

AI e Machine learning

## AI e Machine learning

- L'AI è la disciplina che studia la progettazione, lo sviluppo e la realizzazione di sistemi in grado di simulare le abilità, il ragionamento e il comportamento umani.
- È nel XVII secolo che vengono costruite le prime macchine in grado di effettuare calcoli automatici (Blaise Pascal, Gottfried Wilhelm von Leibniz).
- Nella prima metà dell'Ottocento Charles Babbage con la sua “macchina analitica” anticipava le caratteristiche dei moderni calcolatori. A partire dalla seconda metà degli anni '30 vengono pubblicati i lavori di Alan Turing, padre dell'informatica.

## AI e Machine learning

- Nel 1943, con il lavoro del neurofisiologo Warren Sturgis McCulloch e del matematico Walter Harry Pitts, mostrano, con un modello matematico, come dei semplici neuroni possano essere combinati per calcolare le tre operazioni logiche elementari NOT, AND, OR.
- È da questi assunti che nasceranno le reti neurali artificiali: vengono così avviati gli studi sull'intelligenza artificiale.
- La locuzione “intelligenza artificiale” ha una data di nascita precisa: viene utilizzata per la prima volta dai matematici e informatici John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester e Claude Shannon in un documento del 1955.

## AI e Machine learning

- Nel 1958 McCarthy sviluppa il linguaggio Lisp per studiare la computabilità di funzioni ricorsive su espressioni simboliche che per lungo tempo è stato il linguaggio di riferimento nei progetti di intelligenza artificiale.
- Nel 1986, Jay McClelland e David Rumelhart in una pubblicazione sostengono che una rete neurale è un grafo diretto non lineare, nel quale ogni elemento di elaborazione (ogni nodo della rete) riceve segnali da altri nodi ed emette a sua volta un segnale verso altri nodi.
- Si sviluppa il modello di rete neurale multistrato (MLP- Multilayer Perceptron) dove ogni strato di nodi è completamente connesso con quello successivo e utilizza una tecnica di apprendimento supervisionato chiamata retropropagazione dell'errore.

## AI e Machine learning

- L'AI debole non comprende totalmente i processi cognitivi umani, ma si occupa sostanzialmente di problem solving (risposte a problemi sulla base di regole conosciute).
- La caratteristica distintiva dell' AI forte è l'analisi del linguaggio per comprenderne il significato, anche attraverso metodi induttivi o deduttivi.
- La madre di tutti gli algoritmi di intelligenza artificiale è il **machine learning** ossia l'apprendimento automatico: la capacità di imparare ed eseguire compiti da parte della macchina sulla base di algoritmi che imparano dai dati in modo iterativo.

# Machine learning

- Il computer apprende la nuova conoscenza in vari modi:
- **Dall'osservazione dell'ambiente esterno:** l'agente osserva il mondo esterno e impara dai feedback delle sue azioni e dai suoi errori.
- **Dalla base di conoscenza:** l'esperienza e la conoscenza dell'ambiente operativo sono conservate in un database detto base di conoscenza (knowledge base o KB).
- Inizialmente la base di conoscenza non è mai vuota ma contiene alcune informazioni iniziali inserite manualmente dal progettista (conoscenza pre-esistente o pregressa). Successivamente, durante il processo di apprendimento, la base cognitiva (KB) viene modificata tramite i feed-back con l'ambiente, in base alla esperienza diretta maturata nel corso del tempo.

# Machine learning

- Nel machine learning la **pre-elaborazione** (o pre-processing) è la fase in cui si organizzano i dati, prima di avviare l'algoritmo di apprendimento. In particolar modo, nella fase di pre-processing si analizza il dataset per individuare eventuali correlazioni nei dati.
- Gli attributi *fortemente correlati* possono essere indicati come unica variabile nel dataset, senza alcuna perdita di informazione. Questo permette di ridurre la dimensione dei dati nel dataset e la complessità computazionale dell'algoritmo.
- I rumori (dati irrilevanti) sono eliminati dal dataset.

