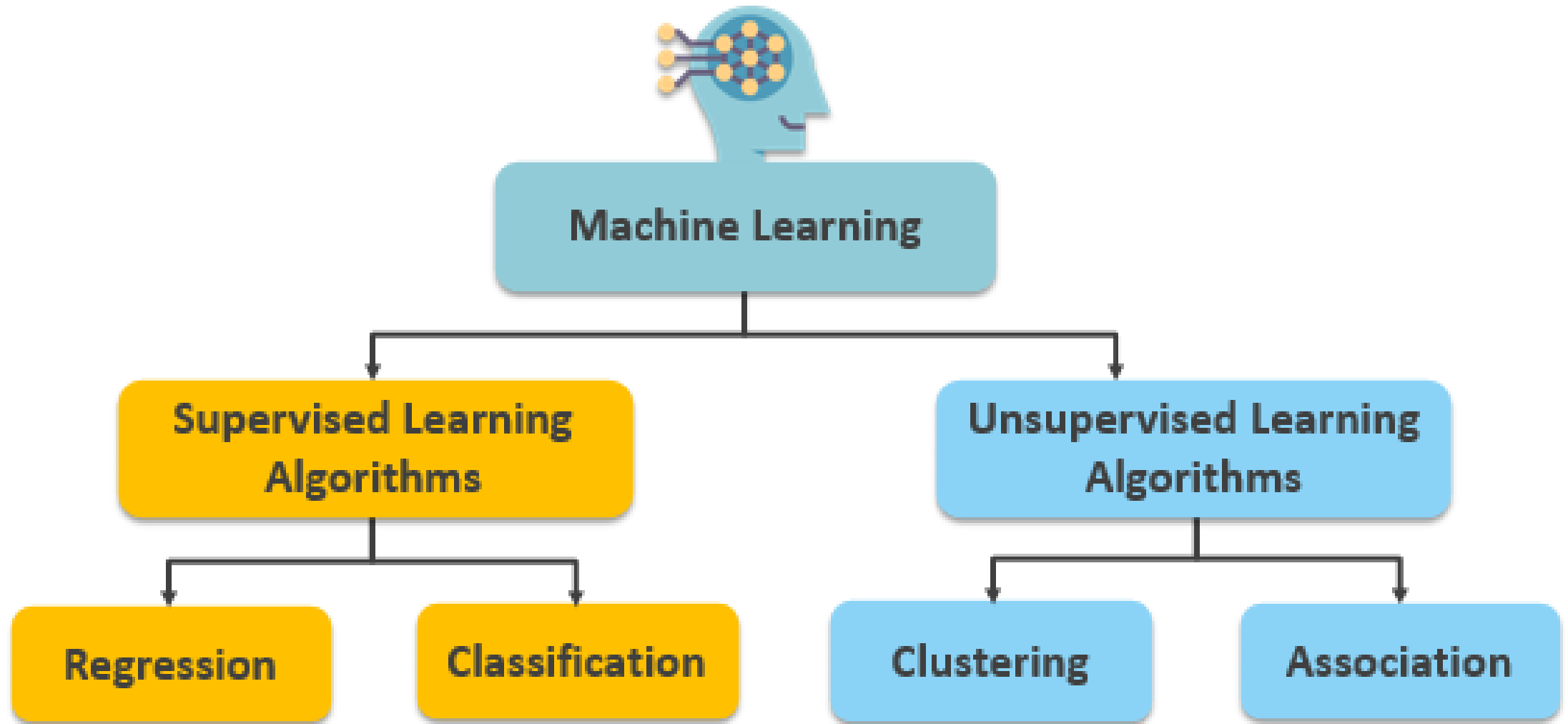




Deep Learning: una disciplina, simile al ML, che consente di evitare la problematica fase di estrazione delle caratteristiche (anche) con input ad alta dimensionalità. Essenzialmente, si basa sulle Reti Neurali.









Apprendimento supervisionato (Supervised learning)

Modello di apprendimento nel quale vengono **presentati i dati di input e gli output che essi dovrebbe generare**, con lo scopo di apprendere una **regola generale in grado di mappare la relazione tra gli stessi**.. Per usare l'apprendimento supervisionato è necessario avere **dati con output noti**.

Esempi di algoritmi:

Naive Bayes

Support Vector Machine

Albero decisionale,

K-nearest neighbours

Regressione logistica,

Regressioni lineari e polinomiali.

