



3° CORSO FONDAMENTI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

AGENDA 1 DI 2

1

INTELLIGENZA ARTIFICIALE: PRINCIPI

2

RETI NEURALI ARTIFICIALI

3

**IL COMBUSTIBILE DELL' IA: BIG DATA, CLOUD
COMPUTING, INTERNET OF THINGS**

4

MACHINE LEARNING

5

DEEP LEARNING



AGENDA 2 DI 2

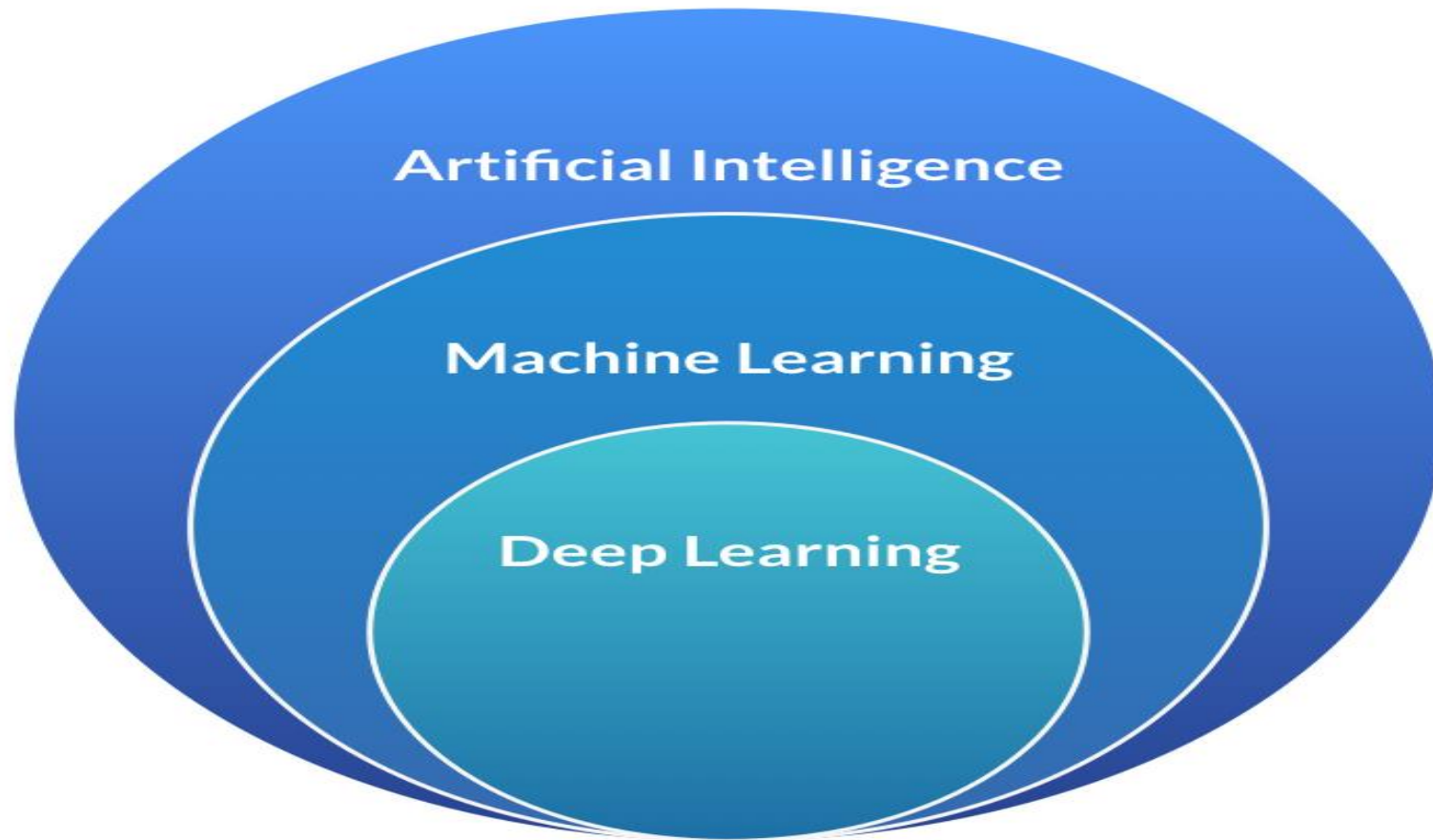
6

IA E LINGUAGGIO NLP

7

IA E ROBOT

INTELLIGENZA ARTIFICIALE: PRINCIPI



DEFINIZIONI

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.

DEFINIZIONI

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.



DEFINIZIONI

Pensare, comprendere, elaborare → Ragionare

DEFINIZIONI

WHAT IS ARTIFICIAL INTELLIGENCE?

John McCarthy
Computer Science Department
Stanford University
Stanford, CA 94305
jmc@cs.stanford.edu
<http://www-formal.stanford.edu/jmc/>
2004 Nov 24, 7:56 p.m.

Revised November 24, 2004:

<http://cse.unl.edu/~choueiry/S09-476-876/Documents/whatisai.pdf>

*Artificial Intelligence is the science of making intelligent machines, especially **intelligent computer programs**. It is related to the similar task of using computers to understand **human intelligence***

L'intelligenza artificiale (IA) è l'abilità di una **macchina** di mostrare **capacità umane** quali il ragionamento, l'apprendimento, la pianificazione e la creatività.

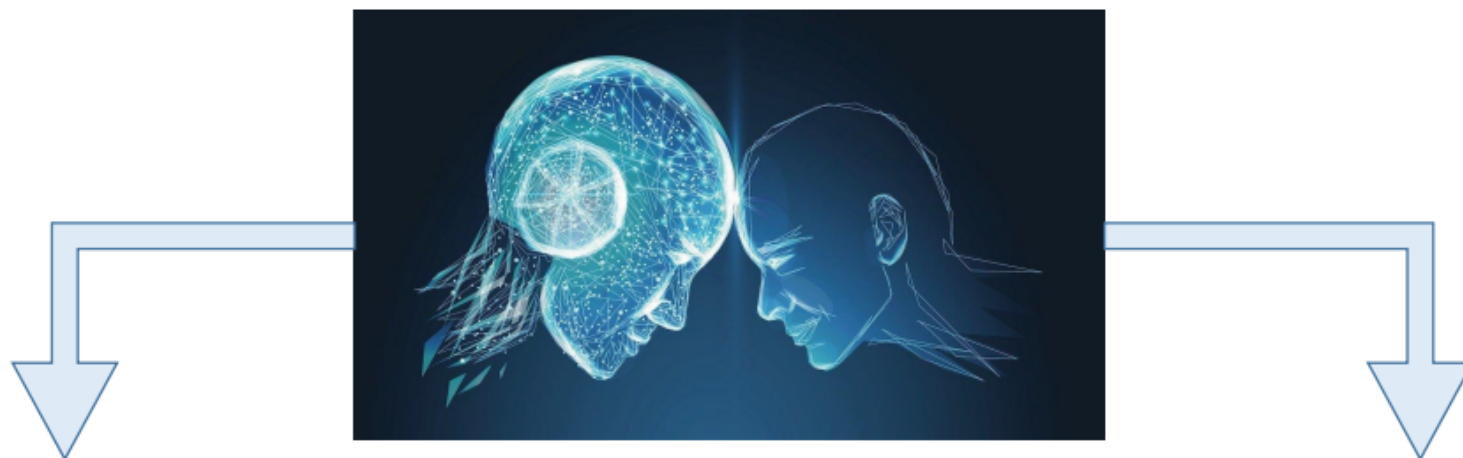


L'intelligenza artificiale (AI) implica l'uso dei **computer** per fare cose che tradizionalmente richiedono l'**intelligenza umana**

L'**intelligenza artificiale** è una branca dell'informatica che si sforza di replicare o simulare l'**intelligenza umana** in una **macchina**, in modo che le **macchine** possano eseguire attività che in genere richiedono l'**intelligenza umana**

L'Intelligenza Artificiale è il ramo della computer science che studia lo sviluppo di **sistemi Hardware e Software** dotati di specifiche capacità tipiche **dell'essere umano** (interazione con l'ambiente, apprendimento e adattamento, ragionamento e pianificazione), capaci di perseguire autonomamente una finalità definita, prendendo decisioni che fino a quel momento erano solitamente affidate alle persone.

DEFINIZIONI



- L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE NON È "INTELLIGENTE"
- INTELLIGENZA UMANA INTESA COME LA "CAPACITÀ DI ATTRIBUIRE UN SIGNIFICATO AGLI EVENTI BASANDOSI SULL'ESPERIENZA"
- I COMPUTER RISPETTO ALL'UOMO:
 - SONO IN GRADO DI SVOLGERE COMPITI CON ELEVATA VELOCITA' DI ESECUZIONE
 - OFFRONO ACCURATEZZA DECISIONALE: NON INTERVENGONO FATTORI SOGGETTIVI
 - GODONO DI «CONTINUITA' OPERATIVA»: NON HANNO BISOGNO DI FERMARSI O RIPOSARSI
- L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE **DOVREBBE** ESSERE IN GRADO DI:
 - AGIRE UMANAMENTE
 - PENSARE UMANAMENTE
 - AGIRE RAZIONALMENTE
 - PENSARE RAZIONALMENTE

RAGIONAMENTO

Deduttivo - Aristotele (384 aC – 322 aC)

Nel ragionamento deduttivo (o sillogismo) la verità delle premesse (*caso generale*) garantisce la verità della conclusione (*caso particolare*).

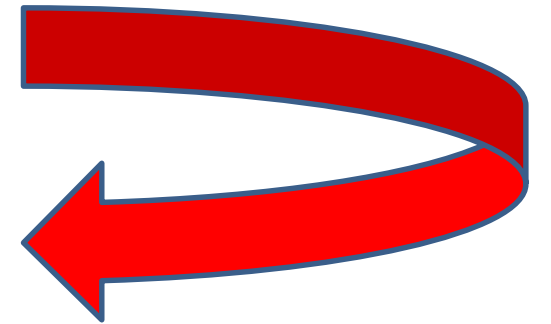
REGOLA ($C \rightarrow R$): Tutti gli uomini sono mortali

CASO (C_1): Socrate è un uomo

quindi

RISULTATO (R_1): Socrate è mortale

Il ragionamento deduttivo è il fondamento di gran parte delle dimostrazioni e teoremi della matematica, ... ma non ci permette di scoprire o prevedere fatti nuovi e quindi di ampliare le nostre conoscenze, compiendo un 'salto' dal noto all'ignoto.



RAGIONAMENTO

Induttivo - Francis Bacon (1561-1626) filosofo, e per quello sperimentale e scientifico, da Leonardo da Vinci (1452-1519) e Galileo Galilei (1564-1642) ... fino a Isaac Newton (1642-1727).

RAGIONAMENTO INDUTTIVO

Nel ragionamento induttivo, diversamente da quello deduttivo, le premesse (*caso/i particolare/i*) forniscono un'evidenza più o meno forte a sostegno della conclusione (*generalizzazione*), ma non ne garantiscono necessariamente la verità.

I ragionamenti induttivi comportano quindi un rischio da cui sono esenti quelli deduttivi: possono portare da premesse vere a conclusioni false. Il ragionamento induttivo è quindi un ragionamento **probabilistico**, le cui conclusioni dipendono dal grado di probabilità delle informazioni contenute nelle premesse.

CASO (C_1): Socrate era un uomo

RISULTATO (R_1): Socrate morì

quindi

REGOLA ($C \rightarrow R$): Tutti gli uomini sono mortali



RAGIONAMENTO

La forma più comune di ragionamento induttivo è la **generalizzazione**, con cui otteniamo informazioni su un gruppo di cose, persone, eventi, oggetti e così via, esaminando una porzione – o campione – di quel gruppo.

NASCITA DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

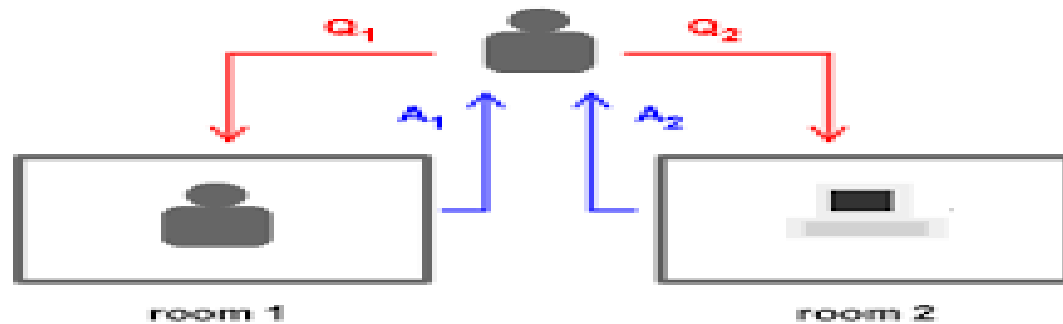
Bletchley Park



Test Turing (1950)



Alan Turing (Matematico inglese)



NASCITA DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

31 Agosto **1955**: J. McCarthy

*«nuova disciplina di ricerca volta a far compiere alle **macchine** ragionamenti e operazioni che naturalmente richiederebbero un'intelligenza umana.»*



<http://jmc.stanford.edu/articles/dartmouth/dartmouth.pdf>



NASCITA DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

1956: nascono due linee di ricerca nel settore IA

- **Impostazione simbolica**
- **Impostazione connessionista**

NASCITA DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Marvin Minsky



Impostazione simbolica

Per riprodurre l'attività cognitiva del cervello si deve partire da modelli astratti espressi attraverso simboli: la mente quindi come una macchina il cui comportamento può essere studiato e replicato da una macchina.

Prime applicazioni: programmi in grado di riprodurre attività intelligenti quali dimostrazioni matematiche

NASCITA DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Impostazione simbolica – Logic Theorist

Nel ragionamento deduttivo (o sillogismo) la verità delle premesse (*caso generale*) garantisce la verità della conclusione (*caso particolare*).

REGOLA ($C \rightarrow R$): Tutti gli uomini sono mortali

CASO (C_1): Socrate è un uomo

quindi

RISULTATO (R_1): Socrate è mortale

A: Socrate

B: uomo

$A \rightarrow B$ (=Socrate è un uomo)



C: mortale

$B \rightarrow C$ (=gli uomini sono mortali)



REGOLA DI DERIVAZIONE

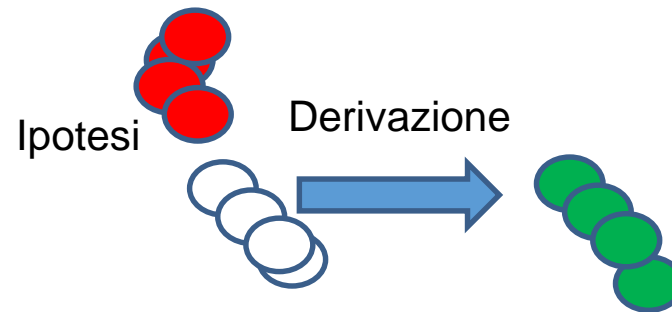
Se $A \rightarrow B$ e $B \rightarrow C$, quindi $A \rightarrow C$ ossia Socrate è mortale



NASCITA DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Impostazione simbolica – Logic Theorist

DIFFICOLTA'



- Elevato numero di regole di derivazione
 - Richiesta elevata capacità calcolo
- Capacità del cervello di parallelizzare: computer non allo stesso livello

NASCITA DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Frank Rosenblatt



Impostazione connessionista

Considera l'intelligenza come una proprietà funzionale del cervello biologico e, per simularla, cerca di riprodurre la struttura del cervello, ispirandosi al funzionamento del nostro sistema nervoso.

Prime applicazioni: sviluppo delle Reti Neurali Artificiali (RNA), i primi programmi capaci di imparare in modo autonomo.



NASCITA DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Impostazione connessionista – Reti Neurali Artificiali (RNA)

DIFFICOLTA'

Limiti tecnologici legati alla realizzazione del neurone artificiale e delle RNA.

NASCITA DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

«INVERNO» DELL'IA 1970-1985

- Eccessiva complessità e potenza di calcolo necessaria;
- Limiti tecnologici legati alla realizzazione del neurone artificiale e delle RNA.



SVILUPPI DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

1955:

coniato il termine «**Intelligenza Artificiale**»

Fine anni '60:

«Primo inverno dell'AI»

limitate capacità di calcolo dei calcolatori di quell'epoca

Anni '80:

Machine Learning

Fine anni '80:

«Secondo inverno dell'AI»

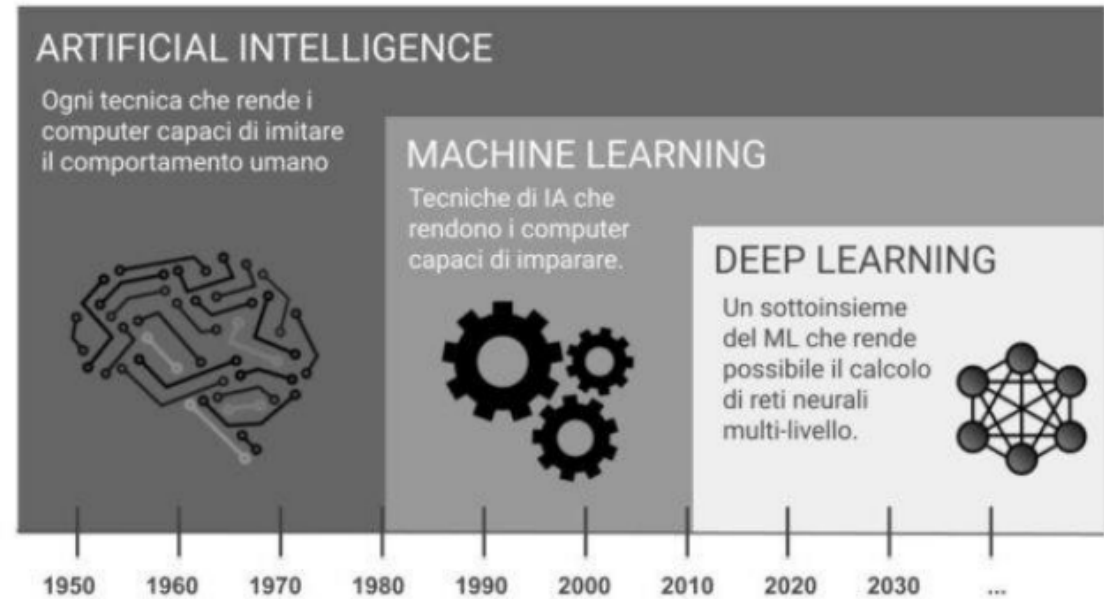
disciplina poco accessibile e poco finanziata

1996:

IBM Deep Blue

2010:

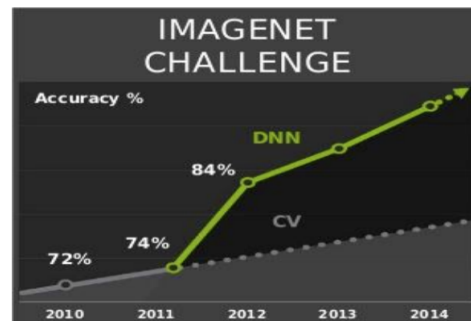
Deep Learning



SVILUPPI DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

■ 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) **ImageNet challenge**: object classification and detection su milioni di immagini e 1000 classi.

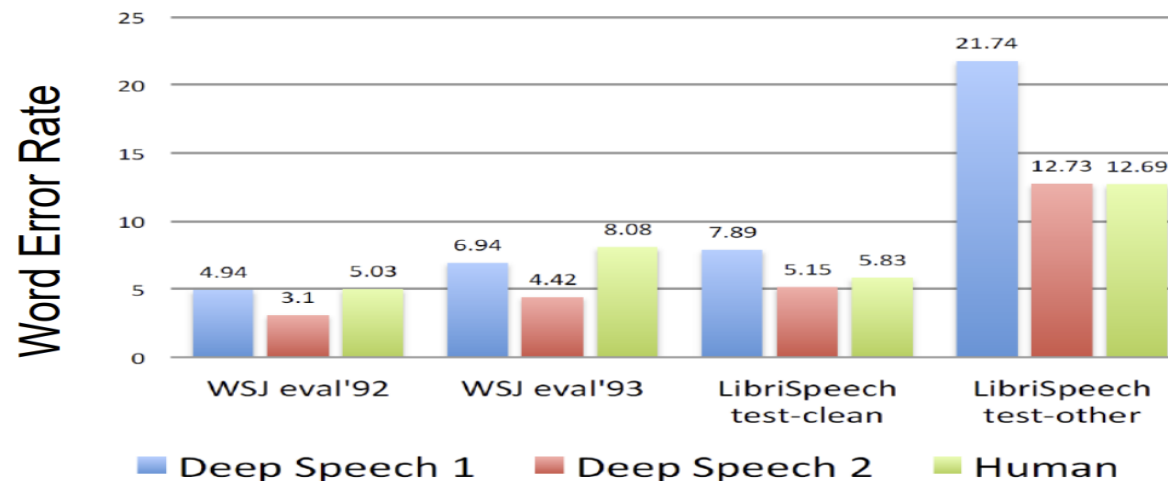


- Google acquisisce la tecnologia, ingaggia gli autori (Goffrey Hinton + Alex Krizhevsky: Univ. Toronto) e in sei mesi la incorpora nei propri prodotti (es. Google – Immagini, Street view).



SVILUPPI DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

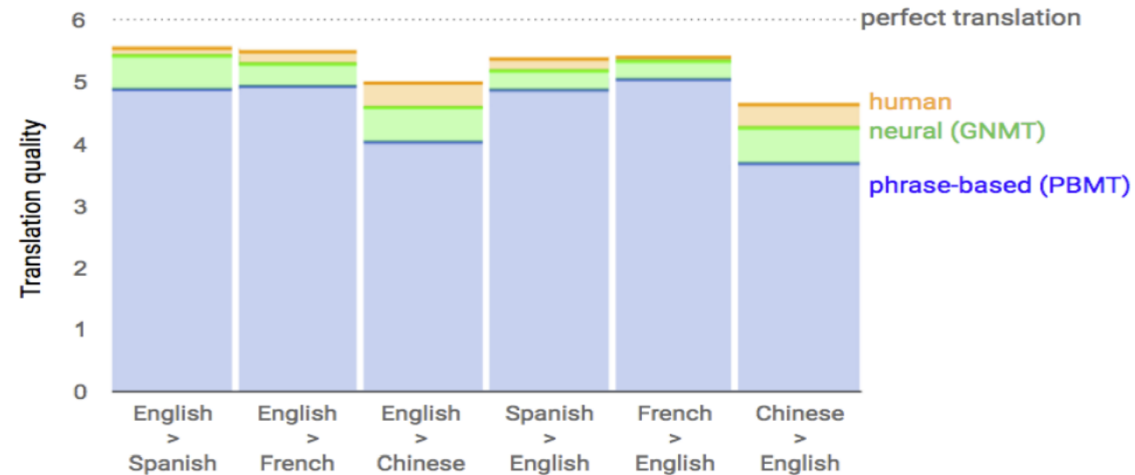
- 2016 - **Speech Recognition** (es: Siri, Google Now...) in lingua inglese ha oramai raggiunto e superato prestazioni umane (ref. Baidu - Deep Speech 2).
> *10,000 ore di parlato (milioni di utenti) per il training*



SVILUPPI DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

- 2016 – **Language Translation** per alcune lingue eguaglia prestazioni umane (ref. Google - Neural Machine Translation System).

- 36 milioni di coppie di frasi per il training



APPLICAZIONI DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

ASSISTENTI VIRTUALI

2010



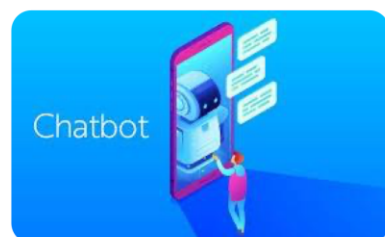
2013



2014



APPLICAZIONI DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE



- ❑ SOFTWARE PROGETTATI PER SIMULARE CONVERSAZIONI IN **LINGUAGGIO NATURALE** CON UTENTI UMANI
- ❑ OBIETTIVO: INTRATTENERE UNA CONVERSAZIONE CON UTENTI (UMANI)
- ❑ I LORO CAMPI DI AZIONE SONO GENERALMENTE LE CHAT DOVE ESEGUONO LA LORO **INTELLIGENZA ARTIFICIALE** DANDO RISPOSTE SENSATE ALLE DOMANDE DELL'UTENTE.

APPLICAZIONI DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

In che modo le tecnologie e i servizi di IA vengono attualmente utilizzati?



