



Paul Thagard

# CERVELLI A CONFRONTO

Perché l'intelligenza umana  
è diversa da quella degli animali  
e dei robot

FrancoAngeli semi

per coltivare le conoscenze



## **Semi**

Per coltivare le conoscenze

I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati  
possono consultare il nostro sito Internet:  
[www.francoangeli.it](http://www.francoangeli.it) e iscriversi nella home page  
al servizio “Informatemi” per ricevere via e.mail le segnalazioni delle novità.

Paul Thagard

# CERVELLI A CONFRONTO

Perché l'intelligenza umana  
è diversa da quella degli animali  
e dei robot



Progetto grafico di copertina: Alessandro Petrini

Titolo originale: *Bots and Beasts.*  
*What Makes Machines, Animals and People Smart*  
The MIT Press, Cambridge (MA), 2021

Copyright © 2021 The Massachusetts Institute of Technology. All rights reserved

Traduzione dall'inglese di Piero Alessandro Corsini

1ª edizione. Copyright © 2021 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy

*L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore. L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni della licenza d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito [www.francoangeli.it](http://www.francoangeli.it).*

*Per Dan e Adam, i miei intelligenti figli.*





# Indice

---

<b>Prefazione</b>	pag.	11
<b>1. Attribuire una mente alle macchine e agli animali</b>	»	13
Che cos'è l'intelligenza?	»	16
Sei macchine intelligenti	»	17
Sei animali intelligenti	»	22
Il cervello umano	»	26
Romantici e guastafeste	»	27
Il Processo di Attribuzione	»	29
La Procedura di Confronto	»	36
<b>2. Persone prodigiose</b>	»	40
Esempi e ambiti dell'intelligenza umana	»	42
Caratteristiche dell'intelligenza	»	46
Le teorie dell'intelligenza	»	62
I meccanismi mentali	»	65
Le differenze individuali	»	84
Punti di riferimento per l'intelligenza	»	86
<b>3. Macchine meravigliose</b>	»	88
Watson di IBM	»	89
AlphaZero di DeepMind	»	97

Le automobili a guida autonoma	pag.	106
Alexa e gli altri assistenti virtuali	»	116
Google Translate	»	123
I sistemi di suggerimento	»	129
Le schede di valutazione delle macchine	»	134
<b>4. Gli incredibili animali</b>	»	139
Le api	»	139
I polpi	»	148
I corvi	»	154
I cani	»	163
I delfini	»	173
Gli scimpanzé	»	181
Le schede di valutazione degli animali	»	191
<b>5. I vantaggi umani</b>	»	195
Cucinarsi i grandi cervelli	»	198
L'effetto <i>loop</i> della mente	»	200
L'effetto <i>loop</i> del computer	»	205
In che modo il cervello è diventato ricorsivo	»	208
La causalità	»	216
I vantaggi sociali	»	222
Volere che gli umani siano superiori	»	228
<b>6. Quando è cominciata la mente?</b>	»	232
La mia mente e la vostra	»	234
I batteri e le piante possiedono una mente?	»	236
I pesci provano dolore?	»	241
I cani e i gatti sono gelosi?	»	244
Le scimmie e gli altri animali sono in grado di pensare con le analogie?	»	259
I computer avranno mai una mente?	»	266
La mente ha avuto un inizio graduale	»	277
<b>7. La moralità dei bot e delle bestie</b>	»	280
Un'etica basata sui bisogni	»	282

La questione morale	pag.	284
Minacce esistenziali	»	294
Altre minacce per gli animali	»	306
Altre minacce che provengono dalle macchine	»	314
Bisogno, non avidità	»	322
<b>8. L'etica dell'intelligenza artificiale</b>	»	324
L'etica della medicina come modello per un'etica dell'intelligenza artificiale	»	325
I principi di Asilomar	»	329
Principi <i>vs</i> preferenze	»	336
I valori nei principi	»	340
Implementare l'etica nei sistemi di intelligenza artificiale	»	347
Un'intelligenza artificiale etica	»	353
Suggerimenti di policy	»	354
<b>Ringraziamenti</b>	»	359
<b>Note</b>	»	361



# Prefazione

---

Una gazza può riconoscersi in uno specchio e un polpo può aprire un vasetto per arrivare al cibo. Un computer IBM ha vinto un dibattito con il pubblico sui costi e i benefici dell'intelligenza artificiale e le automobili stanno cominciando a guidarsi da sole. In che misura computer e animali possono essere all'altezza degli esseri umani a livello intellettuale?

