



NARRAZIONE E ROBOTICA PER LA COMUNICAZIONE CON LABORATORIO APPLICATIVO

Laurea Triennale
Scienze e Tecnologie della Comunicazione
AA 2022-2023

Prof. Giorgio Poletti
giorgio.poletti@unife.it



Le rivoluzioni scientifiche

*Thomas Kuhn (1962) descrizione del cambiamento nelle assunzioni
basilari all'interno di una teoria scientifica dominante*

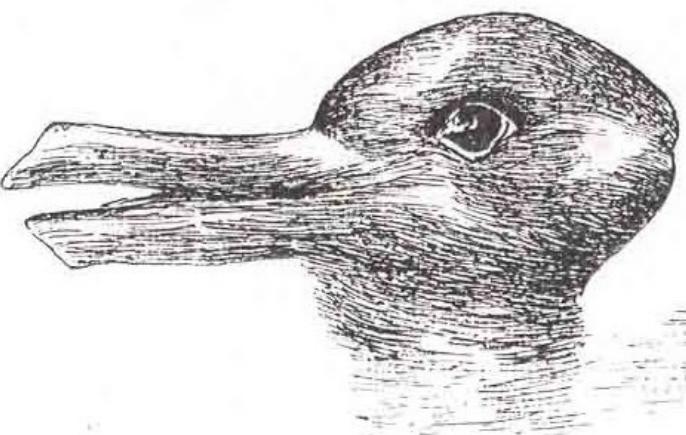
1

Le rivoluzioni scientifiche, paradigmi

Una singolarità tecnologica è un punto, congetturato nello sviluppo di una civiltà, in cui il progresso tecnologico accelera oltre la capacità di comprendere e prevedere degli esseri umani

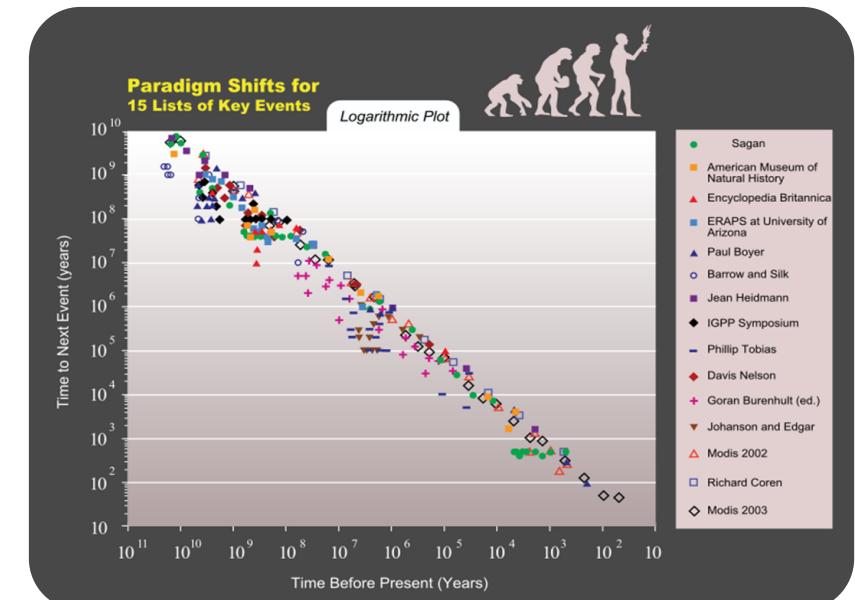
Kuhn, siamo in presenza di una rivoluzione scientifica quando si incontrano anomalie, non spiegabili dai paradigi* universalmente accettati.

Il paradigma, non è semplicemente la teoria corrente, ma l'intera visione del mondo e tutte le implicazioni che ne derivino.



Illusione ottica

anatra/coniglio → cambio di paradigma
Si vede la stessa informazione in un modo completamente diverso.



* Paradigma, un modello di riferimento - archetipo

2

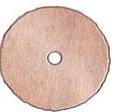
Le rivoluzioni scientifiche storia delle tecnologie

LO SVILUPPO TECNOLOGICO fattore primario dell'evoluzione

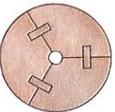
(Lewis H. Morgan, Leslie White, e Gerhard Lenski)

- **3 FASI:** lo stato selvaggio, la barbarie, la civiltà (**Lewis H. Morgan**), fasi separate dal traguardi tecnologici: controllo del fuoco, l'arco, la ceramica, l'allevamento, l'agricoltura, lavorazione dei metalli fino alla scrittura
- metro dell'evoluzione sociale è **UTILIZZA L'ENERGIA** (**Leslie White**) **5 TAPPE:** uso della forza dei propri muscoli, uso della forza degli animali allevati, controllo sull'energia delle piante (agricoltura), utilizzo delle risorse fossili e scoperta dell'energia nucleare
- **l'informazione** elemento valutativo dell'evoluzione delle società (**Gerhard Lenski**): più informazione e conoscenza riesce ad esprimere, più è evoluta

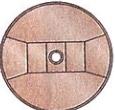
4000 B.C.
Wooden disk



3000 B.C
Wooden disk
composed from 3
parts



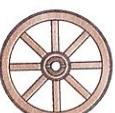
2500 B.C.
Wooden disk
with copper



1500 B.C.
Wooden tyre
with wooden
spokes



1700 D.C.
Wooden tyre
with wooden
spokes and steel
cladding



1900 D.C.
Inflated tyre
with steel spokes
and steel rim



2000 D.C.
Inflated tyre
with steel rim



2000 D.C.
Inflated tyre
with steel spokes
and steel rim



2005 D.C.
Rubber tyre
with polyurethane
spokes and steel
hub



3

Le rivoluzioni scientifiche storia delle tecnologie



LE SETTE ETÀ TECNOLOGICHE DELL'UOMO (Ian McNeil)

1. **Era dei cacciatori-raccoglitori nomadi**, usavano strumenti e armi fabbricate con legno (materiale facilmente reperibile, ossi o pietra e capaci di accendere e controllare il fuoco)
2. **Età del metallo**, specializzazione delle attività motore di cambiamenti delle strutture sociali
3. **Prima Età della macchina**, primi orologi e torchio da stampa, conoscenza standardizzata e largamente disseminata
4. **Inizio della produzione in quantità**, applicazione dell'energia del vapore, fabbrica soppianta l'artigianale
5. **Età del vapore (uso completo)**, influenza trasversale nella vita economica e sociale
6. **Età del motore a combustione interna**, in 50 anni superò il vapore come fonte primaria di energia
7. **Età elettrica ed elettronica (oggi)**, cambiamenti di la vita più veloci e più radicali di qualunque età precedente



AI

Classificazione e singolarità tecnologica



1

AI le classificazioni

I LIVELLI

IA debole limitata per svolgere compiti specifici;
IA generale o forte che «eguaglia» l'intelligenza umana
IA superiore all'intelligenza umana, fenomeno noto come *singolarità tecnologica*



- Intelligenza artificiale stretta
 - ANI -Artificial Narrow Intelligence, Debole AI, Narrow AI
- Intelligenza artificiale generale:
 - AGI - Artificial General Intelligence, Strong AI, Deep AI
- Super-intelligenza artificiale
 - ASI – Artificial Super Intelligence