Più della metà individuano l'**assistenza virtuale** quale immediata declinazione dell'IA nell'ambito del marketing

Il 34% comincia a coniugare l'IA con i **(big) data aziendali**



EXECUTIVE MASTER - DMB
data management
& business analytics

UNIVERSITÀ
IULM

SVILUPPI DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

- 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, Traffic Sign Detection
 - Speech Recognition, Language Translation
 - Natural Language Processing
 - Medical Image analysis (es. [CheXnet](#))
 - Autonomous Car (es. [PilotNet](#)) and Drones (es. [TrailNet](#))
 - Recommendation systems
 - Arts (es. [Deep Dream](#), [Style Transfer](#))

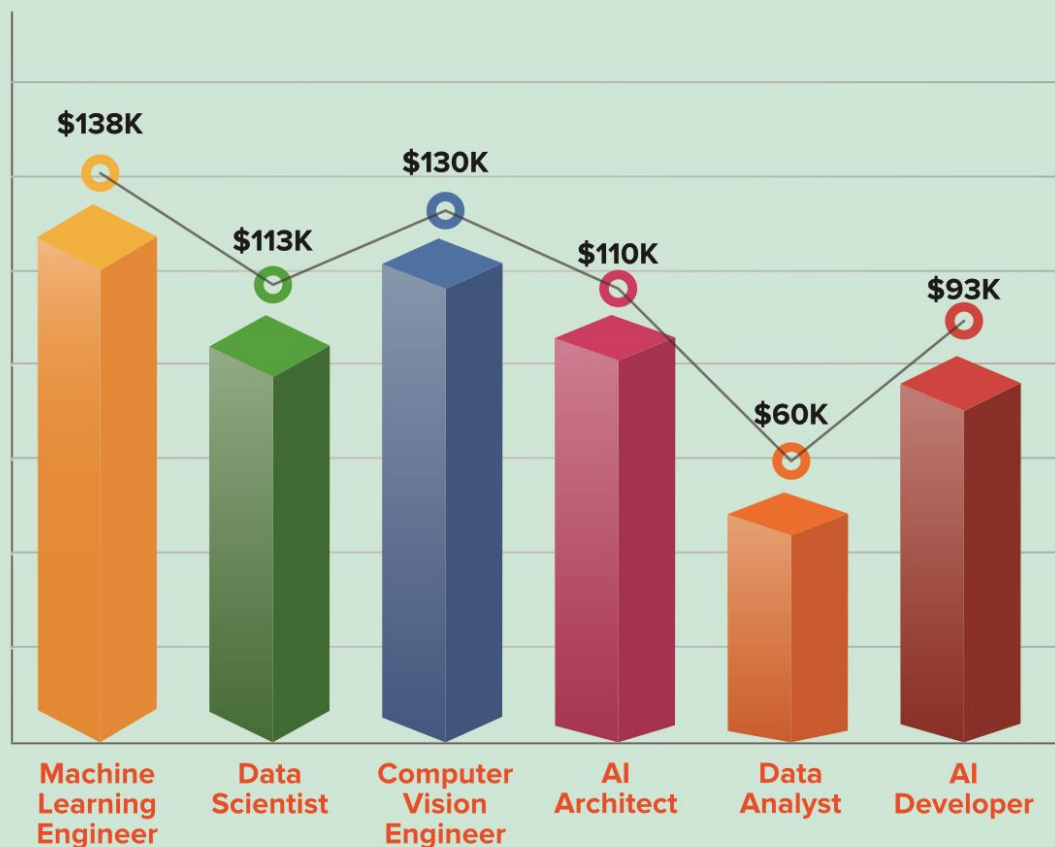
QUANTO “PAGA” L’INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Ricercatori e specialisti del settore sono molto richiesti e ben pagati ([New York Times, 2018](#)):

- A.I. specialists with little or no industry experience can make between **\$300,000** and **\$500,000** a **year in salary and stock**. Top names can receive compensation packages that extend into the millions.
- At **DeepMind**, a London A.I. lab now owned by Google, costs for 400 employees totaled \$138 million in 2016, according to the company’s annual financial filings in Britain. That translates to **\$345,000 per employee**, including researchers and other staff.
- **OpenAI** paid its top researcher, Ilya Sutskever, more than \$1.9 million in 2016. It paid another leading researcher, Ian Goodfellow, more than \$800,000 — even though he was not hired until March of that year. Both were recruited from Google.

QUANTO “PAGA” L’INTELLIGENZA ARTIFICIALE..NEL 2023

Average Salaries for AI Experts



SVILUPPI DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

TRE FILONI

Ragionamento e acquisizione della conoscenza

«simulare ragionamento e processo decisionale, con dati incompleti e ambigui»



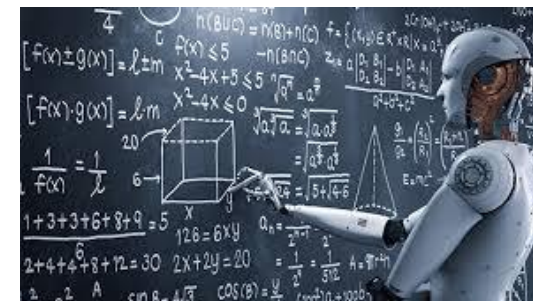
Comunicazione e interazione con ambiente, esseri viventi compresi

«macchina vede e riconosce gli oggetti, comprende il linguaggio umano e comunica con esseri umani: robot, NLP»



Apprendimento

«principalmente basato sulle RNA e sulla disponibilità di dati»

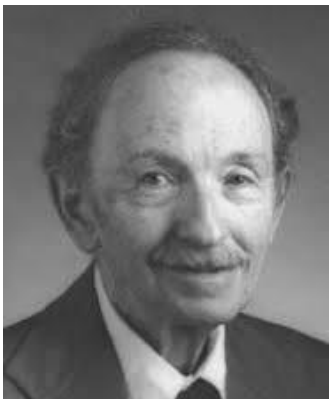


PERICOLI DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Bletchley Park



Alan Turing (Matematico inglese)



Irvin John Good (Matematico inglese)

1965

«Definiamo super intelligente una macchina che può superare le capacità intellettuali di un essere umano»

«questa macchina sarà in grado di progettare macchine migliori di se stessa»

«la prima macchina super intelligente sarà l'ultima che l'uomo realizzerà»

PERICOLI DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE



Nick Bostrom (Filosofo Università Oxford)

2014

«TESI ORTOGONALITA': una Intelligenza Artificiale, intesa come capace di fare previsioni, pianificazioni e in generale un ragionamento mezzi/fin avrà scopi compatibili con quelli umani»

«TESI CONVERGENZA STRUMENTALE: ci si aspetta che una Intelligenza, seppur artificiale, condivide con quella umana alcuni valori quali: autoconservazione, l'automiglioramento e l'interesse ad acquisire risorse ossia valori per raggiungere scopi, qualsiasi essi siano.

«**CONCLUSIONE:** si potrebbe verificare che la IA concentri i suoi poteri per raccogliere tutte le risorse disponibili per garantire la propria conservazione e costante proprio miglioramento...»

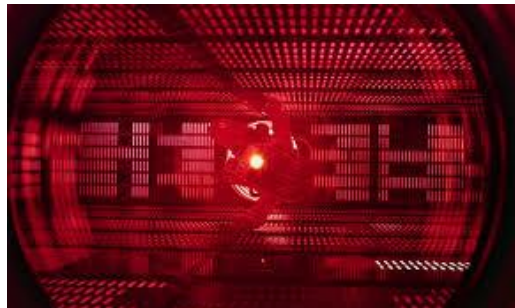
PERICOLI DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE



2014 Nick Bostrom (Filosofo Università Oxford)



1965 Irvin John Good (Matematico inglese)



**ALTRI
PERICOLI?**

PERICOLI DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE



2014

DOCUMENTO con cui sostengono IA ma avvertono che i sistemi «devono fare quello che noi chiediamo che facciano»



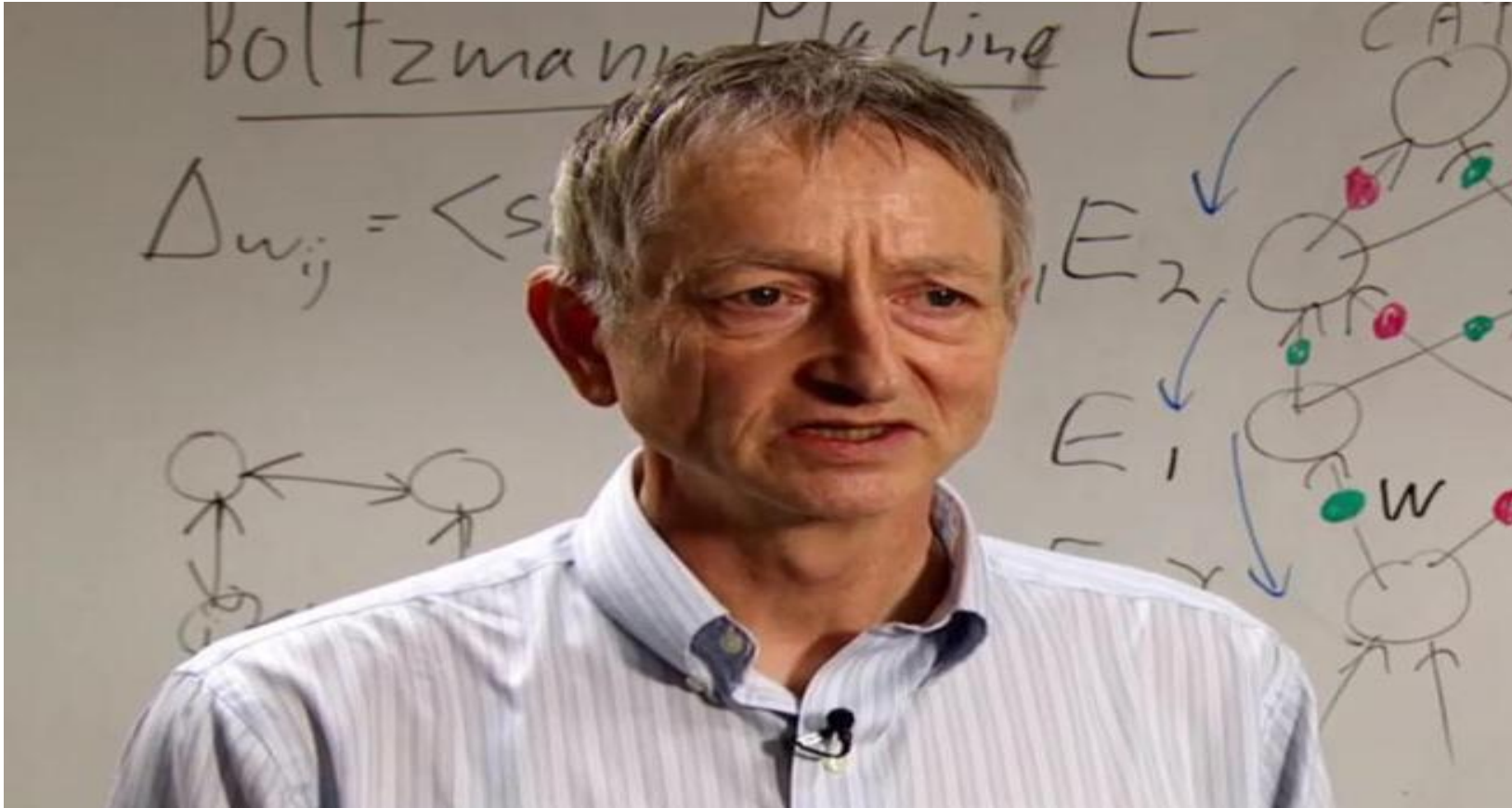
PERICOLI DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE



PERICOLI DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE



PERICOLI DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE



Geoffrey Hinton
(2023):

gli algoritmi di intelligenza artificiale potrebbero superare i loro creatori umani nel giro di pochi anni. *"Prima pensavo che sarebbe successo tra 30 o 50 anni – racconta –. Ora penso che sia più probabile che siano 5 o 20".*

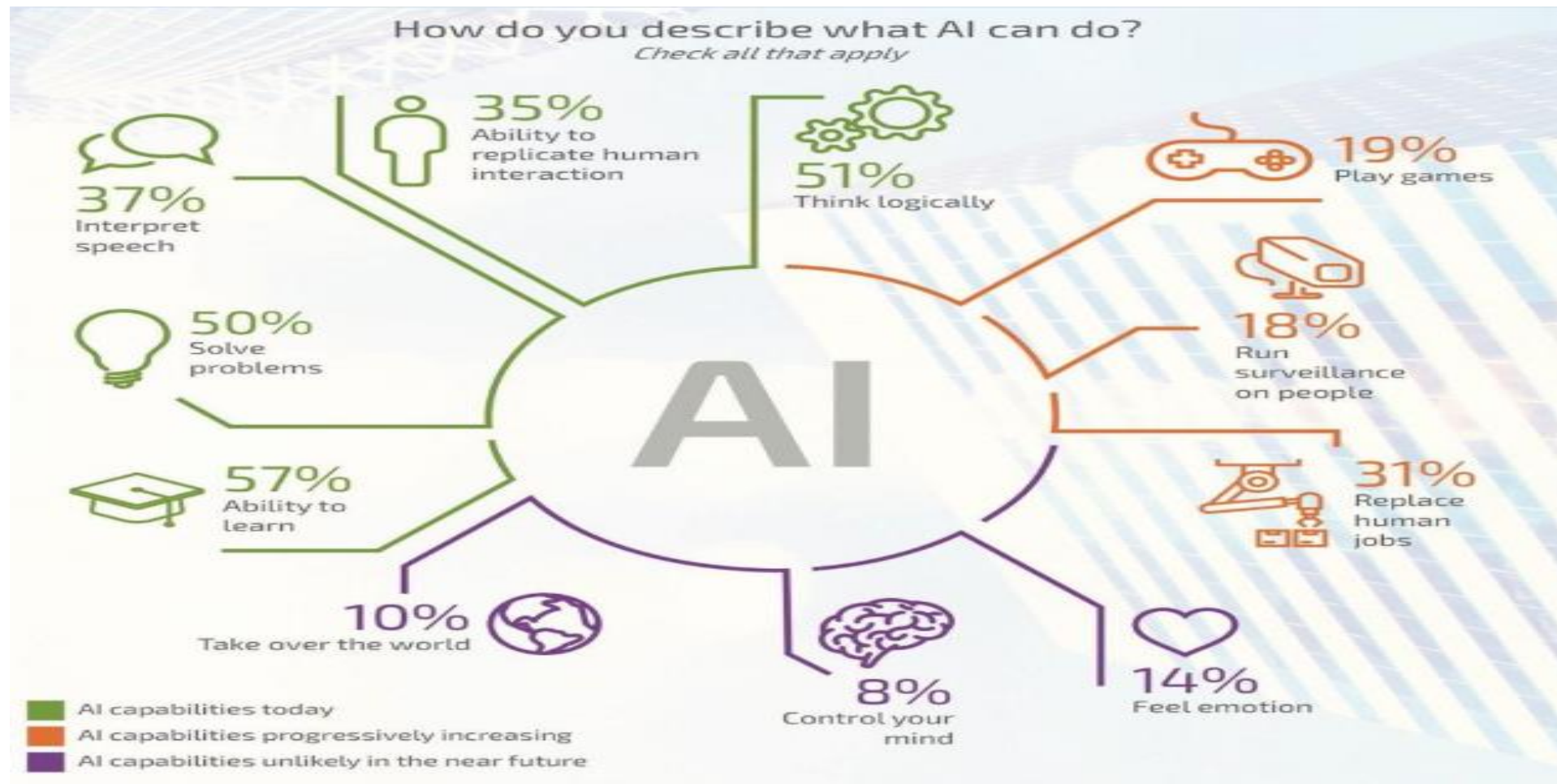
INTELLIGENZA ARTIFICIALE

La maturità sugli ambiti applicativi

osservatori.net
digital innovation



INTELLIGENZA ARTIFICIALE



«ARCHITETTURA» DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Ragionamento e acquisizione della conoscenza



Apprendimento

**Comunicazione e
interazione con ambiente,
esseri viventi compresi**



SINTETIZZANDO CONVERGENZA SU RNA

RIFERIMENTI NAZIONALI



Programma strategico
Intelligenza Artificiale

2022-2024

Programma Strategico Intelligenza Artificiale 2022-2024

Governo Italiano

a cura del Ministero dell'Università e della Ricerca, del Ministero dello Sviluppo Economico e del Ministro per
l'Innovazione tecnologica e la Transizione Digitale

Per la redazione del Programma strategico per l'Intelligenza Artificiale si ringrazia il gruppo di lavoro sulla Strategia
Nazionale per l'Intelligenza Artificiale, composto da:

Barbara Caputo, Isabella Castiglioni, Marco Conti, Rita Cucchiara, Juan Carlos de Martin, Fosca Giannotti,
Giuseppe Magnifico, Michela Milano, Giovanni Miragliotta.



RIFERIMENTI NAZIONALI

A tal fine, **per il triennio 2022-2024**, questo Programma Strategico contiene:

- **6 obiettivi:** che indicano le *ambizioni* della strategia italiana,
- **11 settori prioritari:** che indicano *dove* l'Italia intende concentrare gli investimenti,
- **3 aree di intervento:** che indicano *come* il Paese si propone di raggiungere gli obiettivi dichiarati.

Queste tre aree di intervento si delineano in:

- **Rafforzare le competenze e attrarre talenti** per sviluppare un ecosistema dell'intelligenza artificiale in Italia.
- Aumentare i **finanziamenti per la ricerca avanzata nell'IA**
- **Incentivare l'adozione dell'IA e delle sue applicazioni**, sia nella pubblica amministrazione (PA) che nei settore produttivi in generale.

RIFERIMENTI NAZIONALI

Riepilogo delle principali politiche previste

Talenti e Competenze	Ricerca		Applicazioni	
			Per le aziende	Per la PA
A.1 Rafforzare il programma Nazionale di Dottorato Aumentare il numero di dottorati di ricerca	B.1 Rafforzare l'ecosistema italiano della ricerca sull'IA Creare un'architettura di ricerca su base hub & spoke con competenze territoriali	B.5 Promuovere campioni nazionali IA multidisciplinari Lanciare sfide su temi specifici con concorrenti valutati sulla base di risultati misurabili	D.1 Fare dell'IA un pilastro a supporto della Transizione 4.0 delle imprese Introdurre crediti d'imposta o voucher per l'assunzione di profili STEM; aggiornamento dell'elenco delle spese software e hardware ammissibili agli incentivi transizione 4.0	E.1 Creare interoperabilità e dati aperti per favorire la creazione di modelli di IA Creare interoperabilità tra le banche dati della PA e mantenere aggiornate le linee guida per Open Data riutilizzabili per modelli di IA con dataset estesi e annotati
A.2 Attrarre e trattenere i ricercatori Attrarre giovani ricercatori beneficiari di borse di ricerca internazionali di alto profilo come l'ERC	B.2 Lanciare la piattaforma italiana di dati e software per la ricerca sull'IA Creare una connessione strutturale di piattaforme nuove ed esistenti, dati e infrastrutture informatiche dedicate all'IA, con librerie open-source	B.6 Lanciare bandi di ricerca-innovazione IA per collaborazioni pubblico-private Promuovere progetti su settori prioritari ma con proposte di libera iniziativa volte a trasferire competenze dalla ricerca alle industrie	D.2 Sostenere la crescita di spin-off innovativi e start-up Promuovere la collaborazione all'interno degli ecosistemi delle start-up: offrire appalti pubblici alle start-up per l'acquisto di beni e servizi	E.2 Rafforzare le soluzioni IA nella PA e nell'ecosistema GovTech in Italia Introdurre bandi periodici per identificare e supportare le start-up con potenziali soluzioni basate sull'intelligenza artificiale per efficientare la PA e migliorarne i servizi
A.3 Rafforzare le competenze di IA nella Pubblica Amministrazione Attivare tre cicli di nuovi corsi di dottorato specificamente progettati per le esigenze generali della PA	B.3 Creare cattedre italiane di ricerca sull'IA Allocare fondi specifici per un unico Principal Investigator (PI), già iscritto ad università o centri di ricerca nazionali, per favorire la collaborazione con industrie ed enti pubblici	C.1 Finanziare ricerca e applicazioni dell'IA creativa Finanziare progetti che integrano la ricerca accademica nel campo di frontiera dell'IA creativa assieme alle sue applicazioni industriali	D.3 Promuovere il go-to-market delle tecnologie IA Promuovere Sperimentazione Italia, uno strumento che consente sperimentazioni attraverso un'esenzione temporanea dalla normativa vigente	E.3 Creare un dataset comune di lingua italiana per lo sviluppo dell'IA Creare una risorsa linguistica aperta e condivisa-una raccolta strutturata di dati digitali da documenti in italiano, disponibili a tutti gratuitamente
A.4 Promuovere corsi e carriere in materie STEM Integrare attività, metodologie e contenuti finalizzati allo sviluppo delle materie STEM nei curricula di tutti i cicli scolastici	B.4 Creare iniziative IA-PRIN per ricerca fondamentale Promuovere bandi dedicati alla ricerca fondamentale sull'IA e sull'IA affidabile	C.2 Promuovere progetti bilaterali per incentivare il rientro in Italia di professionisti Lanciare bandi per progetti incentrati su temi specifici definiti da priorità italiane cofinanziati da un altro Paese con rientro in Italia di almeno un ricercatore	D.4 Supportare le imprese nella certificazione dei prodotti IA Definire un sistema di governance nazionale a supporto della certificazione dei prodotti di IA che si affacciano sul mercato in ambiti con profilo di rischio elevato	E.4 Creare banche dati e analisi basate su IA/NLP per feedback/miglioramento dei servizi Creare dataset annotati e anonimizzati interazioni cittadini-PA per supportare lo sviluppo/integrazione dei fornitori di IA nello sviluppo di servizi PA innovativi
A.5 Espandere l'IA negli ITS ("Istituti Tecnici Superiori") Espandere i corsi di programmazione e includere corsi e stage di IA applicata in tutti i curricula ITS			D.5 Promuovere campagne di informazione sull'IA per le imprese Organizzare azioni di comunicazione e sensibilizzazione sull'IA. Le campagne includeranno la diffusione del Programma strategico nazionale per l'IA agli imprenditori	E.5 Creare banca dati IA/Computer Vision per il miglioramento dei servizi nella PA Creare un dataset annotato di grandi dimensioni con immagini satellitari di paesaggi urbani e rurali, incluse immagini catastali digitalizzate
				E.6 Introdurre tecnologie per condivisione e risoluzione casi trasversali a varie autorità Introdurre tecnologie basate sull'IA per automatizzare lo smistamento e la preparazione delle richieste per l'elaborazione



RIFERIMENTI ULTERIORI

- Atti legislativi dell'Unione (COM(2021)0206-C9-0146/2021-2021/0106 (COD);
- Libro Bianco sull'Intelligenza Artificiale della Commissione Europea - Edizione 2021;
- PO(2021)0350 - *NATO's Artificial Intelligence Strategy*, approvato il 21 ottobre 2021 dai MoDs;
- Programma Strategico Intelligenza Artificiale 2022-2024 del Governo Italiano;
- SMD - “Strategia per l’implementazione dell’Intelligenza Artificiale in ambito Difesa”**
- Edizione 2023.

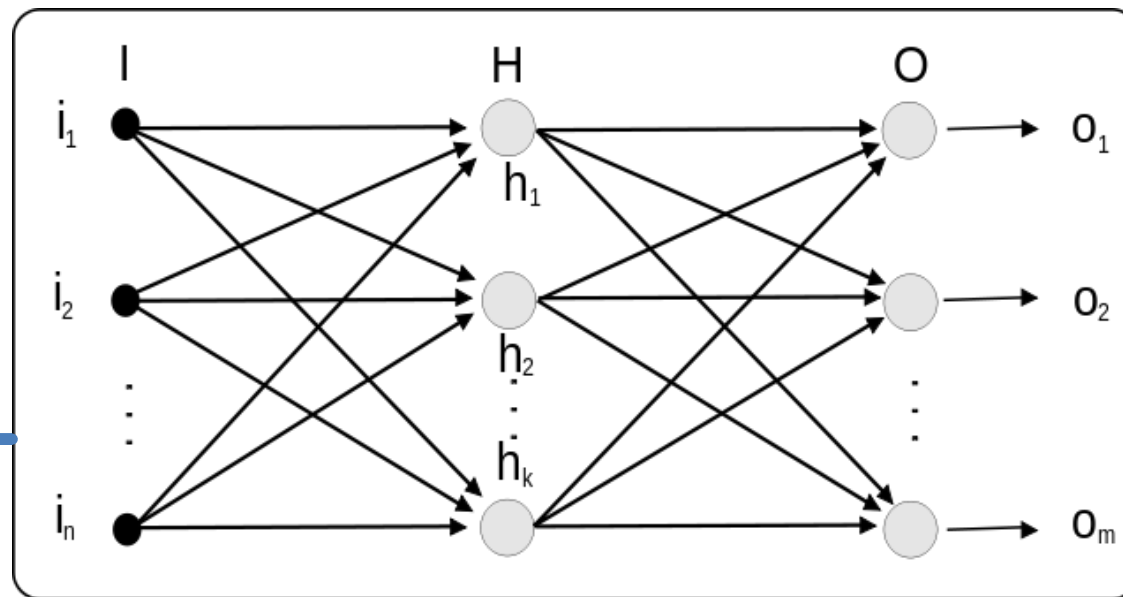
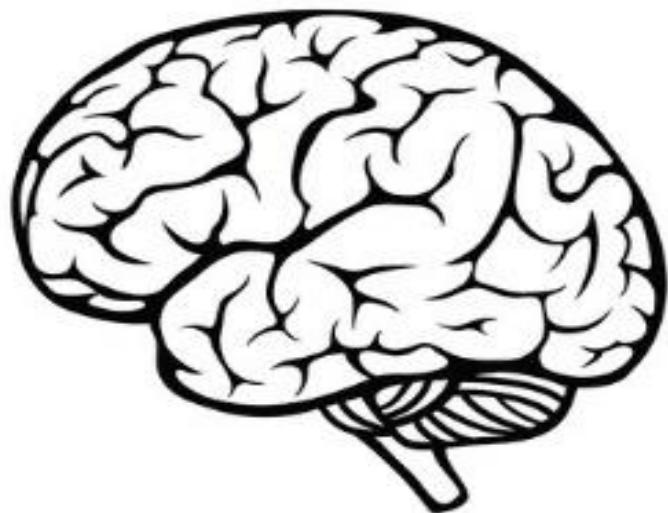
Inoltre:

- Il documento *EU AI Act* è in corso di approvazione da parte dell'Unione Europea.

