

1 – INTRODUZIONE

Difficile definire con precisione cosa sia la disciplina dell'intelligenza artificiale, **non c'è una definizione non ambigua di intelligenza**. Essa **non è misurabile**.

1.1 - DIVERSI TIPI DI INTELLIGENZA

- **Metafora dei sistemi evolutivi:** da specie a specie c'è una evoluzione che permette loro di sopravvivere all'ambiente e al cambiamento dell'ambiente
- **Percezione, Apprendimento, Ragionamento, Astrazione:** ho bisogno di percepire l'ambiente, di apprendere, di ragionare (problem solving) e ho bisogno anche di astrarre per avere applicazioni più generali.
- Esiste un concetto di intelligenza che è quello dell'**intelligenza collettiva**: noi pensiamo ad una singola entità come ad un robot, ad esempio, ma abbiamo anche sistemi che singolarmente hanno potenzialità ridotte, ma insieme sono una potenza. **Un agente intelligente che non sa risolvere solo formalmente sistemi matematici/logici, ma interagisce con l'ambiente.** È diverso da risolvere un problema di logica: se pensiamo alle macchine intelligenti che si guidano da sole, l'ambiente gioca un ruolo fondamentale. La macchina deve essere in grado di compiere delle azioni che devono essere in grado di modificare l'ambiente con cui sto lavorando. È una declinazione molto diversa che richiede diversi approcci (formale e simbolico).
- **Logica: la prima parte dell'intelligenza perché è formalizzabile.**

1.2 - TURING E LE MACCHINE INTELLIGENTI

- **Gioco dell'imitazione:** si parla con una macchina e le si fanno domande per capire se dall'altra parte c'è effettivamente un essere umano. Se non si capisce con certezza, allora si ha a che fare con una macchina intelligente.
- **Test di turing (1950):** è sostanzialmente un foglietto scritto in linguaggio naturale, l'interfaccia è limitata. Oggi quel test dovrebbe avere componenti di un sistema con interfaccia grafica (non con solo terminale) se non addirittura umano. **Si parla di test di turing universale perché deve avere tutte le caratteristiche di un essere umano per poter ingannare l'interrogante.** (es. chatbot)
- **Figli di Eliza:** pattern in cui in base alla domanda, si daranno determinate risposte. L'interazione è tramite questi pattern: dopo un po' con Eliza si capiva che ripeteva le stesse cose e non si ricordava chissà cosa, era molto schematica. **Oggi abbiamo SIRI, Cortana, Alexa.**
- **Schemi di Winograd:** sottolinea quanto sia difficile anche solo interpretare in modo completo una frase o una parola. Ci sono ragionamenti semantici che per un umano sono semplici, ma per una macchina assolutamente no: se Giovanna ringrazia Maria, si suppone che sia lei ad aver ricevuto il regalo. **I sistemi di logica, se noi scriviamo gli assiomi, tirano fuori tutto quello che serve. Il problema è trasferire la conoscenza semantica, il significato.** È importante la rappresentazione della conoscenza ed è diventata fondamentale per fare davvero la differenza.
- **Searle e la stanza cinese (1980):** il test di Turing è stato molto criticato anche perché il sistema capisce davvero quello che sta facendo? Supponiamo di avere nella stanza una persona che sa solo inglese, abbiamo un'interfaccia che è solo in cinese. Immaginiamo che ci sia un pattern che traduce sintatticamente frasi cinesi in inglese. Poi si produce una risposta che con un pattern inverso traduce dall'inglese al cinese la risposta. Il sistema dà un'illusione.

1.3 - INTELLIGENZA ARTIFICIALE DEBOLE E FORTE

- **AI DEBOLE:** è possibile costruire macchine in modo che agiscano COME SE fossero intelligenti?
- **AI FORTE:** è possibile costruire macchine che PENSINO intelligentemente? Queste macchine devono rendersi conto di quello che stanno facendo

L'intelligenza artificiale è altamente interdisciplinare: filosofia, logica, matematica, economia, psicologia, informatica, ingegneria, linguistica...