## \_Machine learning

### **La rappresentazione della conoscenza:**

Le informazioni acquisite dalla macchina possono essere rappresentate in vari modi. I principali sono i seguenti:

- alberi decisionali
- reti neurali

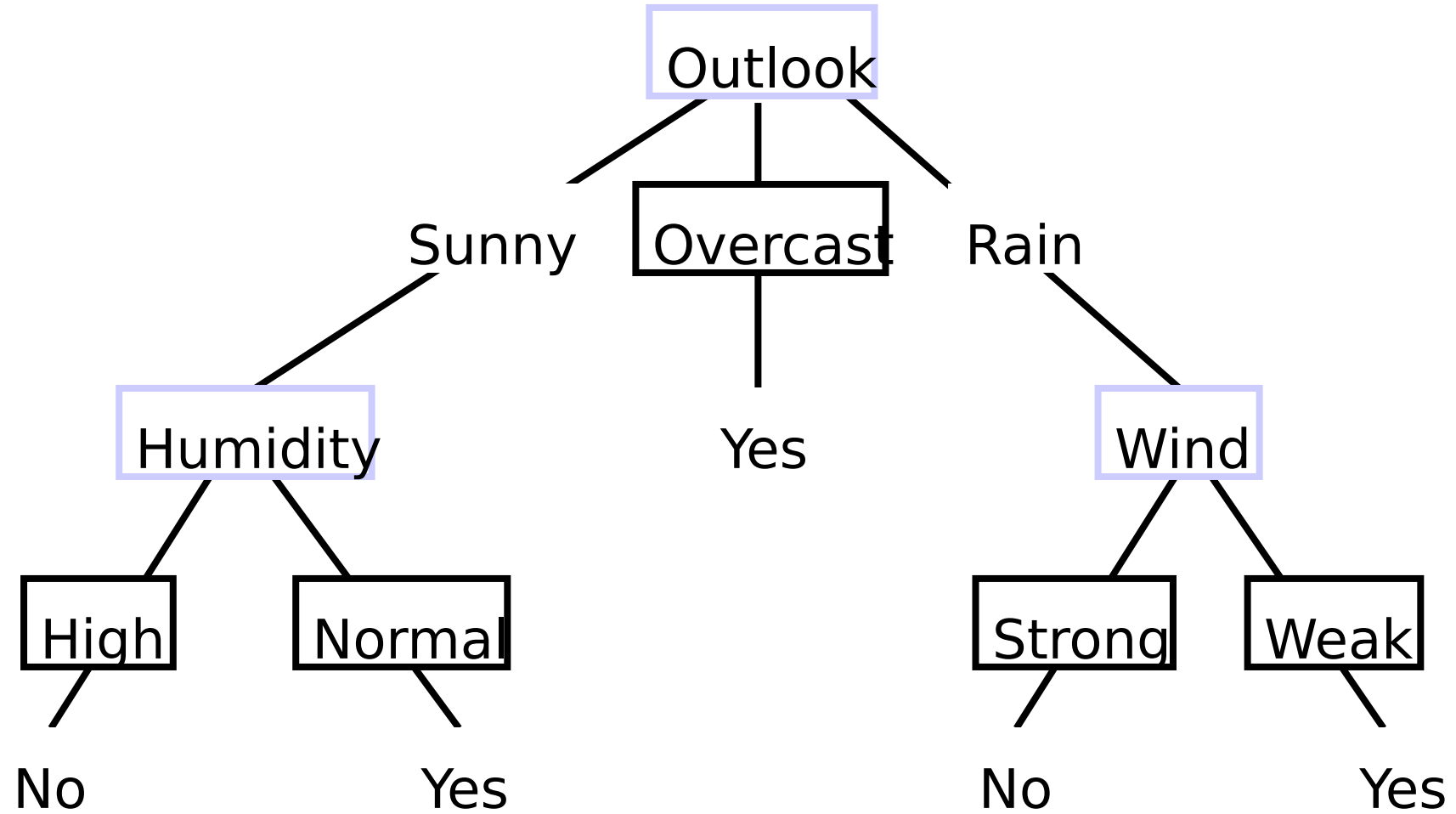


## Alberi di decisione

Gli **Alberi di decisione** sono utilizzati nei processi di apprendimento induttivo, quelli basati sull'osservazione dell'ambiente circostante.

Il processo decisionale è rappresentato con un albero logico rovesciato, che parte da un nodo radice (root), dove ogni nodo è una funzione condizionale.