Two horizontal lines at the top of the slide. The top line is red with a purple-to-blue gradient on the right. The bottom line is green with a teal-to-blue gradient on the right.

RETI NEURALI ARTIFICIALI

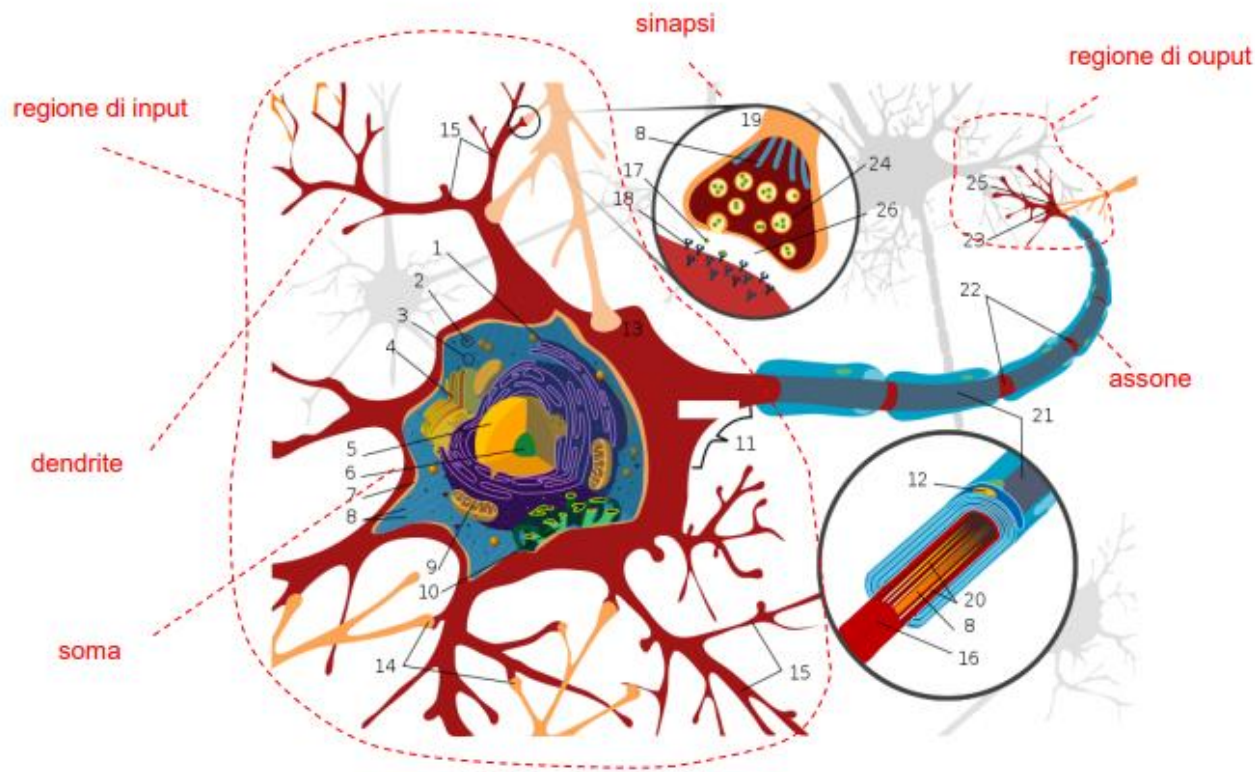
RETI NEURALI ARTIFICIALI



CON COSA RAGIONA L'UOMO?



NEURONI BIOLOGICI

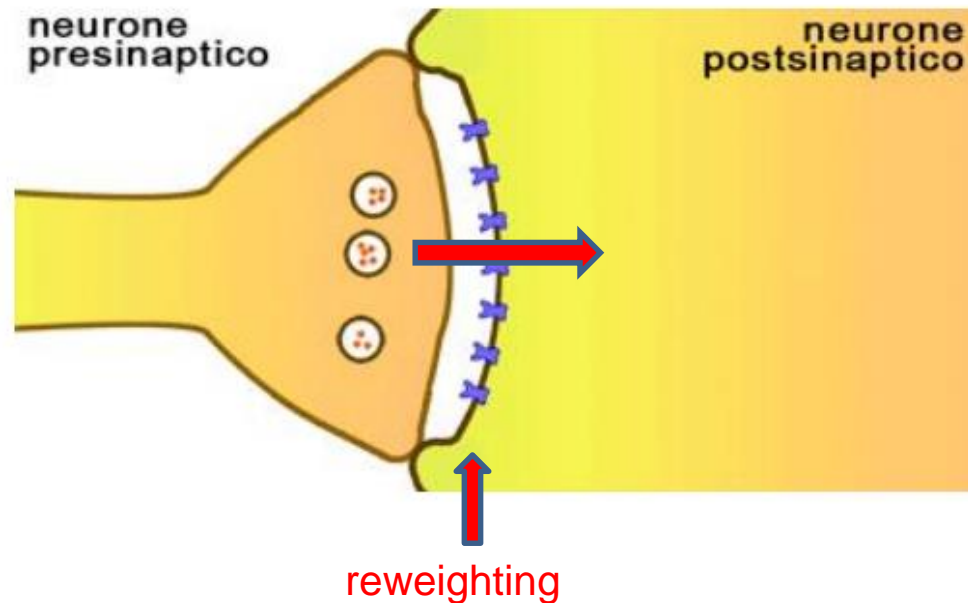


- I neuroni sono le più importanti cellule del sistema nervoso.

- Le connessioni sinaptiche o (sinapsi) agiscono come porte di collegamento per il passaggio dell'informazione tra neuroni.
- I dendriti sono fibre minori che si ramificano a partire dal corpo cellulare del neurone (detto soma). Attraverso le sinapsi i dendriti raccolgono input da neuroni afferenti e li propagano verso il soma.
- L'assone è la fibra principale che parte dal soma e si allontana da esso per portare ad altri neuroni (anche distanti) l'output.

NEURONI BIOLOGICI

- Il passaggio delle informazioni attraverso le sinapsi avviene con processi **elettro-chimici**.



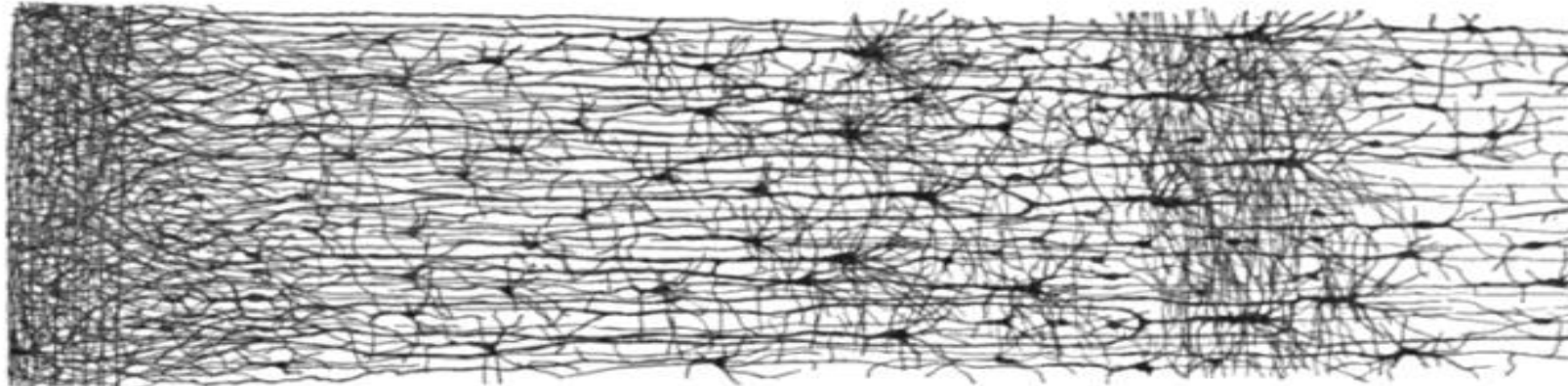
- L'ingresso di **ioni** attraverso le sinapsi dei dendriti determina la formazione di una differenza di potenziale tra il corpo del neurone e l'esterno. Quando questo potenziale supera una certa soglia si produce uno **spike** (impulso): il neurone propaga un breve segnale elettrico detto **potenziale d'azione** lungo il proprio assone: questo potenziale determina il rilascio di ioni dalle sinapsi dell'assone.

- Il **reweighting** delle **sinapsi** (ovvero la modifica della loro efficacia di trasmissione) è direttamente collegato a processi di **apprendimento** e **memoria** in accordo con la regola di Hebb.

Hebbian rule: se due neuroni, tra loro connessi da una o più sinapsi, sono ripetutamente attivati simultaneamente allora le sinapsi che li connettono sono rinforzate.

RETI NEURALI BIOLOGICHE

- Il **cervello umano** contiene circa **100 miliardi** di neuroni ciascuno dei quali connesso con circa altri 1000 neuroni (**10^{14} sinapsi**).
- La **corteccia cerebrale** (sede delle funzioni nobili del cervello umano) è uno strato laminare continuo di 2-4 mm, una sorta di lenzuolo che avvolge il nostro cervello formando numerose circonvoluzioni per acquisire maggiore superficie. Sebbene i neuroni siano disposti in modo «abbastanza» ordinato in livelli consecutivi, l'intreccio di dendriti e assoni ricorda una foresta fitta e impenetrabile.



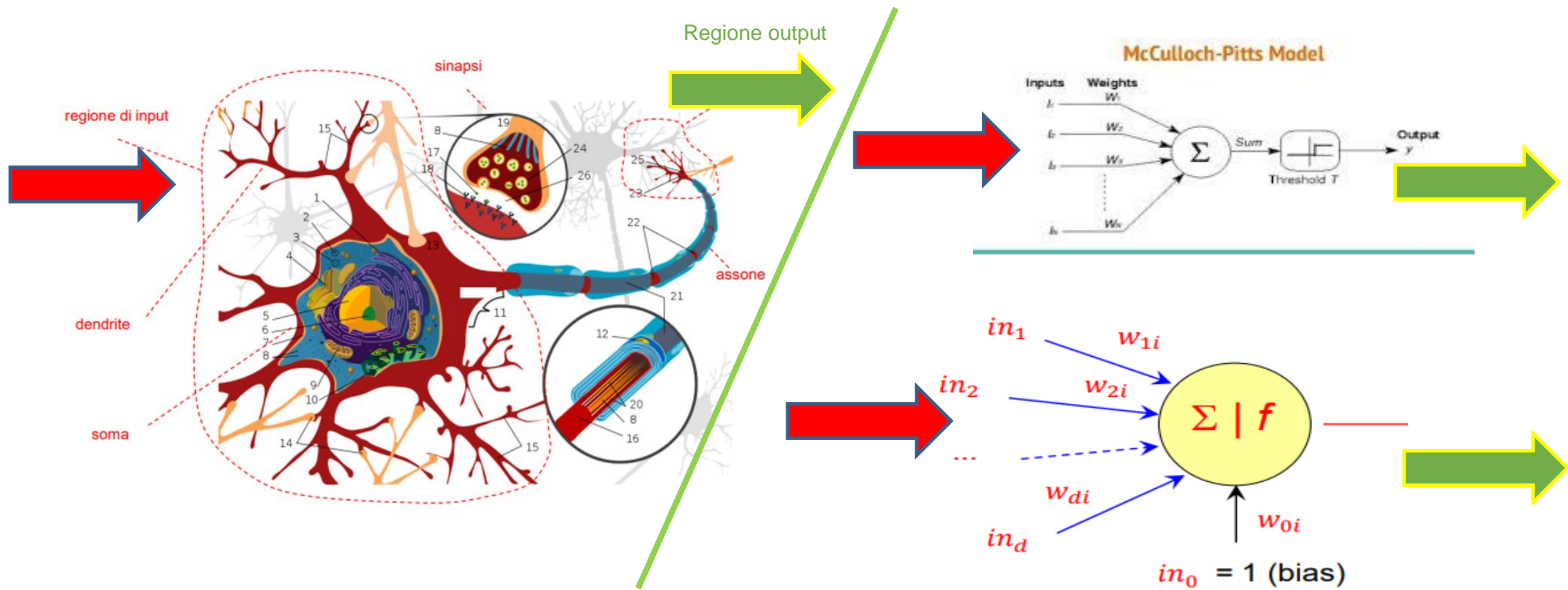
NEURONE ARTIFICIALE

- Primo modello del 1943 di McCulloch and Pitts. Con input e output binari era in grado di eseguire computazioni logiche.

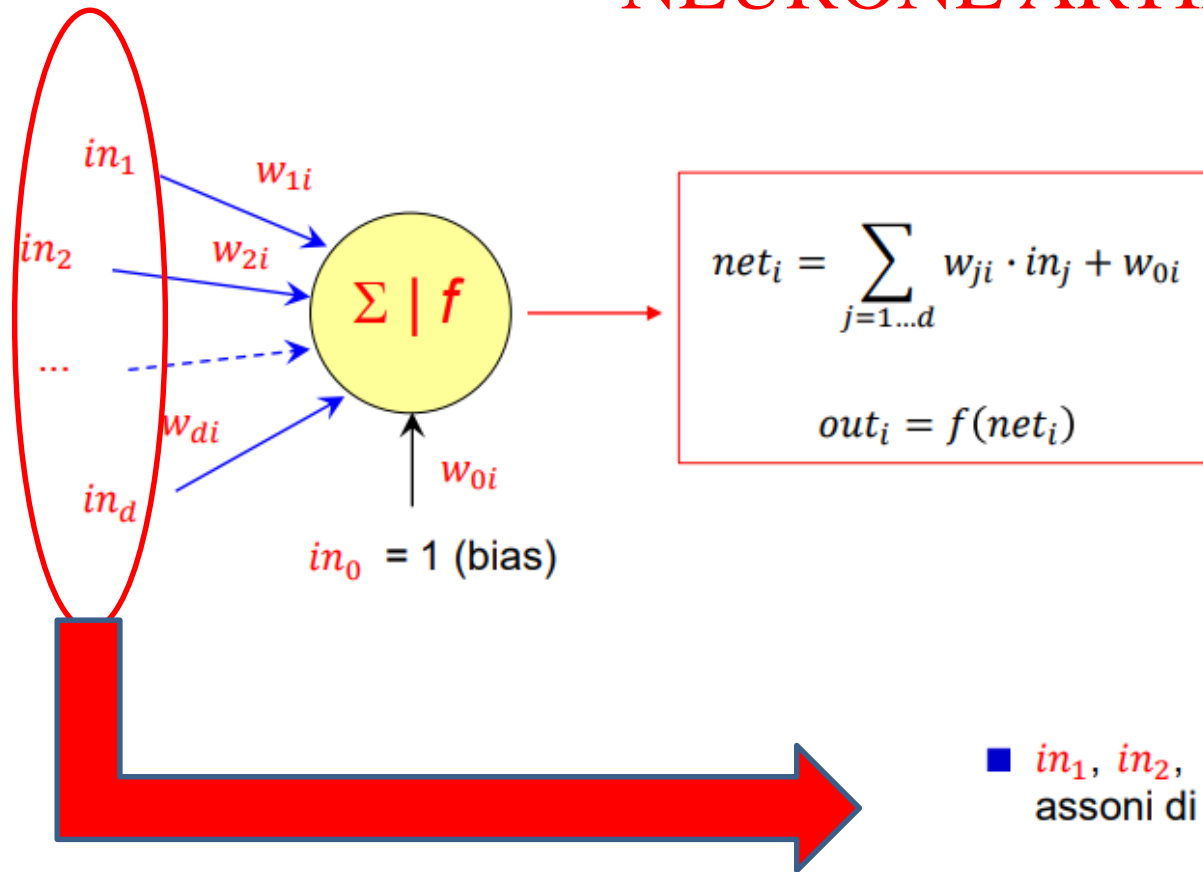
**The Mcculloch Pitts Neuron
is a mathematical function
conceived as a model of
biological neurons, a
neural network.**



NEURONE BIOLOGICO vs NEURONE ARTIFICIALE

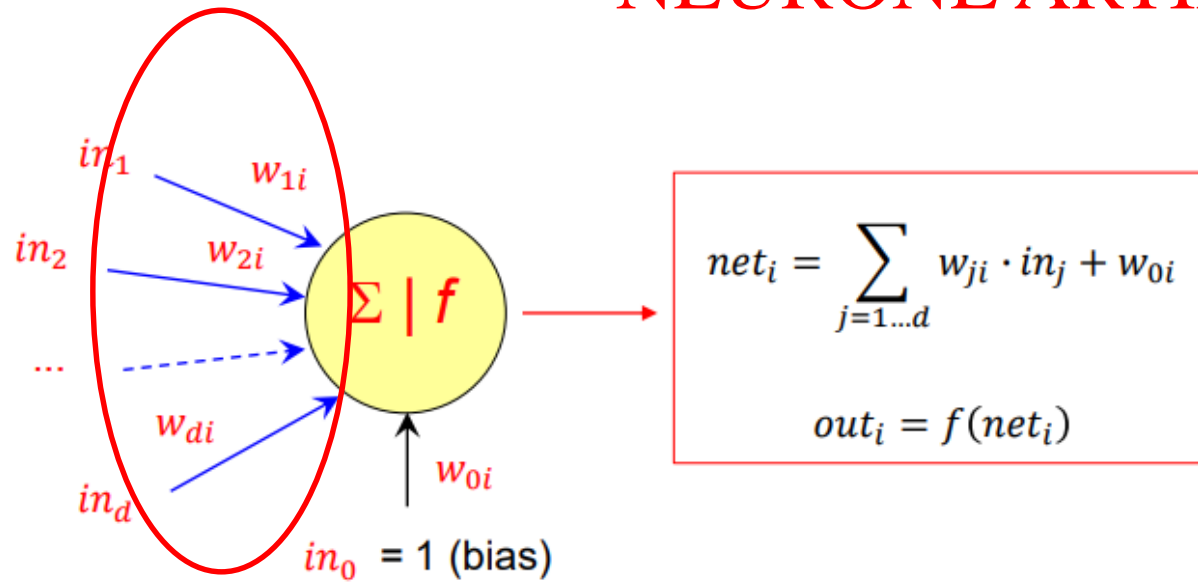


NEURONE ARTIFICIALE



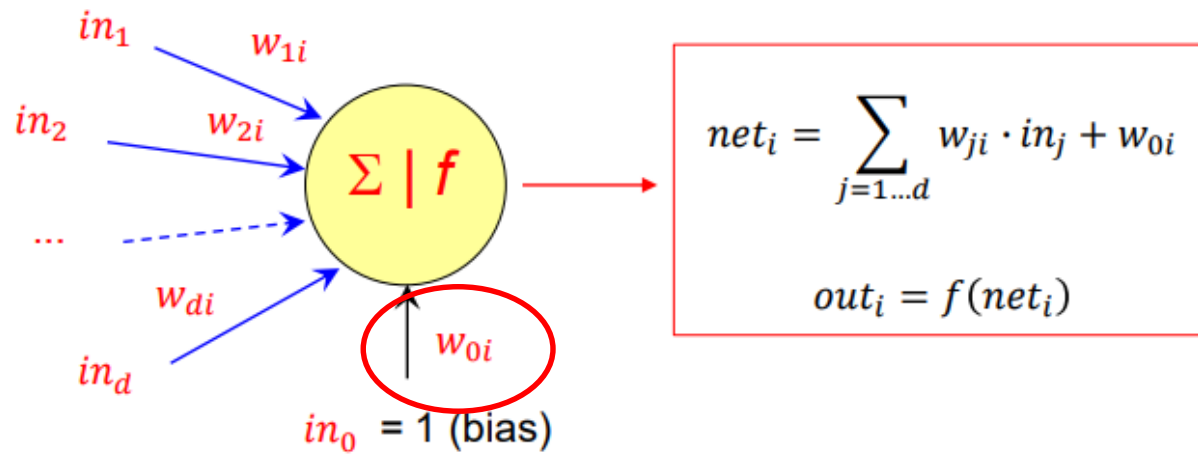
- in_1, in_2, \dots, in_d sono i d ingressi che il neurone i riceve da assoni di neuroni afferenti.

NEURONE ARTIFICIALE



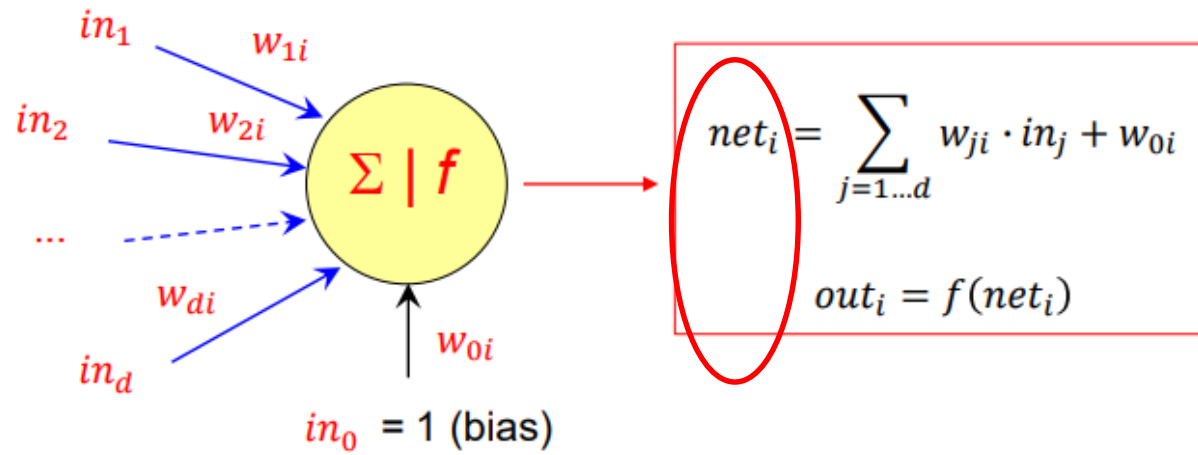
- $w_{1i}, w_{2i}, \dots, w_{di}$ sono i pesi (**weight**) che determinano l'efficacia delle connessioni sinaptiche dei dendriti (**agiremo su questi valori durante l'apprendimento**).

NEURONE ARTIFICIALE



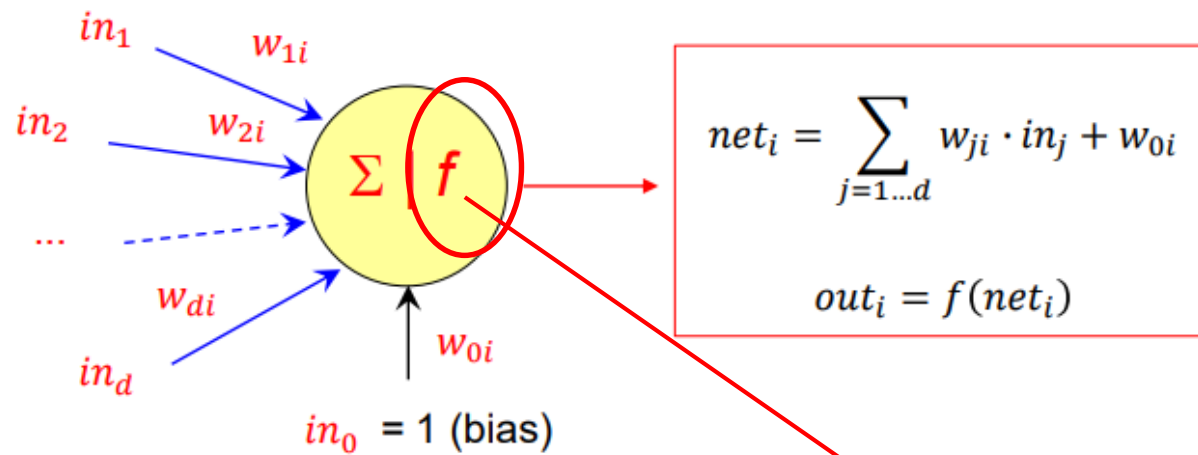
- w_{0i} (detto **bias**) è un ulteriore peso che si considera collegato a un input fittizio con valore sempre 1; questo peso è utile per «tarare» il punto di lavoro ottimale del neurone.

