



---

# **Introduzione all' Intelligenza Artificiale (AI)**

---



# Intelligenza Artificiale

---

- Che cosa è l'Intelligenza Artificiale?
- Analizziamo le parole
- **Intelligenza** artificiale
  - Imitare l'intelligenza umana
  - Come capire se la macchina imita bene? → **Test di Turing**



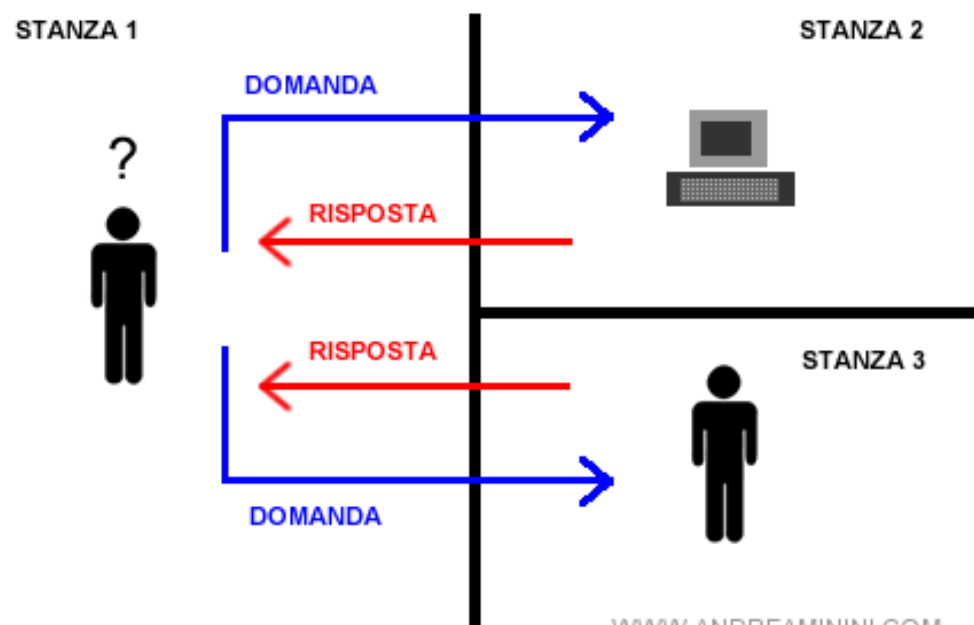
Alan Turing (1912 – 1954)  
Matematico, logico,  
crittografo e filosofo  
britannico

---

# Test di Turing

- **Test di Turing**

- Criterio **oggettivo** per valutare se una macchina è intelligente o, meglio, dimostra un comportamento intelligente.
- Si basa su un **gioco!**





# Intelligenza Artificiale: definizioni

---

Ma cosa è l'**intelligenza umana**?

Sarebbe meglio parlare di **intelligenze** umane

- Spaziale, logica, musicale, linguistica, ...

## **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**

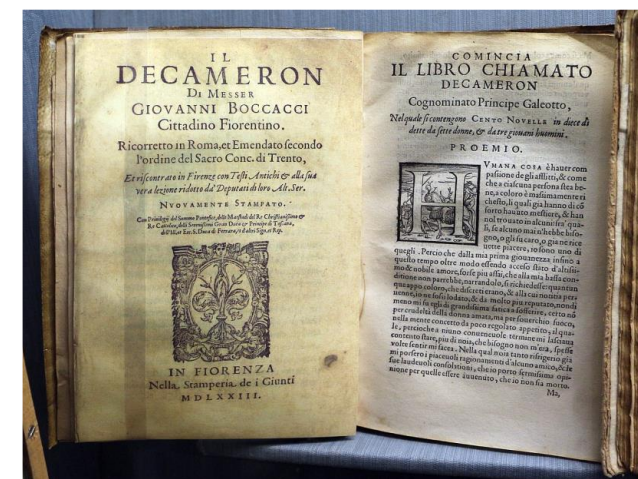
**Riproduzione parziale dell'attività intellettuale propria dell'uomo** (con particolare riguardo ai processi di apprendimento, di riconoscimento, di scelta) realizzata o attraverso l'elaborazione di modelli ideali, o, concretamente, con la messa a punto di **macchine** che utilizzano per lo più a tale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