Random Forest

Utilizzato per: filtro antispam, rilevamento della lingua, visione artificiale, ricerca e classificazione



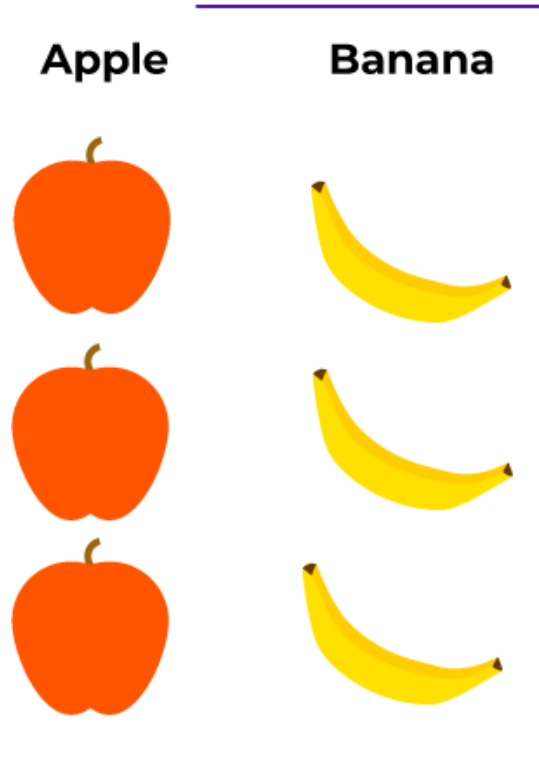
Esempio di Supervised Learning - Classificazione

- Modello di apprendimento automatico in grado di stimare se c'è una mela o una banana su un nastro trasportatore.
 - Dobbiamo quindi **utilizzare immagini sia di mele che di banane**, e per ogni immagine si deve indicare se si tratta di una mela o di una banana che viene raffigurata.
 - Una volta che il modello di machine learning è stato addestrato, può essere utilizzato per fare **previsioni su nuovi dati che non hanno un'etichetta**.
-