- ogni **nodo interno** rappresenta un test su una **proprietà** o **attributo**,
- un **arco verso un nodo figlio** rappresenta un possibile valore per quella proprietà o attributo,
- una **foglia** il valore finale previsto a partire dai valori delle altre proprietà, che nell'albero è rappresentato dal cammino (*path*) dal nodo radice al nodo foglia.



Regola 1: If (Outlook=Sunny)  $\neg$   
          (Humidity=High) Then PlayTennis=No  
Regola 2: If (Outlook=Sunny)  $\neg$   
          (Humidity=Normal) Then PlayTennis=Yes  
Regola 3: If (Outlook=Overcast)  
          Then PlayTennis=Yes  
Regola 4: If (Outlook=Rain)  $\neg$  (Wind=Strong)  
          Then PlayTennis=No  
Regola 5: If (Outlook=Rain)  $\neg$  (Wind=Weak)  
          Then PlayTennis=Yes

## Alberi di decisione

- Gli alberi logici hanno l'indiscusso vantaggio della semplicità. Sono facili da capire e da eseguire. Rispetto alle reti neurali l'albero decisionale è facilmente comprensibile dagli esseri umani. Pertanto, l'uomo può verificare come la macchina giunge alla decisione. Eventualmente dissentire.
- Esempio. Un albero decisionale applicato alla medicina fornisce delle diagnosi. Essendo una decisione importante per il paziente, è sempre opportuno che un medico verifichi il processo di classificazione che ha portato la macchina a prendere quella decisione. Per un uomo è senza dubbio più facile farlo leggendo un albero decisionale che una rete neurale.

## Alberi di decisione

La rappresentazione ad albero decisionale è poco adatta per i problemi complessi, perché lo spazio delle ipotesi diventa troppo grande. La complessità spaziale dell'algoritmo potrebbe diventare proibitiva.

Reti neurali

# AI e Machine learning

## Neuroni:

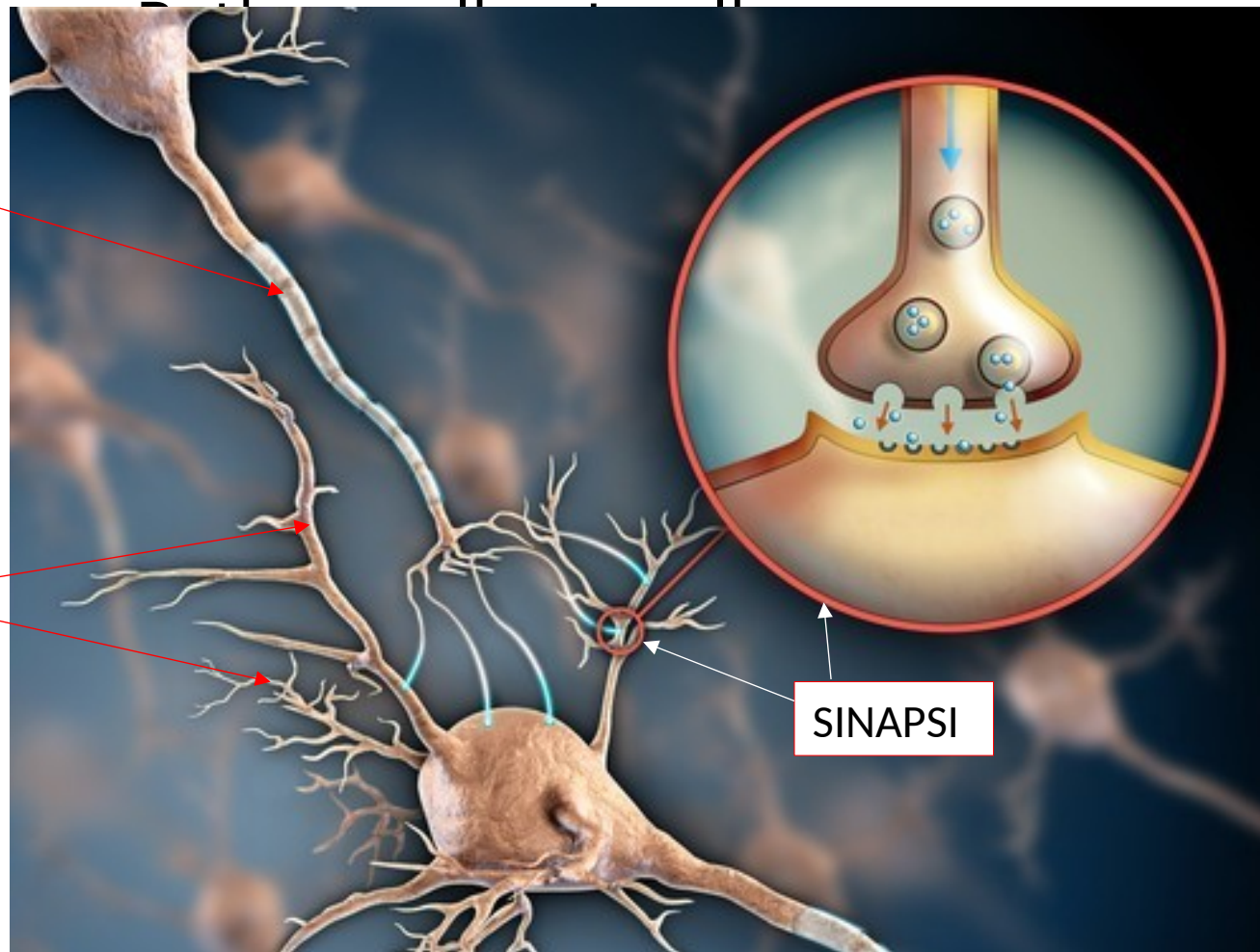
- In input i *dendriti* per la raccolta dei segnali provenienti da altri neuroni. Ogni neurone ha una *soglia di attivazione*.
- In output gli *assoni* per la distribuzione dei segnali ad altri neuroni.
- Un neurone attivo è attivo in misura variabile: il *livello di attività* è influenzato dai livelli di attività degli assoni provenienti da altri neuroni congiunti ai dendriti del neurone attraverso *sinapsi*.
- Una sinapsi ha una forza da positiva (eccitatoria), a zero (nessun effetto), a negativa (inibitoria). *Le sinapsi “pesano” il segnale.*