Howard Gardner

# Intelligenza Umana e Artificiale

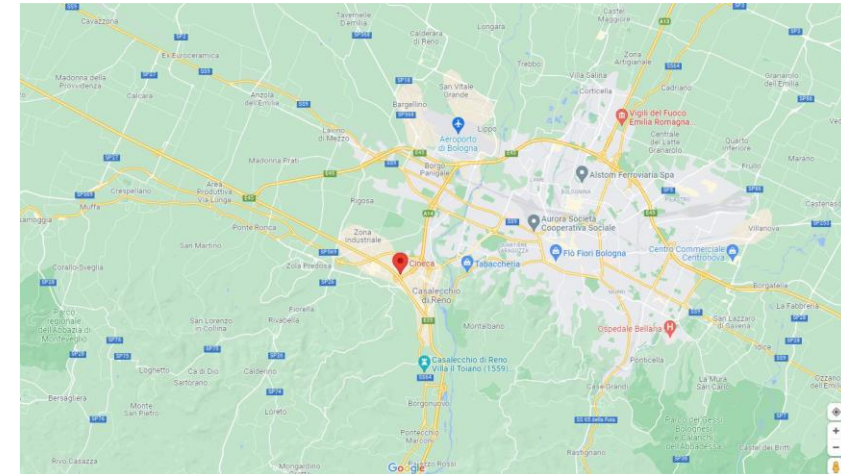
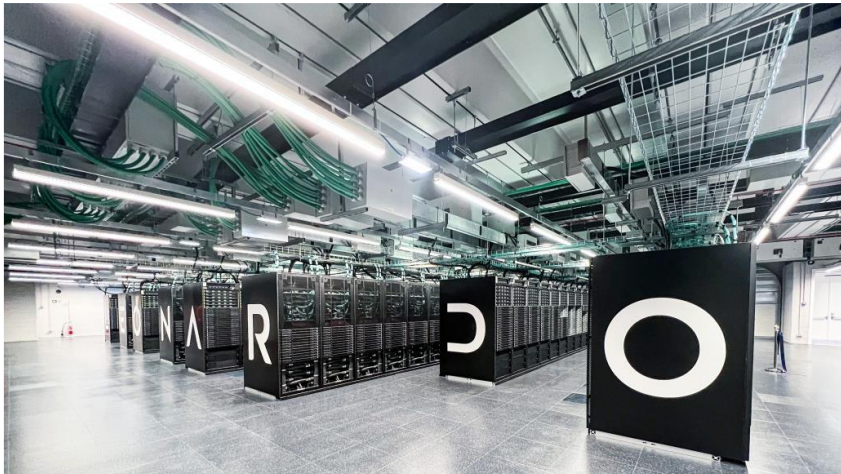
- Il nostro cervello è una «macchina» incredibile!
- Noi diamo per scontato tante capacità eccezionali, difficili da riprodurre da una macchina





# Intelligenza Artificiale

- Continuiamo ad analizzare le parole...
- Intelligenza artificiale
  - In gioco ci sono le macchine, i **computer**
  - Sfruttiamo i computer per fare quello che gli essere umani **non** fanno bene: **processare tante informazioni in pochissimo tempo!**