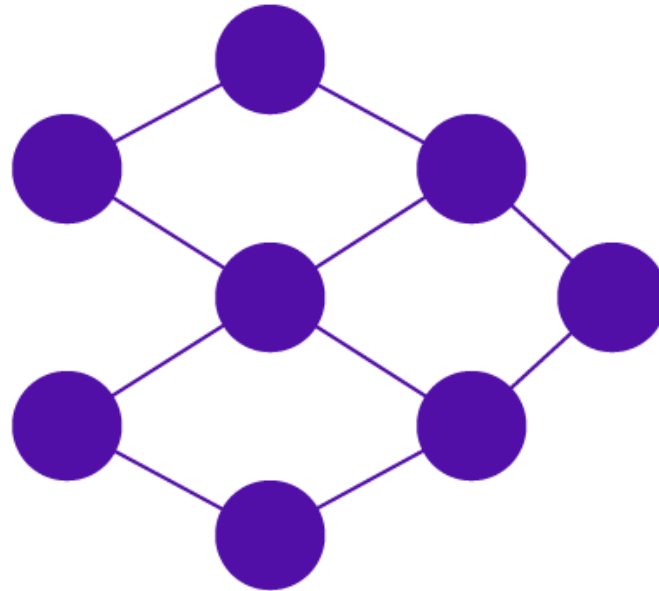


Classification

Training Data



ML Algorithm



Model



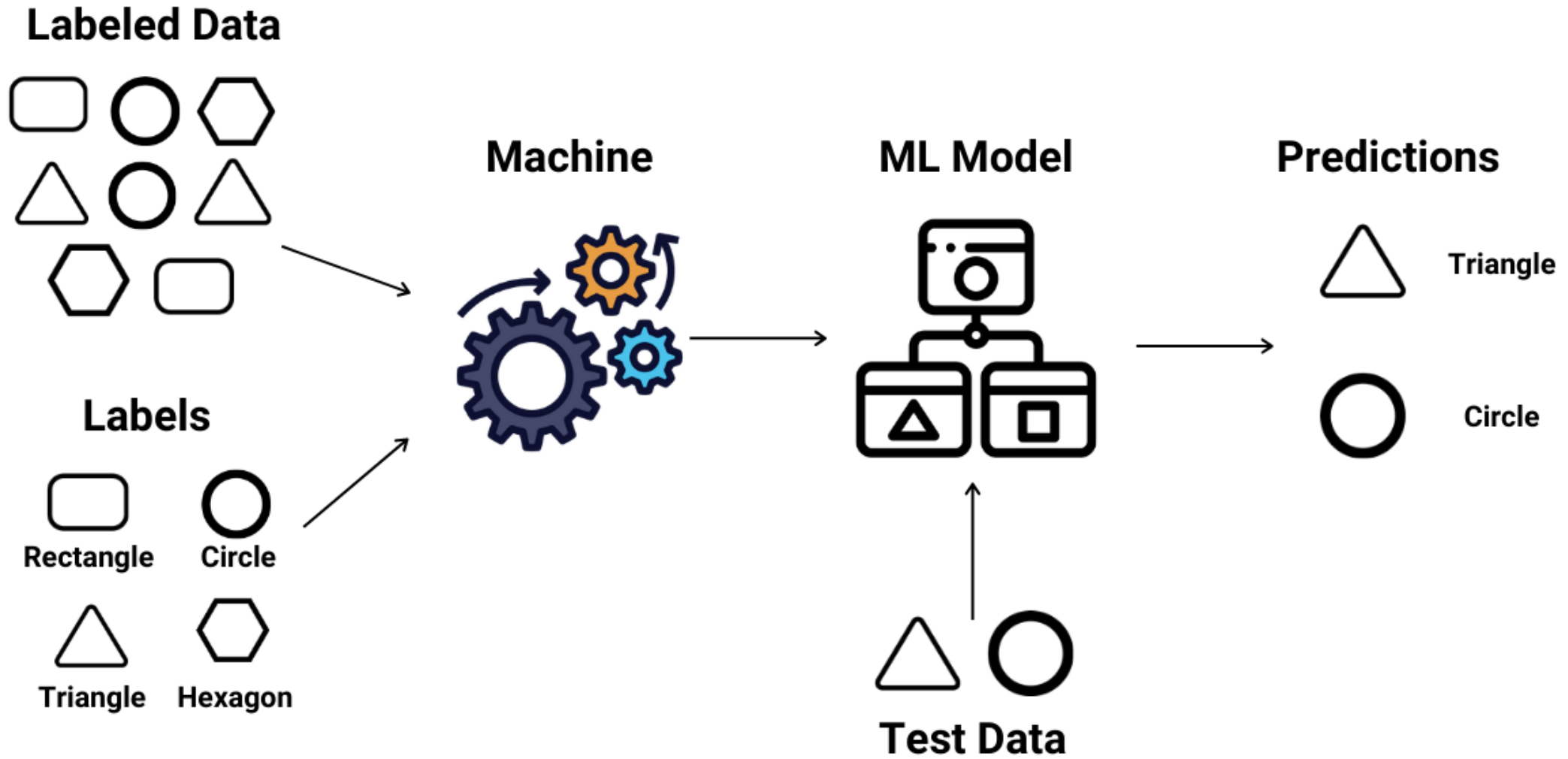
Prediction

Class: Banana





Classification





Regressione

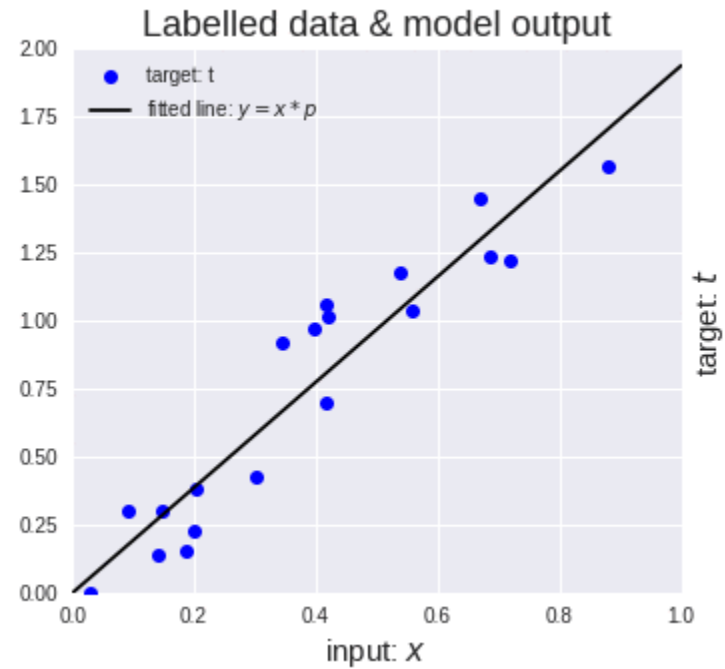