assone

dendriti

SINAPSI

assone





## Reti neurali artificiali

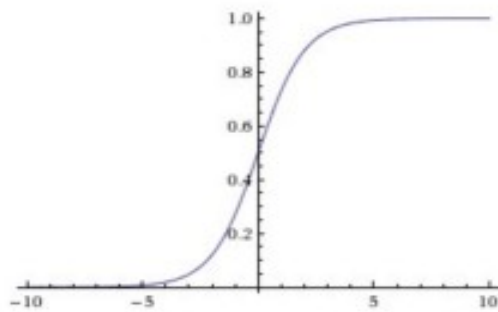
- Una **rete neurale artificiale** è costituita da «**nodi**» e da «**connessioni**» o archi: il **peso**, applicato alle connessioni, esprime la forza con cui un nodo agisce su quelli a lui connessi.
- In input un nodo può avere più segnali cui viene applicato un peso: la somma pesata dei segnali in ingresso viene elaborata dalla ***funzione di attivazione del nodo*** per ottenere il valore dell'output, che si può poi diramare verso più nodi.

## Reti neurali artificiali

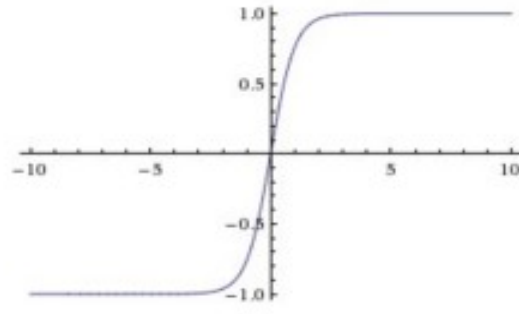
La funzione di attivazione è “**non lineare**”. Esempi:

- $\sigma(x)$  - **Sigmoid** - porta gli input tra 0 e 1
- $\tanh(x)$  - **porta gli input tra -1 e 1**
- **ReLU** – rimpiazza i valori negativi con lo zero