# Intelligenza Artificiale

**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**

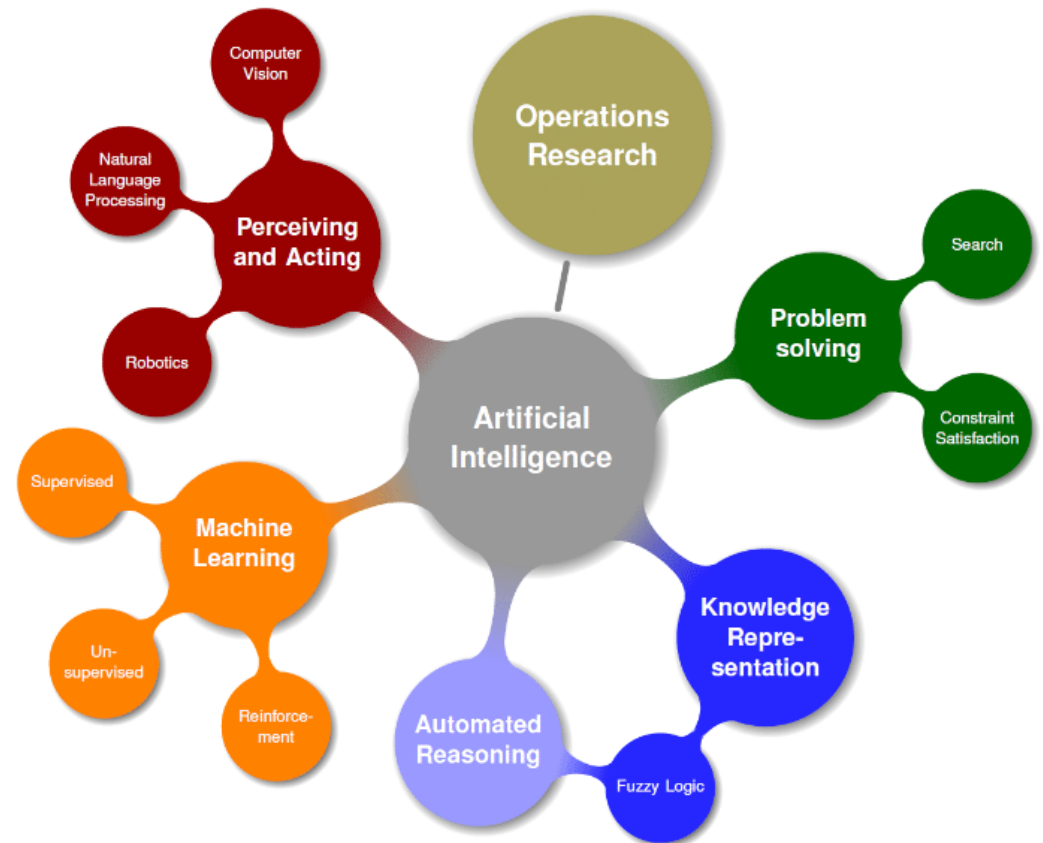
**Robotica**

**Programmazione automatica**

**Elaborazione del linguaggio naturale**

**Visione Artificiale**

**Machine Learning** (Apprendimento automatico)





# Intelligenza Artificiale nelle macchine

Da adesso, intendiamo l'Intelligenza Artificiale come l'abilità di «**saper risolvere dei problemi**»

Le macchine sanno risolvere problemi!

## Due approcci fondamentali:

1. L'essere umano **dice esattamente** alla macchina come risolvere problemi

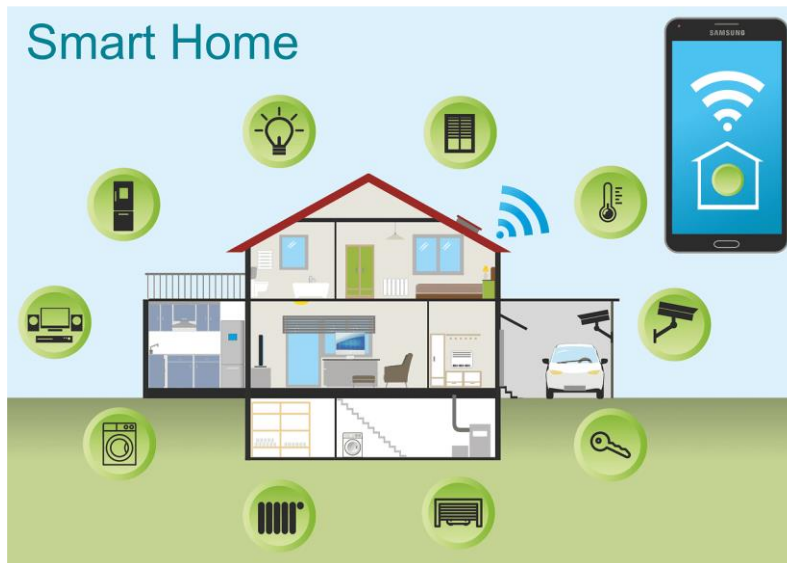


```
33 self.fingerprints = {}
34 self.logdupes = True
35 self.debug = debug
36 self.logger = logging.getLogger(__name__)
37 if path:
38     self.file = open(os.path.join(path, 'requests.log'), 'a')
39     self.file.seek(0)
40     self.fingerprints.update({x: y for x, y in self.fingerprints.items()})
41
42 @classmethod
43 def from_settings(cls, settings):
44     debug = settings.getbool('DEBUG', False)
45     return cls(job_dir(settings), debug)
46
47 def request_seen(self, request):
48     fp = self.request_fingerprint(request)
49     if fp in self.fingerprints:
50         return True
51     self.fingerprints.add(fp)
52     if self.file:
53         self.file.write(fp + os.linesep)
54
55 def request_fingerprint(self, request):
56     return fingerprint(request)
```



# Intelligenza Artificiale nelle macchine

- Esempi di problemi risolvibili con questo approccio:



# Intelligenza Artificiale nelle macchine

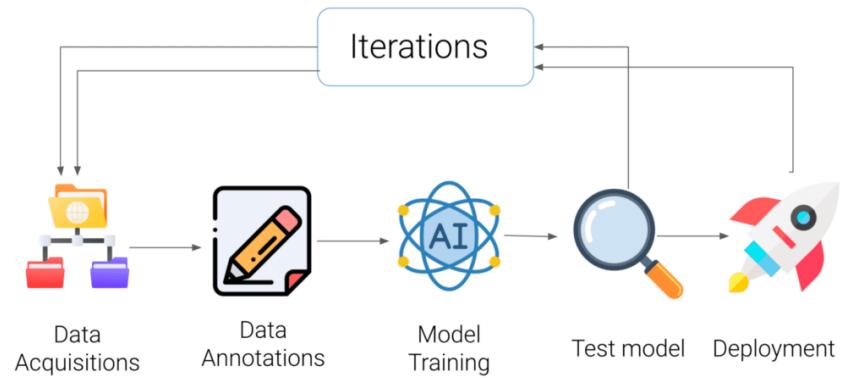
---

- È un approccio sempre praticabile?
- Problema: individuazione del **volto** in un'immagine
  - Cosa è un *volto*?