2

ANI – AI debole o stretta

- Unico tipo di intelligenza artificiale realizzato con successo fino ad oggi.
- Orientata agli obiettivi, progettata per eseguire compiti singoli
- Serie ristretta di vincoli e limitazioni, →AI debole
- NON imita – NON replica l'intelligenza umana,
 - Simula il comportamento umano in ambiti ristretti

La **simulazione** si concentra su modelli astratti per comprendere il comportamento di un sistema senza replicarlo fedelmente
(*Simulazione di volo*)

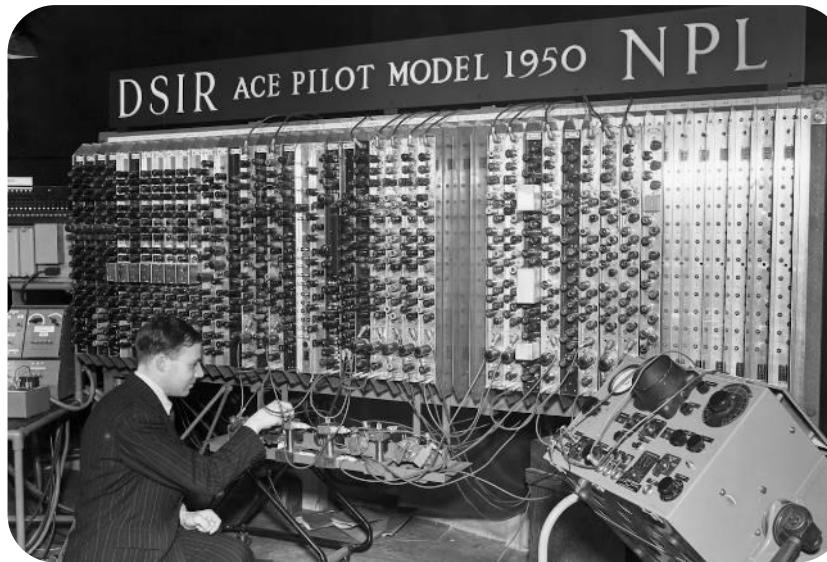
L'**emulazione** si concentra sulla replicazione accurata di un sistema esistente
(*Emulare un vecchio sistema operativo o un gioco da console su un computer moderno*)



- Auto a guida autonoma;
- Contenuti di intrattenimento o marketing
- Rankbrain di Google - Ricerca Google;
- Siri, Alexa, Cortana ...
- Software di riconoscimento dell'immagine

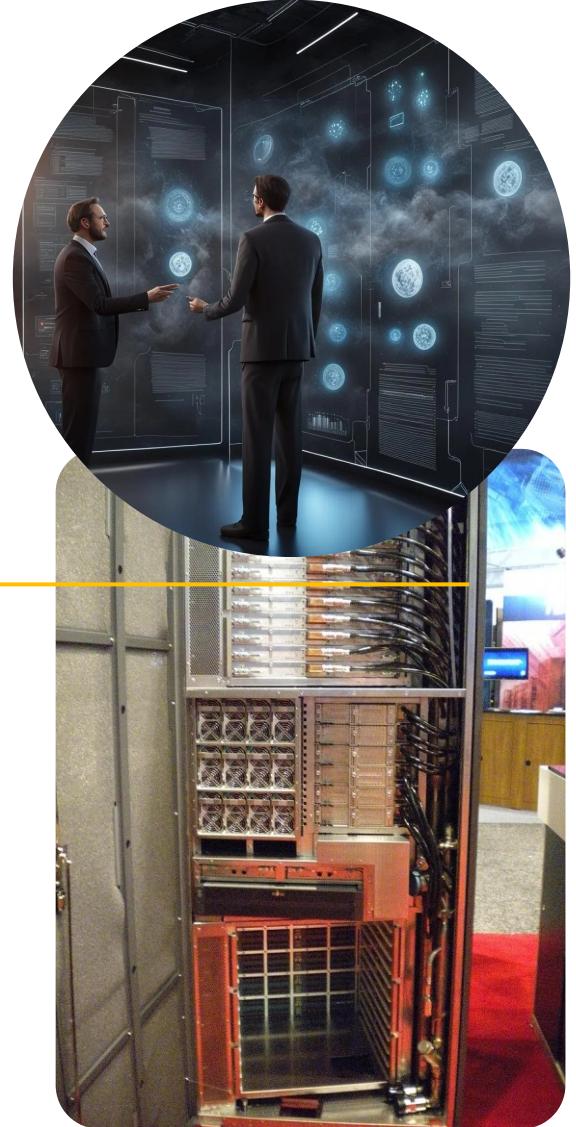
3

AGI – AI forte



ACE (Automatic Computing Engine)

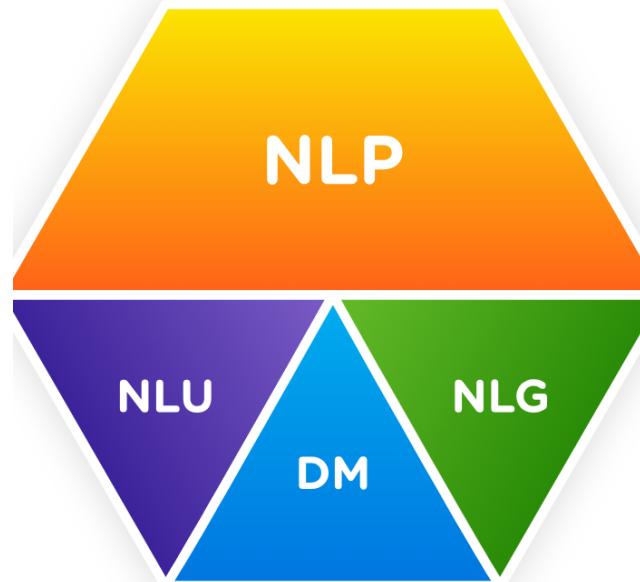
- Imita l'intelligenza dei comportamenti umani
- Capacità di apprendere e applicare la sua intelligenza per risolvere qualsiasi problema.
- Utilizza un framework di intelligenza artificiale della teoria della mente, capacità di discernere bisogni, emozioni, credenze e processi di pensiero.
- La teoria dell'intelligenza artificiale a livello mentale non riguarda la **replica** o la **simulazione** → **addestrare** macchine per **comprendere** veramente gli esseri umani.
- Pensa, capisce e agisce in un modo che è indistinguibile da quello di un essere umano in una determinata situazione (**TEST di TURING**)



K (kei 10 biliardi)di Fujitsu - 8,2 quadrillioni, 8,2 petaflop al secondo di operazioni (1s - 40m)

4

NPL



NLP

Natural Language Processing

NLU

Natural Language Understanding

Interprets intent behind input

DM

Dialog Management

Deciphers intent and categorizes based on business rules

NLG

Natural Language Generation

Forms appropriate response



Si occupa principalmente di *testi*, intesi come **sequenze di parole** che in una lingua esprimono uno o più messaggi

Il dialogo tra uomo e macchina aspetti

- *Fonetica*
- *Fonologia*
- *Morfologia*
- *Sintassi*
- *Semantica*
- *Pragmatica*
 - relazioni tra i segni e il contesto sociale e comunicativo del loro uso.
- *Discorso nel suo complesso*