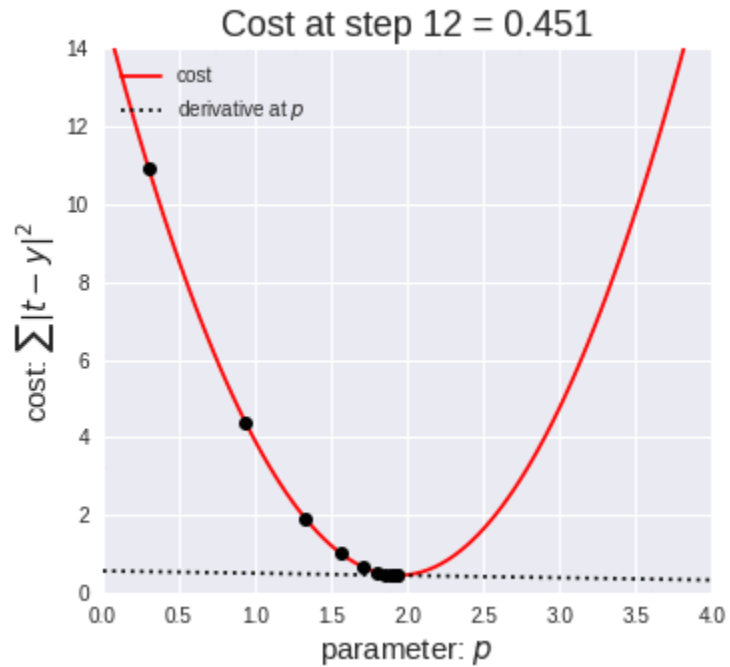
La regressione viene utilizzata per **modellare la relazione tra le variabili indipendenti e la variabile dipendente, in modo da poter fare previsioni su nuovi dati.**