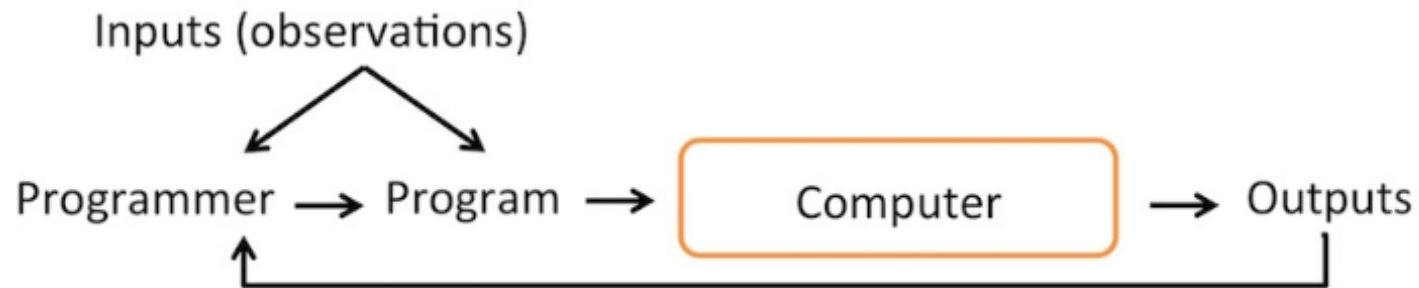
# Machine Learning

- Soluzione: la macchina impara (*learn*) «da sola» a risolvere i problemi!
  - Secondo approccio fondamentale
- Come fa ad imparare? Dai **dati**!





# Machine Learning



«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)