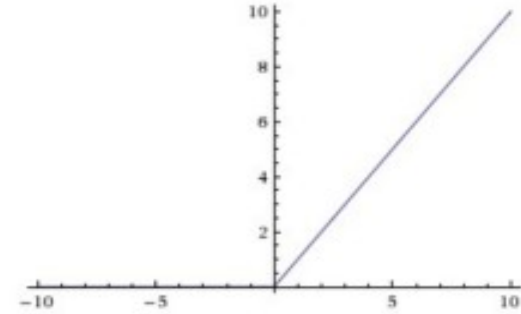
# Esempi di funzioni di attivazione



Sigmoid



tanh

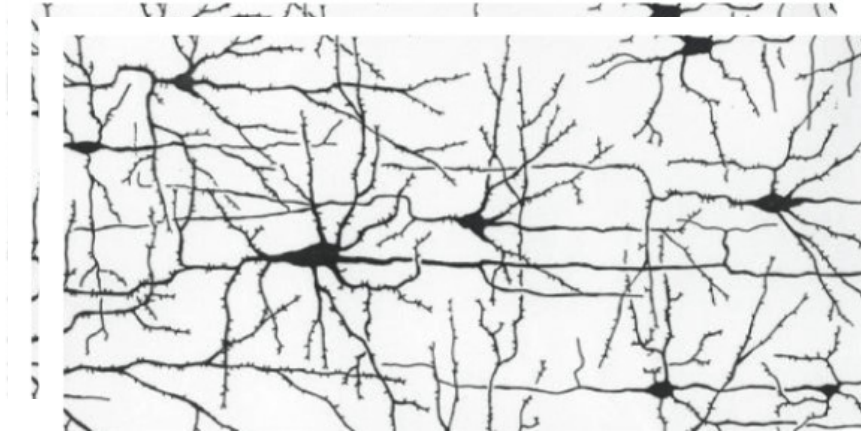


ReLU

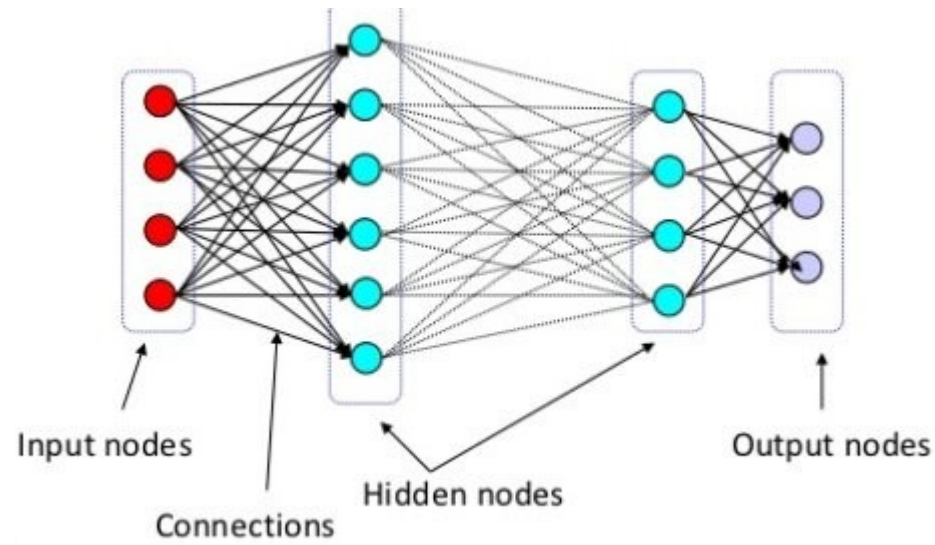
## Reti neurali artificiali

Ogni arco è caratterizzato da un peso che permette di modificare il dato prima di consegnarlo al nodo di destinazione.

- Se il peso dell'arco è maggiore di uno il valore viene amplificato.
- Se il peso è compreso tra zero e uno il valore viene attenuato.
- Se il peso è un numero negativo il segno del valore viene sostituito con il suo opposto.
- La **propagazione** può avvenire in avanti o all'indietro (quando c'è un output voluto a fronte di un data set in ingresso e serve trovare i pesi corretti che forniscono quell'output).



Rete neurale naturale



Rete neurale artificiale

## Reti neurali artificiali

La **Backward Propagation of Errors**, spesso abbreviata come **Blackprop**, è uno dei molti modi in cui la rete può imparare il legame fra gli ingressi e le uscite (richieste). La rete impara dagli errori. Il “goal” dell’apprendimento è l’assegnazione dei pesi corretti.