Grazie a diverse sue caratteristiche quali la capacità di prendere decisioni, l'apprendimento e la creatività, l'intelligenza umana non è solo una questione di quoziente intellettuale. Queste caratteristiche sono quelle in base alle quali vengono valutati i computer intelligenti e gli animali. La capacità di imparare a imparare è solo uno dei vantaggi di cui gli esseri umani dispongono rispetto ai computer attuali e alle bestie. La consapevolezza ha avuto inizio solo allorché un animale come il pesce ha sviluppato un cervello sufficientemente grande da combinare i pensieri. L'intelligenza artificiale sta progredendo, ma non è ancora arrivata a eguagliare capacità umane quali la consapevolezza, il provare emozioni e la creatività. Queste conclusioni portano con sé delle implicazioni importanti per il trattamento morale degli animali e dei computer intelligenti.

In questo libro, affronterò il primo confronto sistematico delle intelligenze delle macchine, degli umani e di al-

tri animali. Attingerò dalla filosofia un metodo in grado di attribuire capacità mentali a dei soggetti non umani e un approccio all'etica basato sui bisogni vitali. La psicologia e le neuroscienze forniscono i meccanismi che sostengono l'intelligenza. La valutazione dei limiti dell'approccio attuale all'intelligenza artificiale ci fornisce un chiaro modello per ricerche future che vogliono avvicinarsi a un'intelligenza di livello umano. Raccomanderò delle politiche per assicurarsi che tali sviluppi promuovano la soddisfazione dei bisogni umani.

Materiali aggiuntivi e link per i siti web menzionati in questo libro sono disponibili sul sito [paulthagard.com](http://paulthagard.com).

# 1

## Attribuire una mente alle macchine e agli animali

---

La mia amica Laurette ha due gatti, Zhanna e Pixie, raffigurati nella Figura 1.1. Quando Laurette coccola Zhanna, spesso Pixie interviene attaccando Zhanna. Per analogia con gli umani, è naturale interpretare il comportamento di Pixie come un moto di gelosia, ma forse Pixie sta solo tentando di affermare che è il felino dominante o di marcare il territorio. Quali stati mentali possiamo attribuire a tali animali? Uso il termine “animali” nel senso di “animali non umani”, mentre a volte utilizzo allo stesso scopo il termine “bestia”.



*Figura 1.1 – Zhanna e Pixie. Foto di Laurette Larocque*

Ascrivere degli stati mentali alle macchine induce un dilemma simile a quello generato dalle menti animali: quand'è che tale attribuzione è giustificata? Quando annuncio al mio Amazon Echo che sono a casa, a volte Alexa mi risponde, "Bene, salve, sono felice che tu sia qui". Alexa è davvero felice che sia a casa, oppure questa risposta è una frase in scatola preparata da un essere umano? Analogamente, esistono oggi delle automobili che si guidano da sole che girano per le strade della città realmente guidando da sole, oppure stanno seguendo dei comandi prodotti da programmatori umani? Com'è possibile dire se le macchine abbiano degli stati mentali? Utilizzo il termine "bot" per descrivere sia i robot sia gli altri tipi di intelligenza prodotti dai computer.

Cent'anni fa, gli umani sembravano i soli esseri intelligenti sul pianeta Terra. Le persone mostravano la loro intelligenza sviluppando l'arte, la letteratura, la scienza, la matematica, la tecnologia e dando vita a organizzazioni complesse. Al confronto, animali come i gatti, i cani e le mucche sembravano piuttosto tonti. E una macchina come la Ford T sembrava ancora più tonta.