NEURONE ARTIFICIALE



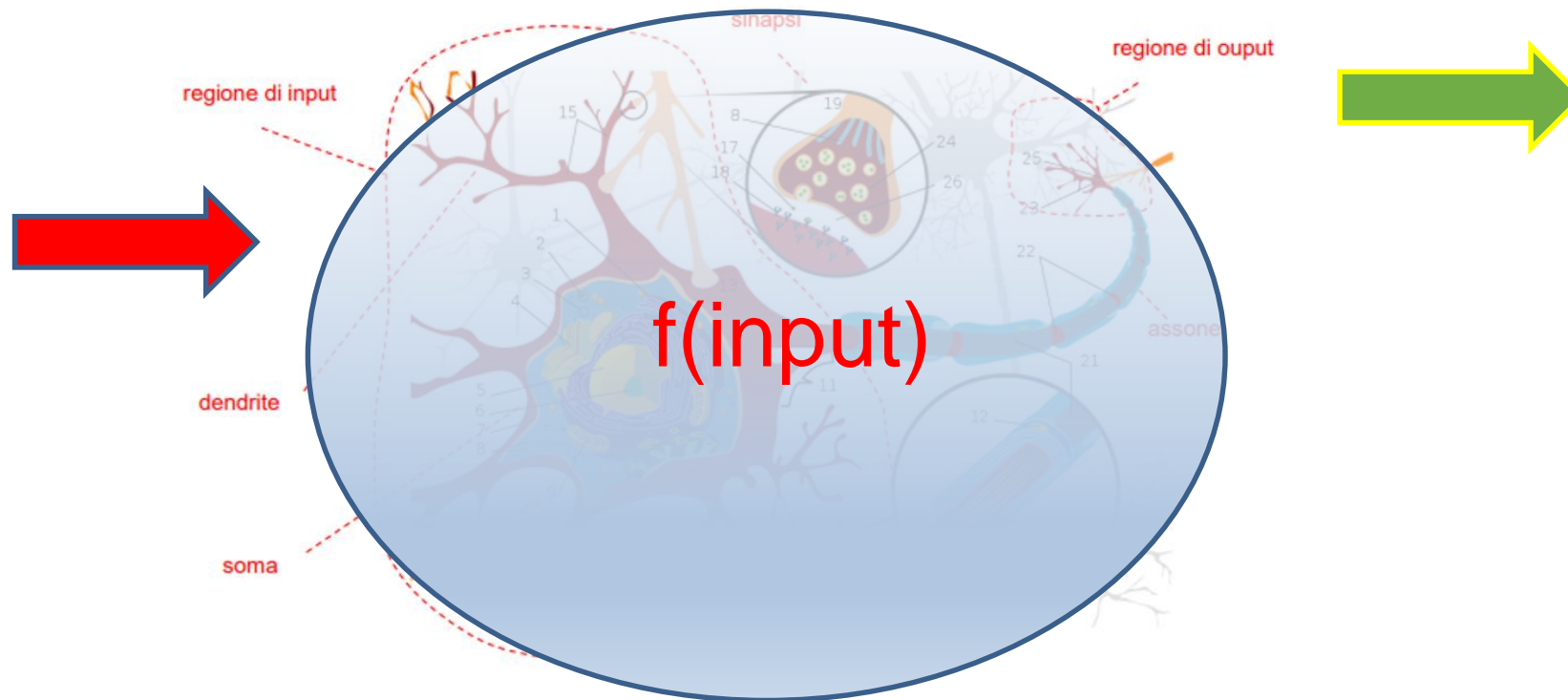
■ net_i è il livello di eccitazione globale del neurone (potenziale interno);

NEURONE ARTIFICIALE



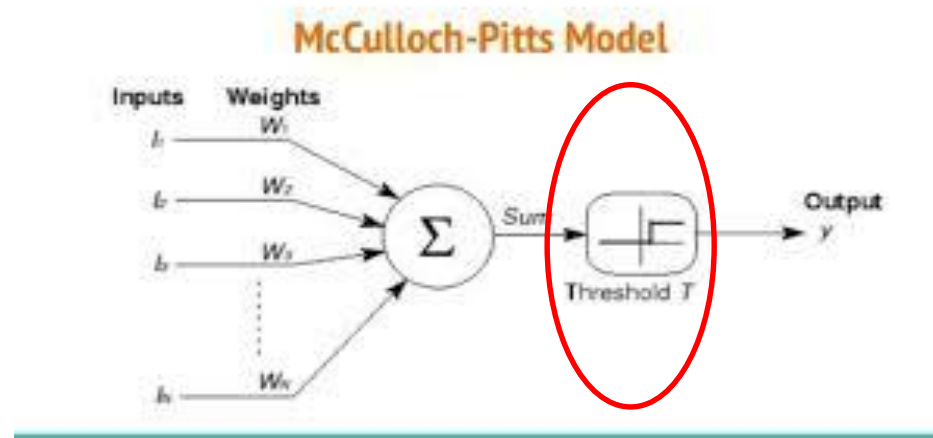
- $f(\cdot)$ è la **funzione di attivazione** che determina il comportamento del neurone (ovvero il suo output net_i) in funzione del suo livello di eccitazione net_i .

NEURONE BIOLOGICO: FUNZIONE ATTIVAZIONE



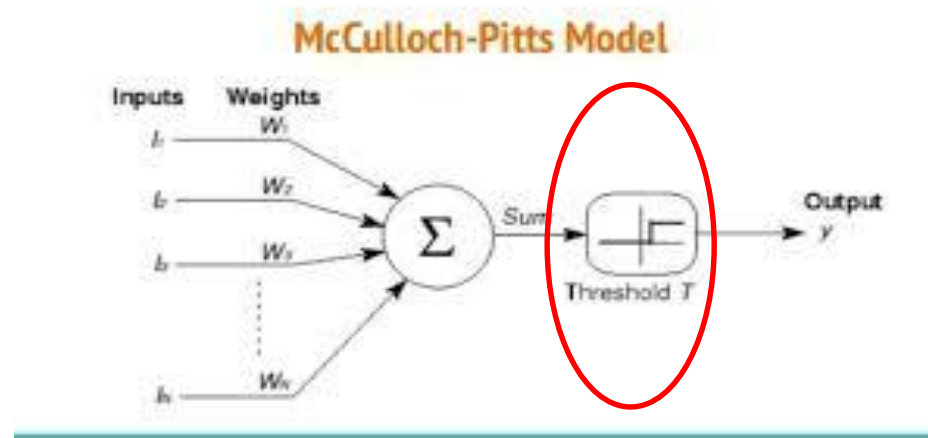
- Nei neuroni biologici $f(\cdot)$ è una funzione **tutto-niente temporizzata**: quando net_i supera una certa soglia, il neurone «spara» uno spike (impulso) per poi tornare a riposo.

NEURONE ARTIFICIALE: FUNZIONE ATTIVAZIONE



- Le reti neurali più comunemente utilizzate operano con **livelli continui** e $f(\cdot)$ è una funzione **non-lineare** ma **continua** e **differenziabile** (quasi ovunque).

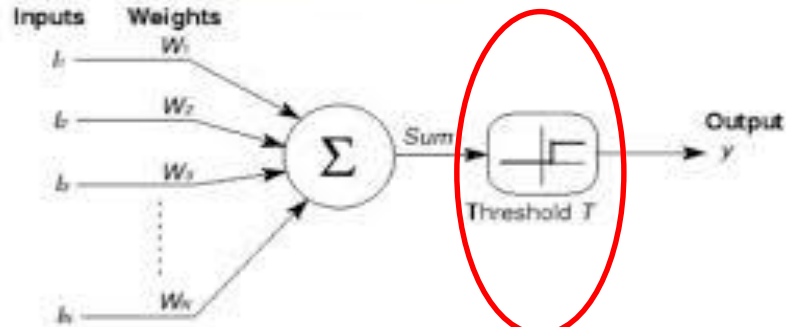
NEURONE ARTIFICIALE: FUNZIONE ATTIVAZIONE



- Una delle funzioni di attivazione più comunemente utilizzata è la **sigmoide** nelle varianti:
 - **standard logistic function** (chiamata semplicemente **sigmoid**)
 - **tangente iperbolica** (**tanh**)

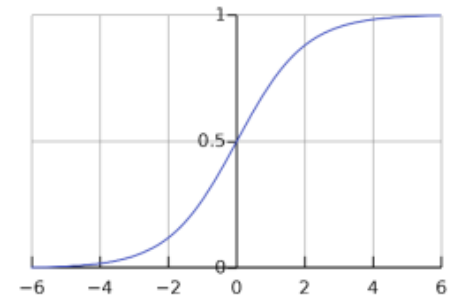
NEURONE ARTIFICIALE: FUNZIONE ATTIVAZIONE

McCulloch-Pitts Model



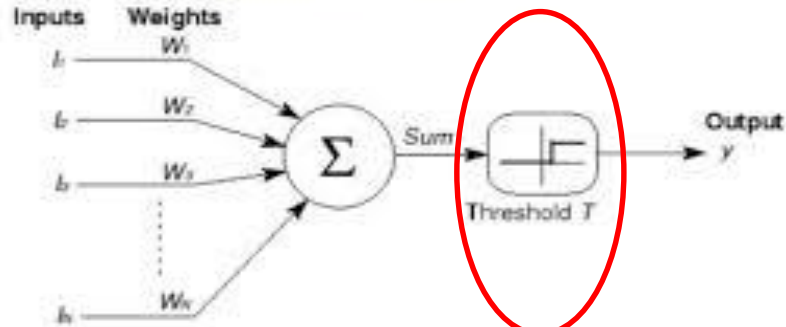
■ Standard logistic function (Sigmoid), (valori in $[0...1]$):

$$f(\text{net}) = \sigma(\text{net}) = \frac{1}{1 + e^{-\text{net}}}$$



NEURONE ARTIFICIALE: FUNZIONE ATTIVAZIONE

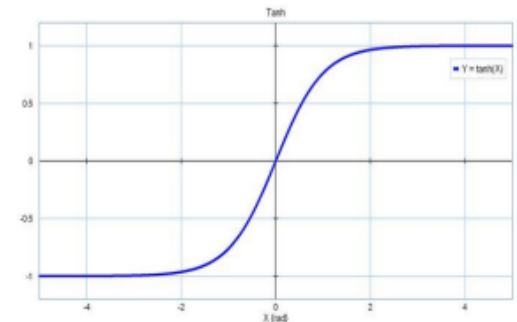
McCulloch-Pitts Model



■ Tangente iperbolica (Tanh), (valori in $[-1...1]$):

Può essere ottenuta dalla funzione precedente a seguito di trasformazione di scala ($\times 2$) e traslazione (-1).

$$f(net) = \tau(net) = 2\sigma(2 \cdot net) - 1$$





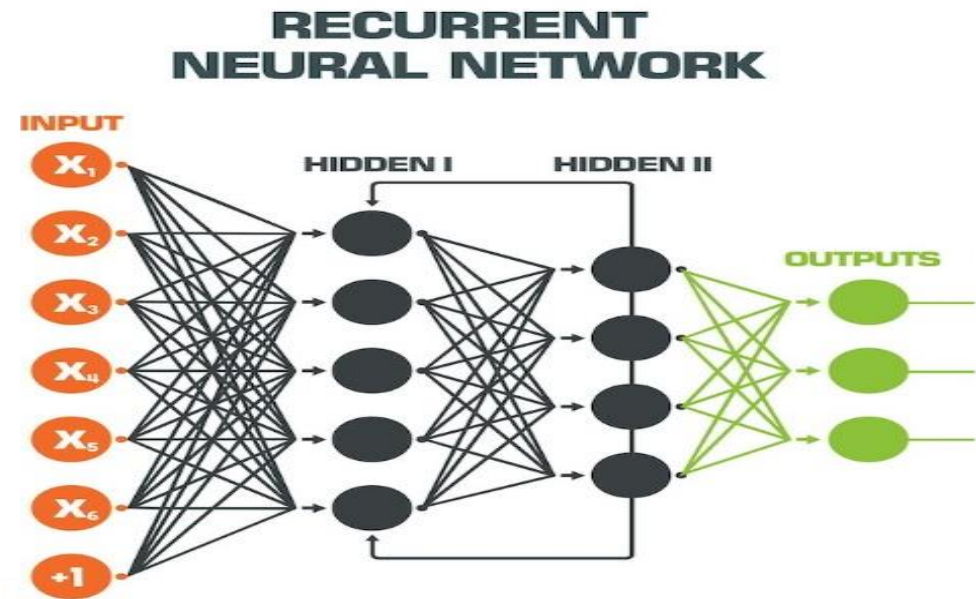
DEFINIZIONE DI RETI NEURALI ARTIFICIALI

Le reti neurali sono composte da gruppi di neuroni artificiali organizzati in livelli. Tipicamente sono presenti: un livello di **input**, un livello di **output**, e uno o più livelli **intermedi** o **nascosti** (**hidden**). Ogni livello contiene uno o più neuroni.

TIPOLOGIA DI RETI NEURALI ARTIFICIALI

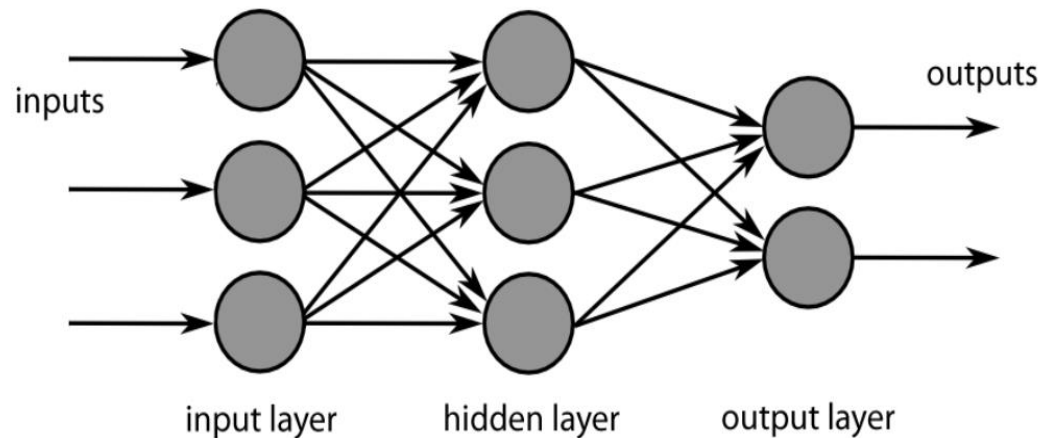
- RECURRENT

Recurrent: nelle reti **ricorrenti** sono previste **connessioni di feedback** (in genere verso neuroni dello stesso livello, ma anche all'indietro). Questo complica notevolmente il flusso delle informazioni e l'addestramento, richiedendo di considerare il comportamento in più istanti temporali (**unfolding in time**).



TIPOLOGIA DI RETI NEURALI ARTIFICIALI

FEED FORWARD: modello più diffuso e utilizzato

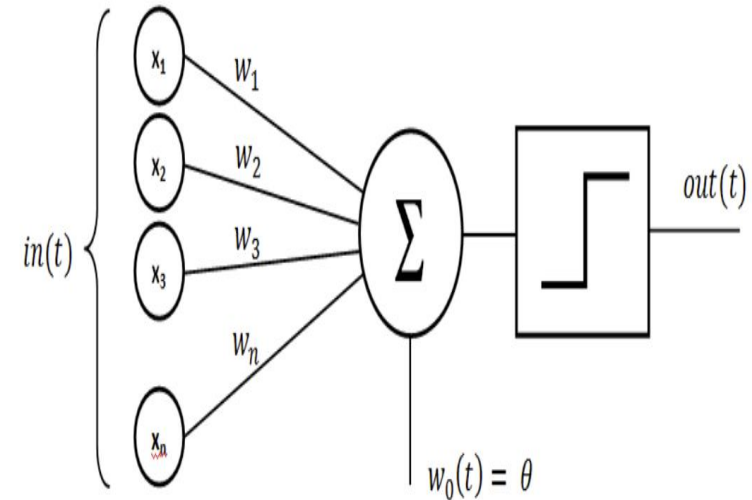


Feedforward: nelle reti feedforward («alimentazione in avanti») le connessioni collegano i neuroni di un livello con i neuroni di un livello **successivo**. Non sono consentite connessioni all'indietro o connessioni verso lo stesso livello. È di gran lunga il tipo di rete più utilizzata.

IL PERCETTRONE

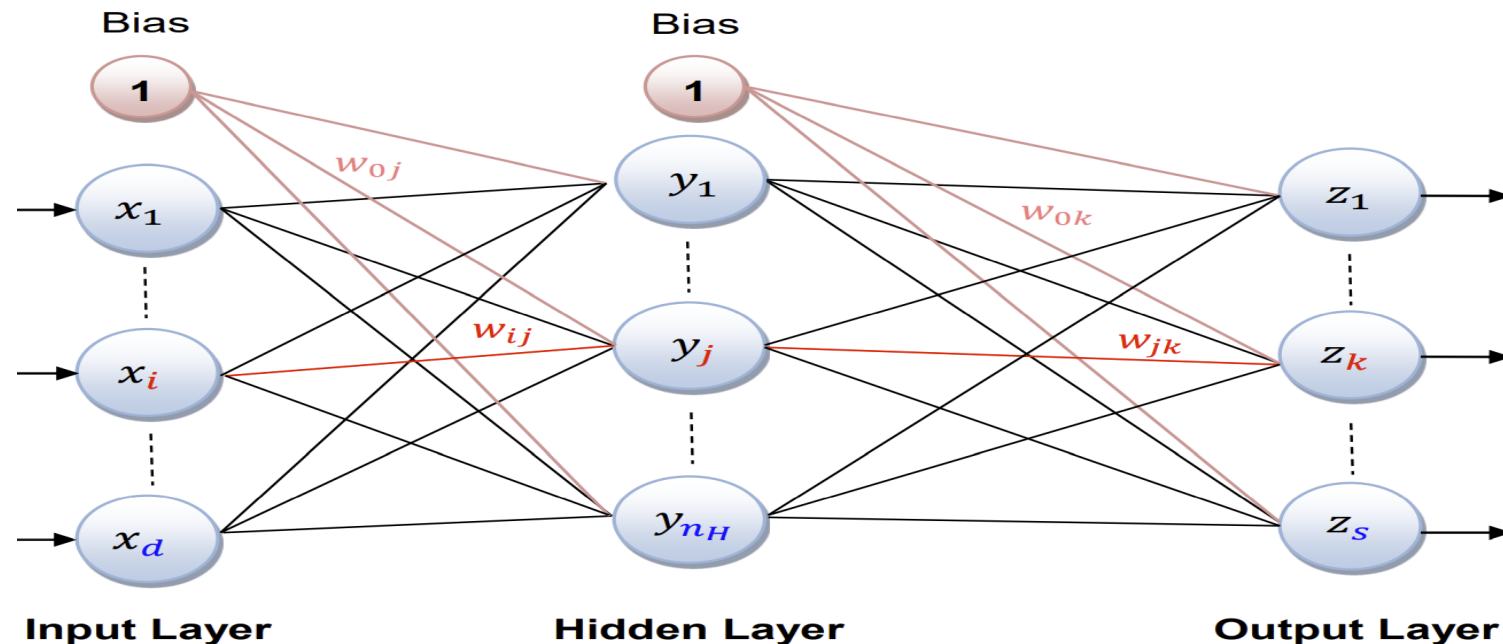
Il termine **perceptron** (**percettrone**) deriva dal modello di neurone proposto da **Rosenblatt** nel **1956**.

Il percettrone utilizza una funzione di attivazione lineare a soglia (o **scalino**). Un singolo percettrone, o una rete di percettroni a due soli livelli (input e output), può essere addestrato con una semplice regola detta **delta rule** (ispirata alla regola di **Hebb**).



IL MULTI LAYER PERCEPTRON

Un Multilayer Perceptron (**MLP**) è una rete feedforward con **almeno 3 livelli** (almeno **1 hidden**) e con funzioni di attivazione non lineari.

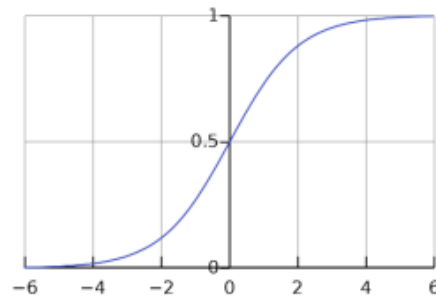


IL MULTI LAYER PERCEPTRON

Un Multilayer Perceptron (**MLP**) è una rete feedforward con **almeno 3 livelli** (almeno **1 hidden**) e con funzioni di attivazione non lineari.

- **Standard logistic function** (**Sigmoid**), (valori in **[0...1]**):

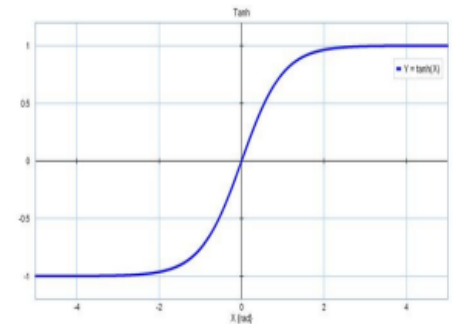
$$f(net) = \sigma(net) = \frac{1}{1 + e^{-net}}$$



- **Tangente iperbolica** (**Tanh**), (valori in **[-1...1]**):

Può essere ottenuta dalla funzione precedente a seguito di trasformazione di scala ($\times 2$) e traslazione (-1).

$$f(net) = \tau(net) = 2\sigma(2 \cdot net) - 1$$

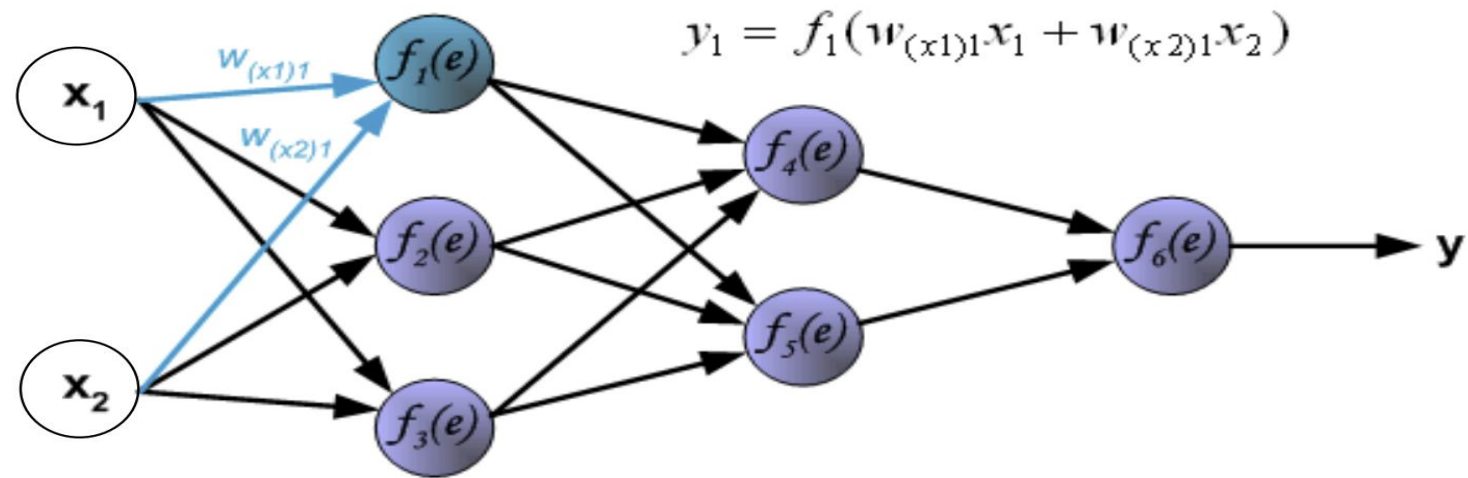




IL MULTI LAYER PERCEPTRON

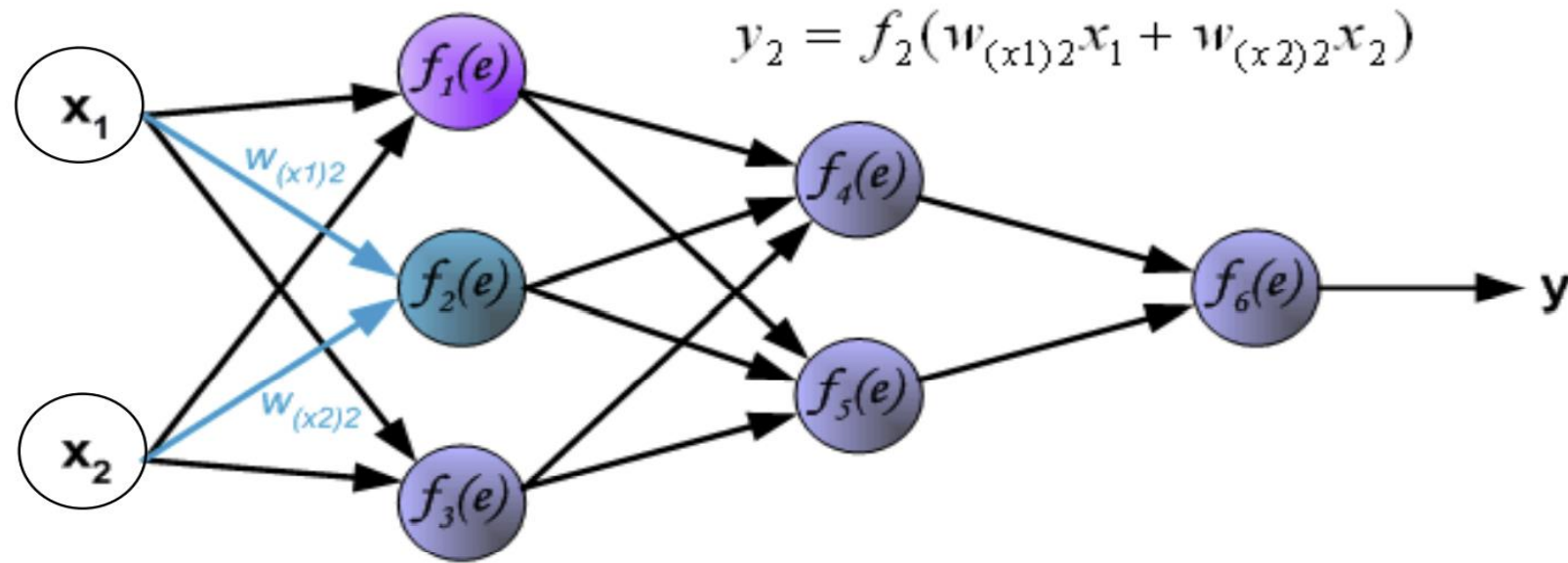
Con **forward propagation** (o **inference**) si intende la propagazione delle informazioni in avanti: dal livello di input a quello di output. Una volta addestrata, una rete neurale può semplicemente processare pattern attraverso **forward propagation**.