TASK

- *Text Analysis*: analisi di un testo e, individuazione di elementi chiave (es. argomenti, persone, date)
- *Text Classification*: interpretazione di un testo per classificarlo
- *Sentiment Analysis*: rilevamento dell'umore all'interno di un testo
- *Intent Monitoring*: comprensione del testo per prevedere comportamenti
- *Smart Search*: ricerca, all'interno di archivi, dei documenti che meglio corrispondono ad un'interrogazione posta in linguaggio naturale;
- *Text Generation*: generazione automatici di un testo;
- *Automatic Summarization*: produzione di una versione sintetica
- *Language Translation*: traduzione di testi scegliendo, volta per volta, il significato migliore nel contesto

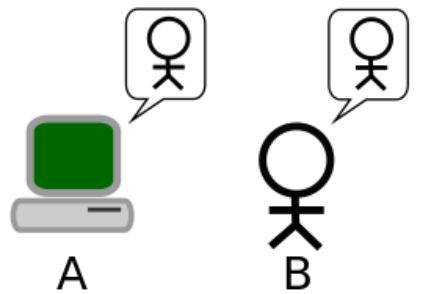
5

AGI – AI forte e TEST di Turing

Criterio per determinare se una macchina sia in grado di esibire un comportamento intelligente. (1950 - *Computing machinery and intelligence in Mind*)



C'è differenza radicale fra un **fenomeno** (φαινόμενον, *fainòmenon*, che appare) intelligente e un **essere** realmente intelligente



«GIOCO DELL'IMITAZIONE»

ORIGINALE

Prevede tre partecipanti, un uomo, una donna e una terza persona che non può avere contatti con le prime due e alle quali può fare una serie di domande per stabilire chi dei due è l'uomo e chi la donna. L'uomo ha anche il compito di ingannare la terza persona per metterlo sulla cattiva strada, mentre la donna ha il compito di aiutarlo.

Per evitare i contatti, le interazioni devono essere trasmesse in qualche modo, ad esempio dattiloscritte.



6

AGI – AI forte e TEST di Turing



«GIOCO DELL'IMITAZIONE»

RIFORMULATO (ELIZA)

Per renderlo più affidabile, in alcune circostanze anche semplici applicazioni evidentemente non intelligenti riuscivano a superarlo. ELIZA è un chatbot (1966, Joseph Weizenbaum) che simula le domande di uno psicoterapeuta all'inizio di un intervento psichiatrico, rielaborando le risposte stesse dell'interlocutore. Il test di Turing è la chiave per comprendere cosa cerchiamo di fare oggi con l'intelligenza artificiale: risolvere problemi di ottimizzazione e fornire un supporto in processi decisionali, non a creare una macchina pensante.

Dialoga in inglese, gallese e tedesco (grammatiche e sintassi)



7

ASI - Artificial Super Intelligence

Non si limita a imitare o comprendere l'intelligenza e il comportamento umano. Le macchine acquisiscono consapevolezza di sé e superano le capacità dell'intelligenza e delle capacità umane.

“Cosa aggiunge l'IA alle nostre vite?” conferenza **Digital Life Design (DLD) 2020** a Monaco, Gary Kasparov , il più giovane campione mondiale di scacchi e miglior giocatore di scacchi da 20 anni, ha espresso il suo parere: **«I lavori non scompaiono, si evolvono. Eliminare le persone da lavori ripetitivi consente loro di essere più creative. Il futuro della razza umana è basato sulla creatività»**

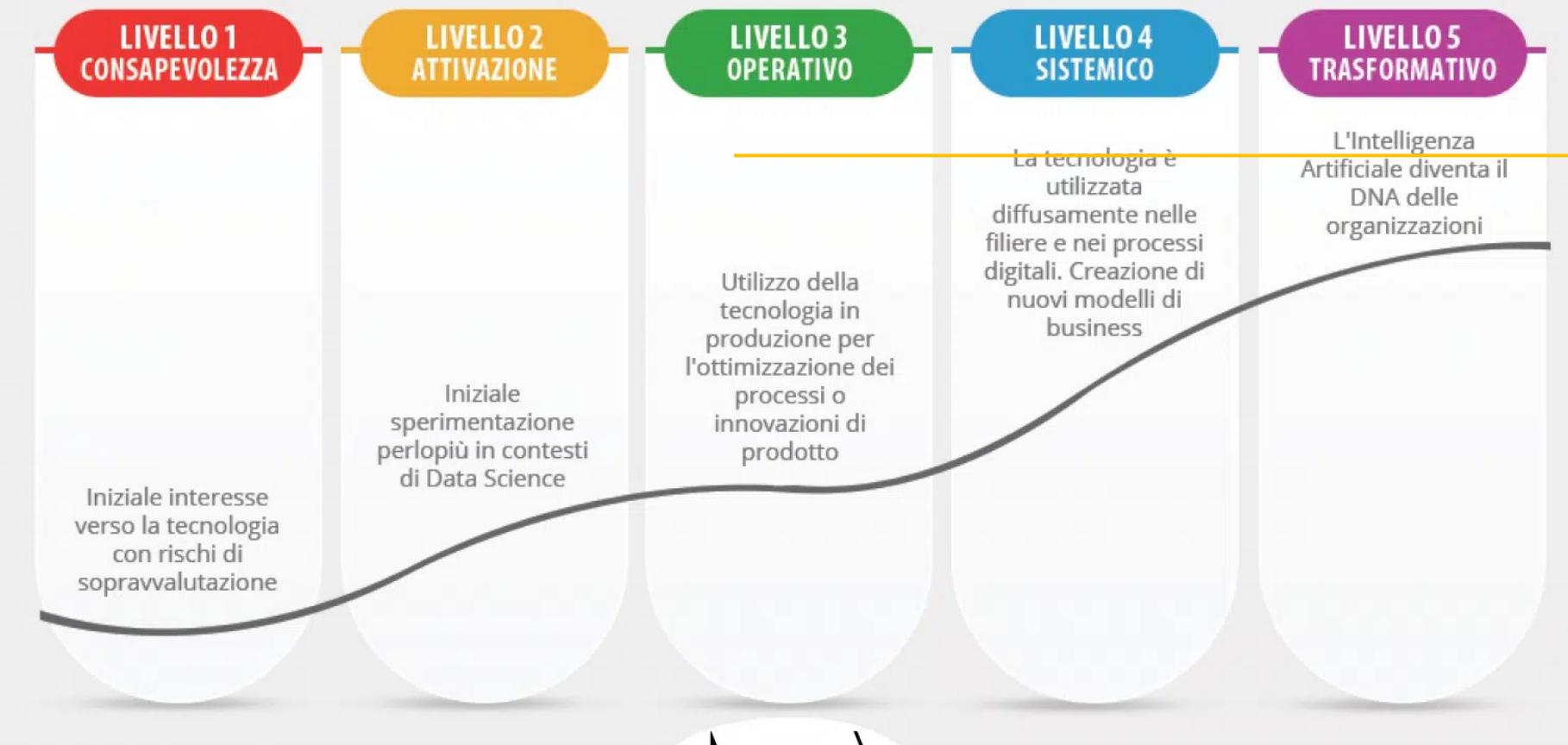


8

AI e maturità



IL MODELLO DI MATURITÀ DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE SECONDO GARTNER



