Logica, ragionamento, e *Large Language Models*: uno sguardo critico

Guido Sciavicco[1] guido.sciavicco@unife.it

11 Giugno 2025

[1] Applied Computational Logic and Artificial Intelligence (ACLAI) Laboratory,
Department of Mathematics and Computer Science, University of Ferrara, Italy

Introduzione: problemi ed algoritmi

L'universo ci presenta ogni giorno dei problemi.
Alcuni di questi sono problemi computazionali, e
sono quelli interessanti per noi,
altri non sono computazionali, e qui li ignoreremo.

Introduzione: problemi ed algoritmi

L'universo ci presenta ogni giorno dei problemi.
Alcuni di questi sono problemi computazionali, e
sono quelli interessanti per noi,
altri non sono computazionali, e qui li ignoreremo.

Turing ci ha insegnato che non tutti i problemi
computazionali sono risolvibili
e che anche tra quelli risolvibili da una macchina,
alcuni sono cosi complessi intrinsecamente
da avere soluzioni algoritmiche che saranno per
sempre da noi irraggiungilibi

Introduzione: problemi ed algoritmi

L'universo ci presenta ogni giorno dei problemi.
Alcuni di questi sono problemi computazionali, e
sono quelli interessanti per noi,
altri non sono computazionali, e qui li ignoreremo.

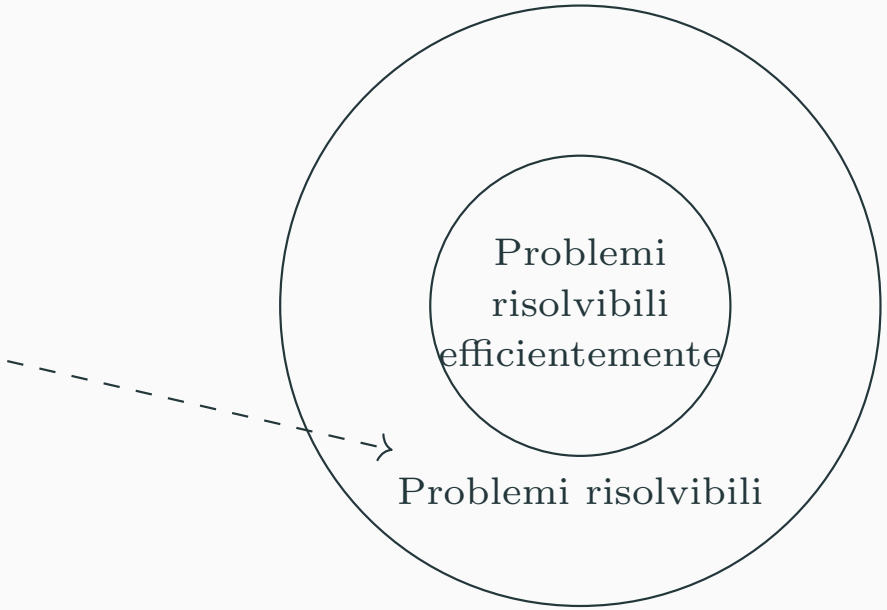
Turing ci ha insegnato che non tutti i problemi
computazionali sono risolvibili
e che anche tra quelli risolvibili da una macchina,
alcuni sono cosi complessi intrinsecamente
da avere soluzioni algoritmiche che saranno per
sempre da noi irraggiungilibi

Inoltre, alcuni problemi computazionali
sono ben definiti ma non hanno
una caratterizzazione matematica utile.
Questi problemi non sono neppure giudicabili
come 'risolvibili' o 'non risolvibili',
e sfuggono a questa classificazione.