Il Backprop assegna inizialmente pesi **a caso**. La rete osserva quindi l’output: questo viene **comparato con l’output desiderato** e l’errore viene propagato all’indietro al layer che precede. Di conseguenza i pesi all’indietro vengono aggiustati e viene quindi comparato il nuovo output con quello desiderato. Il processo si ripete fino a quando l’errore sull’output è ritenuto accettabile.

## Reti neurali

- Con le reti neurali si possono creare porte logiche tipo And, Or, Nor.
- Si può implementare non solo la logica classica, ma anche la logica Fuzzy, assegnando con pesi valori intermedi fra zero e uno (se zero è falso e uno è vero).
- Una rete è anche un modo di comporre una serie di proposizioni che possono essere vere o false: la rete viene a costituire una complessa funzione logica in cui però i valori possono essere continui (non si limitano all'acceso – spento) e quindi possono rappresentare la probabilità di verità di una affermazione

## Reti neurali

- Il costruttore di modelli non deve regolare a mano le migliaia di pesi necessari per ottenere gli output voluti: un prescelto meccanismo di apprendimento adegua i pesi per minimizzare lo scostamento fra l'output effettivo della rete con l'output voluto, attraverso onde di piccoli adeguamenti.
- **Trasferibilità:** laddove una rete fa corrispondere un output ad un input, la medesima può essere trasferita a situazioni caratterizzate da input simili, per prevederne gli output.



## AI e Machine learning

- **Macchine a vettori di supporto (SVM):** sono metodologie di apprendimento per la regressione e la classificazione di pattern. L'applicazione più comune delle SVM è la visione artificiale: nell'immagine di un gruppo dove sono presenti uomini e donne. La SVM riesce a separare gli uni dalle altre.
- **Analisi delle componenti principali:** è una tecnica di semplificazione dei dati il cui scopo è quello di ridurre il numero più o meno elevato di variabili che descrivono un insieme di dati ad un numero minore di variabili latenti, limitando il più possibile la perdita di informazioni.

# AI e Machine learning

**Deep learning:** dagli anni '80 rilancia gli studi di AI, in quanto si ottengono importanti risultati dopo anni di stasi delle ricerche.

- Solitamente si utilizza la back propagation: si inserisce nella rete un input relativo a un esercizio del quale la rete conosce l'esito corretto, lo si fa arrivare alla fine facendolo passare per tutti gli strati nascosti
- Dato che la rete è “ignorante”, il passaggio da uno strato all'altro avviene in modo casuale e l'output sarà quasi sicuramente sbagliato; sapendo però quale avrebbe dovuto essere la risposta corretta, la rete capisce di quanto ha sbagliato e torna indietro nel percorso impostando man mano parametri diversi (pesi ai nodi) che, ad ogni livello, si avvicinano sempre più al percorso corretto.

## AI e Machine learning

- Fase di test. Quando il programmatore ritiene che la rete sia sufficientemente istruita immette nella rete degli input relativi a problemi dei quali lui (ma non la rete) conosce la soluzione.
- Questo gli consente di capire se la rete è pronta per poter elaborare problemi veri su dati nuovi oppure se sbaglia ancora troppo spesso e deve quindi essere maggiormente istruita.
- Se cambiano i contesti, i comportamenti, gli scenari la rete deve essere in grado di aggiornarsi in tempo quasi reale; per farlo ha bisogno di meccanismi che le facciano capire se sta andando nella direzione giusta o no.

## AI e Machine learning

- Le reti neurali artificiali degli anni '80 erano costituite da strati di neuroni, ed era in uso catalogarle come shallow (superficiale) se il numero complessivo di strati era tre, o deep se vi erano quattro o più strati.
- A parità del numero complessivo il progettista può scegliere se avere solo tre strati ciascuno con molte unità, oppure ripartire le unità di cui può disporre su molti strati.
- Nel 2006 Geoffrey Hinton, già tra gli inventori della backpropagation, escogita una serie di artifizi matematici che consentono di addestrare senza problemi reti neurali artificiali con un numero anche elevato di strati: si scopre così che le reti versione deep funzionano meglio.