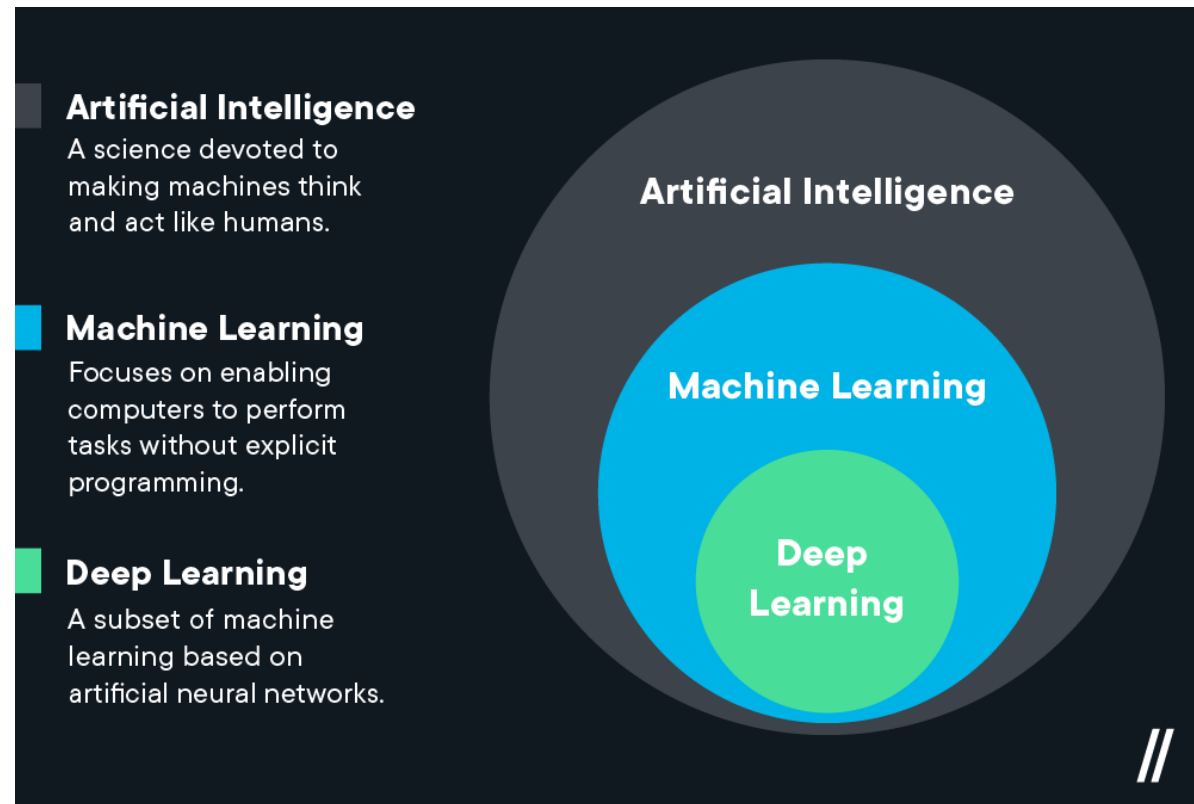
## Machine Learning





# Deep Learning

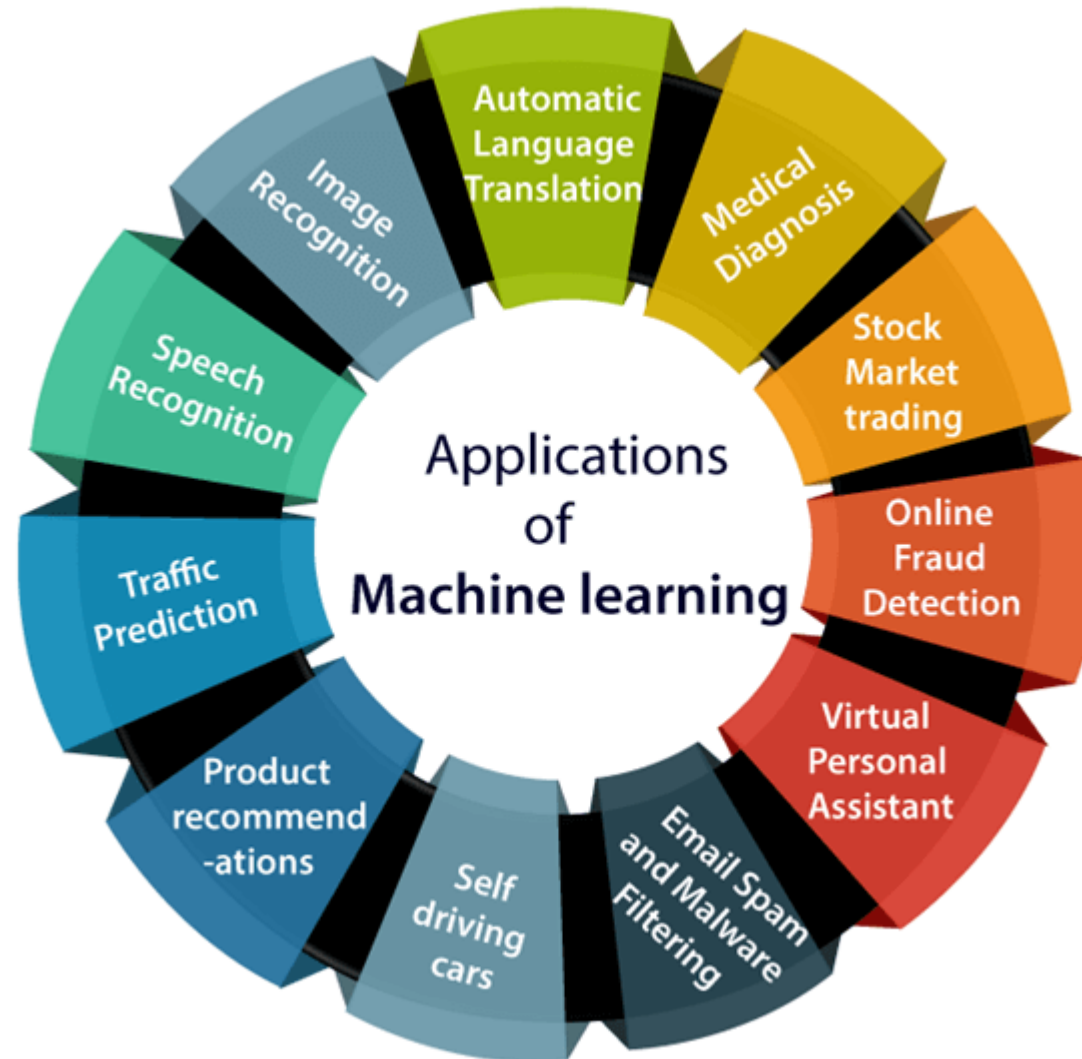
Il **deep learning**, o deep neural learning , è **un sottoinsieme del machine learning** , che utilizza **le reti neurali** per analizzare diversi fattori con una struttura simile al sistema neurale umano.