TRL (Technology Readiness Level) NASA per valutare il grado di maturità tecnica di una tecnologia, in base all'avanzamento delle fasi di sviluppo

9

AI le classificazioni

I 4 TIPI

- **Reactive AI**, macchine puramente reattive
- **Limited memory**, a memoria limitata
- **Theory of Mind** (Teoria della mente), Sistemi con una propria coscienza
- **Self-aware**, Sistemi dotati di autoconsapevolezza o consapevolezza di sé



Types of AI

The emergence of artificial superintelligence will change humanity, but it's not happening soon. Here are the types of AI leading up that new reality.

| Reactive AI | Limited memory | Theory of mind | Self-aware |
|---|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Good for simple classification and pattern recognition tasks• Great for scenarios where all parameters are known; can beat humans because it can make calculations much faster• Incapable of dealing with scenarios including imperfect information or requiring historical understanding | <ul style="list-style-type: none">• Can handle complex classification tasks• Able to use historical data to make predictions• Capable of complex tasks such as self-driving cars, but still vulnerable to outliers or adversarial examples• This is the current state of AI, and some say we have hit a wall | <ul style="list-style-type: none">• Able to understand human motives and reasoning. Can deliver personal experience to everyone based on their motives and needs.• Able to learn with fewer examples because it understands motive and intent• Considered the next milestone for AI's evolution | <ul style="list-style-type: none">• Human-level intelligence that can bypass our intelligence, too |

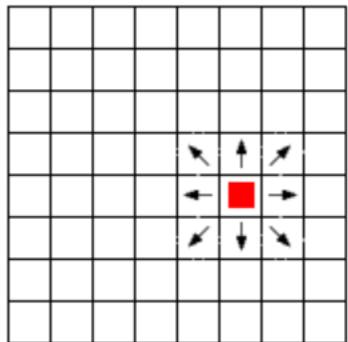
9

AI – Macchine Reattive

Un agente razionale programmato per reagire immediatamente agli stimoli esterni (input) con un'azione o una risposta



Considera lo spazio come una griglia a due dimensioni, suddivisa in celle, righe e colonne. L'ambiente è delimitato da confini che riducono lo *spazio reale* a uno **spazio discreto** di **dimensioni limitate**: Limite invalicabile (muro) o semplicemente dell'orizzonte di conoscenza dalla macchina reattiva (**fog of war, gergo militare XIX**).



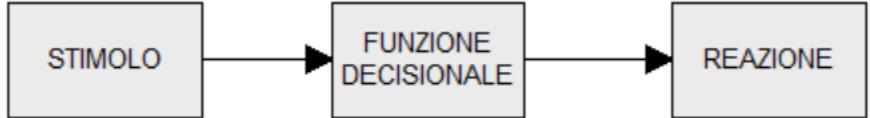
| | | |
|---|---|---|
| 1 | 0 | 1 |
| 0 | ■ | 0 |
| 0 | 1 | 1 |

| | | |
|-------|-------|-------|
| x_0 | x_1 | x_2 |
| x_7 | ■ | x_3 |
| x_6 | x_5 | x_4 |



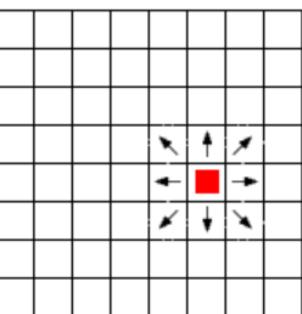
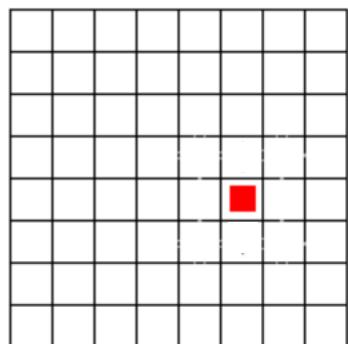
10

AI – Macchine Reattive



Nella forma più semplice, si tratta di agenti privi di uno stato interno che elaborano la risposta a un problema, considerazione soltanto gli stimoli esterni in un dato momento (sistemi S-R)

Conosce la propria posizione in mappa (X, Y)



Può spostarsi solo nelle celle confinanti
8 direzione punti cardinali
(N, NE, E, SE, S, SW, O, NW)

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 0 | 1 |
| 0 | ■ | 0 |
| 0 | 1 | 1 |

$\{ x_0, x_1, \dots, x_7 \} \rightarrow \{ 1,0,1,0,1,1,0,0 \}$ stimolo macchina reattiva
dalla cella in alto e poi in ordine orario



Dalla situazione di stato la macchina reattiva prende una decisione e la esegue

| | | |
|-------|-------|-------|
| x_0 | x_1 | x_2 |
| x_7 | ■ | x_3 |
| x_6 | x_5 | x_4 |

LA FUNZIONE DECISIONALE DELL'AGENTE RAZIONALE
Funzione logico-matematica per restituire una decisione a partire da una serie di input sensoriali.
Esempio la macchina reattiva potrebbe prendere una decisione a partire dallo stato delle celle intorno a sé, assegnando a ciascuna il valore 0 se libera, 1 se occupata.

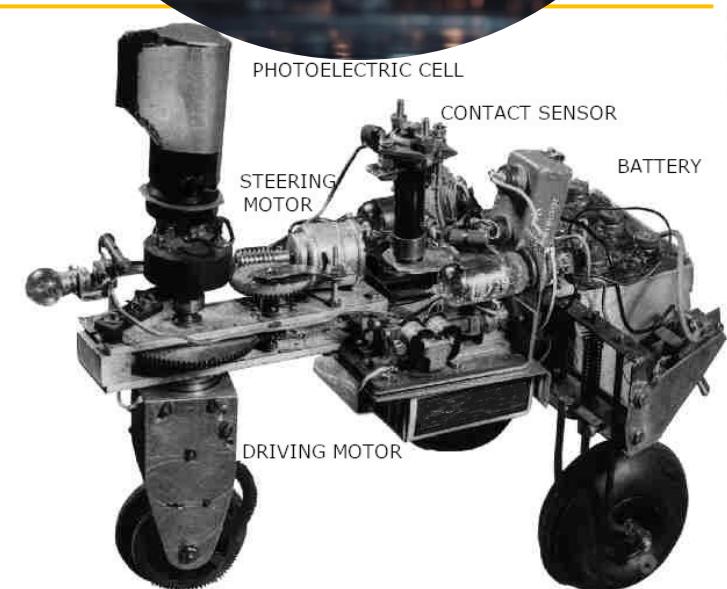
11

AI – Macchine Reattive

- I sistemi più elementari di IA sono definiti reattivi. Non possono basarsi su «**ricordi**» e nemmeno su **esperienze** del passato per prendere decisioni
- Deep Blue**, l'IA di IBM che negli anni '90 ha sconfitto l'allora campione mondiale di scacchi Garry Kasparov (Reazione diretta a ciò che vede)
- AlphaGo di Google (Google DeepMind) ha sconfitto il campione mondiale **Lee Sedol** nel gioco di Go (rete neurale sugli sviluppi del gioco)



Negli anni '50 Grey Walter costruì **Speculatrix** in grado di dirigersi automaticamente verso le zone illuminate, utilizzando un motore per muoversi e alcune fotocellule come sensori.