L'obiettivo della regressione è quello di trovare **la migliore funzione che descriva la relazione tra le variabili.** Ad esempio, nel caso della regressione lineare, l'obiettivo è quello di trovare la migliore linea retta che rappresenti la relazione tra le variabili.

Il processo di regressione inizia con la raccolta dei dati, che sono divisi in un set di training e un set di test. Il set di training viene utilizzato per addestrare il modello di regressione, mentre il set di test viene utilizzato per valutare la qualità del modello.

Una volta addestrato il modello, è possibile utilizzarlo per fare previsioni su nuovi dati.

Ci sono molti algoritmi di regressione disponibili, tra cui la regressione lineare, la regressione logistica, la regressione polinomiale e molte altre. La scelta dell'algoritmo dipende dalle caratteristiche dei dati e dall'obiettivo della regressione.



X= volume di vendita di un punto vendita

$Y=f(X)$

Y= prezzi praticati



Un esempio di machine learning supervisionato di regressione potrebbe essere quello di **prevedere il prezzo di una casa in base alle sue caratteristiche come il numero di camere da letto, il numero di bagni, la dimensione del lotto e l'ubicazione.**

Utilizzando un dataset di training **contenente informazioni su diverse case e il loro prezzo** di vendita, possiamo utilizzare un algoritmo di regressione per creare un modello che **preveda il prezzo di una casa in base alle sue caratteristiche**. Ad esempio, potremmo utilizzare un algoritmo di regressione lineare.

regressione lineare multipla : fare ricorso a più di una variabile esplicativa per prevedere la variabile di risposta.

Scikit-learn è una libreria Python molto popolare per l'apprendimento automatico che include diversi algoritmi di regressione, oltre a strumenti per la preparazione dei dati, la validazione e l'ottimizzazione dei modelli.



Apprendimento non supervisionato (unsupervised learning)

- L'algoritmo deve imparare a **riconoscere pattern nell'input senza che sia data nessuna indicazione specifica dei valori in uscita.**
 - Lo scopo è quello di **apprendere in autonomia la struttura che possiedono i dati in ingresso.**
 - Questo approccio va a ristrutturare i dati in maniera diversa, **creando classi di dati più utili per le analisi successive, e permettendo di scoprire nuovi significati nei dati che prima non erano stati presi in considerazione.**
 - Un agente che è in grado di apprendere in modo totalmente non supervisionato non è in grado di imparare cosa fare, dal momento che non possiede informazioni su cosa costituisce un'azione corretta o uno stato desiderabile al quale arrivare. L'apprendimento non supervisionato è usato per **gestire problemi di clustering andando a trovare gruppi di dati in base alle caratteristiche che hanno in comune.**
-



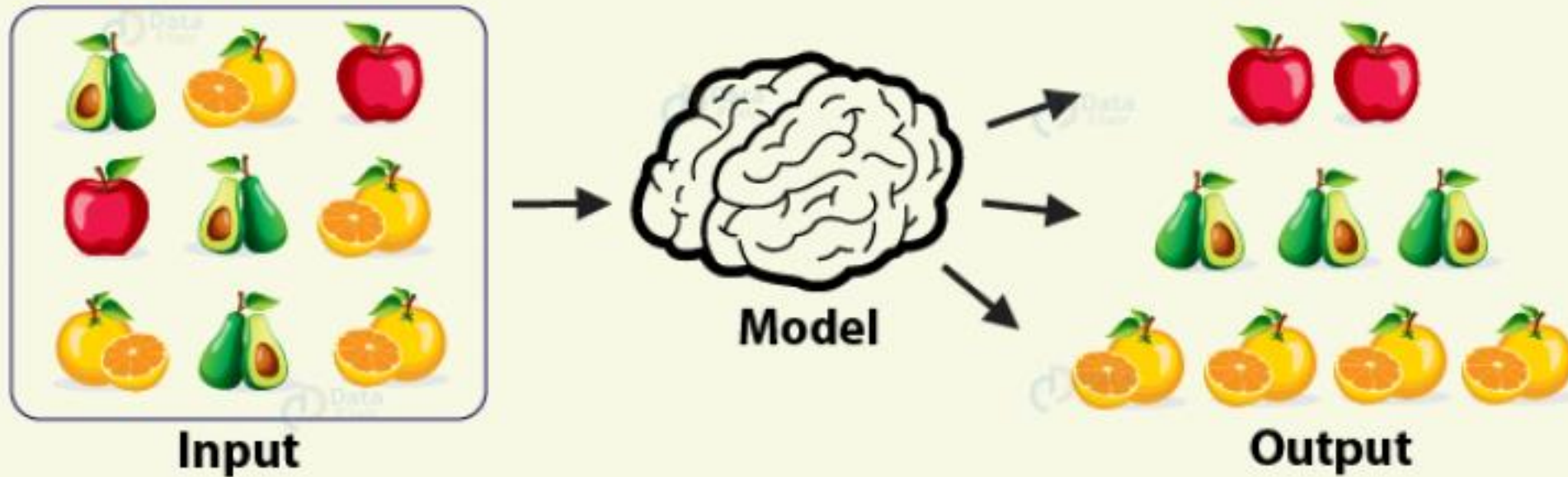
- In questo modo si vengono a creare dei raggruppamenti di dati, chiamati cluster. Questo approccio è, anche, utilizzato per l'association learning, cioè per trovare regole associative tra i dati inseriti.
- Unsupervised Learning può essere utilizzato per trovare transazioni fraudolente, prevedere vendite e sconti o analizzare le preferenze dei clienti in base alla loro cronologia delle ricerche. Il programmatore non sa cosa sta cercando di trovare, ma ci sono sicuramente alcuni schemi e il sistema può rilevarli.