# Machine Learning: applicazioni





# Machine Learning: applicazioni

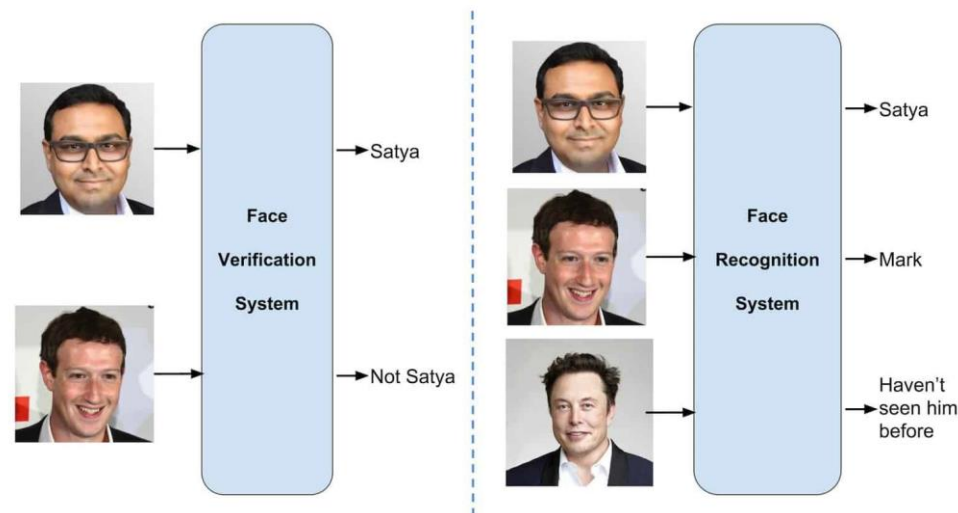
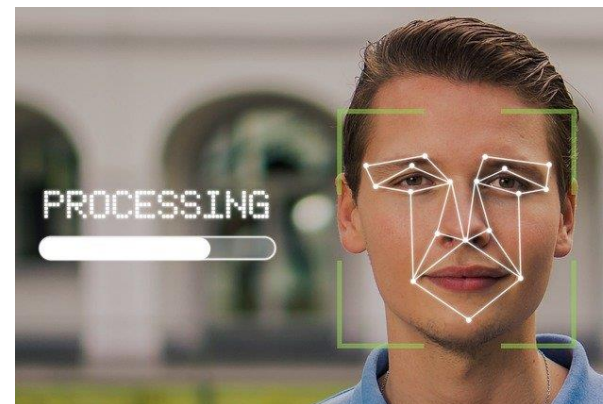
## 1. Riconoscimento delle immagini:

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**.





# Machine Learning: applicazioni

---

## 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.





# Machine Learning: applicazioni



## 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**.



# Machine Learning: applicazioni

## 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







# Machine Learning: applicazioni

---



## 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.

---



# Machine Learning: applicazioni



## 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**.



# Machine Learning: mercato tecnologico

---

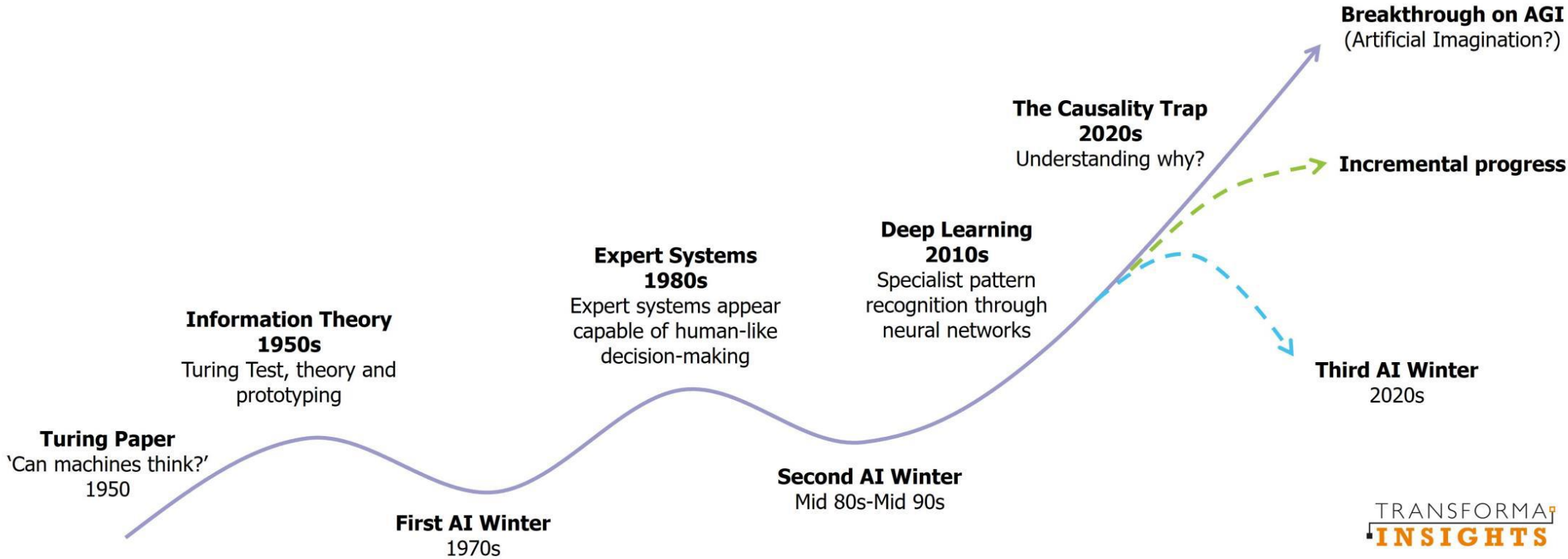
Google, Twitter, Intel, Apple investono molto nell'intelligenza artificiale reclutando talenti e acquisendo startup.