12

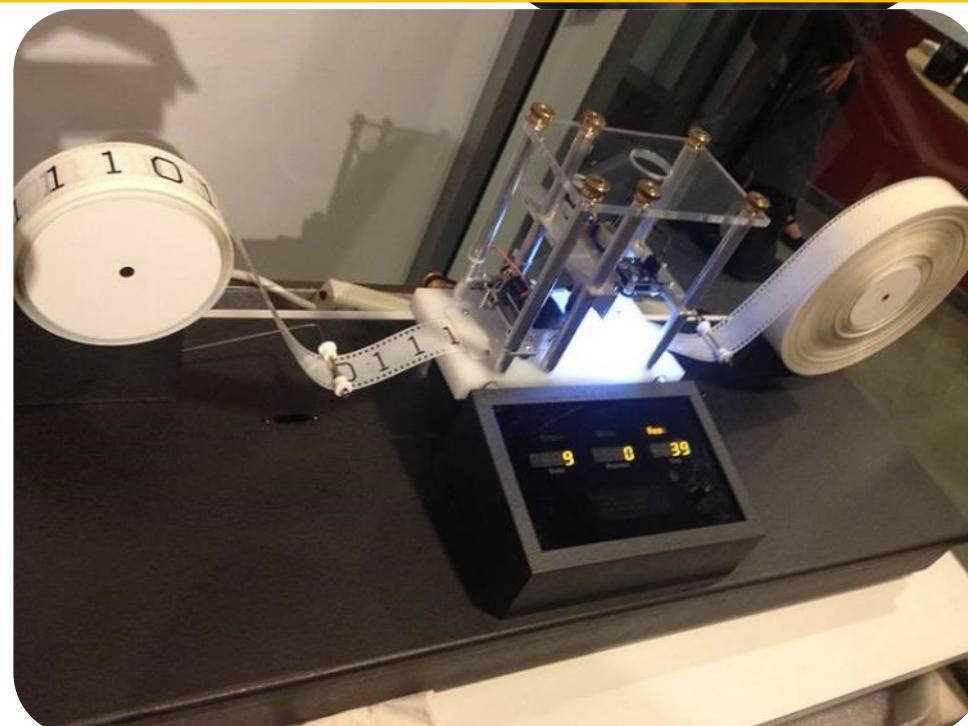
AI – Macchine a Memoria Limitata

Questi sistemi sono in grado di apprendere dai dati *storici* per prendere decisioni e aggiungono in modo indipendente informazioni alla memoria.

Spazio di archiviazione è molto limitato, così i computer avranno solo una capacità di memoria sufficiente a prendere decisioni corrette e quindi eseguire le azioni desiderate.

Rientrano in questo tipo i sistemi specializzati:

- **auto autonome**
- assistenti personali digitali
- i cosiddetti **chatbot**



13

AI – Macchine a Memoria Limitata

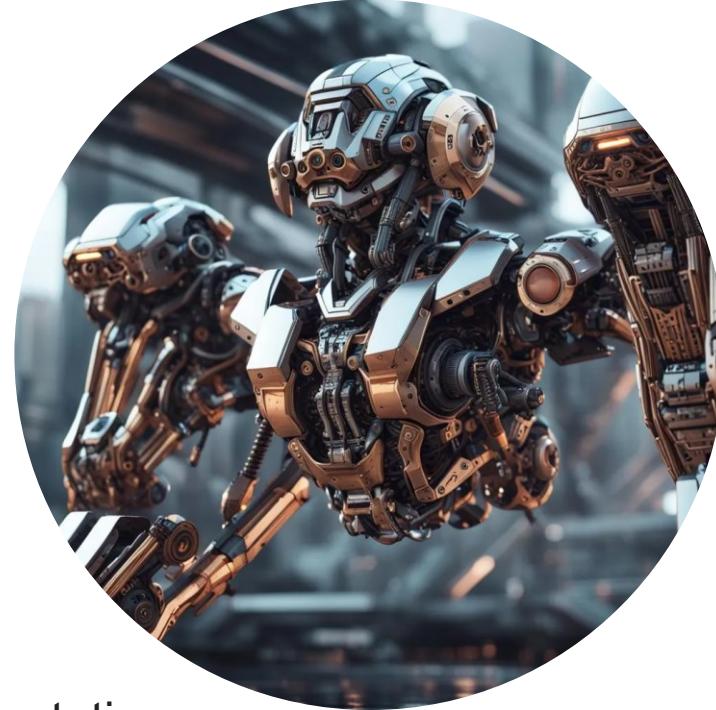


1. Queste macchine possono basarsi sul passato.
2. I veicoli autonomi possono in parte già farlo. Osservano e analizzano la velocità e la direzione delle altre automobili in strada.
3. Queste osservazioni vengono aggiunte alle rappresentazioni del mondo pre-programmate dei veicoli autonomi: strisce pedonali, semafori, curve, incroci...
4. Dati, quelli pre-programmati e quelli raccolti su strada, vengono elaborati quando il veicolo autonomo deve svolgere un'azione. Non c'è memoria (che apprenda dall'esperienza)

Arend Hintze, ispirato dall'evoluzione darwiniana, una soluzione potrebbe essere quella di lasciare che le macchine costruiscano le loro *rappresentazioni*

14

AI – Teoria della mente



La **teoria della mente** («**ToM**», *Theory of Mind*) è la capacità di attribuire stati mentali: credenze, intenzioni, desideri, emozioni, conoscenze - a sé stessi e agli altri, e la capacità di comprendere che gli altri hanno stati mentali diversi dai propri. (1978 da David Premack e Guy Woodruff) Fondamentale in ogni interazione sociale e serve ad analizzare, giudicare e comprendere il comportamento degli altri.

Le macchine del futuro non solo formeranno rappresentazioni sul mondo, ma anche su altri agenti ed entità che lo abitano. In psicologia l'espressione adottata è "teoria della mente": comprendere che le persone, le creature viventi, possono avere dei pensieri e delle emozioni che influenzano il loro comportamento

AI next generation ... costruire macchine in grado di formare rappresentazioni di se stesse. Ciò significa che dovremo prima capire cos'è e come funziona davvero la coscienza. Poi dovremo trovare un modo per di costruire macchine che ne possiedono una.