Utilizzato per: segmentazione dei dati, rilevamento di anomalie, sistemi di raccomandazione, gestione del rischio, analisi di immagini false

Esempi di algoritmi:

K-means clustering,
DBSCAN,
Mean-Shift,
Decomposizione ai valori singolari (SVD),
Analisi delle componenti principali (PCA),
Allocazione latente di Dirichlet (LDA),
Analisi semantica latente, crescita FP

Unsupervised Learning





Apprendimento semi-supervisionato

Nell'apprendimento **semi-supervisionato i dati di input sono una miscela di campioni etichettati e non etichettati.**

È possibile utilizzare l'approccio semi-supervisionato (semi-supervised learning) nel quale si combinano le caratteristiche dell'apprendimento supervisionato e non supervisionato.

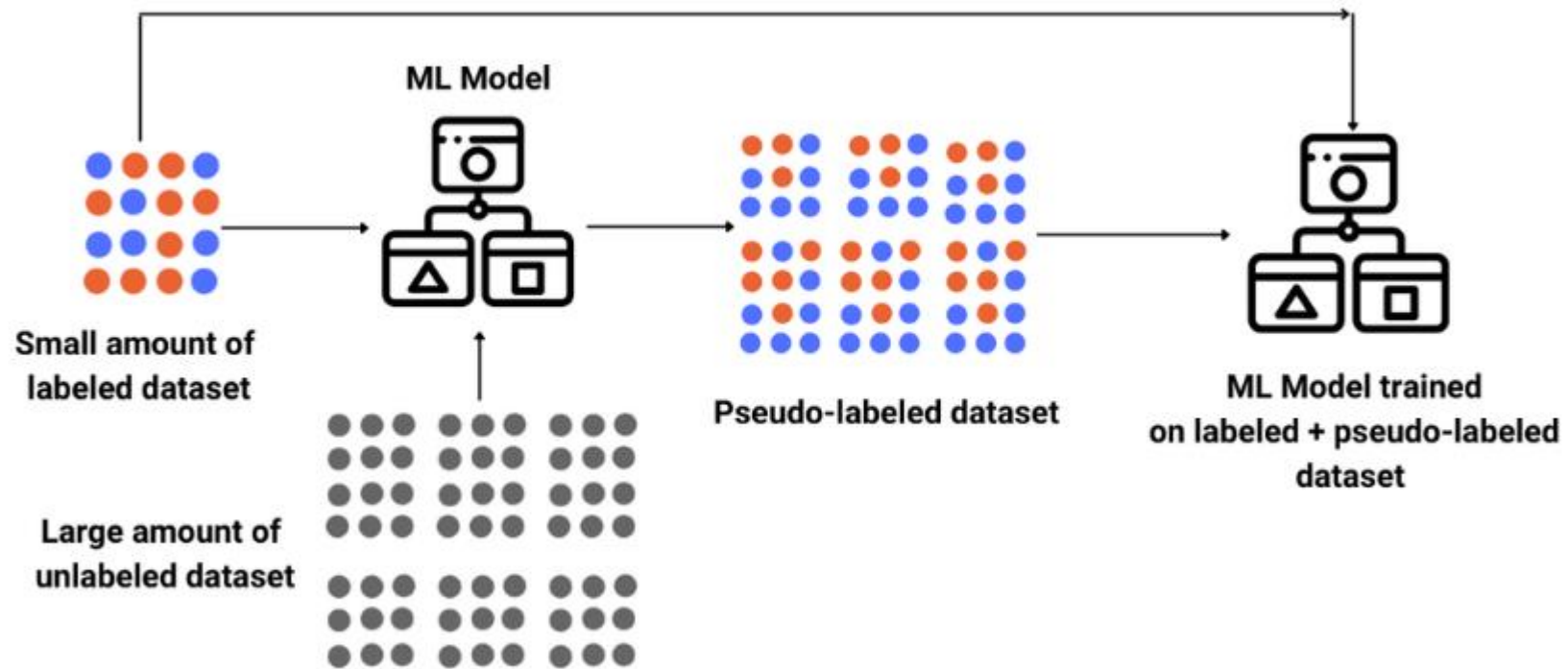
In un primo momento si utilizza l'approccio supervisionato andando a fornire gli input con l'output associato, e successivamente si inseriscono altri input, simili, senza l'output di riferimento.