Forward propagation: esempio grafico



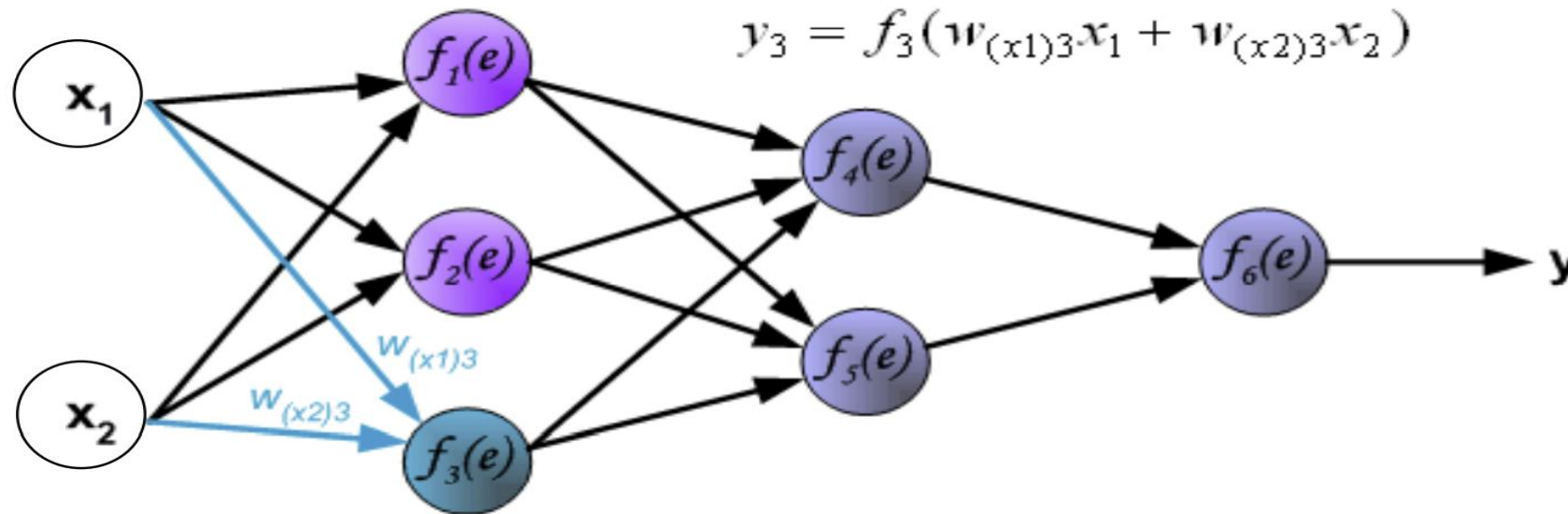
STEP 1

Forward propagation: esempio grafico



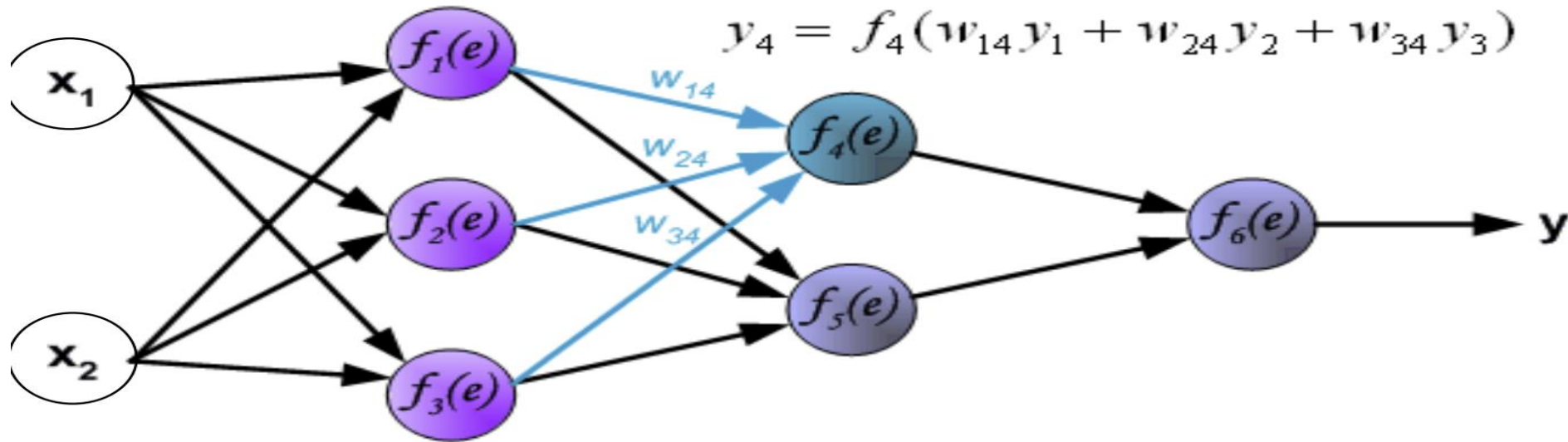
STEP 2

Forward propagation: esempio grafico



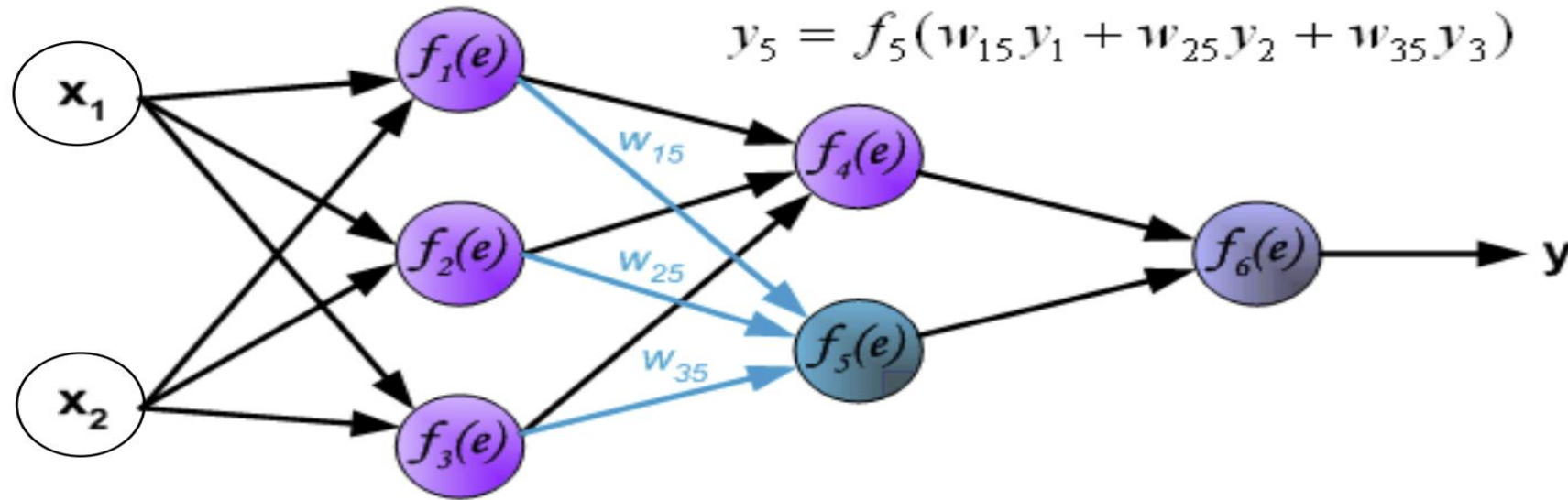
STEP 3

Forward propagation: esempio grafico



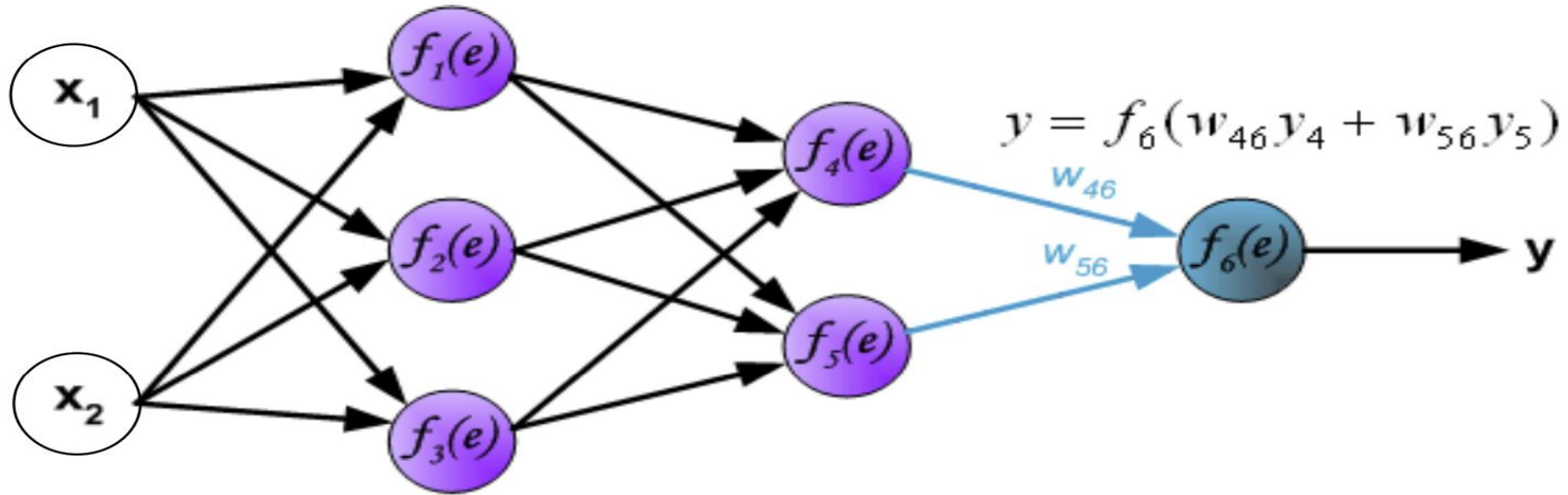
STEP 4

Forward propagation: esempio grafico



STEP 5

Forward propagation: esempio grafico

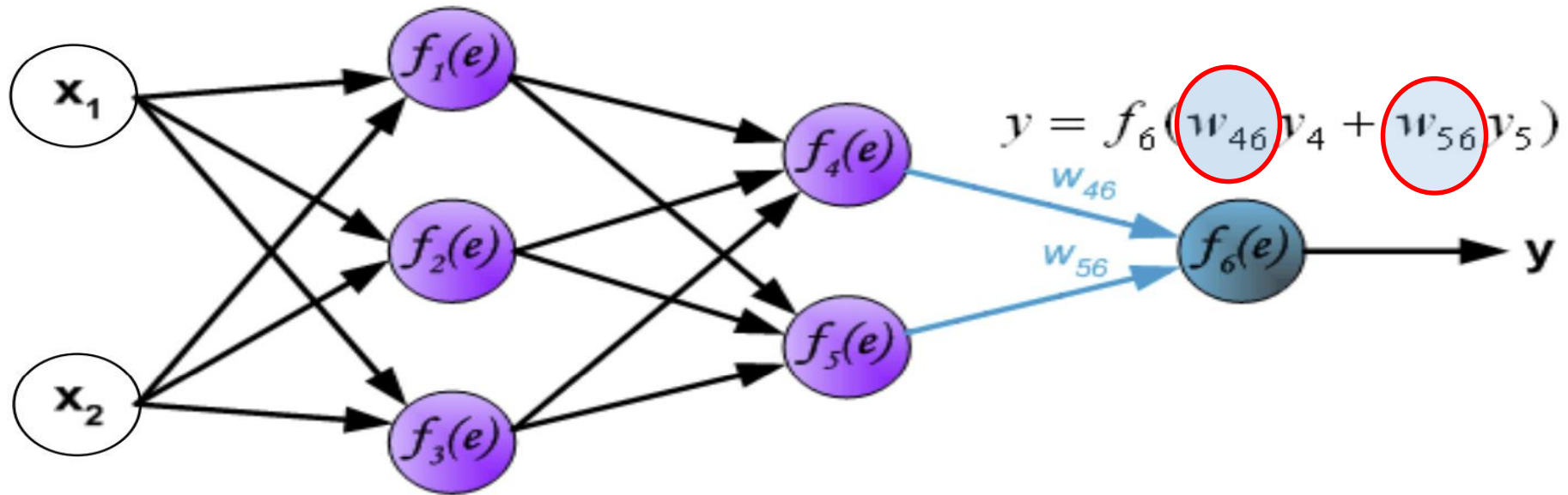


STEP 6

IL MULTI LAYER PERCEPTRON: ADDESTRAMENTO

Fissata la topologia (numero di livelli e neuroni), l'addestramento di una rete neurale consiste nel **determinare il valore dei pesi w** che determinano il **mapping desiderato** tra input e output.

IL MULTI LAYER PERCEPTRON: ADDESTRAMENTO





IL MULTI LAYER PERCEPTRON: MAPPING

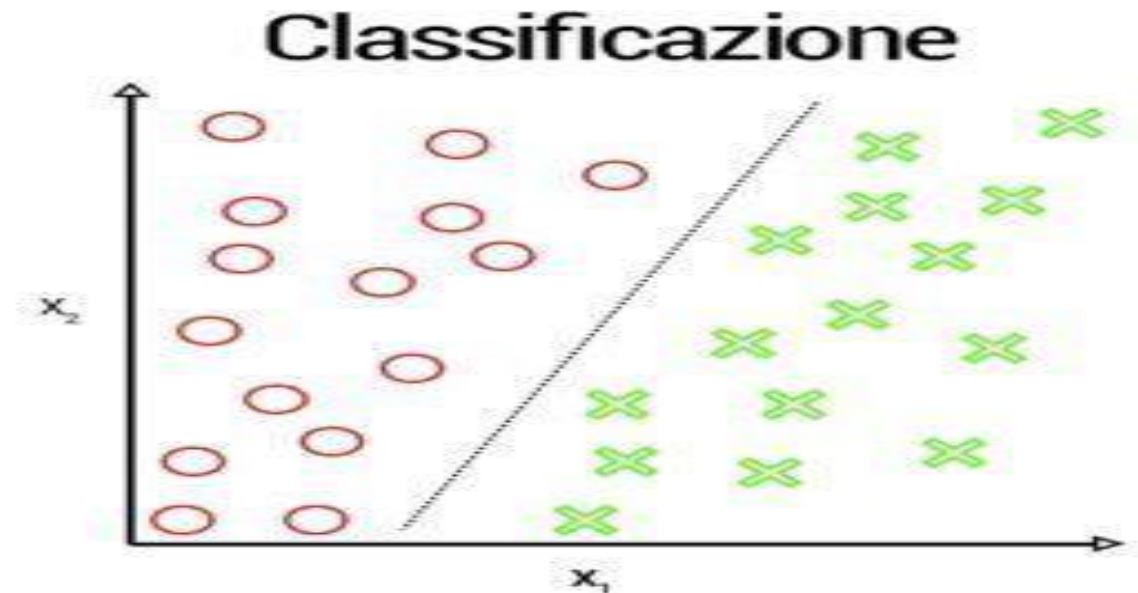
Che cosa intendiamo per mapping desiderato? Dipende dal problema che vogliamo risolvere:

- CLASSIFICAZIONE
- REGRESSIONE

IL MULTI LAYER PERCEPTRON: MAPPING

Che cosa intendiamo per mapping desiderato? Dipende dal problema che vogliamo risolvere:

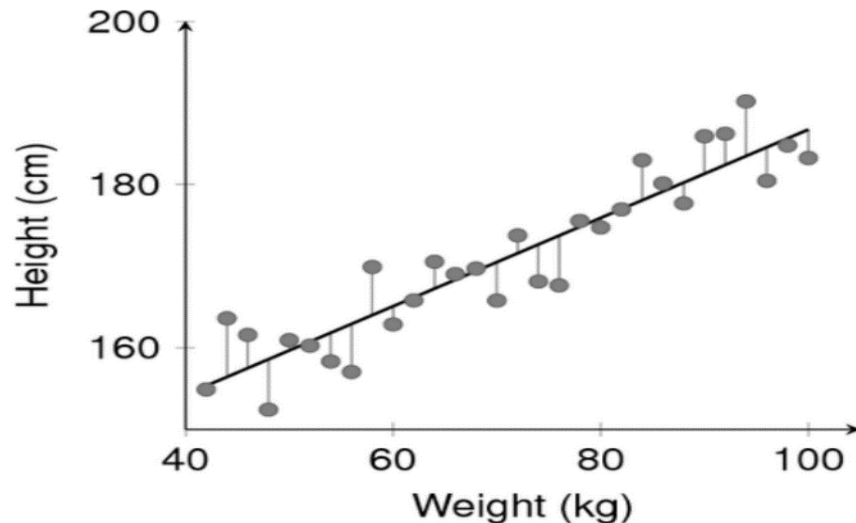
CLASSIFICAZIONE: assegnazione di un dato (pattern) ad un certo insieme (CLASSE)



IL MULTI LAYER PERCEPTRON: MAPPING

Che cosa intendiamo per *mapping desiderato*? Dipende dal problema che vogliamo risolvere:

REGRESSIONE: individuare valore di una variabile indipendente in funzione di una variabile in input



*Es. stima dell'altezza
di una persona in
base al peso*

IL MULTI LAYER PERCEPTRON: ADDESTRAMENTO

Sebbene i primi neuroni artificiali risalgano agli anni 40', fino a metà degli anni 80' non erano disponibili algoritmi di training efficaci.

Hinton:informatico



Nel 1986 Rumelhart, Hinton & Williams hanno introdotto l'algoritmo di **Error Backpropagation** suscitando grande attenzione nella comunità scientifica.

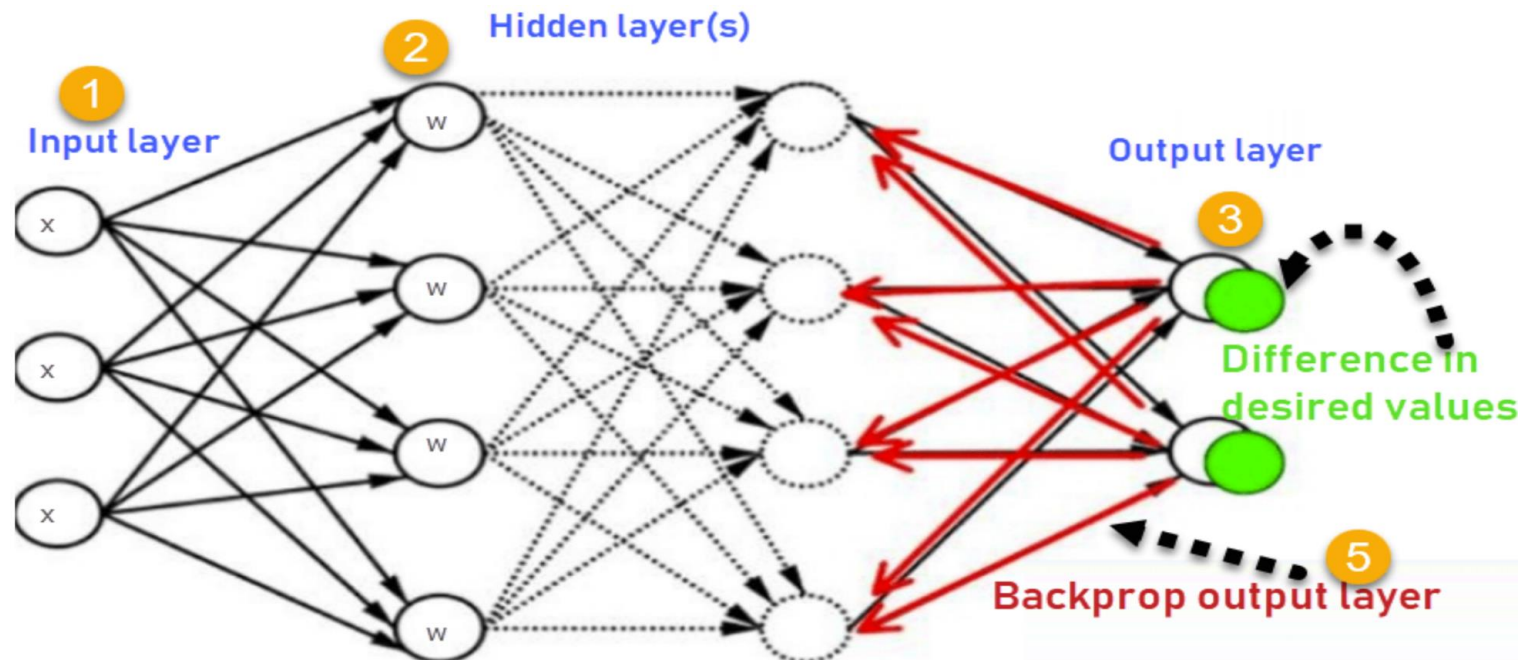
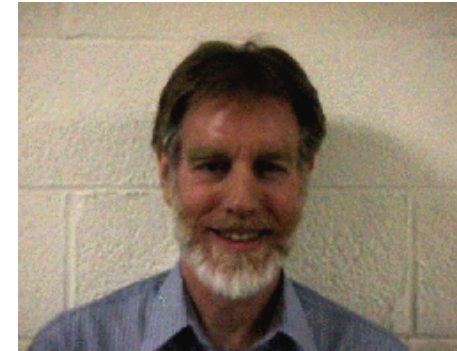
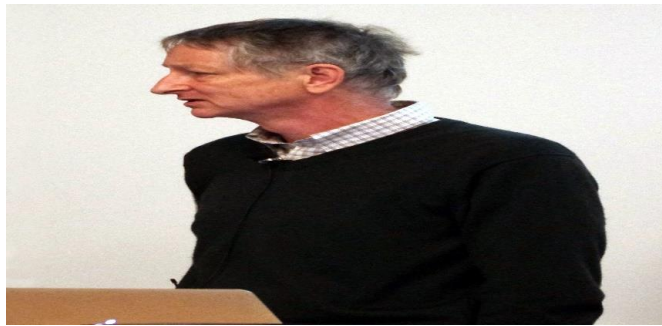
Rumelhart:psicologo