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
-

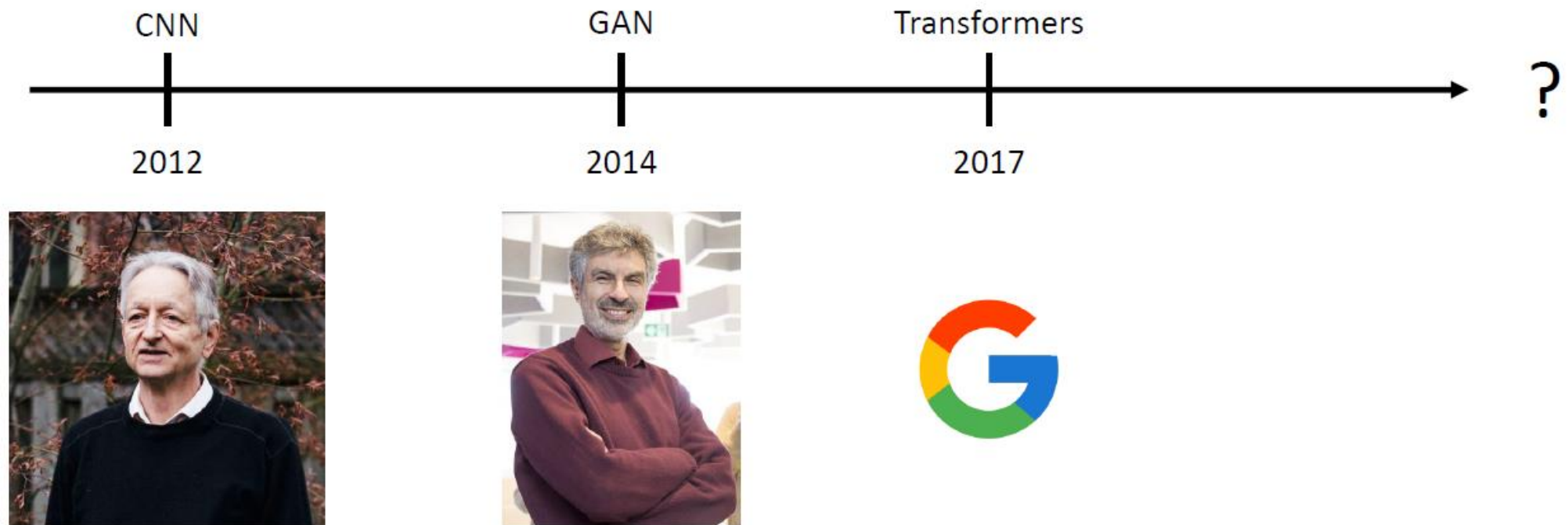


# Storia dell'AI



# Storia dell'AI

- Storia dell'AI «moderna»







# Storia dell'AI

---

## 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.
- **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).
-



# Storia dell'AI

---

## 1980 – 1987: Nuova primavera

- Nascita dei **sistemi esperti (Expert Systems)**: 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** (Nvidia nel 1999 produce la prima GPU)
  - Raccolta di grandi quantità di dati (**Big Data**) sempre **più semplice** e **meno costosa**
  - Recupero delle formulazioni matematiche degli anni precedenti (algoritmo di **backpropagation**)
  - Questi tre fattori portano alla **rinascita del Deep Learning**. Successi in numerose discipline (visione, sistemi biometrici, riconoscimento del parlato, robotica, guida automatica, diagnosi mediche, data mining, motori di ricerca videogames)
-



# Paradigma generale dell'AI



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 con appropriate **metriche**.



# Acquisizione dei dati

---

- L'acquisizione dei dati è il primo passo nello sviluppo di un sistema ML
  - È possibile ottenere dati principalmente in due modi:
    1. Usare set di dati o **database di dati pubblicamente disponibili** (possono essere gratis o a pagamento). 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.
    2. Acquisendo **un nuovo set di dati**
-



# Annotazione dei dati

---

## Non basta acquisire i dati!

Serve anche un'operazione solitamente chiamata «**annotazione**» (o etichettatura).