Gli input e gli output inseriti forniscono il modello generale dal quale è possibile estrapolare gli output degli input rimanenti.

Si può utilizzare l'apprendimento per trasferimento (transfer learning) trasferendo la conoscenza creata per affrontare un determinato problema, per usarla nell'affrontare un problema simile.

Il vantaggio che si ha dal riutilizzo della conoscenza è notevole, anche se quest'approccio non è sempre praticabile perché molti algoritmi di Machine Learning devono essere adattati al caso specifico.

Utilizzato per: auto a guida autonoma, giochi, robot, gestione delle risorse





Apprendimento con rinforzo (reinforcement learning)

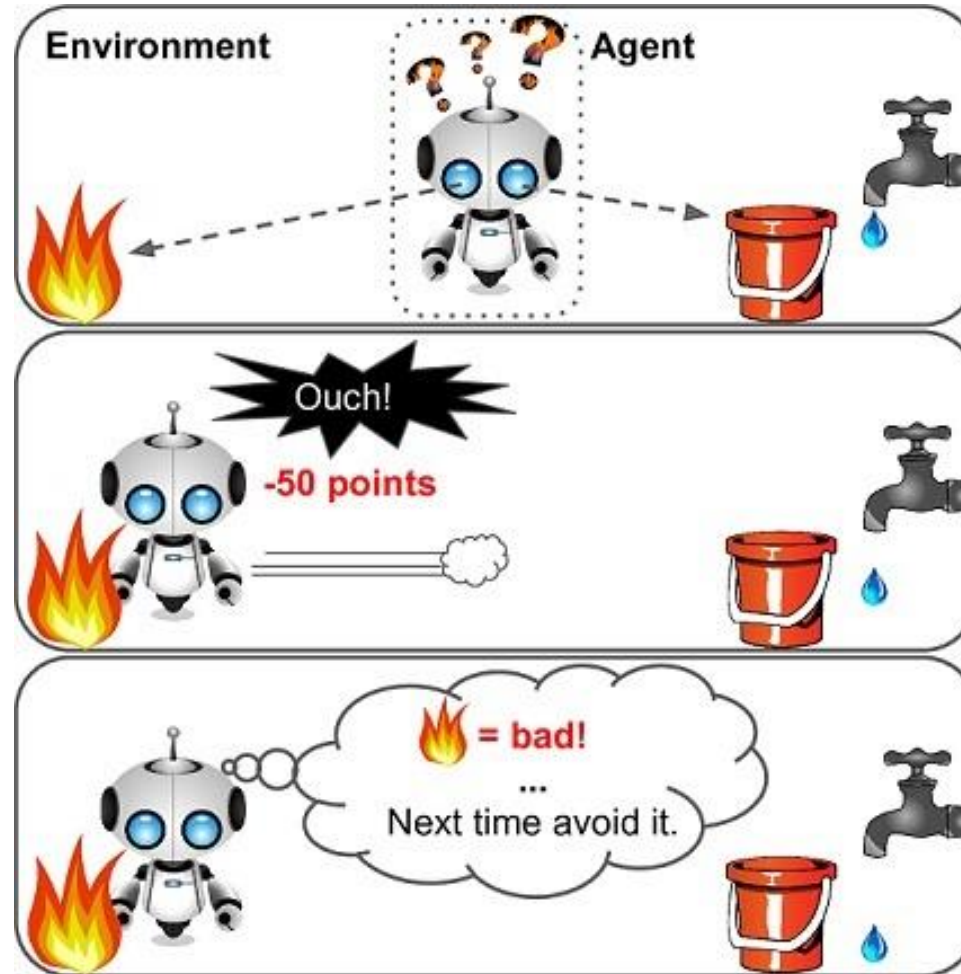
- nel quale l'algoritmo **interagisce con l'ambiente dinamico** al fine di raggiungere un determinato obiettivo.
 - Gli algoritmi agiscono in base alle **ricompense che gli vengono date in funzione degli obiettivi raggiunti**, senza le quali non sarebbe possibile capire cosa è auspicabile fare e cosa è da evitare, e l'algoritmo non potrebbe prendere decisioni.
 - Il **reinforcement learning** viene utilizzato quando l'algoritmo **deve prendere delle decisioni da cui discendono delle conseguenze**. L'algoritmo non è semplicemente descrittivo ma è prescrittivo, cioè indica cosa bisogna fare. È un tipo di apprendimento molto innovativo nel Machine Learning, ed è predisposto ad imparare il funzionamento dell'ambiente.
 - Con questo tipo di approccio **si riesce ad addestrare un algoritmo senza definire delle regole che vengono dedotte a seconda dei feedback ricevuti**. È un approccio utilizzato in domini complessi perché è l'unico modo per addestrare un programma e ottenere buone prestazioni.
 - Nell'apprendimento con rinforzo di tipo attivo l'agente **deve imparare cosa deve fare, e tramite l'esplorazione, deve sperimentare come comportarsi, dato l'ambiente in cui è inserito**. È possibile implementare questa strategia facendo giocare l'algoritmo ad un gioco senza fornirgli le regole. **Ogni volta che compie un'azione che è consentita dalle regole, o che è utile, gli verrebbe conferito un feedback positivo, altrimenti uno negativo**. Questo permetterebbe all'algoritmo di imparare le mosse che può e che è meglio fare durante la partita, e imparerebbe a giocare senza che gli siano date le regole del gioco. **L'agente deve imparare a comportarsi con successo nell'ambiente in cui è posto senza conoscere niente, ma apprendendo dai feedback ricevuti**.
-