AI

*Una rete per la classificazione
(esempio di progettazione)*



1

La classificazione

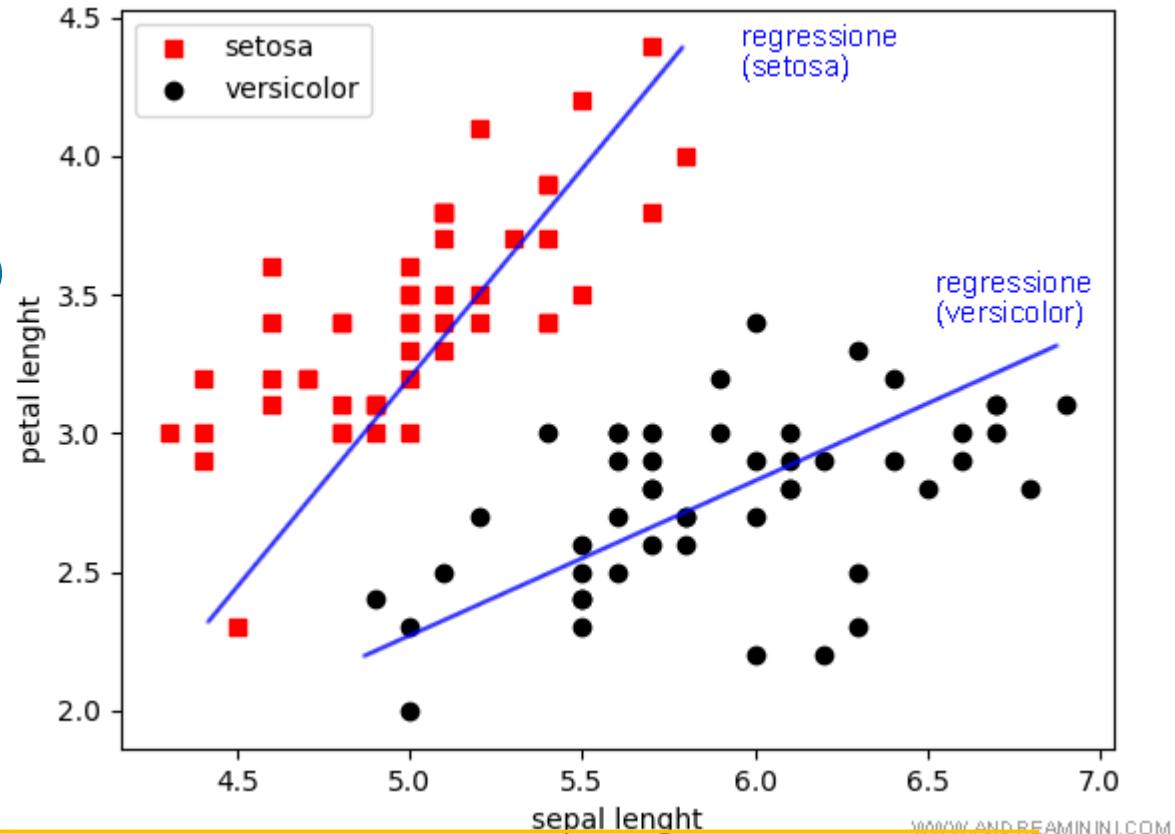


- Classificare significa dividere un insieme di oggetti in insiemi disgiunti secondo un criterio stabilito a priori; in genere si assegna una etichetta ad ogni insieme creato.
 - Il *pattern recognition* (riconoscimento di configurazioni) è la tecnica che consente di creare classificatori numerici e automatici
 - Ogni oggetto deve essere rappresentato con un vettore di numeri per essere classificato da una rete neurale, per cui ad ogni oggetto si associa un pattern, un vettore di feature che contraddistingue univocamente l'oggetto
- Pattern recognition** è una sotto-area dell'apprendimento automatico, analisi e identificazione di una «disposizione»

2

Classificatore numerico

Mapping: termine generico per identificare un meccanismo di corrispondenza tra due oggetti, una proprietà esterna con una interna oppure un oggetto di una classe con un altro oggetto

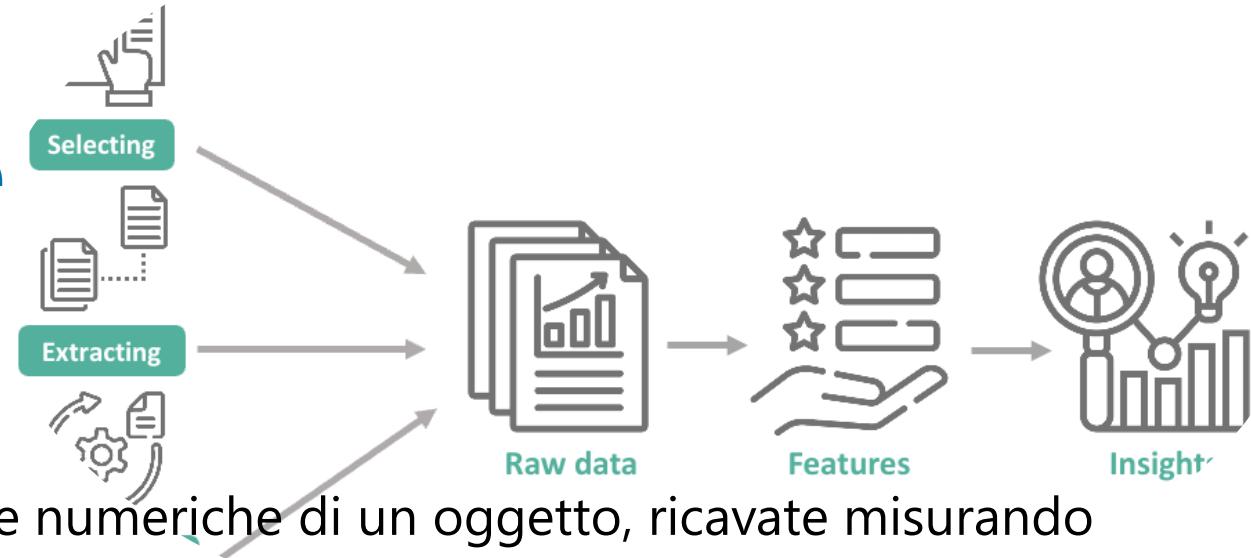


✓ Un classificatore numerico si può così definire: *date N classi di appartenenza tra cui discriminare, il vettore di input x a L dimensioni delle feature da classificare, il vettore di uscita y che individua la classe formato da N valori, un classificatore riceve in input il vettore x e restituisce in uscita il vettore y dove $y_i=1$ se l'oggetto con input x appartiene alla classe i e $y_j=0$ per $i \neq j$, per $i,j=1\dots N$.*

✓ E' quindi **un mapping**, o corrispondenza tra valori di input e output, che può essere modellato con una funzione non lineare; data la non linearità, conviene impiegare **una rete neurale**.

3

Scelta delle feature



- **Feature (caratteristica)**: caratteristiche numeriche di un oggetto, ricavate misurando alcune sue proprietà significative.

Devono essere scelte con le proprietà:

- **DISCRIMINANZA**: i valori delle feature sono simili per oggetti appartenenti alla stessa classe e sono molto diversi per oggetti appartenenti a classi diverse
- **INDIPENDENZA**: i valori delle feature non devono essere correlati tra loro
- **MINIMALITÀ**: devono essere il minimo numero possibile di proprietà
- **DISPONIBILITÀ**: facili e veloci da calcolare.

L'intervallo dei valori di ogni feature deve essere normalizzato in $[0, 1]$ o $[-1, 1]$ per non avere ordini di grandezza troppo diversi nell'apprendimento.