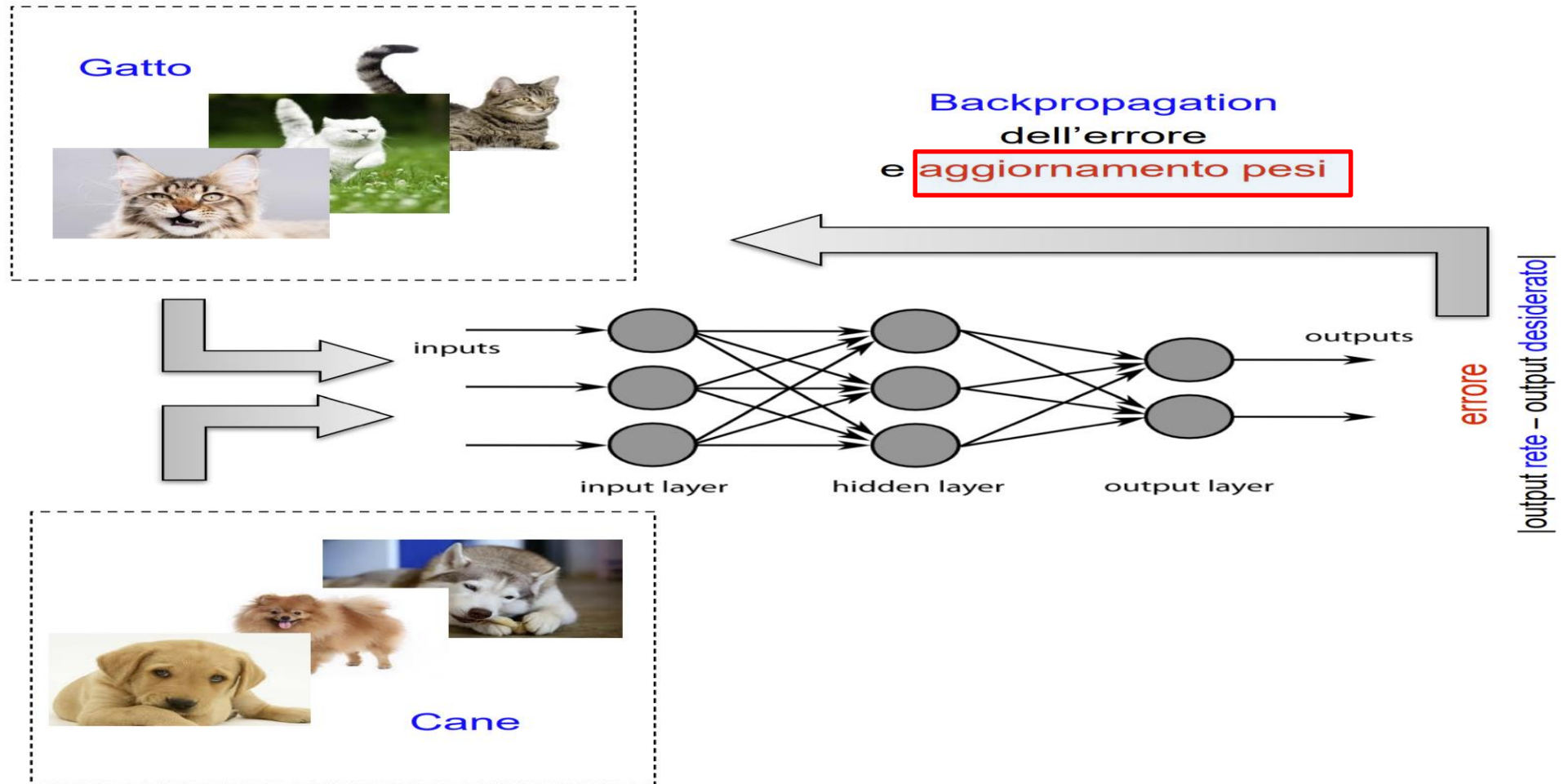
Williams:informatico



IL MULTI LAYER PERCEPTRON: BACK PROPAGATION



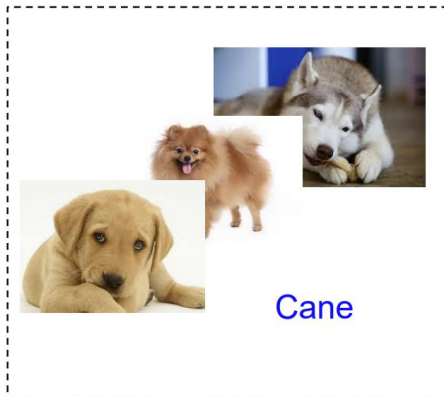
IL MULTI LAYER PERCEPTRON: BACK PROPAGATION



TRAINING DI UN CLASSIFICATORE ESEMPIO

INPUT LAYER

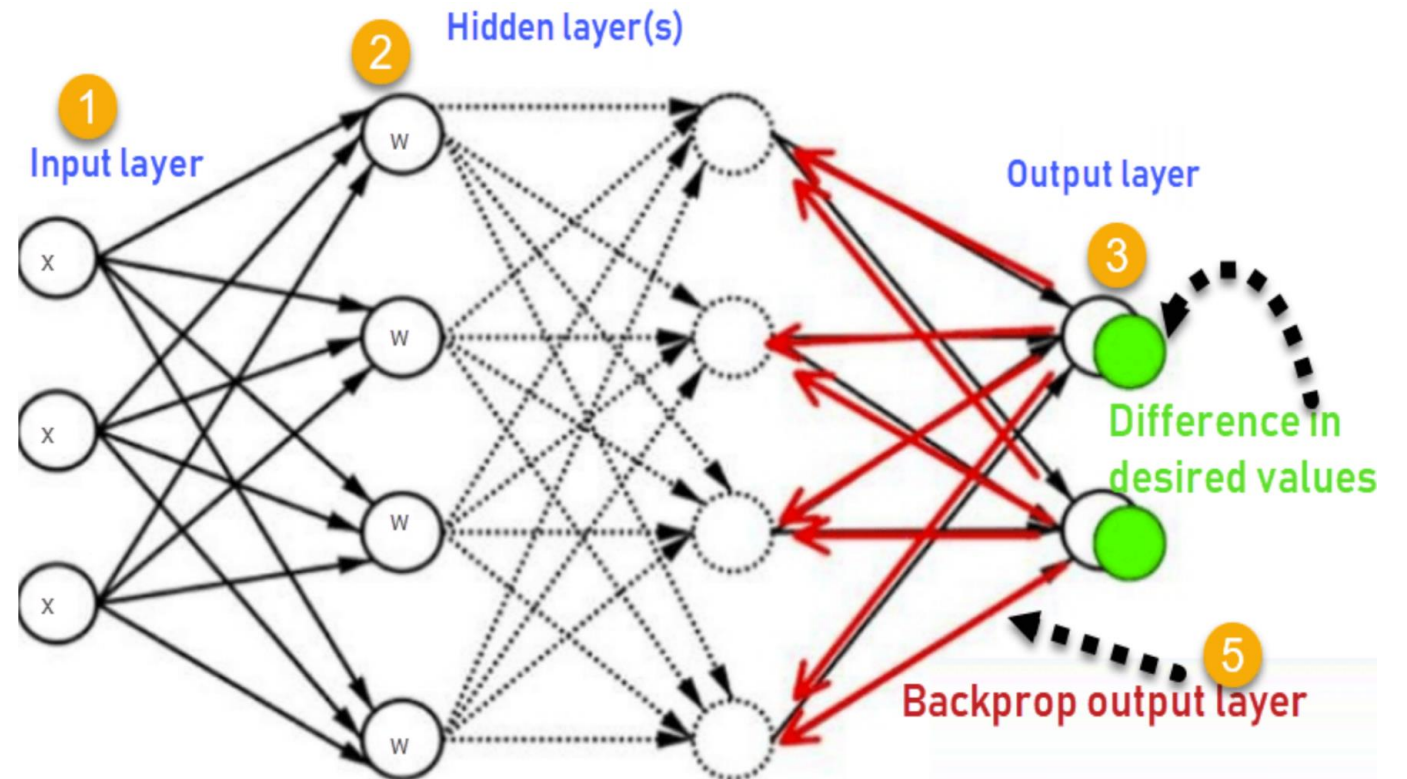
X: dimensione del
dato (pattern input)



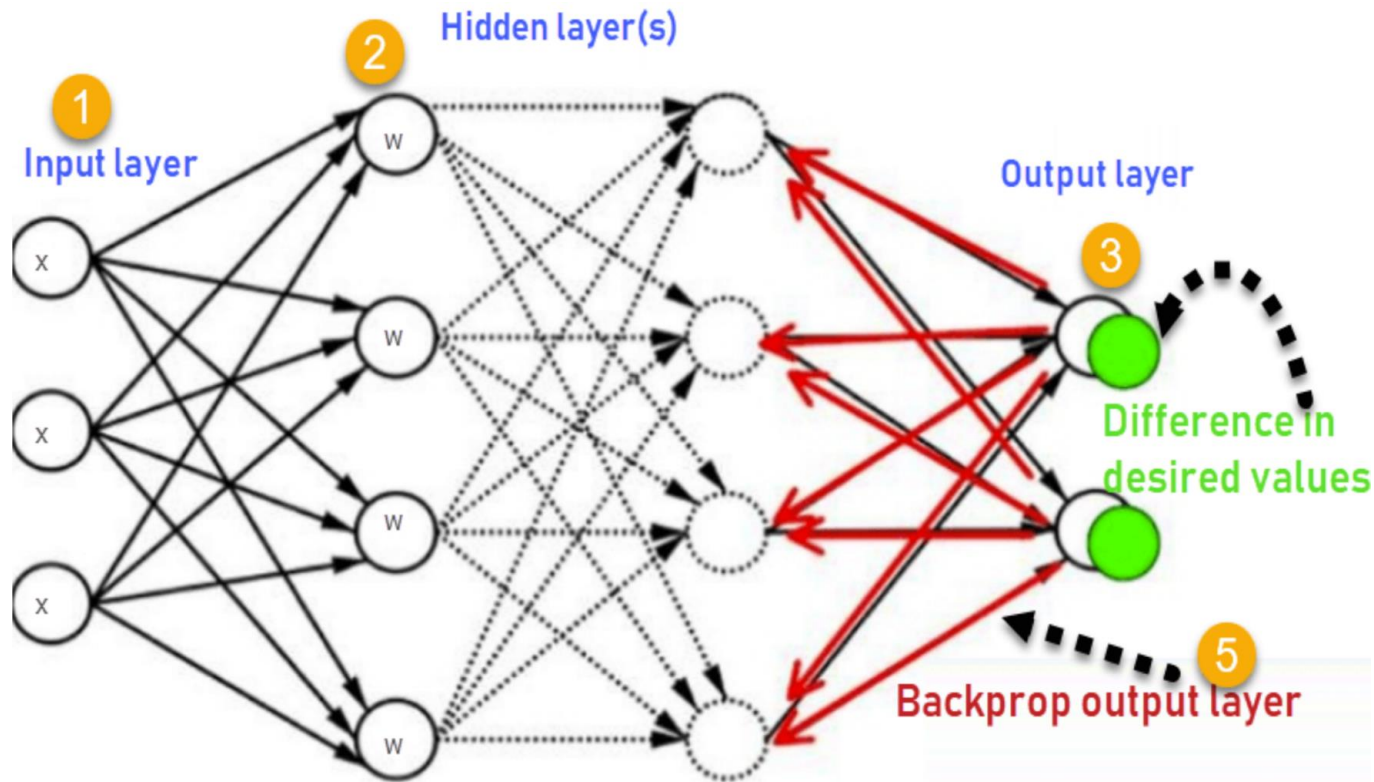
$X_c [0,0,1], [0,1,0],[1,0,0]$



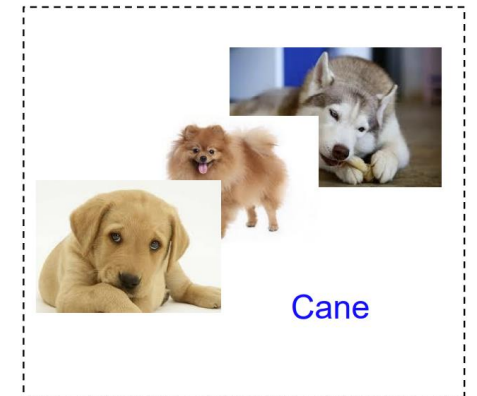
$X_g [0,0,0], [1,1,1],[1,0,1]$



TRAINING DI UN CLASSIFICATORE ESEMPIO



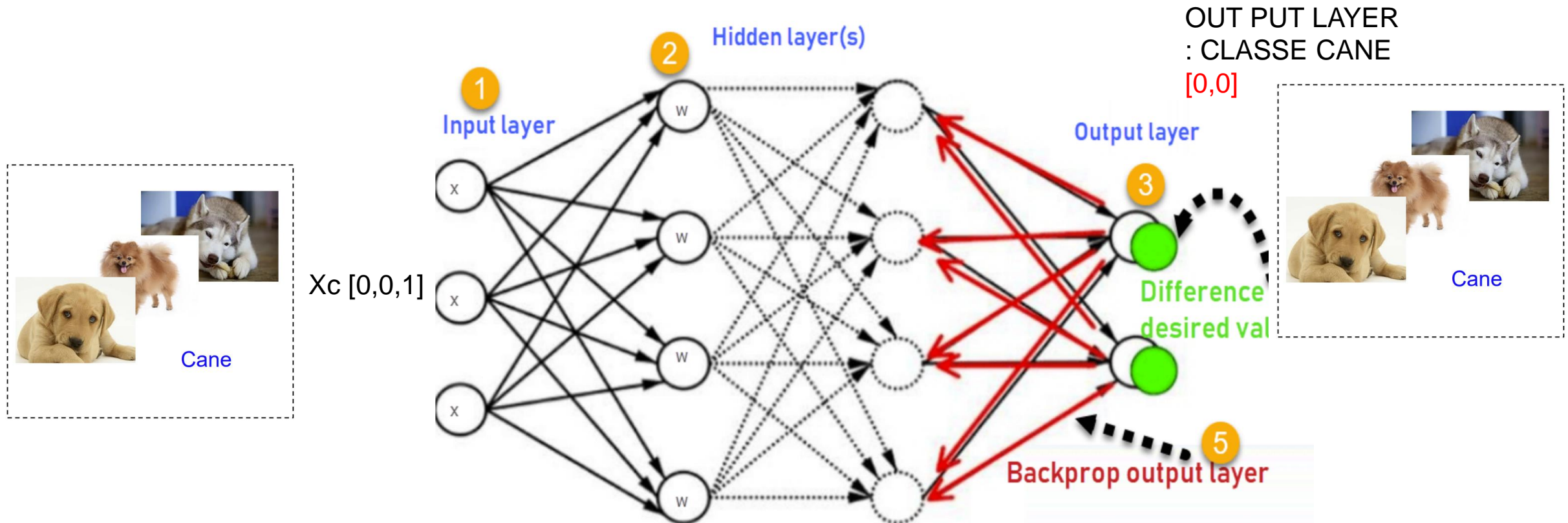
OUT PUT LAYER
: CLASSE CANE
[0,0]



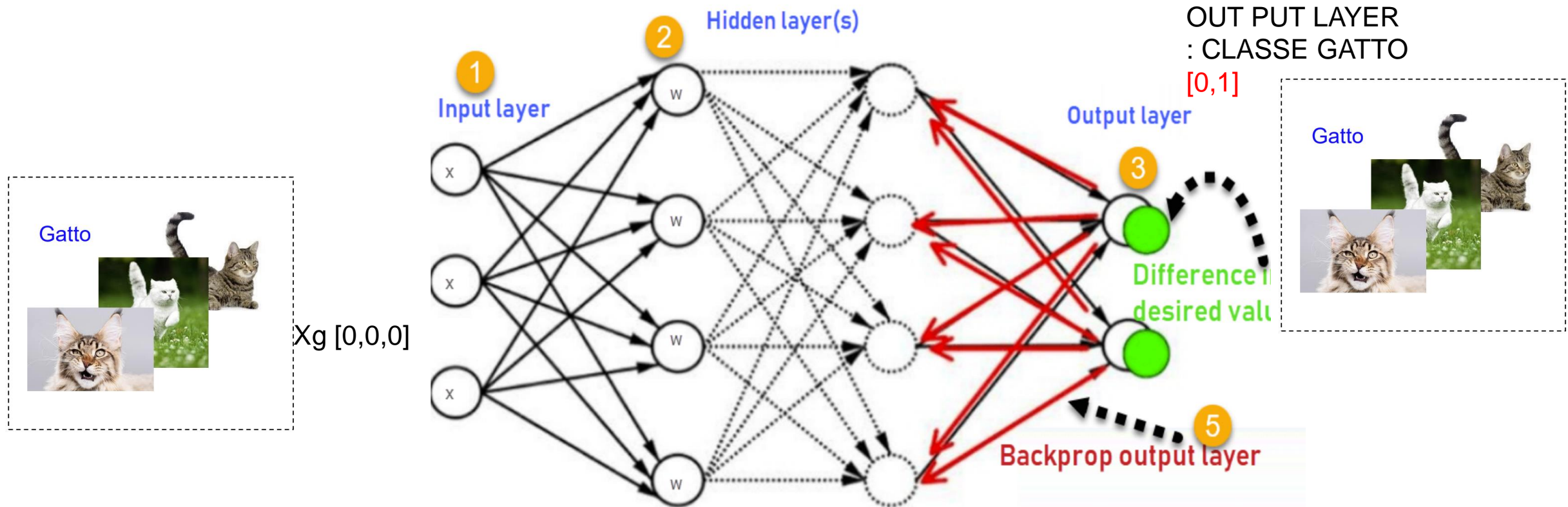
OUTPUT LAYER
: CLASSE GATTO
[0,1]



TRAINING DI UN CLASSIFICATORE ESEMPIO



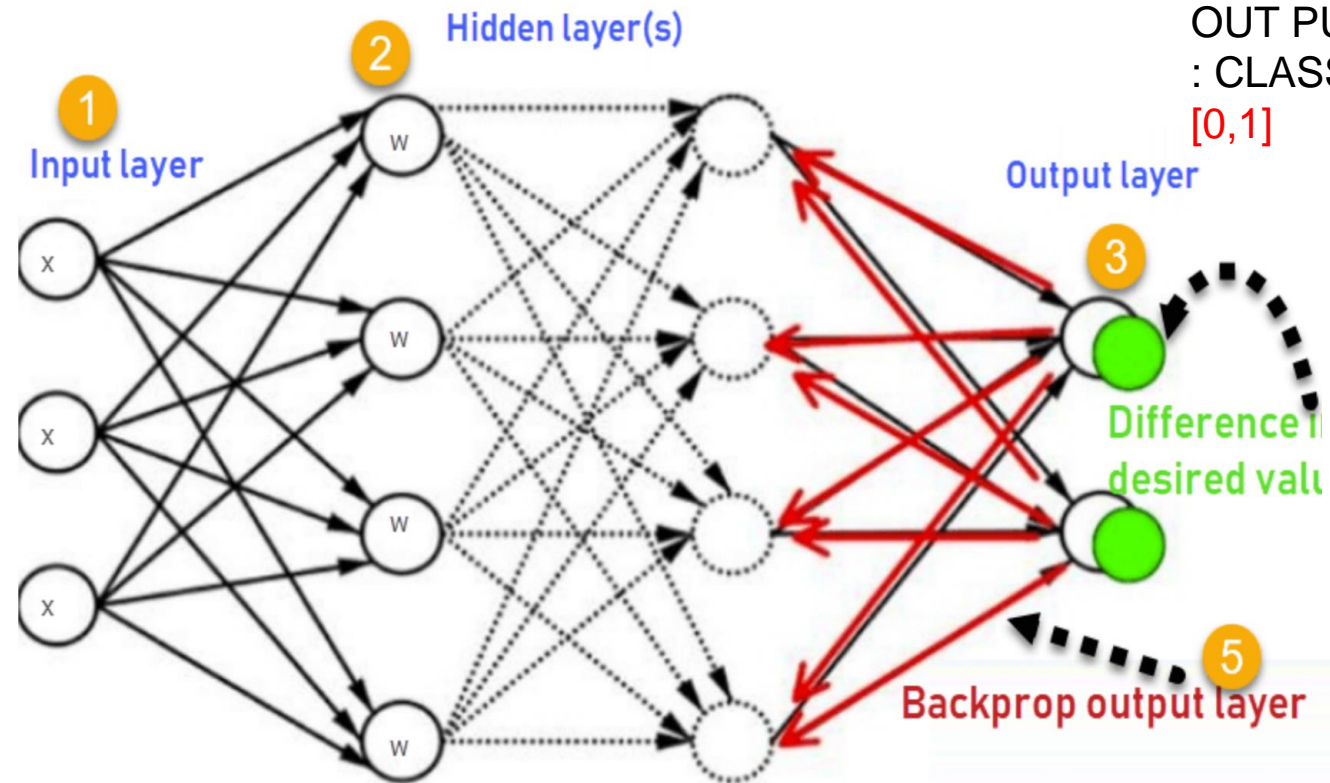
TRAINING DI UN CLASSIFICATORE ESEMPIO



TRAINING DI UN CLASSIFICATORE ESEMPIO



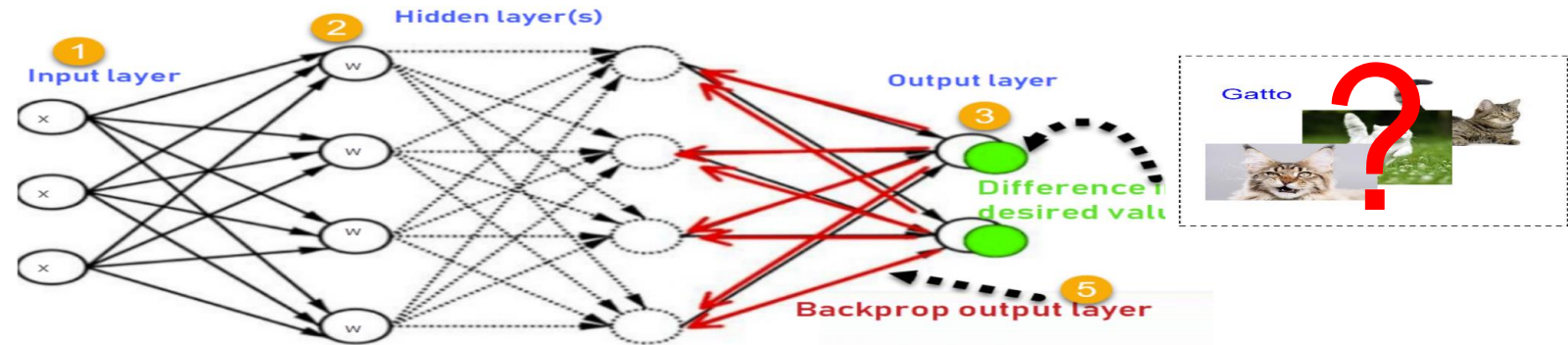
$X_g [0,1,1]$



OUT PUT LAYER
: CLASSE GATTO
[0,1]



CONCLUSIONI



Tanto maggiore è la quantità di dati con cui posso addestrare la mia rete,
tanto migliorano le prestazioni della stessa

LA DISPONIBILITA' DI GRANDI QUANTITA' DI DATI E' FONDAMENTALE



RETI NEURALI PER GIOCARE UN PO....

RIFERIMENTI

[HTTP://PLAYGROUND.TENSORFLOW.ORG](http://playground.tensorflow.org)

[HTTP://WWW.KAGGLE.COM](http://www.kaggle.com)

[HTTP://KERAS.IO](http://keras.io) (livello avanzato)



IL COMBUSTIBILE DELL'IA

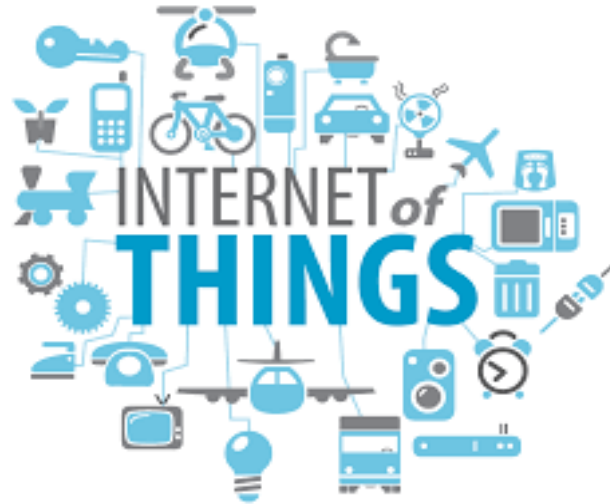
**BIG DATA, CLOUD COMPUTING, INTERNET
OF THINGS**

QUALI I FATTORI CARDINE DELLA RIVOLUZIONE DELL'AI?