1.4 - NASCITA E DEFINIZIONE

Nata nel 1956 da Minsky, McCarthy, Shannon, Newell, Simon. **Alcune definizioni:**

- È lo studio di come far fare ai calcolatori cose che, ora come ora, gli esseri umani fanno meglio
- È la costruzione di un computer che è in grado di soddisfare il test di Turing (ragionamento, linguaggio naturale, apprendimento). Se Totale (situato in un ambiente) anche percezione, visione, movimento, robotica.
- Altre definizioni di IA tendono a non legare necessariamente l'intelligenza (artificiale) agli umani e sottolineano l'interazione con il mondo esterno e le capacità di adattarsi ad esso. Anche gli animali, i vegetali, e le macchine possono essere intelligenti se riescono ad interagire in modo utile con l'ambiente che li circonda.

1969–1979: sistemi basati sulla conoscenza. Costruzione di sistemi a regole che avevano comportamento simile ad un esperto in quel settore. **Allora si chiamavano Sistemi Esperti** e si pensava che questo tipo di sistemi potessero sfociare in sistemi automatici che potessero sostituire umani

1988-2000: Web e l'era di internet. Ossigeno all'IA perché c'era la possibilità di accedere a moltissime informazioni, che sono alla base della conoscenza.

1.5 - DUE APPROCCI

- **TOP DOWN o SIMBOLICO**
 - **Stati mentali** identificati con rappresentazioni di tipo simbolico
 - **Sistema simbolico fisso** con simboli combinati in strutture
 - **Concetti descritti tramite le loro proprietà** o il loro modo di essere rappresentati
- **BOTTOM UP o CONNESSIONISTA**
 - **Reti di neuroni artificiali**
 - **Concetti appresi** in modo implicito a partire da esempi

1.6 - INTRODUZIONE ALLA LOGICA

- **Ragionamento deduttivo:** implicazione logica, non si impara nuova conoscenza, corretta
- **Ragionamento induttivo:** implicazione, si impara ma si può non avere correttezza
- **Ragionamento ipotetico o abduttivo:** risale alle cause mediante l'osservazione
- **Ragionamento per analogia:** usa il principio di somiglianza, va mediato

1.7 - LINGUAGGI DICHIARATIVI E PROLOG

Sappiamo che i linguaggi possono essere:

- Imperativi (C, Python...)
- Ad oggetti (Java, C++)
- Dichiarativi (Prolog)
- Funzionali (Lisp)

Algoritmo = Logica + Controllo

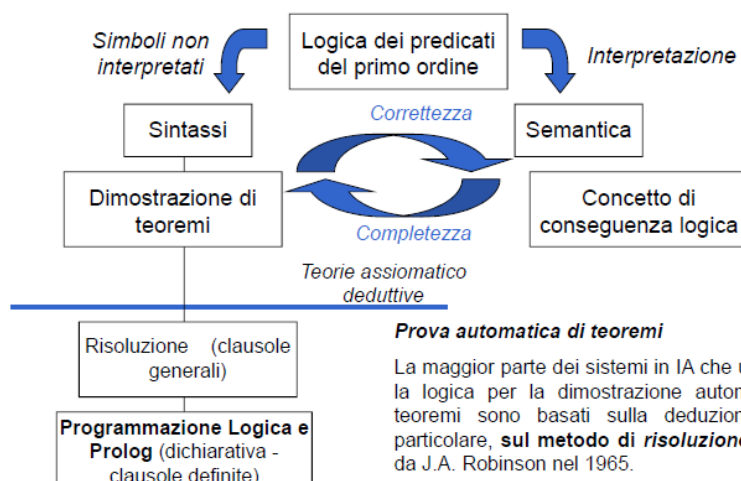
Logica = conoscenza sul problema determina la correttezza

Controllo = strategia risolutiva che ne determina l'efficienza

PROgramming in LOGic = Prolog.