4

Scelta delle feature

Statistica multivariata ha come oggetto l'analisi di contesti con almeno due componenti; utile per poter apprezzare simultaneamente e indipendentemente gli effetti di ognuna delle variabili considerate puliti delle reciproche interferenze

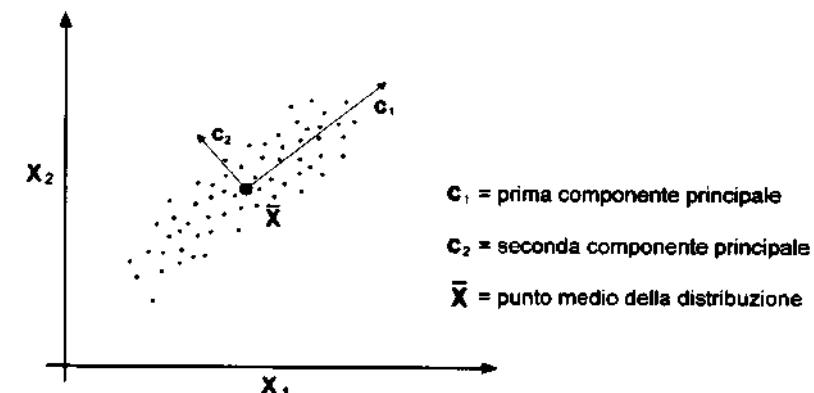
Analisi fattoriale è una tecnica che permette di evidenziare l'esistenza di una struttura di tratti latenti o **variabili latenti** (le variabili deducibili solo indirettamente attraverso da altre variabili osservabili direttamente osservate o misurate).

Ridurre il numero delle feature può velocizzare l'apprendimento (*crescita di dimensionalità*).

Una tecnica statistica efficace è la **Principal Component Analysis (PCA)**, l'analisi delle componenti principali dell'insieme dei valori delle *feature*. Per descrivere l'insieme nella figura bastano i valori delle prime due componenti.

Per la semplificazione dei dati utilizzata nell'ambito della **statistica multivariata** (1901 da Karl Pearson, 1933 Harold Hotelling nel 1933) parte dell'**analisi fattoriale**.

La tecnica, esempio di riduzione della dimensionalità, ha lo scopo di ridurre il numero più o meno elevato di variabili che descrivono un insieme di dati a un numero minore di variabili latenti, limitando il più possibile la perdita di informazioni.

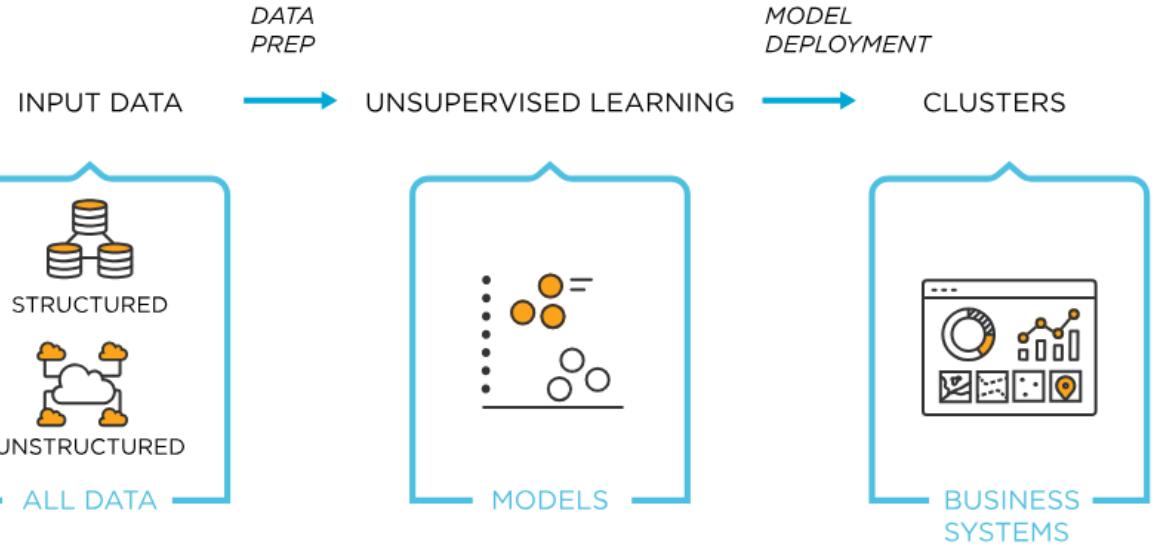


5

Progettare la rete

Per un tipo di apprendimento **supervisionato**

- ✓ individuare le classi in cui dividere l'input secondo il tipo di problema
- ✓ scegliere le feature analizzando matematicamente gli oggetti in input
- ✓ definire molte coppie (input, output) per i set di
 - ✓ training (60%)
 - ✓ validation (20%)
 - ✓ test (20%)
- ✓ definire la codifica numerica: per l'input valori in $[-1,1]$; per l'output valori binari $\{0,1\}$
- ✓ scegliere alcuni criteri per valutare la qualità della risposta globale della rete sul test set

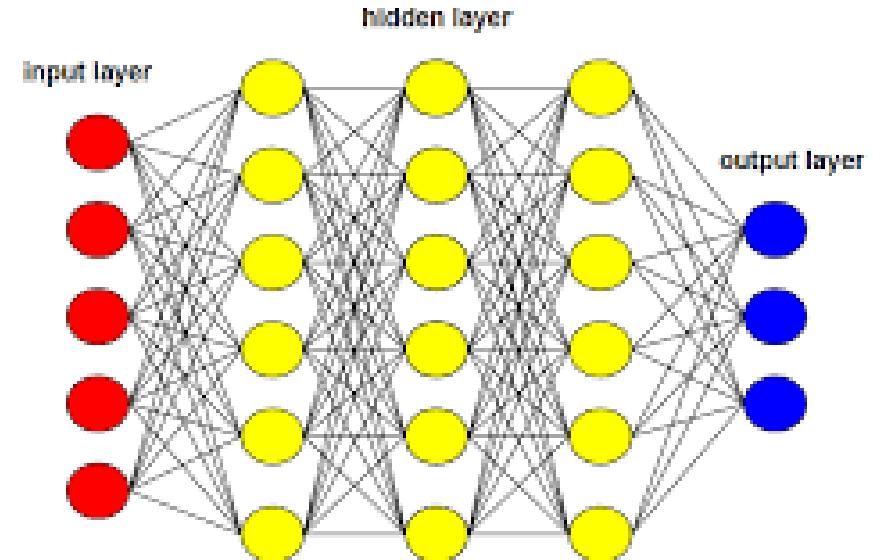


6

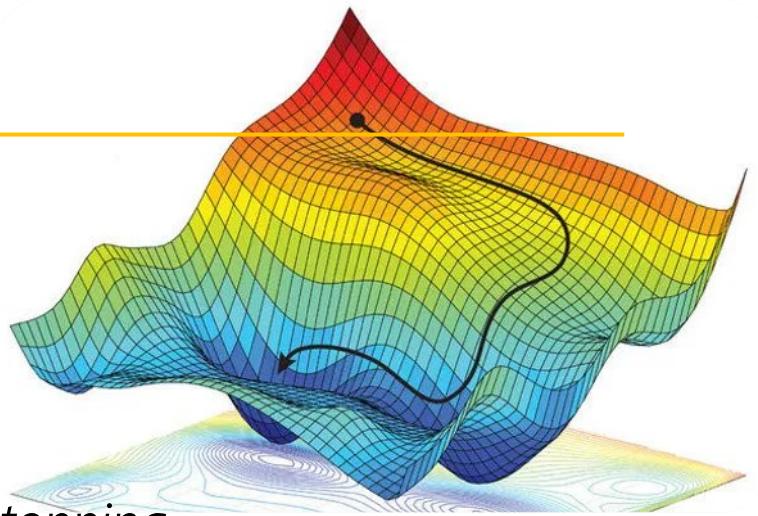
Progettare la rete

✓ scegliere un modello di rete e definirne l'architettura

1. funzione di attivazione per ogni neurone
2. numero di **livelli hidden** e numero di neuroni per ogni livello **hidden** (non esistono precise regole per determinarli, solo con tentativi e verifiche degli errori commessi)
3. numero di neuroni per lo strato input: tanti quanti i valori delle feature
4. numero di neuroni per lo strato output: tanti quante sono le classi