- Big Data



- Internet of things



- Cloud Computing



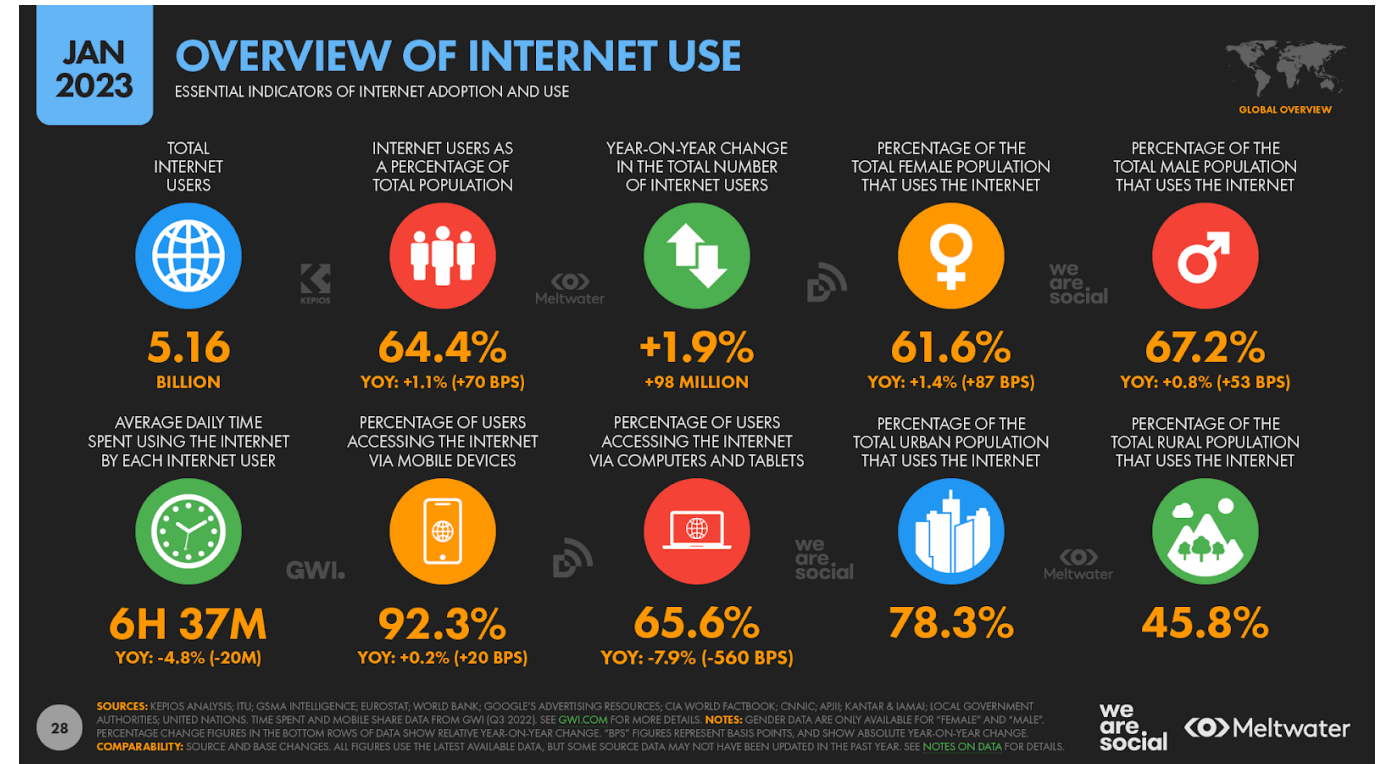
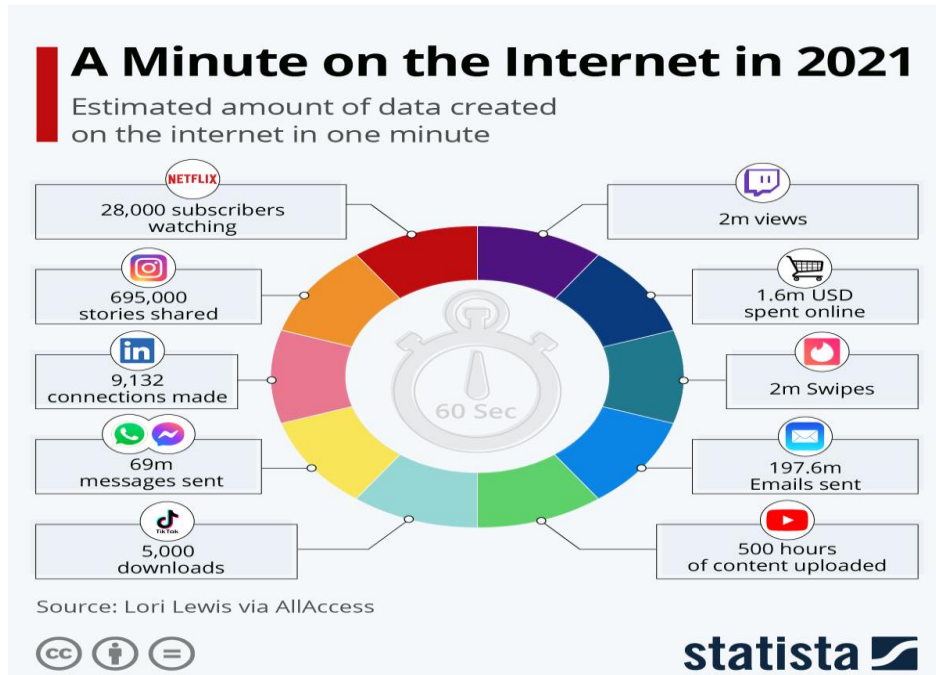
BIG DATA

DEFINIZIONE DI BIG DATA

I **Big data** sono insiemi di dati dal volume talmente elevato da non poter essere gestiti dagli strumenti convenzionali, bensì da tecnologie e metodi innovativi in grado di raccogliarli, elaborarli e analizzarli, in modo da poterli sfruttare per fare previsioni su trend di comportamento, per esempio, e così prendere delle decisioni più efficienti.



BIG DATA



La proliferazione di dati disponibili grazie al boom di Internet ha creato un archivio sterminato di documenti, video e immagini che permettono di addestrare le reti neurali e i loro derivati a un livello senza precedenti.

BIG DATA

2021 *This Is What Happens In An Internet Minute*



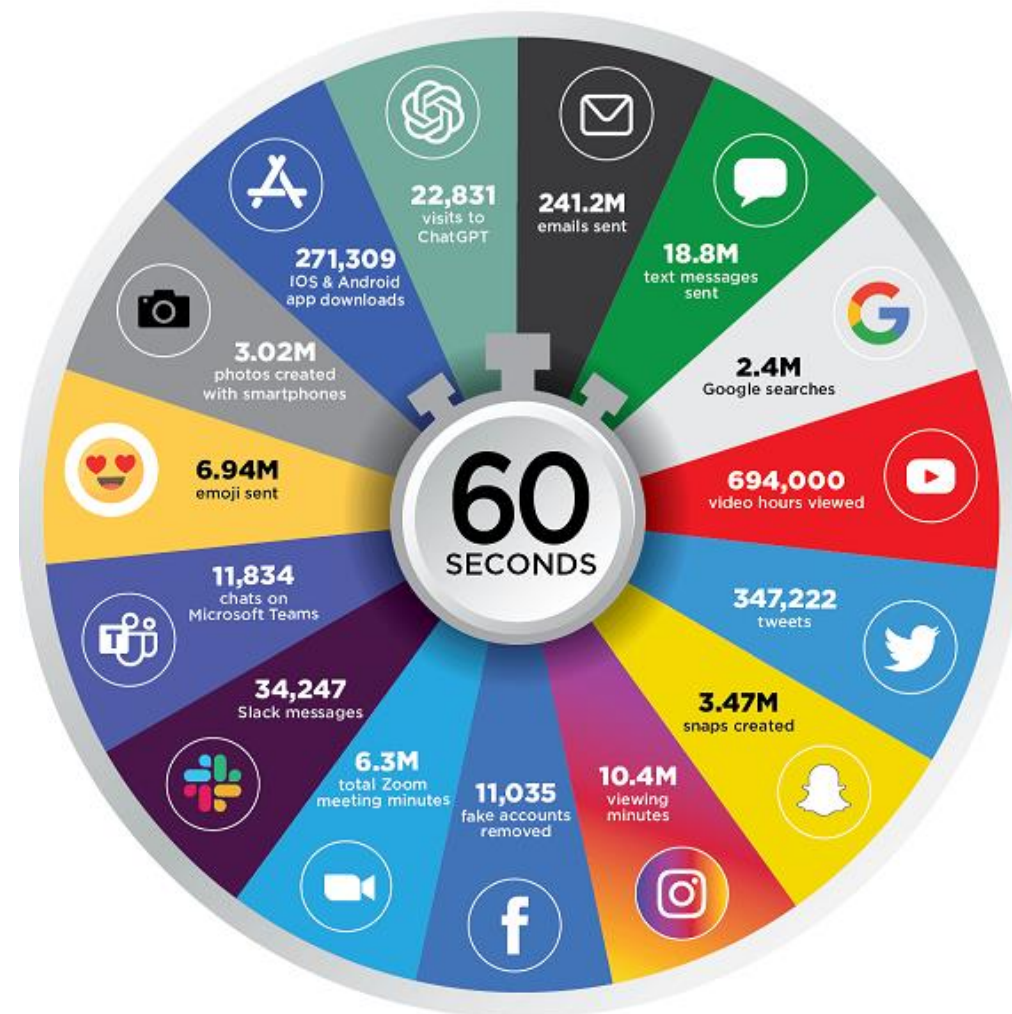
I dati sono prodotti da innumerevoli fonti e servizi disponibili su Internet.

BIG DATA

2021 *This Is What Happens In An Internet Minute*



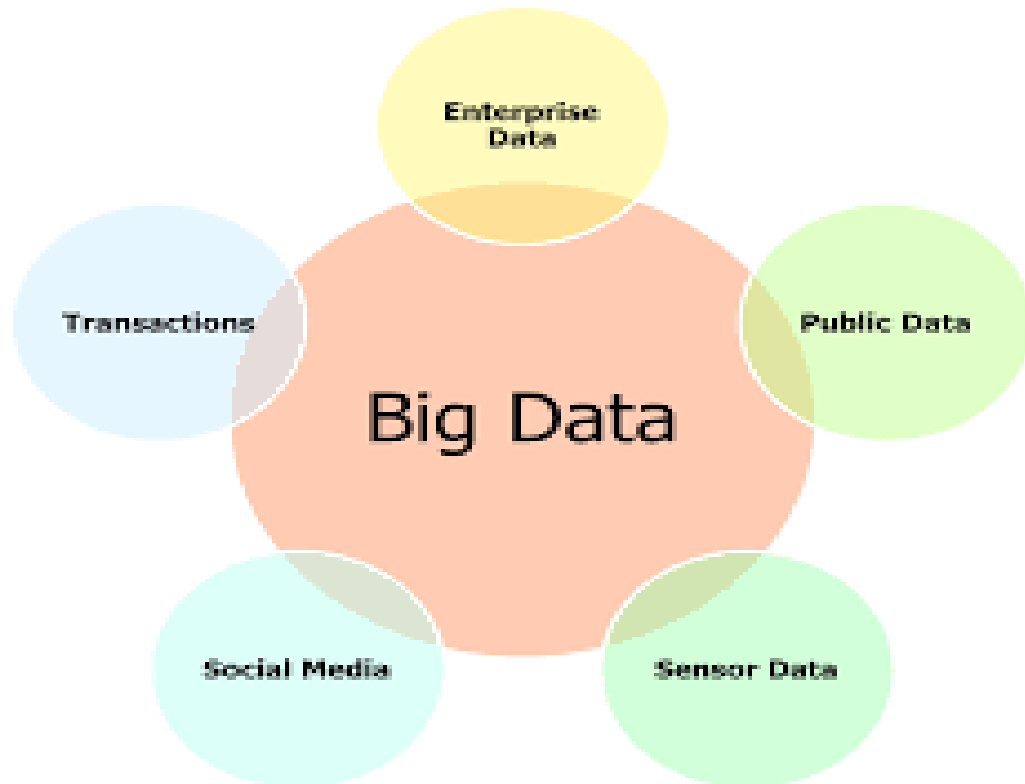
THE INTERNET IN 2023 EVERY MINUTE



Created by: eDiscovery Today & LTMG

I dati sono prodotti da innumerevoli fonti e servizi disponibili su Inter

BIG DATA: DEFINIZIONI



DEFINIZIONI DI DATO E BIG DATA

Per definizione un dato è una rappresentazione codificata di un'entità, di un fenomeno, di una transazione, di un avvenimento.

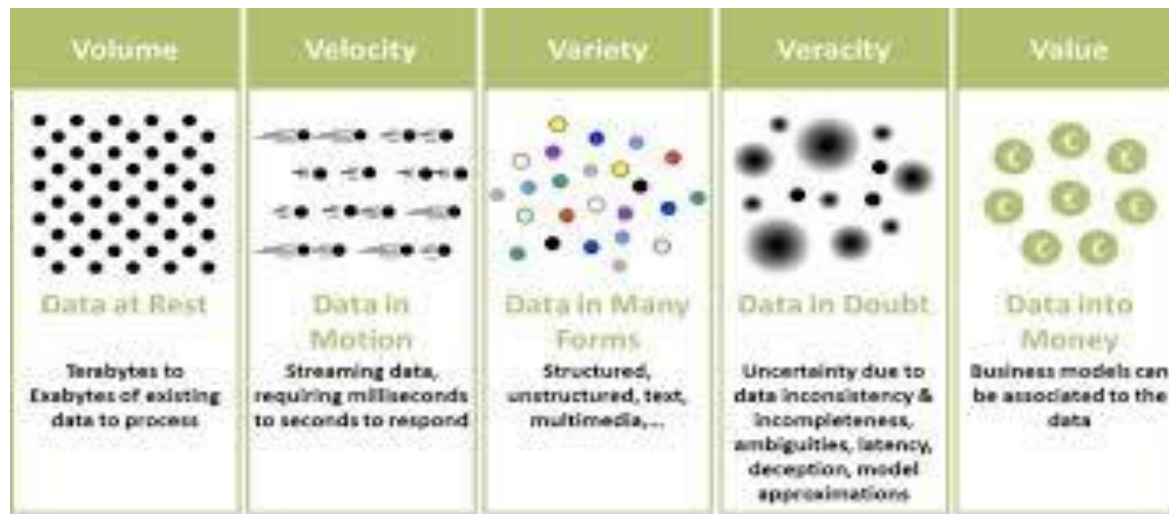
In statistica e informatica, la locuzione inglese **Big Data** o in italiano **megadati** indica una raccolta di dati così estesa da richiedere tecnologie e metodi analitici specifici per l'estrazione di valore o conoscenza.

la scuola
intivù

big data come un insieme di dati il cui volume è talmente grande «*da superare la capacità dei convenzionali strumenti di gestione di dati di raccogliarli, immagazzinarli, gestirli e analizzarli*» (McKinsey, 2011).

BIG DATA

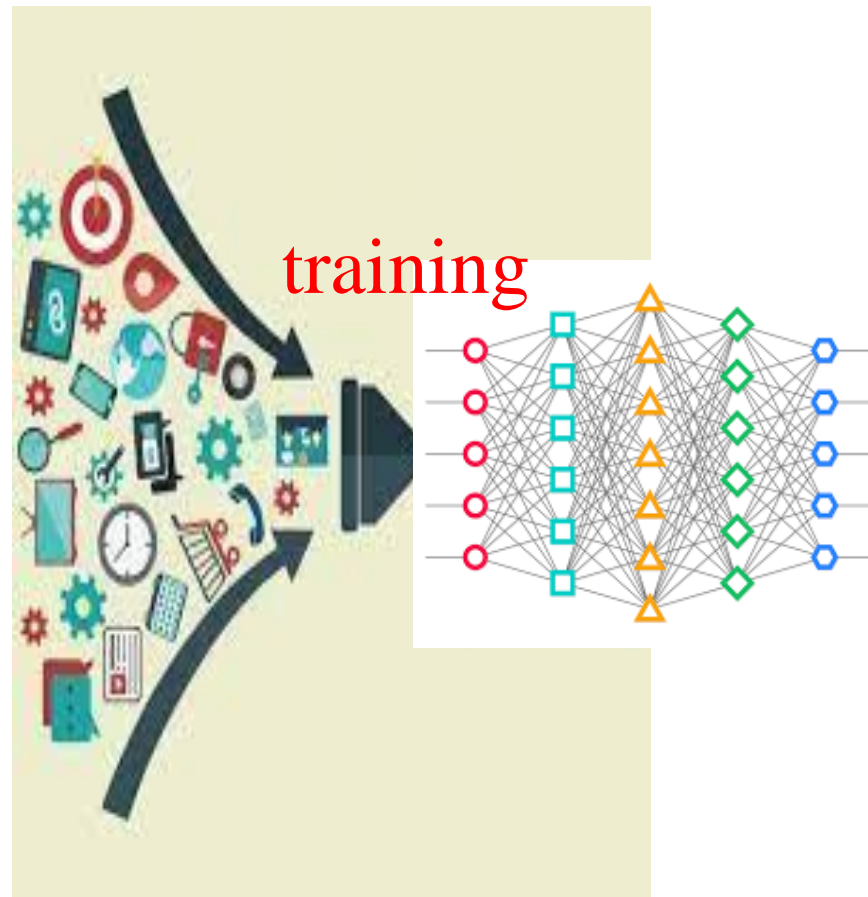
COSA SONO I BIG DATA?



L'espressione "big data" può essere impiegata sia in riferimento alla **grande velocità con cui vengono attualmente generati i dati** che alla capacità sempre crescente di immagazzinarli, elaborarli ed analizzarli, come si legge all'interno di un articolo di IBM. Anche noti come "**megadati**", i **big data sono stati definiti da Gartner**, nel 2001, come «*risorse informative a elevato volume, velocità e varietà che richiedono forme di elaborazione delle informazioni economiche e innovative per potenziare la comprensione, la presa di decisioni e l'automazione dei processi*».

Government	Percentage
Current government	85%
Previous government	15%

“La prima e più importante ragione dietro il legame tra AI e Big Data è che AI necessita di grandi quantità di dati da caricare per costruire la sua intelligenza, tramite l’addestramento e al tempo stesso Big Data li rende disponibili ottenendo algoritmi di analisi molto performanti



CLOUD COMPUTING

Cos'è il cloud computing?

Il cloud computing consiste nella distribuzione on-demand delle risorse IT tramite Internet, con una tariffazione basata sul consumo. Piuttosto che acquistare, possedere e mantenere i data center e i server fisici, è possibile accedere a servizi tecnologici, quali capacità di calcolo, storage e database,

CLOUD COMPUTING



Il calcolo nella «nuvola informatica» o «cloud computing»: questa tecnologia ha incrementato la capacità di calcolo e si è rivelata imprescindibile per addestrare le reti neurali.

INTERNET OF THINGS (IOT)



*L'esplosione di dispositivi e sensori connessi tra loro mediante Internet non solo costituisce di per se una fonte di informazione, e **di addestramento per le reti neurali**, ma ha aperto un canale di comunicazione in tempo reale con l'utente, innescando il bisogno di applicazioni di Intelligenza Artificiale che possano interagire con lui.*

AI E IOTAIOT

Edifici ed esercizi commerciali

Un primo esempio di applicazione dell'AIoT può essere legato ad edifici con uffici intelligenti, dotati di una rete di sensori ambientali in grado di rilevare il personale presente e regolare, di conseguenza, i parametri ambientali (per esempio, temperatura ed illuminazione) per migliorare l'efficienza energetica dei singoli uffici e dell'intero edificio commerciale. Un altro aspetto che può beneficiare dell'AIoT può riguardare il controllo degli accessi all'edificio intelligente attraverso una tecnologia di riconoscimento facciale dei visitatori e del personale dipendente. La combinazione di telecamere connesse, le cui immagini in uscita sono analizzate per mezzo di modelli di AI in grado di confrontare le immagini scattate in tempo reale con un database per determinare chi dovrebbe essere autorizzato ad accedere nell'edificio, rappresenta un esempio perfetto di applicazione del concetto dell'AIoT.



A IOT

Gestione di flotte di veicoli autonomi

L'AIoT può essere utilizzato anche per la gestione di flotte di veicoli, per il monitoraggio dei veicoli in tema di manutenzioni previste e, per quanto possibile, anche con un approccio predittivo, per ridurre i costi del carburante necessario per i singoli veicoli, ed anche per identificare comportamenti anomali o non sicuri dei conducenti. L'utilizzo di dispositivi IoT quali GPS ed altri sensori, unitamente ad un sistema AI in grado di elaborare i dati in arrivo dalle varie componenti del sistema, favorisce l'AIoT anche in questi contesti di



Un altro utilizzo del concetto di AIoT è legato ai veicoli autonomi, come ad esempio i sistemi di guida automatica presenti a bordo di autovetture, e definiti da diverse aziende (es. [Amazon](#), [Apple](#), [Audi](#), [Baidu](#), [Ford](#), [Hyundai](#), [Microsoft](#), [Nvidia](#), [Samsung](#), [Tesla](#), [Toyota](#), [Uber](#), [Waymo](#)), che utilizzano radar, sonar, GPS e fotocamere per raccogliere dati sulle condizioni di guida e, in accoppiata con un sistema di AI, prendono decisioni sulle eventuali azioni da mettere in campo in situazioni di pericolo.



IBM WATSON - 2006

- ❑ PRIMO SISTEMA DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE IN GRADO DI RISPONDERE A DOMANDE ESPRESSE IN LINGUAGGIO NATURALE
- ❑ IN UNA PARTECIPAZIONE AD UN QUIZ TELEVISIVO RIUSCI' A RISPONDERE AL 35% DELLE DOMANDE
- ❑ NEL 2011, PARTECIPANDO ALLO STESSO QUIZ, RIUSCI' A SCONFIGGERE CAMPIONI (UMANI) DEL QUIZ



IBM WATSON



[Jeopardy](#), molto famoso negli USA, utilizza una modalità di gioco «a rovescio» rispetto ai quiz televisivi classici: invece di rispondere a domande, è necessario fornire domande alle risposte fornite.

Quiz: *Napoleone Bonaparte*

Possibile risposta: *Chi morì in esilio a Sant'Elena?*

Durante il quiz, Watson aveva accesso a 200 milioni di pagine di contenuti ([4 terabytes](#)) tutte caricate in RAM: enciclopedie (tra cui Wikipedia), dizionari, thesauri, tassonomie, ontologie (es. Wordnet) e articoli giornale.

Watson non era connesso a Internet (sarebbe stato in ogni caso troppo lento lanciare ricerche online).

Secondo IBM Watson utilizza tecniche basate su analisi linguaggio, metodi ragionamento e apprendimento automatico: se a questa versatilità aggiungiamo i tre precedenti fattori quali scenari possiamo immaginare....??

ALPHA GO

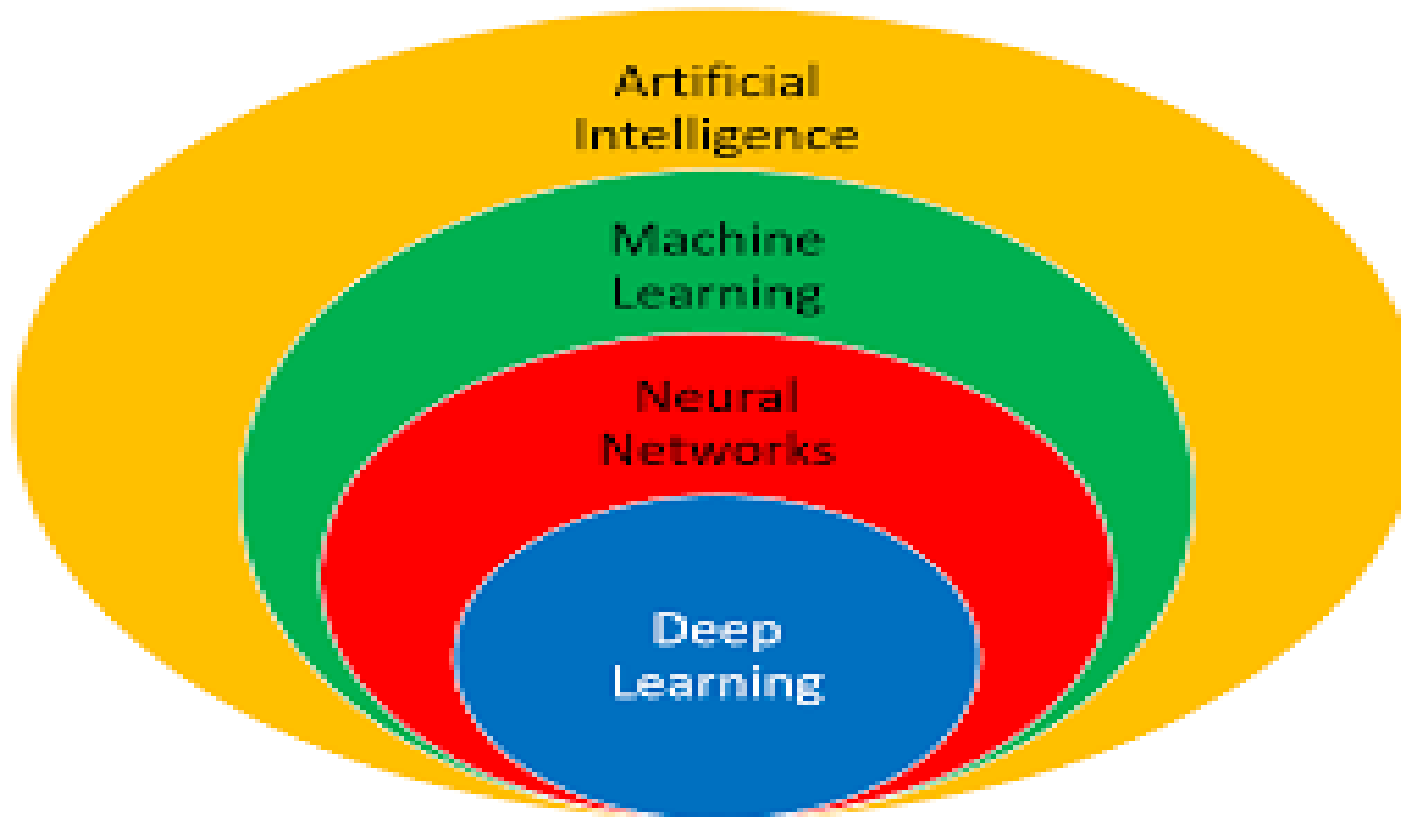


Google DeepMind vince a Go

- 2016 – AlphaGo (Google) batte il campione Lee Sedol (9 dan).
- Go è un antico gioco cinese, con regole semplici ma molte più mosse possibili rispetto agli scacchi, cosa che richiede più intuizione e lo rende più difficilmente suscettibile ad approcci forza bruta.
- Mentre Deep Blue usa strategie di ricerca in profondità ed euristici, AlphaGo è basato principalmente su tecniche di machine learning.