È il più noto linguaggio di programmazione logica e si fonda sulle idee di Kowalski. Prima realizzazione nel 1973 da parte di Colmareur.

Un programma Prolog è un insieme di clausole di Horn che rappresentano fatti, regole e goal.



1.8 - APPRENDIMENTO

Forme di apprendimento più usate:

- **Apprendimento supervisionato**
 - Si parte da un training set fornito da un insegnante
 - Si usa per problemi di classificazione
- **Apprendimento non supervisionato**
 - Mediante osservazione e scoperta
 - Clustering
- **Apprendimento mediante rinforzo**
 - Si apprende in base ad esperienze passate
 - Si osserva in modo critico un risultato buono o cattivo e si modifica il comportamento
 - Molto usato in robotica

Il metodo induttivo si applica anche a sistemi simbolici, quindi quando si parla di apprendimento può essere fatto con reti neurali o generando sistemi come alberi decisionali o sistemi con regole.

Ci sono casi in cui è meglio usare un approccio sub-simbolico o altri in cui è meglio usare deep e machine learning per capire che modello è stato costruito.

1.8.1 - RETI NEURALI

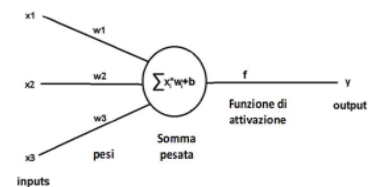
Primo modello matematico di neurone artificiale ispirato ai neuroni biologici fu proposto nel 1943 da McCulloch e Pitts.

Un neurone riceve un insieme di ingressi, ne fa una somma pesata ed applica poi una funzione di attivazione per calcolare l'uscita. L'uscita è controllata da una funzione di attivazione: ogni neurone si attiva soltanto nei casi in cui il proprio ingresso supera una certa soglia.

Il potere di reti neurali è il fatto di connettere tanti neuroni: la potenza di queste reti nasce dalla possibilità di inserire delle strutture e degli stati nascosti (neuroni non connessi direttamente a input/output) che lavorano in modo molto efficiente.

Ad esempio sono molto utili per il riconoscimento di testi scritti a mano in cui un singolo simbolo può essere scritto in modo diverso in base alla grafia di ogni persona (MNIST dataset).

Problema: il perceptrone può rappresentare solo funzioni lineari. Se si considerano reti multi-strato aumenta il potere espressivo. Ma come si configura una rete di neuroni in modo efficiente? Esistono diverse architetture.



1.8.2 - DEEP LEARNING

Quando si parla di deep learning, si parla sempre di **reti neurali** ma **si pone l'accento sulla grande mole di dati** che si hanno a disposizione (**big data**) e **sulla grande potenza di calcolo dei computer moderni**.

DNN: Deep Neural Networks hanno un numero di livelli compreso tra 7 e 50.

Qui si può **rappresentare il mondo con una gerarchia di concetti**, ad esempio un corpo ha un viso che a sua volta ha occhi, naso e sopracciglia.

1.8.3 - INTELLIGENZA COLLETTIVA

La natura ha sviluppato tecniche intelligenti per:

- **La difesa dell'organismo, la selezione della specie (algoritmi genetici)**
- **La coordinazione tra animali sociali** (termiti, formiche... **Swarm Intelligence**)

Es. Le formiche, se noi mettiamo del cibo, prima hanno un comportamento più o meno casuale, ma dopo un po' si avvicinano sempre di più con strade diverse. Dopo un altro po' quasi tutte seguono un percorso, una fila, che sembra quello preferito. È dimostrato che quel percorso è il percorso migliore. Si è scoperto che le formiche comunicano lasciando sul percorso un odore. Questo ormone con il tempo tende a diminuire fino a scomparire, quindi perché scelgono la strada a migliore costo? È quella in cui evapora meno, quindi ha una vita più lunga.