Ma consideriamo il corvo della Nuova Caledonia, una specie che vive su un'isola vicino all'Australia. Questi uccelli si nutrono di noci, semi e insetti, ma vanno ben oltre al solo beccare qualunque cosa sembri gustosa. Per afferrare i vermi che si nascondono nelle fessure, i corvi modificano i rami e le foglie per trasformarli in strumenti da inserire appunto in quelle fessure. Quando i vermi mordono quegli strumenti, i corvi li tirano fuori e se li divorano. Non solo i corvi stanno utilizzando gli strumenti, ma stanno usando i loro becchi per creare quegli strumenti, piegando rami e foglie finché non abbiano la forma giusta.

Anche altre bestie sono capaci di notevoli dimostrazioni di intelligenza. Le api possono imparare il luogo delle fonti di cibo ed eseguire danze che informano le altre api dove trovarle. I polpi possono risolvere problemi complessi, come togliere un coperchio da un barattolo o imparare a muoversi in un labirinto. I cani delle praterie comunicano gli uni con



gli altri con segnali che indicano le dimensioni e la forma di eventuali intrusi. Gli elefanti mostrano emozioni complesse, compreso il dolore a seguito di un distacco. I cani possono sintonizzarsi sullo stato emotivo dei loro padroni. I delfini usano dei click per comunicare gli uni con gli altri. Le balene utilizzano dei suoni per coordinare le attività di gruppo. Uno scimpanzé ha imparato 350 segni del linguaggio americano dei segni e ne ha insegnati alcuni al figlio. I bonobo – o scimpanzé nani – usano il sesso per risolvere i conflitti all'interno del gruppo. I membri di almeno otto specie possono riconoscere se stessi in uno specchio: tra questi, gli oranghi, i gorilla, i maiali e le gazze.

Anche le macchine si stanno rivelando molto più intelligenti di quanto si pensasse da principio. Un secolo fa, l'apparecchio più vicino a una macchina intelligente era un calcolatore meccanico che utilizzava delle manovelle per fare le somme. Negli anni Quaranta, poi, sono stati sviluppati dei computer più flessibili, e nel 1956 è nato il campo dell'intelligenza artificiale. Noto anche come "intelligenza delle macchine" o "intelligenza computazionale", questo campo ha visto una crescita straordinaria e sta avendo un impatto enorme sulla tecnologia odierna. Molte aziende stanno sviluppando i veicoli senza guidatore, mentre le persone si sono abituate a utilizzare efficaci sistemi di riconoscimento vocale come Alexa di Amazon o Siri di Apple.

Alcuni tecnologi sono proiettati verso una "singolarità", allorché le macchine avranno superato l'intelligenza umana. Altri sono più preoccupati: Bill Gates, Stephen Hawking ed Elon Musk hanno pronunciato cupie profezie sui rischi che un futuro dominio dell'intelligenza artificiale potrebbe rappresentare per l'umanità. L'avverarsi o meno di tali profezie dipende da un'attenta valutazione dello stato attuale e delle prospettive a lungo termine dell'intelligenza delle macchine.

I computer sono già oggi più intelligenti dei gatti? Al momento un gatto randagio è ancora in grado di muoversi nel suo habitat e di procurarsi energia in modo più efficace di qualunque robot, ma i gatti sono inferiori a quei computer

in grado di elaborare il linguaggio e di giocare giochi complessi. Un paragone tra le capacità mentali di un bot e di un animale non può basarsi su un'unica dimensione – come, per esempio, il quoziente intellettivo – ma necessita, al contrario, di una definizione più ampia di intelligenza.

### **Che cos'è l'intelligenza?**

Valutare l'intelligenza delle macchine, degli esseri umani e degli altri umani sembra richiedere innanzitutto una definizione di ciò che si intende per intelligenza. Ma qualunque definizione viene sempre messa in discussione da controesempi e circolarità, e ben poco aiuto viene dalle definizioni di intelligenza presenti nei dizionari – per esempio quella che la intende come “la capacità di acquisire e applicare la conoscenza”, oppure “la capacità di imparare e capire”. Una recente raccolta di saggi sull'intelligenza, curata da Robert Sternberg, comprende dieci definizioni tra loro incompatibili. La più sciocca definisce l'intelligenza come ciò che viene misurato dal quoziente intellettivo, il che equivale a dire che il valore è ciò che viene misurato dal denaro. Così come il valore è qualcosa che va ben al di là del denaro, l'intelligenza va ben oltre le capacità linguistiche e logiche valutate dal quoziente intellettivo.