- Inizialmente sono addestrate in modo supervisionato due deep neural network, cercando di imitare le mosse di professionisti a partire da partite memorizzate e rese disponibili dai Go Server su Internet (30 milioni di mosse).
- Poi il sistema gioca milioni di partite contro sé stesso utilizzando reinforcement learning per migliorare la strategia.
- Nella partita finale utilizza 1202 CPU e 176 GPU.

MACHINE LEARNING



DEFINIZIONI

Machine Learning (ML)

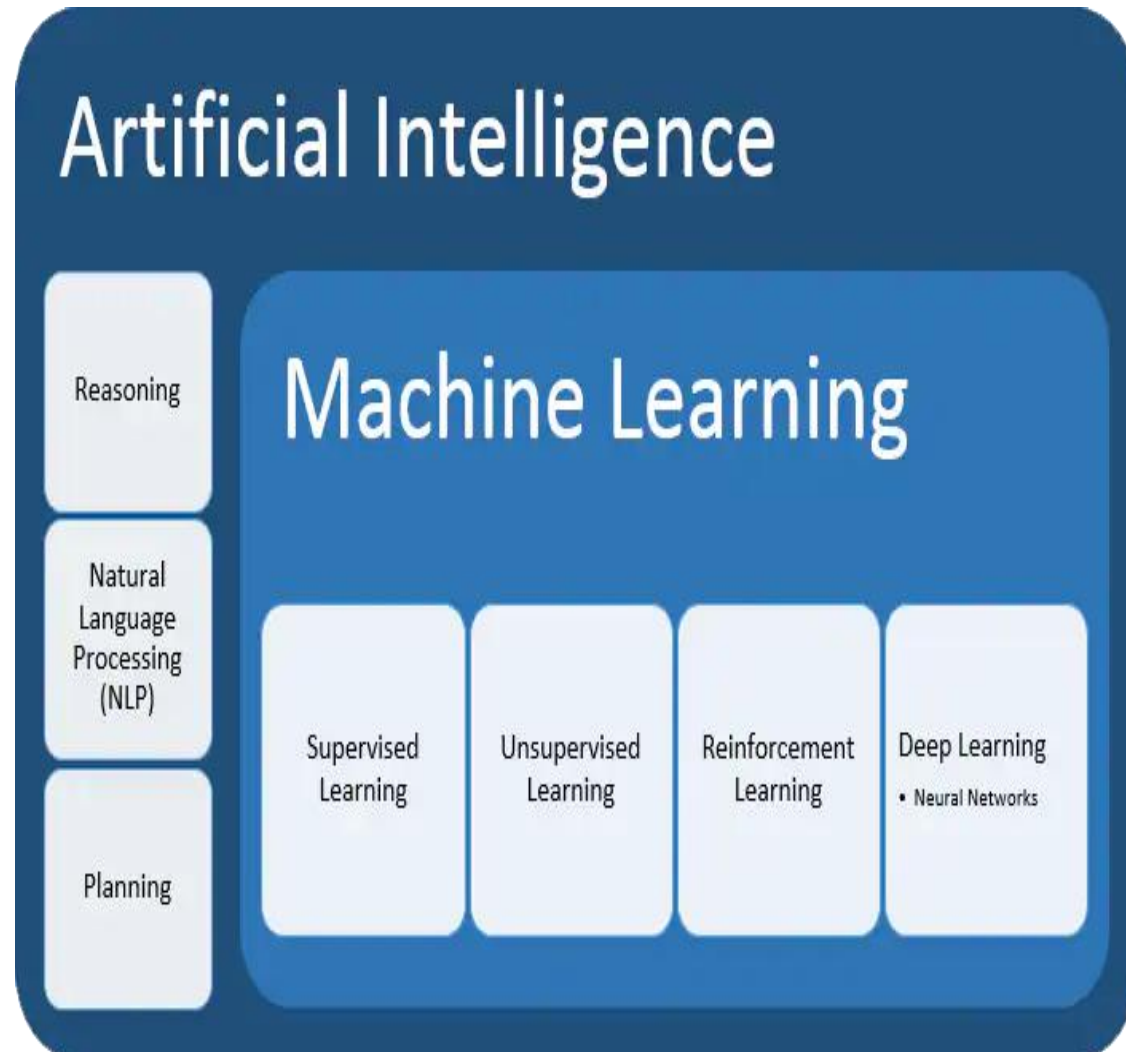
- Un sistema di Machine Learning (apprendimento automatico) durante la fase di **training** apprende a partire da esempi (in modo più o meno supervisionato). Successivamente è in grado di **generalizzare** e gestire nuovi dati nello stesso dominio applicativo.

Il Machine Learning (ML) è un sottoinsieme dell'intelligenza artificiale (AI) che si occupa di creare sistemi che apprendono—o migliorano le performance—in base ai dati che utilizzano.

Machine Learning

Un sistema di Machine Learning impara dagli esempi a migliorare le proprie prestazioni per la gestione di nuovi dati provenienti dalla stessa sorgente.

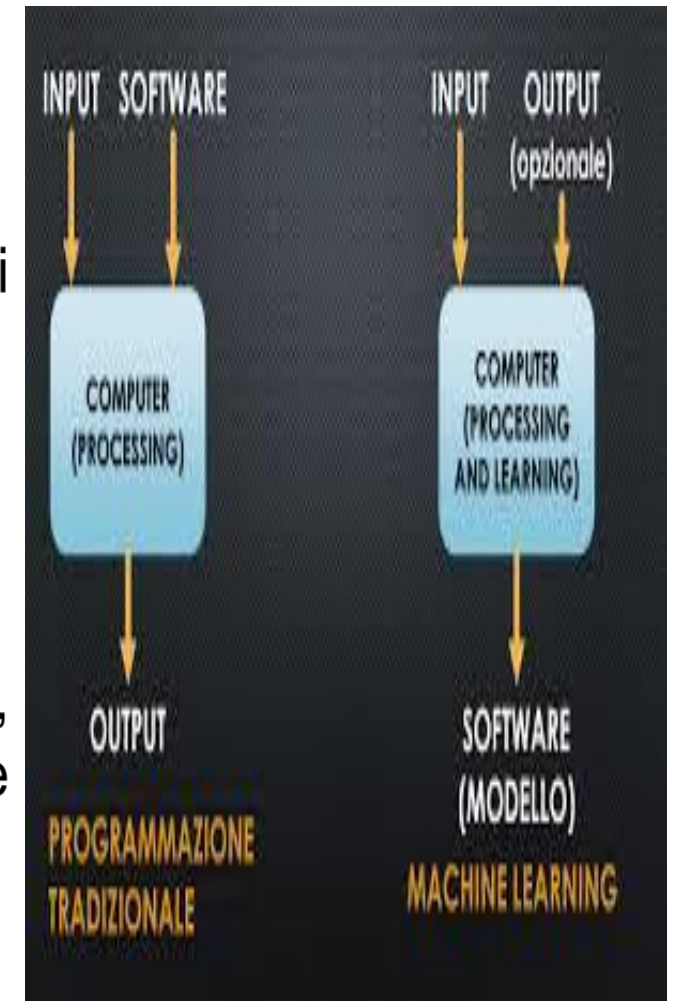
DEFINIZIONE



Il Machine Learning (ML) è un sottoinsieme dell'intelligenza artificiale (AI) che si occupa di creare sistemi che apprendono—o migliorano le performance—in base ai dati che utilizzano.

Perché Machine Learning ?

- **Machine Learning** è oggi ritenuto uno dei approcci più importanti dell'intelligenza artificiale.
- L'apprendimento è una componente chiave del ragionamento
- Apprendere → migliorare, evolvere
- Consente di gestire la complessità di applicazioni reali, talvolta troppo complesse per poter essere modellate efficacemente.



ESEMPI DI APPLICAZIONI DEL ML NELLA VITA QUOTIDIANA

STIMA DEL PERCORSO MIGLIORE



EMAIL INTEL



BANK INTEL

ASSISTENZA MEDICA



SOCIAL NETWORK



SMART ASSISTANT



ESEMPI APPLICAZIONI DEL ML NELLA VITA QUOTIDIANA

STIMA DEL PERCORSO MIGLIORE E OTTIMIZZAZIONE

GOOGLE MAPS: usando i dati di posizione provenienti dai cellulari Google Maps analizza le condizioni di traffico in tempo reale e utilizzando il questa enorme mole di dati per alimentare gli algoritmi di ML, ottimizza i tempi di percorrenza indicando la strada più veloce.



UBER: utilizza gli algoritmi di ML per determinare il costo della corsa, minimizzare i tempi di attesa, ottimizzare i percorsi in funzione del numero di passeggeri su tratte simili.



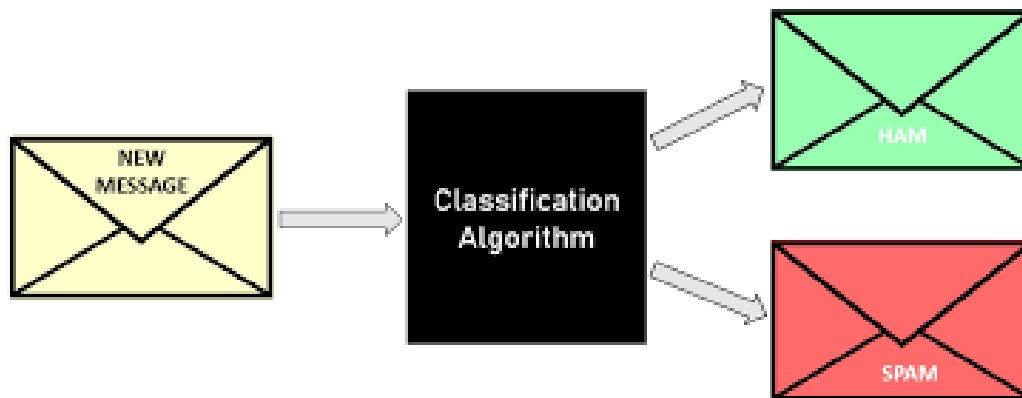
ESEMPI APPLICAZIONI DEL ML NELLA VITA QUOTIDIANA

EMAIL INTEL

SPAM FILTER: filtraggi basati su «rules-based» non sono utili quando per esempio si ricevono messaggi contenenti testo tipo “online consultancy”, “online pharmacy”, o da “unknown address”. Gmail utilizza tale tipologia di filtri attivamente



EMAIL CLASSIFICATION: Gmail utilizza la classificazione via ML



ESEMPI APPLICAZIONI DEL ML NELLA VITA QUOTIDIANA

BANK INTEL

FRAUD DETECTION: l'elevato numero di transazioni giornaliere non permetteva un controllo puntuale delle stesse. Grazie al ML e alle capacità di apprendimento i sistemi bancari sono in grado di individuare comportamenti fraudolenti.



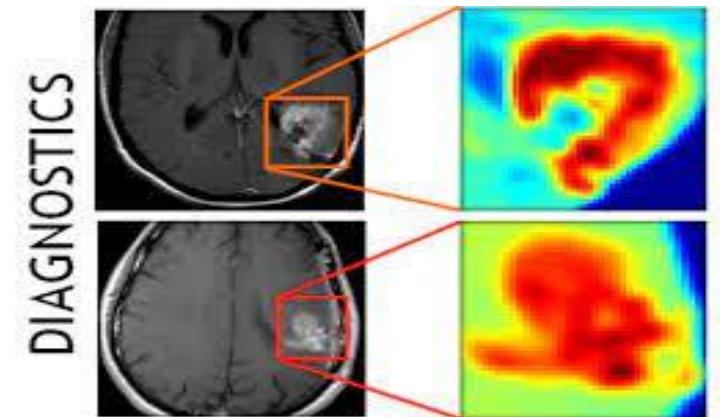
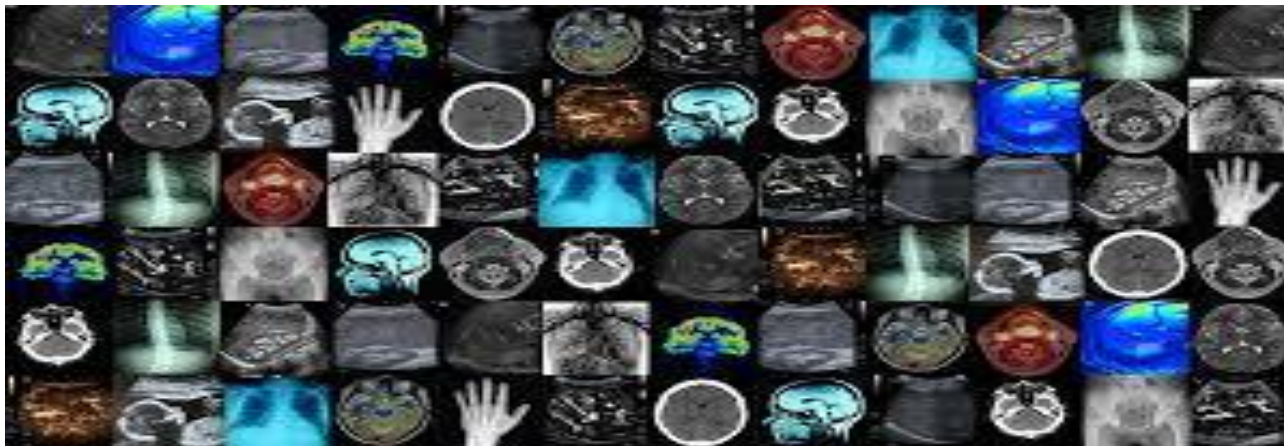
CREDIT DECISION: utilizzati quando la Banca deve rapidamente decidere, sulla base delle conoscenze pregresse se concedere un mutuo, attivare una carta di credito, etc.



ESEMPI APPLICAZIONI DEL ML NELLA VITA QUOTIDIANA

ASSISTENZA MEDICA

- **Analisi di dati medici per individuare regolarità/irregolarità sugli stessi;**
- Gestione di dati medici da esami parziali per effettuare diagnosi;
- Analizzare dati generate da strumenti medici;
- Monitorare classi di pazienti.



ESEMPI APPLICAZIONI DEL ML NELLA VITA QUOTIDIANA

SOCIAL NETWORK

Facebook usa ML per:

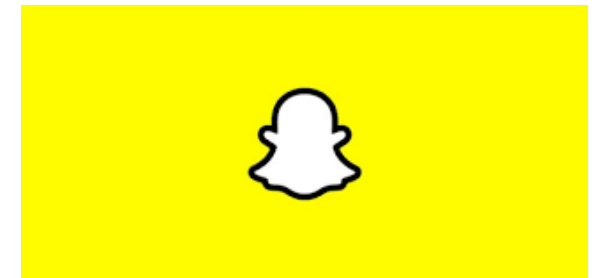
- aumentare le prestazioni dei sw di riconoscimento facciale;
- Personalizzare ifeed diretti agli utenti e ottimizzare i post per intrattenerlo
- Personalizzare gli inserti pubblicitari a seconda dei gusti espresso nel tempo dal cliente.



Pinterest usa ML per individuare nelle immagini i Pin e raccomandare Pin simili;

Snapchat usa ML per filtrare e modellare attività facciali per replicarle;

Instagram usa ML per individuare gli stati d'animo dietro ciascun emoji e raccomandarne altri



ESEMPI APPLICAZIONI DEL ML NELLA VITA QUOTIDIANA

SMART ASSISTANT

Questi “assistenti intelligenti” si basano su algoritmi di ML per:

- raccogliere informazioni;
- capire le preferenze dell'utente;
- migliorare le prestazioni sulla base delle interazioni con l'utente



COME FUNZIONA IL MACHINE LEARNING?

QUALCHE DEFINIZIONE

Dati e Pattern

- I dati sono un ingrediente fondamentale del machine learning, dove il comportamento degli algoritmi **non è pre-programmato** ma **appreso dai dati stessi**.
- Utilizzeremo spesso il termine **Pattern** per riferirci ai dati
 - Pattern può essere tradotto in italiano in vari modi: *forma, campione, esempio, modello*, ecc. [meglio non tradurlo].
 - S. Watanabe definisce un pattern come l'opposto del caos e come un'entità vagamente definita cui può essere dato un nome.
 - Ad esempio un pattern può essere un volto, un carattere scritto a mano, un'impronta digitale, un segnale sonoro, un frammento di testo, l'andamento di un titolo di borsa.

COME FUNZIONA IL MACHINE LEARNING?

QUALCHE DEFINIZIONE

Dati e Pattern

- I dati sono un ingrediente fondamentale del machine learning, dove il comportamento degli algoritmi *non è pre-programmato* ma *appreso dai dati stessi*.
- Utilizzeremo spesso il termine *Pattern* per riferirci ai dati
 - Pattern può essere tradotto in italiano in vari modi: *forma, campione, esempio, modello*, ecc. [meglio non tradurlo].
 - S. Watanabe definisce un pattern come l'opposto del caos e come un'entità vagamente definita cui può essere dato un nome.
 - Ad esempio un pattern può essere un volto, un carattere scritto a mano, un'impronta digitale, un segnale sonoro, un frammento di testo, l'andamento di un titolo di borsa.

PATTERN RECOGNITION

Disciplina che studia il riconoscimento dei pattern con tecniche di ML

COME FUNZIONA IL MACHINE LEARNING?

QUALCHE DEFINIZIONE

Tipi di Pattern

- **Numerici:** valori associati a caratteristiche misurabili o conteggi.
 - Tipicamente continui (ma anche discreti, es. interi), in ogni caso soggetti a ordinamento.
 - Rappresentabili naturalmente come vettori numerici nello spazio multidimensionale.
 - L'estrazione di caratteristiche da segnali (es., immagini, suoni) produce vettori numerici detti anche **feature vectors**.
 - Es. Persona: [*altezza, circonferenza toracica, circonferenza fianchi, lunghezza del piede*]

COME FUNZIONA IL MACHINE LEARNING??

QUALCHE DEFINIZIONE

Tipi di Pattern

- | **Categorici:** valori associati a caratteristiche qualitative e alla presenza/assenza di una caratteristica (yes/no value).
 - Non «semanticamente» mappabili in valori numerici.
 - Es. Persona: [*sex*, *maggiorenne*, *colore occhi*, *gruppo sanguigno*].
 - Talvolta soggetti a ordinamento (ordinali): es. temperatura ambiente: *alta*, *media* o *bassa*.
 - Normalmente gestiti da sistemi a regole e alberi di classificazione.
 - Molto utilizzati nell'ambito del **data mining**, spesso insieme a dati numerici (mixed).

COME FUNZIONA IL MACHINE LEARNING??

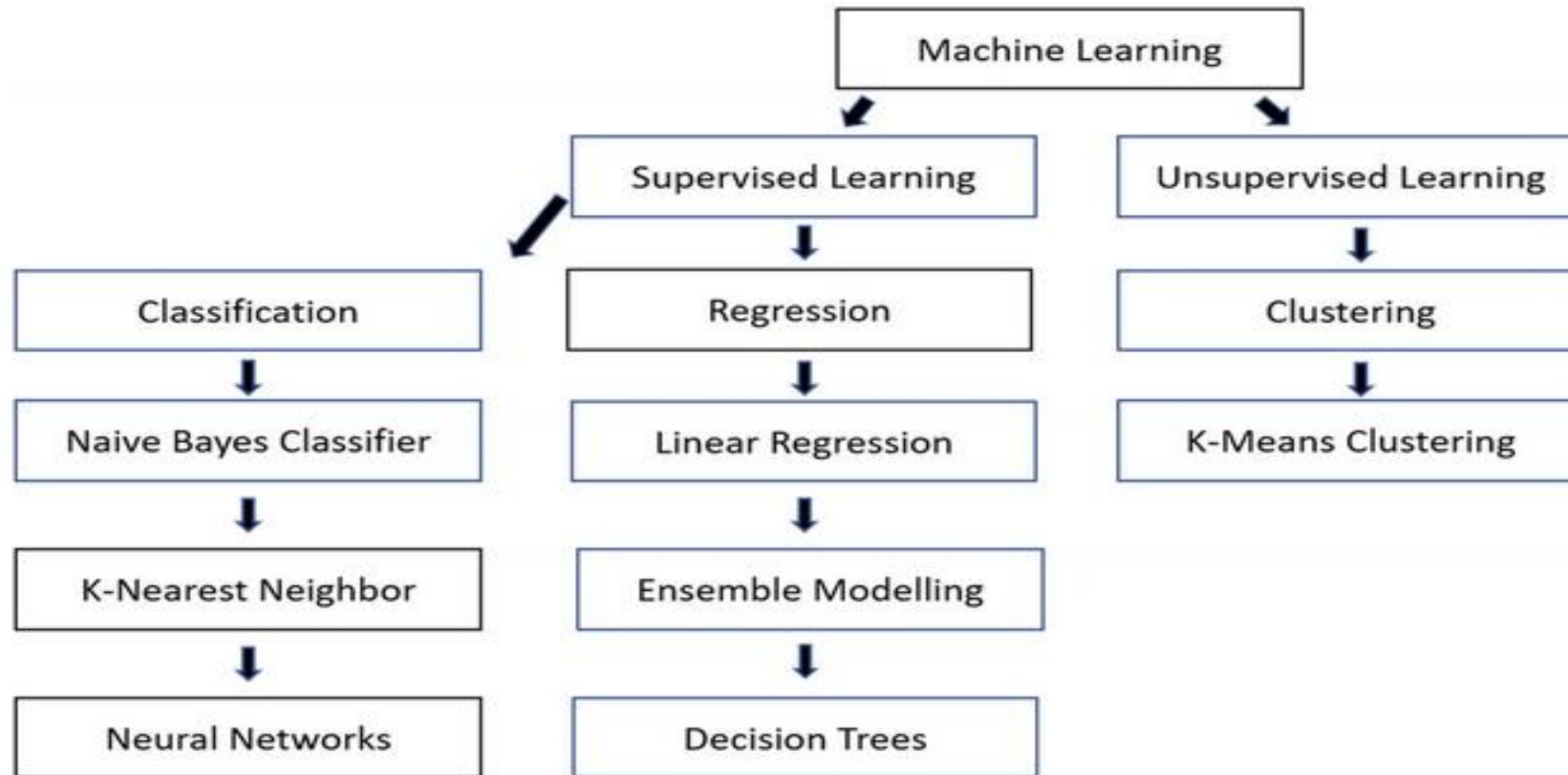
QUALCHE DEFINIZIONE

Sequenze e altri dati strutturati

Sequenze: pattern sequenziali con relazioni spaziali o temporali.

- Es. uno **stream audio** (sequenza di suoni) corrispondente alla pronuncia di una parola, una **frase** (sequenza di parole) in linguaggio naturale, un **video** (sequenza di frame).
- Spesso a lunghezza variabile
- La posizione nella sequenza e le relazioni con predecessori e successori sono importanti.
- Critico trattare sequenze come pattern numerici.
- Allineamento spaziale/temporale, e «memoria» per tener conto del passato.

IL FRAMEWORK MACHINE LEARNING



ALGORITMI DI MACHINE LEARNING

APPRENDIMENTO (TRAINING)

- **Supervisionato** (Supervised): sono note le classi dei pattern utilizzati per l'addestramento.
 - *il training set è etichettato.*
- **Non Supervisionato** (Unsupervised): non sono note le classi dei pattern utilizzati per l'addestramento.
 - *il training set non è etichettato.*

TRAINING SET: è l'insieme di pattern su cui addestrare il sistema neurale, trovando il valore ottimo per la funzione f