Esempi di algoritmi:

Q-learning , Algoritmi genetici, SARSA, DQN, A3C.

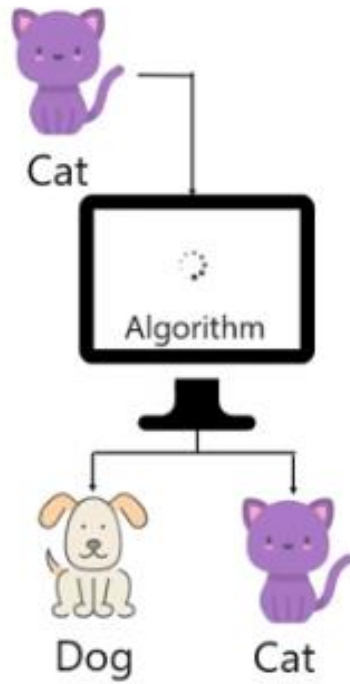
Utilizzato per: auto a guida autonoma, giochi, robot, gestione delle risorse



Type of data

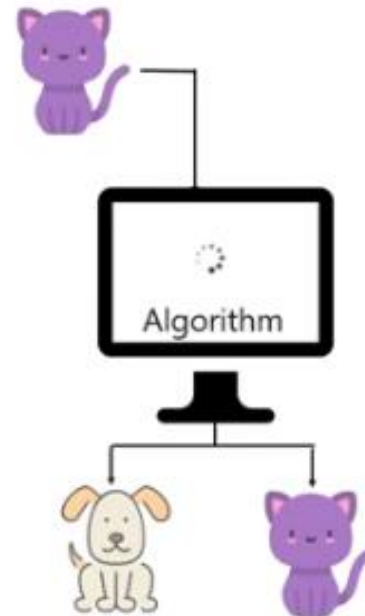
Supervised Learning

Labelled Data



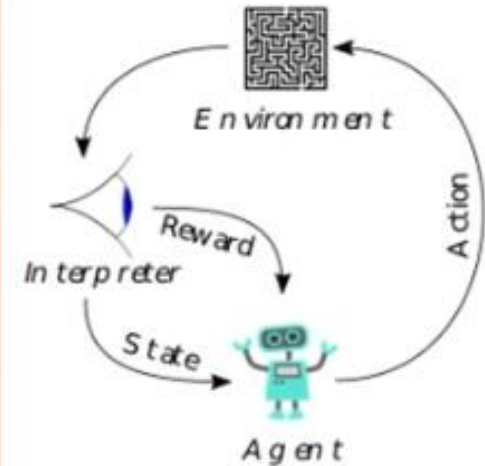
Unsupervised Learning

Unlabelled Data

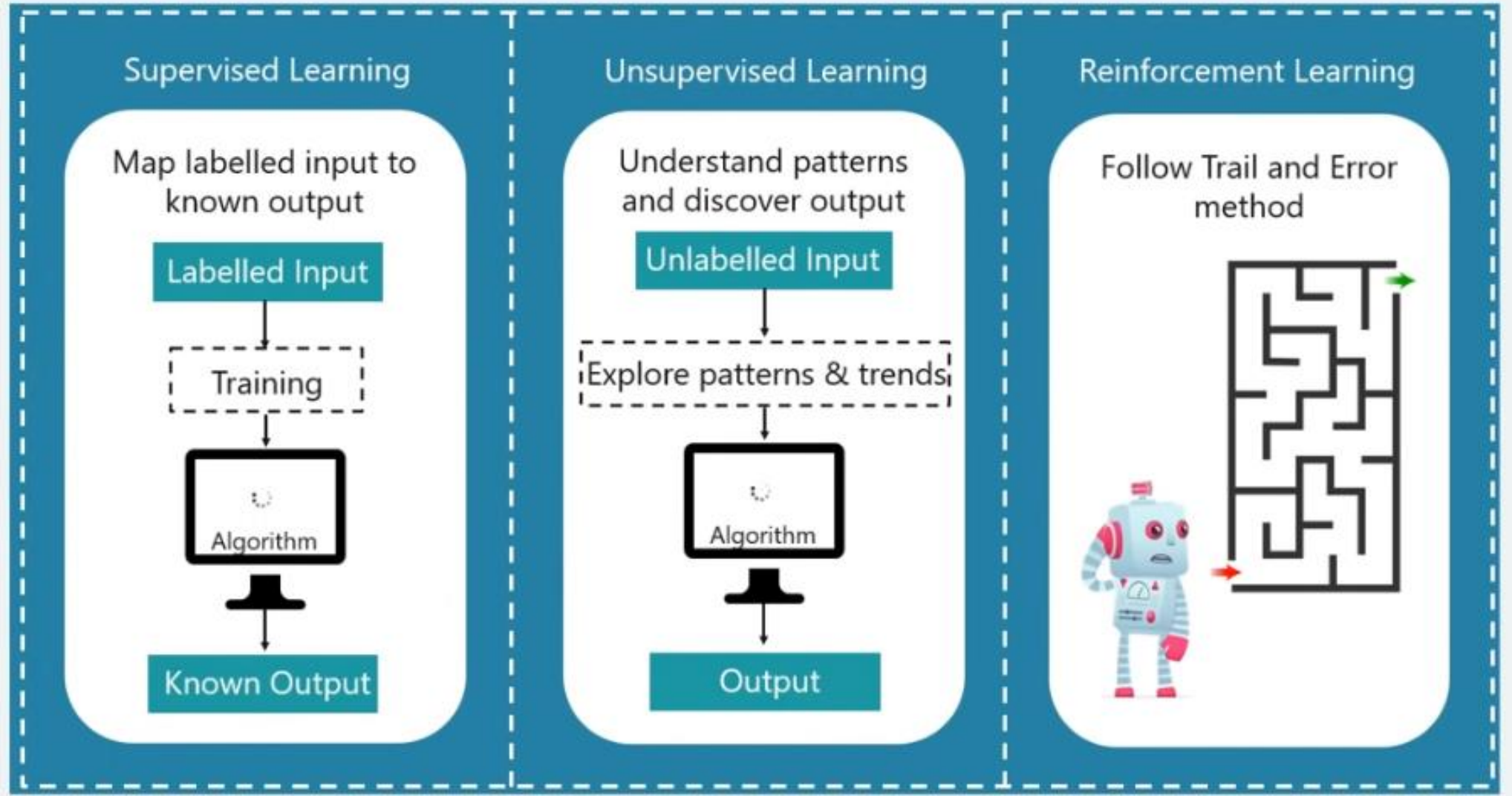


Reinforcement Learning

No Predefined Data



Approach



Supervised Learning

Regression



Classification

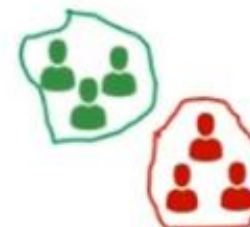


Unsupervised Learning

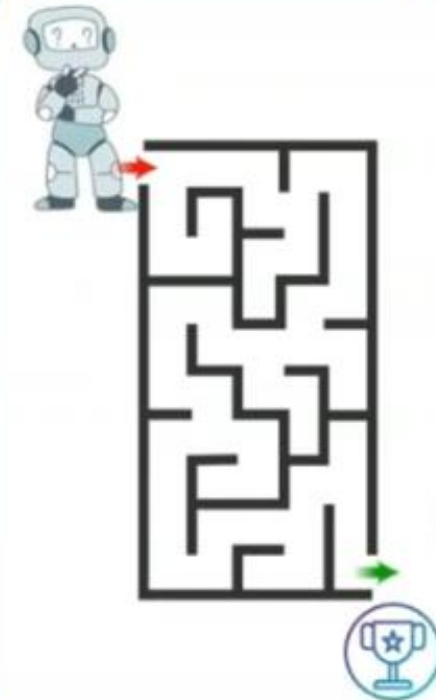
Association



Clustering



Reinforcement Learning





Popular Algorithms

Supervised Learning

Linear Regression

Logistic Regression

Support Vector
Machine

K Nearest
Neighbour

Random Forest

Unsupervised Learning

K- Means

Apriori

C- Means

Reinforcement Learning

Q- Learning

SARSA