Anziché inseguire una definizione, seguo Greg Murphy e altri psicologi nell'offrire tre aspetti del concetto di intelligenza: esempi di persone intelligenti, caratteristiche tipiche rilevate in quegli esempi, spiegazioni fornite dal concetto. Chiunque converrà che, tra le persone intelligenti, possiamo includere Albert Einstein, Marie Curie, Thomas Edison, Jane Austen, Confucio, Ludwig van Beethoven e Martin Luther King Jr.

Analogamente, possiamo identificare caratteristiche tipiche dell'intelligenza senza preoccuparci se esse forniscano una definizione rigorosa che si applica a tutti o solo agli esempi di intelligenza. Tali caratteristiche comprendono la

capacità di risolvere i problemi, l'apprendimento, la comprensione e il ragionamento. Questa lista è solo un inizio, che nel Capitolo 2 allargherò fino a includere la percezione, la pianificazione, la decisione, l'astrazione, la creazione, il provare delle sensazioni, l'agire e il comunicare.

Come altri concetti, anche l'intelligenza ha un ruolo esplicativo, nel senso che ci dice quali capacità mentali permettono alle persone, alle macchine e agli animali di risolvere problemi complessi, di apprendere rapidamente e di mostrare creatività. Utilizziamo il concetto di intelligenza per spiegare perché alcune persone appaiono più veloci ed efficaci nell'eseguire dei compiti, nel capire degli eventi sconceranti, nell'apprendere e nel ragionare. Muovendosi nell'altra direzione, gli psicologi cercano di spiegare l'origine dell'intelligenza partendo da fattori come la genetica, l'ambiente sociale e la motivazione. L'intelligenza delle macchine viene spiegata dagli algoritmi che permettono ai computer di risolvere dei problemi e di apprendere, come dimostrato dai principali esempi attuali di intelligenza artificiale.

## **Sei macchine intelligenti**

Il campo dell'intelligenza delle macchine è nato negli anni Cinquanta, allorché sono stati realizzati per la prima volta dei computer potenti. Nel 1956, Allen Newell, John Clifford Shaw e Herbert Simon hanno sviluppato un rivoluzionario programma di intelligenza artificiale chiamato "The Logic Theorist" – "il teorico logico". Da principio, i progressi sono stati lenti, giacché i problemi che i ricercatori ritenevano che sarebbero stati facili da risolvere con i computer si rivelarono molto più sfidanti. A partire dal 2010, tuttavia, la ricerca in questo campo è decollata, segnando numerosi successi commerciali.

Dal momento che i computer intelligenti operano in contesti diversissimi, non ha senso stilare una classifica che si basi sulla loro intelligenza. Piuttosto, di seguito ecco una

lista senza alcun ordine di quelli che ritengo alcuni dei più sorprendenti risultati nel campo delle macchine intelligenti.

### *Watson di IBM*

Nel 2011, il sistema informatico Watson di IBM ha partecipato al quiz televisivo *Jeopardy!*, battendo sonoramente due campioni in carne e ossa grazie alla sua capacità di rispondere a un ampio ventaglio di domande con velocità e accuratezza. Da allora, Watson è diventato per IBM un progetto centrale, con applicazioni che comprendono la medicina, il mondo delle imprese e il settore legale, utilizzando tecniche che vanno ben oltre l'originaria capacità di Watson di rispondere a delle domande.

I risultati conseguiti da Watson assomigliano a molte delle caratteristiche tipiche dell'intelligenza. Watson risolve problemi legati alle diagnosi mediche e può imparare a trarre una generalizzazione dai dati, per esempio, per fornire soluzioni a problemi delle aziende, quali la tassazione. Le capacità linguistiche di Watson gli consentono di elaborare il linguaggio in forma sia vocale che scritta e di generare discussioni. Watson mostra perfino scintille di creatività – come quando lo Chef Watson genera ricette che sono al contempo originali e stuzzicanti.