1.9 - APPLICAZIONI

Le più note applicazioni dell'AI sono:

- Sistemi esperti/di supporto alle decisioni (medicina, domotica, sostenibilità)
- Sistemi formali e giochi (scacchi/go)
- Linguaggio naturale (giochi a quiz, chatbot)
- Visione (riconoscimento di immagini)
- Robotica e sistemi autonomi (robot, auto con pilota automatico)

MYCIN: creato a metà degli anni 70 è molto conosciuto perché è stato uno dei primi. Doveva riconoscere se c'era infezione nel sangue e dare opportuna terapia antibiotica. È simbolico, basato su regole. C'è un fattore di incertezza.

I sistemi esperti e i sistemi knowledge-based hanno dei problemi: bisogna trovare persone esperte che hanno voglia di condividere il loro sapere. Spesso invece un esperto ha poco tempo e magari ha un atteggiamento ostile nel condividere il suo sapere per cose come queste. Formalizzare quello che ci viene detto inoltre non è così semplice. Più una persona è esperta di un settore, più la presa delle decisioni è quasi intuitiva: a volte è preferibile parlare con persone che hanno esperienze più scolastiche e non intuitive.

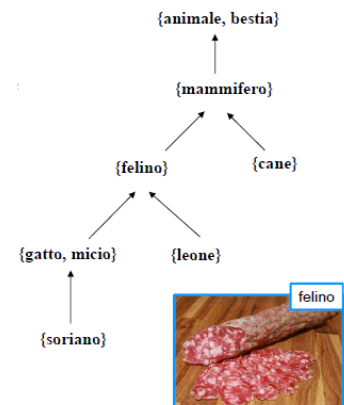
Ecco perché la conoscenza di un essere umano non va sostituita, ma coadiuvata. Servono tecniche di apprendimento e data-mining.

1997 Deep Blue, computer dell'IBM, sconfigge Kasparov a scacchi.

2011 Watson, computer dell'IBM, batte i campioni in carica al gioco a quiz televisivo Jeopardy.

2016 AlphaGo batte il campione in carica nel gioco del Go.

ImageNet Challenge: margine di errore in sistemi di AI nel riconoscimento e classificazione di immagini passa dal 26% al 3%.



1.9.1 - SEMANTIC WEB

Si ragiona su tutti i dati presenti sul Web.

Se cerco semplicemente qualcosa che mi parli di un "felino", si fa una semplice ricerca per chiave e si ottengono tutti i felini. Servono dei link in cui è stabilita una gerarchia, serve un'organizzazione, così ho sistemi più intelligenti. Ma felino cos'è? Felino può essere un animale o un salame. Consente di fare anche **disambiguazione semantica di parole nel linguaggio naturale (BabelNet)**.

1.9.2 - MACHINE LEARNING

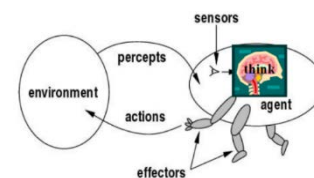
Può essere la tecnica vincente per **estrarre informazioni utili da molti dati**, ad esempio in ambito medico per previsioni o ipotesi.

1.10 - PROPRIETÀ DELL'AI

1. **FAIRNESS:** decisioni non devono essere discriminatorie.
2. **TRANSPARENCY:** sistema usa un modello comprensibile all'uomo in modo che ne possa essere capito e previsto il comportamento in ogni situazione.
3. **VERIFYABILITY:** si può dimostrare formalmente che il sistema è corretto rispetto ad alcune proprietà.
4. **EXPLAINABILITY:** si devono fornire motivazioni di una scelta o di una conclusione.
5. **ACCOUNTABILITY:** responsabilità per le decisioni prese.
6. **ACCURACY, PRIVACY...**

Attenzione perché in base ai dati, le macchine possono imparare a fare scelte discriminatorie a priori. Spesso i dati non sono espliciti, sono nascosti. Es. macchina assegnava lavoro solo a uomini e non donne. Non c'era scritto "uomo sì e donna no", ma magari guardava le assenze nei lavori precedenti e magari le donne venivano discriminate perché erano state assenti per maternità.