## AI e Machine learning

- I risultati sono ben noti: spaziano tra riconoscimento di immagini, del linguaggio parlato, risponditori automatici e traduttori, diagnostica medica, formulazione di farmaci.
- **Campi aperti di indagine per le reti neurali artificiali: dalla generazione automatica di didascalie per immagini e filmati, alla sfida dei veicoli a guida autonoma.**
- Ci sarà poi nei prossimi anni lo sviluppo e la messa a disposizione della comunità medica e scientifica di **dispositivi medici indossabili** (ad esempio orologi da indossare) e **applicazioni mobili per la salute** che utilizzano algoritmi di intelligenza artificiale e machine learning basati grandi quantità di dati raccolti in modo continuo nel tempo.

## AI e Machine learning

Nella traduzione automatica il deep learning, non tradisce la sua natura empirista: non occorre implementare nulla che riguardi la struttura delle due lingue su cui operare la traduzione, nessuna regola, solamente una adeguata dose di esempi.

- Google, che impiega estensivamente la traduzione automatica, dal 2017 ha adottato la traduzione realizzata da modelli deep learning, seguito subito dopo da Microsoft. SIRI adotta dal 2018 il deep I.
- L'adozione della valutazione euristica, nella sua accezione presa a prestito dalla filosofia della scienza, induce a considerare il deep learning un «fenomeno» di portata assai rilevante.

## AI e Machine learning

- **Natural language processing:** obiettivo del Natural Language Processing (NLP) è quello di dotare i sistemi informatici di conoscenze linguistiche per: - assistere l'uomo in attività connesse con il linguaggio (traduzione, gestione di documenti) - interagire con gli esseri umani in linguaggio naturale - estrarre automaticamente informazioni da testi o da altri media.
- Il significato delle parole varia in base al contesto e alla storia stessa della lingua. A partire dagli anni '80 la ricerca in questo campo è ripresa con l'applicazione delle reti neurali che ha consentito di dare una svolta anche al riconoscimento vocale.

# Intelligenza Artificiale





## AI e Machine learning

- **Sanità:** Le applicazioni per l'e-health sono tante. Si va dal monitoraggio in remoto delle condizioni di salute grazie ai wearable device, all'effettuazione di test di routine senza l'intervento del medico, fino al calcolo delle probabilità che un paziente sia affetto da una malattia, per non parlare del supporto che può fornire agli studi in ambito genetico e sul genoma.
- L'obiettivo generale è però il passaggio dalla medicina empirica alla medicina di precisione: consentire ai medici di prevedere in modo rapido, efficiente e accurato il piano di cura più appropriato per un determinato paziente, abbandonando l'idea di «taglia unica».

## AI e Machine learning

- **Automotive:** secondo il colosso della finanza BlackRock nel 2025 il 98% dei veicoli sarà connesso e nel 2035 il 75% sarà a guida autonoma. Un esempio di applicazione della AI sono le videocamere intelligenti dotate di sistemi di facial recognition, già oggi installate su tir e veicoli commerciali: rilevano lo stato del guidatore (stanchezza...)
- Si sono poi costituite diverse collezioni di immagini e filmati esclusivamente riguardanti scene catturate durante la guida, ed etichettati per la presenza di altri automezzi, pedoni, segnaletica stradale.

## AI e Machine learning

- **Finance:** rilevazione e gestione delle frodi. Inoltre grazie all'AI, la customer experience in finanza può cambiare radicalmente con un'interazione diretta tra il cliente e gli “agenti” di AI dei diversi fornitori di servizi finanziari che consente al primo di autogestire i propri investimenti.  
AI e Machine learning
- **Revisione e gestione dei contratti:** gli avvocati del lavoro svolgono attività molto impegnative per rivedere i contratti di lavoro al fine di identificare eventuali rischi per i loro clienti; i contratti da loro vengono rivisti, analizzati punto per punto per formulare consigli e modifiche. Con l'ausilio di software di machine learning è possibile redigere il “migliore” contratto possibile.

## AI e Machine learning

- **Qualità:** Le aziende hanno capito l'importanza degli approcci zero defect manufacturing e oggi iniziano a sperimentarli con i sistemi d'ispezione intelligenti che prevedono l'uso di tecnologie di image processing applicate a fotocamere o telecamere posizionate sulla linea di produzione, corredate da sistemi di allerta e attuatori.
- Il processing delle immagini si sposa con l'utilizzo di sistemi cognitivi che elaborano le informazioni acquisite alla ricerca di correlazioni non evidenti, sintomatiche di possibili problemi futuri. Si ragiona, quindi, non più sul tempestivo rilevamento della parte difettosa ma sulla prevenzione del difetto.