### *AlphaZero di DeepMind*

Nel 1997, i programmi informatici potevano battere i giocatori umani sia negli scacchi che a dama. Il gioco di Go è più sfidante, perché la scacchiera più grande consente un maggior numero di mosse possibili. Ciononostante, nel 2016 il miglior giocatore di Go al mondo è stato sconfitto da AlphaGo, un programma prodotto da DeepMind, oggi una divisione di Alphabet, l'azienda proprietaria di Google. AlphaGo ha perfino dimostrato sprazzi di creatività esco-

gitando mosse che hanno sorpreso gli esperti di Go dimostrandosi efficaci.

Quel che è ancora più sorprendente è che una versione chiamata AlphaZero ha avuto perfino più successo pur senza alcun addestramento umano, avendo cioè imparato a giocare solo attraverso l'esperienza di competere contro se stessa. Con sole quattro ore di autoaddestramento negli scacchi, AlphaZero è diventata capace di battere i maggiori giocatori non umani di scacchi. DeepMind ha avuto analoghi successi anche con problemi altrettanto complessi, quali imparare a giocare a videogame e prevedere il ripiegamento delle proteine.

### *Le automobili a guida autonoma*

Le persone danno per scontato che guidare sia un'attività semplice, che qualunque sedicenne è in grado di svolgere<sup>1</sup>, ma essa richiede il riconoscimento degli oggetti, la pianificazione dell'itinerario, nonché imparare a guidare meglio. I primi tentativi con i veicoli senza guidatore non hanno avuto successo perché i veicoli non erano in grado di distinguere un'autostrada da un'uscita, una roccia da un'ombra. La vera svolta è avvenuta nel 2005, quando più di venti veicoli prodotti da aziende diverse sono riuscite a completare un difficile percorso nel deserto su una distanza di 132 miglia (212 km).

Dal 2005, la tecnologia delle automobili a guida autonoma è migliorata costantemente, permettendo loro di riconoscere degli schemi e di prendere delle decisioni in ambienti complessi. L'intelligenza delle macchine è già all'opera nell'assistere i guidatori di migliaia di veicoli Tesla e numerose aziende sperano di produrre veicoli completamente autonomi nel giro del prossimo decennio. Tra le principali,

<sup>1</sup> Negli USA, in Canada e in altri Paesi, come noto, la patente di guida per le automobili si può conseguire già a 16 anni [Ndt].

Waymo (una sussidiaria di Alphabet), Tesla, General Motors, Ford, BMW e Uber. Non vedo l'ora di essere portato a spasso da un veicolo privo di quei vuoti d'attenzione così frequenti negli esseri umani soggetti alla stanchezza, alla distrazione e all'abuso di sostanze.

### *Alexa e gli altri assistenti virtuali*

Ho dettato la prima stesura di questo capitolo usando Dragon NaturallySpeaking, un programma prodotto dalla società Nuance. Questo programma mi permette di buttar giù le mie idee in modo molto più efficiente e con considerevole minor stress fisico di quanto comporti scrivere in modo tradizionale. Il riconoscimento del discorso risolve lo spinoso problema di trasformare il linguaggio parlato in un testo per il computer. Utilizzo anche il sistema di riconoscimento vocale di Apple per dettare le e-mail e Alexa, di Amazon, per sentire la musica.

Il riconoscimento vocale digitale ha avuto inizio negli anni Sessanta, ma c'è voluto mezzo secolo prima che diventasse efficace. Siri, di Apple, è nato con l'iPhone 4, nel 2011. I sistemi di riconoscimento vocale sono intelligenti nel senso che essi risolvono un problema difficile utilizzando il *machine learning* (o apprendimento delle macchine) per produrre la capacità di trasformare un discorso in un testo.

### *Google Translate*

Per aiutarmi nelle mie letture in francese, uso spesso Google Translate, che funziona bene con le parole, le frasi e i documenti interi. I primi tentativi di una macchina per tradurre, che risalgono agli anni Cinquanta, producevano troppi errori per risultare davvero efficaci e rivoluzionari. Babel Fish, il primo servizio di traduzione basato sul web, disponibile a partire dal 1997, produceva risultati risibili allorché le