L'etichetta (*label*) rappresenta il **contenuto (semantico)** dei dati e 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.
  - Se ho **dati annotati**, sono in un contesto di **learning supervisionato (*supervised learning*)**.
-





# Annotazione dei dati

---

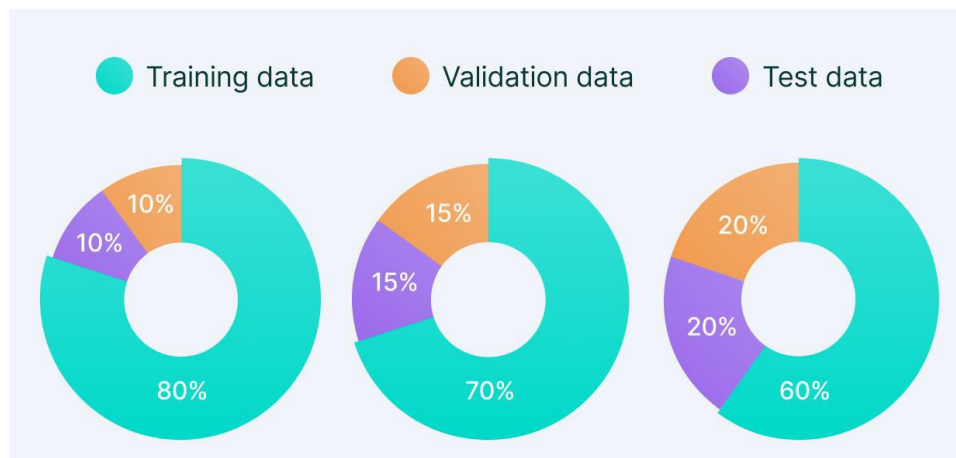
- Se **non ho dati annotati**, sono in un contesto di **learning non supervisionato (*unsupervised learning*)**.
    - L'algoritmo deve imparare a **riconoscere pattern nell'input senza che sia data nessuna indicazione specifica dei valori in uscita**.
    - Lo scopo è quello di **apprendere in autonomia la struttura che possiedono i dati in ingresso**.
  - 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**.
  - Esiste anche l'apprendimento **semi-supervisionato (*semi-supervised learning*)**, se i dati di input sono una **miscela** di campioni etichettati e non etichettati. Si combinano le caratteristiche dell'apprendimento supervisionato e non supervisionato.
  - Quest'approccio **non è sempre praticabile** perché molti algoritmi di Machine Learning devono essere adattati al caso specifico e possono essere stati progettati per lavorare solo con dati annotati.
-



# Organizzazione dei dati

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





# Machine Learning: task

---

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**

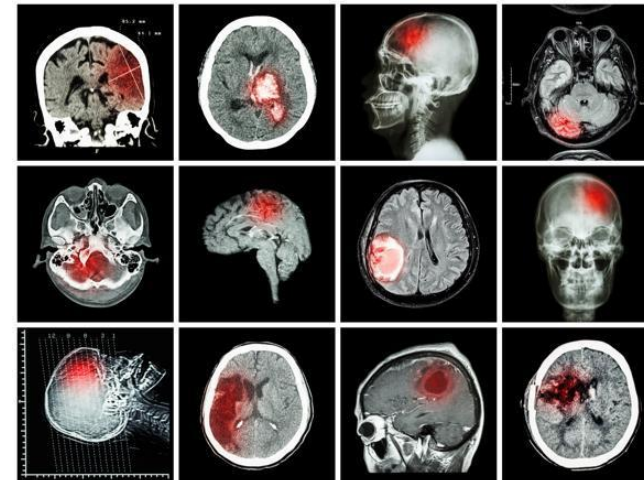
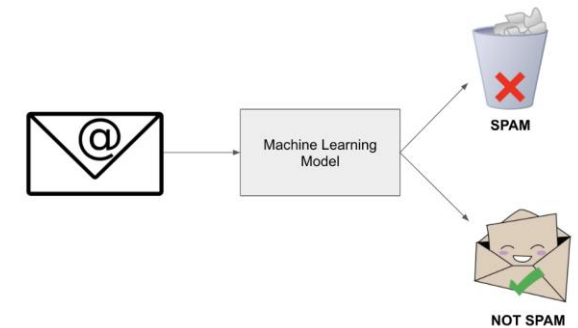
**Dati:** messaggi di posta elettronica  
**Classi/etichette:** sì/no (spam)

- **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.**

**Dato uno specifico input, il modello (regressore) restituisce un valore continuo (non una classe!)**

**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