Per cercare di rispettare queste proprietà, l'obiettivo è riconciliare le due anime dell'IA, cioè il deep learning, che eccelle nel livello percettivo e nell'apprendimento, con sistemi simbolici che sono trasparenti e che eccellono in ragionamento ed astrazione.



1.10.1 - AGENTI

Quando mettiamo un agente, che è un **corpo con un cervello e dei sensori in un ambiente**, questo interagisce con l'ambiente. Gli **agenti razionali** sono quelli che osservano il ciclo **observe-think-act (Kowalski)**. Esistono vari esempi di robot: ASIMO, Atlas, Robocup, NAO... Esempi di AI anche nell'arte: scritto un film, composta una canzone, usato su Van Gogh.

1.11 - RIFLESSIONI SOCIALI ED ETICHE

Non ci si può fidare sempre delle DNN perché spesso imparano ma non capiscono, trovano semplicemente delle soluzioni specifiche per i problemi che hanno incontrato senza essere capaci di comprendere i motivi delle loro scelte. **Non distinguono tra casualità e correlazione** (es. carro armato di notte e di giorno).

Il concetto di etica è molto importante perché si ha a che fare con **dati sensibili**, quindi tutto il discorso della **privacy**. È importante essere aware su quello che si sta muovendo sull'approccio e sul tentativo di capire se possono esistere dei regolamenti per governare l'utilizzo dell'IA.

- **Continua sostituzione da parte delle macchine di attività una volta svolte dall'uomo.** Non è una novità (rivoluzione industriale), ma questa volta anche in attività professionalizzanti ritenute appannaggio dell'uomo.
- **Perdita di molti posti di lavoro per la classe medio/basse**, mentre **aumento di richiesta per posti ad alta professionalità nel settore ICT**.
- **Rischio di aumento della disoccupazione, povertà e della disuguaglianza.** Ma è colpa dell'IA o dei modelli economici/politici adottati?

Cosa può fare l'IA al riguardo? Non subiamola, ma invece utilizziamola per ottenere applicazioni con impatti positivi e profondi sulla società e l'economia. Droni armati, auto con guida autonoma, sofisticati sistemi di AI che guadagnano in Borsa evolvendosi sulle conoscenze acquisite ecc. Chi ha la **responsabilità delle violazioni che possono essere compiute** attraverso i loro utilizzo? Sono necessarie delle **regole**:

- **Regolamento sull'utilizzo delle armi autonome.**
- **Obbligo per le applicazioni di intelligenza artificiale di spiegare il motivo di una decisione** (Regolamento generale sulla protezione dei dati, 2018, Comunità europea).
- **Cross Industry collaboration** (Google, Apple, Amazon, IBM, Microsoft).

Roboetica: il comportamento etico dei robot dipende strettamente da quanto richiesto e realizzato dal progettista. Man mano che cresce l'autonomia dei robot nel prendere decisioni a fronte di eventi inaspettati, senza alcun intervento umano si parla di etica dei robot intesi come entità decisionali autonome.

Le tre leggi della robotica (Asimov):

1. Un robot non può recare danno a un essere umano, né può permettere che, a causa del suo mancato intervento, un essere umano riceva danno.
2. Un robot deve obbedire agli ordini impartiti dagli esseri umani, purché tali ordini non contravvengano alla prima Legge.
3. Un robot deve proteggere la propria esistenza, purché questa autodifesa non contrasti con la prima e seconda Legge.

E una quarta, superiore, "**legge zero**": Un robot non può recar danno all'umanità e non può permettere che, a causa di un suo mancato intervento, l'umanità riceva danno.