# AI e Machine learning

- **Manifattura:** le macchine ed i robot inseriti nel ciclo produttivo sono governate da algoritmi che necessitano di una fase di **addestramento**, in cui al sistema sono sottoposte diverse immagini di oggetti che il sistema dovrà essere in grado di riconoscere.
- Durante la procedura di addestramento, l'algoritmo cerca di predire la classe corretta di questi oggetti e, in caso di errore, corregge i suoi parametri in modo che all'iterazione successiva la predizione risulti diversa, avvicinandosi via via a quella corretta.
- Alla fine di questo processo, l'algoritmo avrà imparato a distinguere oggetti di classi diverse sulla base di correlazioni statistiche e particolari pattern. A questo punto la macchina o il robot interverrà sugli oggetti secondo il ciclo previsto.

# AI e Machine learning

- **R&D:** Nell'ambito della ricerca e sviluppo si può usare una tecnica nota come generative design che, grazie all'Intelligenza artificiale, crea un'infinità di proposte di design sulla base dei parametri e dei vincoli impostati dal progettista. Su queste vengono poi fatte analisi di performance al fine di identificare la soluzione migliore o generarne di nuove sulla base di ulteriori parametri.
- **Digital Twins:** Con questa espressione si intende la replica virtuale di un sistema fisico (un apparecchio industriale, per esempio) capace di reagire agli stimoli esattamente come la sua controparte reale. Serve per realizzare simulazioni attendibili di processi industriali, con l'intento di riprodurli successivamente con il macchinario vero e proprio, dopo averne controllato il funzionamento.

## AI e Machine learning

- **Supply Chain:** L'Intelligenza artificiale può ottimizzare le strategie gestionali della Supply Chain, pilastro su cui poggia l'intera attività produttiva.
- A seconda dell'impiego concreto, l'AI può rendere le Supply Chain più flessibili ed efficienti: riduzione dei costi dei trasporti, gestione delle scorte del magazzino e i rapporti con fornitori e clienti (magari tramite Bot) sono solo alcuni degli impieghi pratici della tecnologia.
- Soprattutto, l'AI può ottimizzare tutto il flusso avendone una visione orientata alla massima redditività per l'azienda.

## AI e Machine learning

- Lo studio Can Robots be Lawyers , realizzato da due economisti del MIT e della North Carolina School of Law, mostra che il 13% del lavoro di un avvocato potrà essere automatizzato.
- Le intelligenze artificiali che conosciamo e vediamo all'opera non sono per adesso così intelligenti: riescono a risolvere un tipo di problema specifico per il quale sono state addestrate, ma sono incapaci di qualsiasi generalizzazione e multidisciplinarietà.
- Ad esempio, l'algoritmo che riconosce i volti nelle fotografie al tempo stesso non sa guidare la macchina in autostrada e viceversa. [Elon Musk](#), ha investito nel progetto OpenAI (intelligenza interdisciplinare)



## AI e Machine learning

- I robot distruggeranno 200mila i posti di lavoro nel settore bancario. Emerge dal rapporto di Wells Fargo, multinazionale statunitense di servizi finanziari, secondo cui nei prossimi 10 anni i sistemi di Intelligenza artificiale “determineranno il più grande trasferimento di risorse dal lavoro al capitale”.
- Back office, filiali e call center i settori più colpiti. Il numero complessivo di dipendenti di questi settori potrebbe scendere di una quota tra il 20 e il 30%.

## AI e Machine learning

- Gli algoritmi di IA, nonostante il loro nome altisonante, **soffrono di allucinazioni piuttosto particolari**. Esistono infatti determinate manipolazioni dei dati forniti in ingresso (input) a questi algoritmi che sono capaci di confonderli, in alcuni casi, anche clamorosamente.
- Intorno agli anni 2012-2013, il laboratorio di ricerca PRA Lab all'Università di Cagliari aveva già dimostrato come costruire algoritmi di attacco in grado di bucare anche le reti neurali. L'attaccante può anche **contaminare i dati** di addestramento per impedire al sistema di funzionare correttamente.
- La sfida è dunque aperta.