www.eage.it



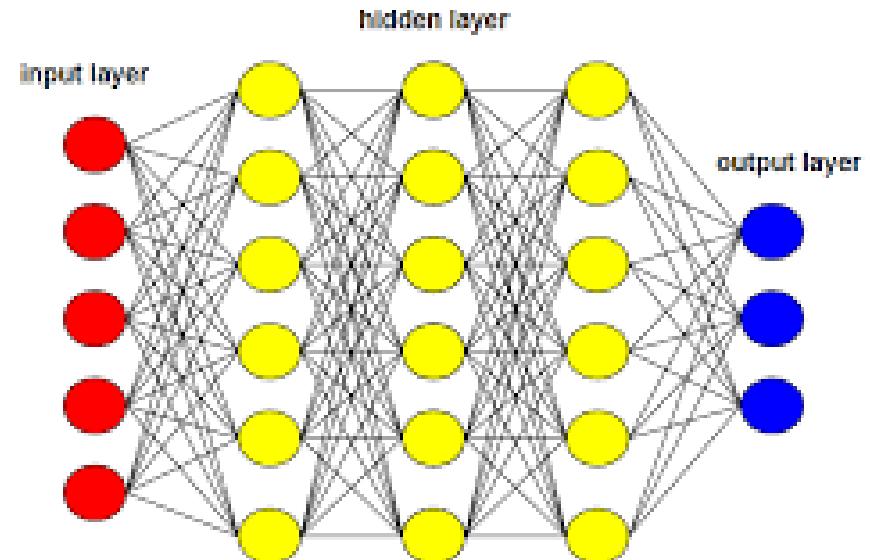
- scegliere valori piccoli dei pesi per favorire l'apprendimento
- scegliere un algoritmo di apprendimento e i suoi parametri di controllo ad esempio back propagation
- scegliere una tecnica per controllare l'apprendimento ad esempio *early stopping*
Geoffrey Hinton, lo definisce: «*beautiful free lunch*»

7

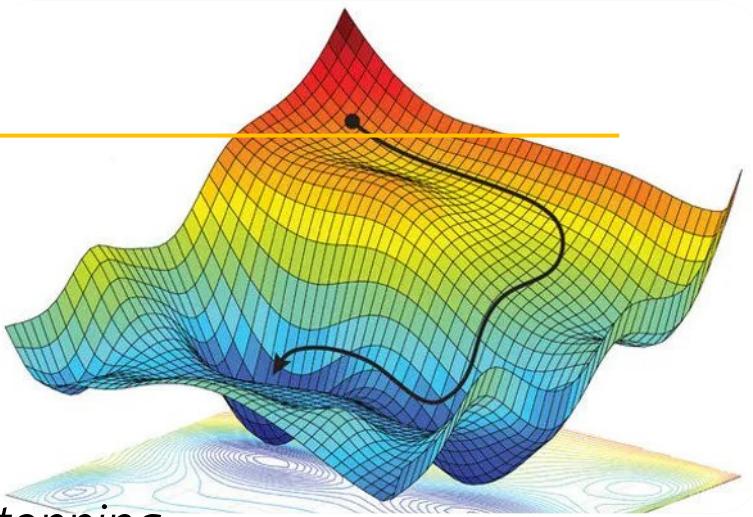
Progettare la rete

✓ scegliere un modello di rete e definirne l'architettura

1. funzione di attivazione per ogni neurone
2. numero di *livelli hidden* e numero di neuroni per ogni livello *hidden* (non esistono precise regole per determinarli, solo con tentativi e verifiche degli errori commessi)
3. numero di neuroni per lo strato input: tanti quanti i valori delle feature
4. numero di neuroni per lo strato output: tanti quante sono le classi



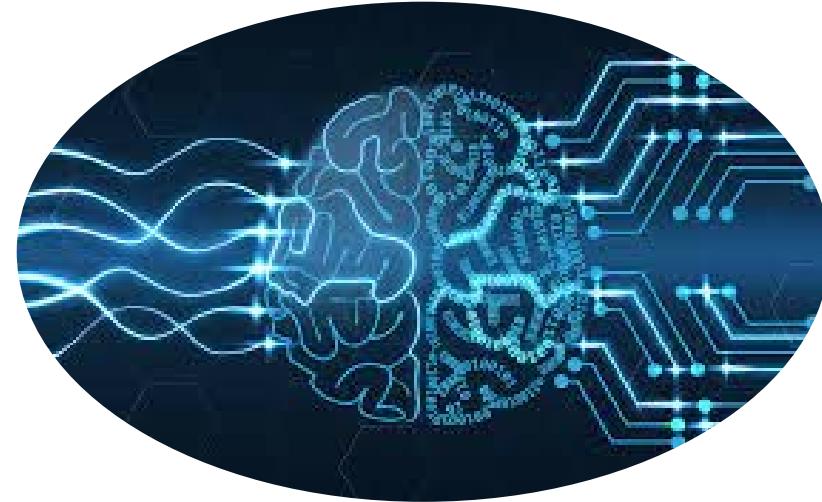
www.eage.it



- scegliere valori piccoli dei pesi per favorire l'apprendimento
 - scegliere un algoritmo di apprendimento e i suoi parametri di controllo ad esempio back propagation
 - scegliere una tecnica per controllare l'apprendimento ad esempio *early stopping*
- Geoffrey Hinton**, lo definisce: «*beautiful free lunch*»

8

Usare la rete



1. Dopo l'addestramento e la prova col test set, si congela la rete e non si modificano più i pesi. Per usarla in un impianto occorre:
 1. calcolare le feature del nuovo input e di cui non si conosce l'output
 2. passarle in input alla rete neurale che le elabora calcolando le risposte dai neuroni dal livello input verso il livello output

2. La risposta della rete va interpretata per decidere quale classe ha scelto; in genere non si ha un neurone con valore 1 e tutti gli altri 0 per effetto delle funzioni di attivazione e di apprendimento: **la classe assegnata è quella con valore di output più alto**
3. Secondo il tipo di problema, se il valore di output è basso (ad esempio 0,7 invece di 1), si può decidere di usarlo o di rifiutarlo facendo classificare ad un altro esperto