Introduzione: problemi ed algoritmi

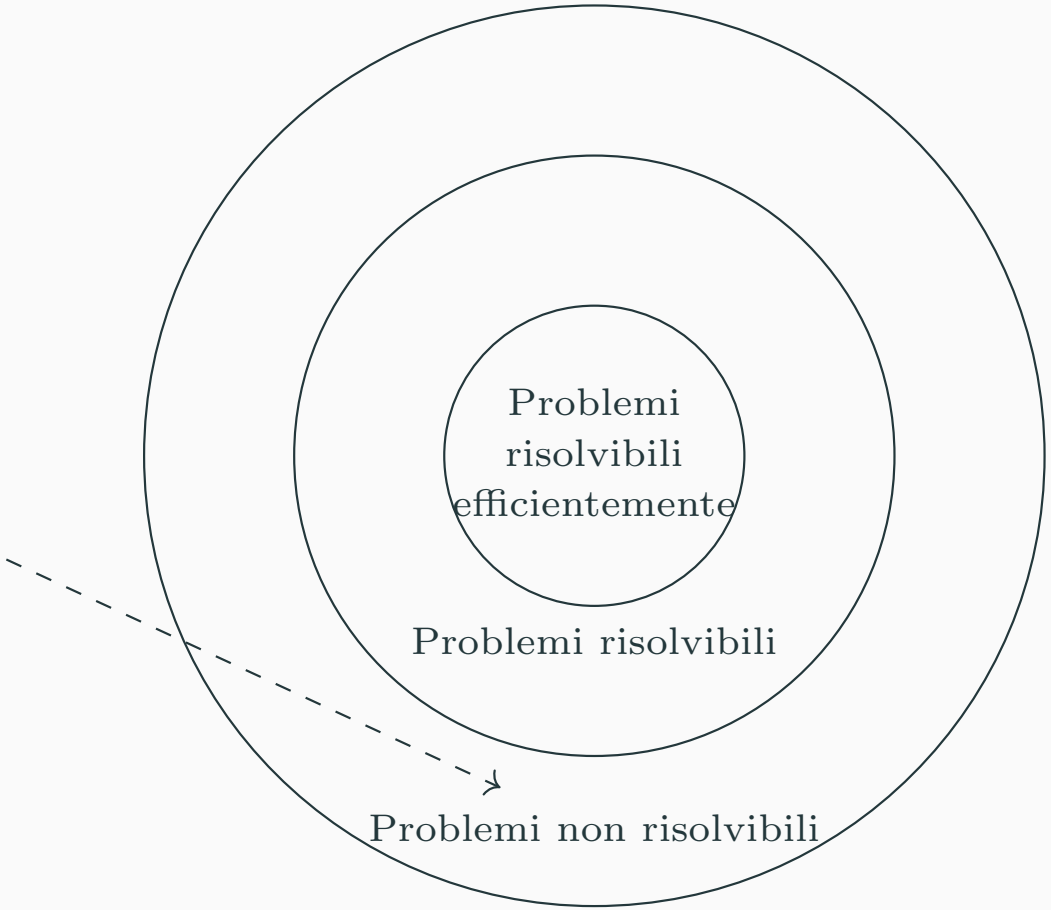
Introduzione: problemi ed algoritmi

Esempio: definire l'orario delle lezioni rispettando tutti i vincoli



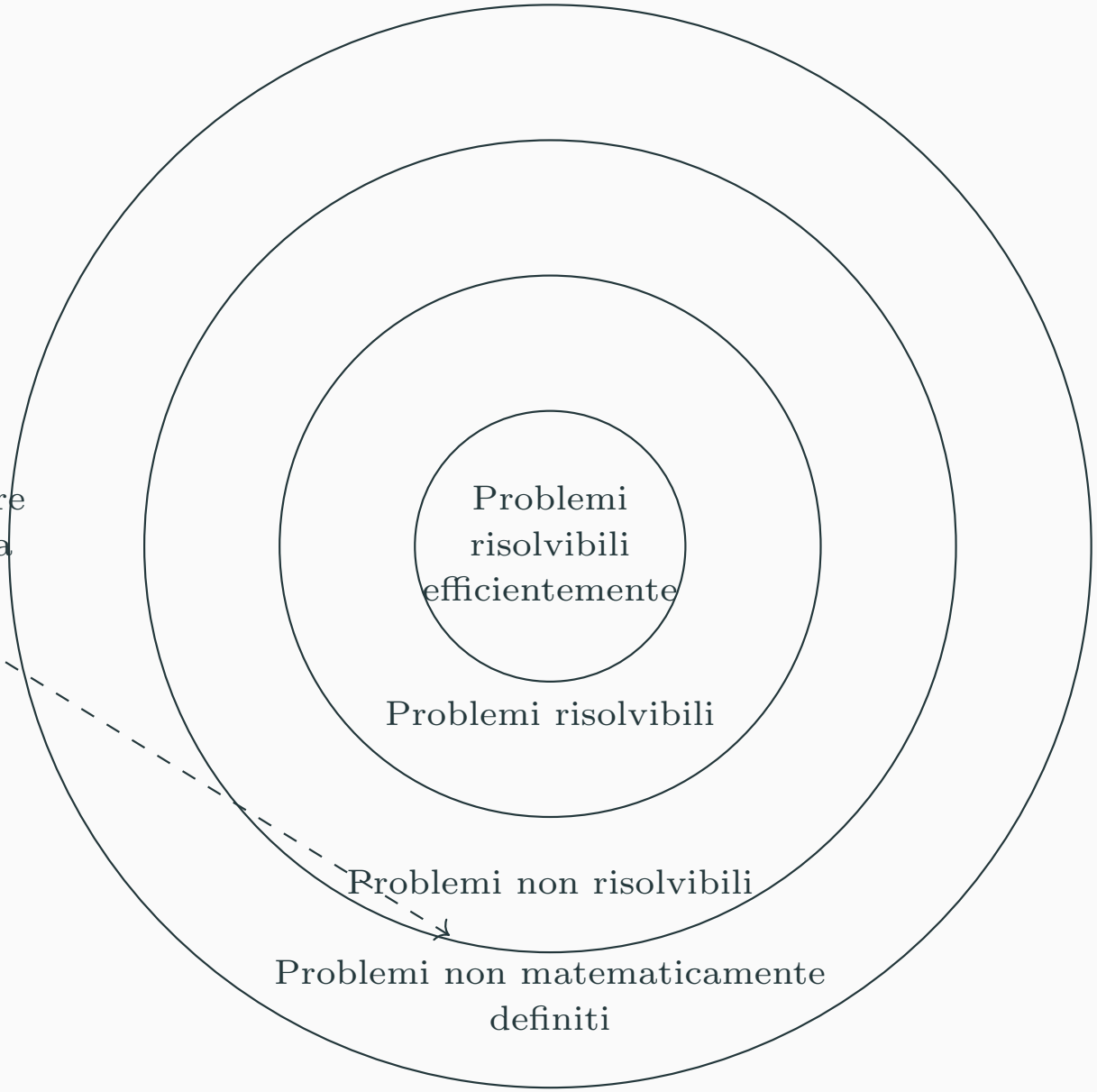
Introduzione: problemi ed algoritmi

Esempio: stabilire se un teorema matematico è corretto

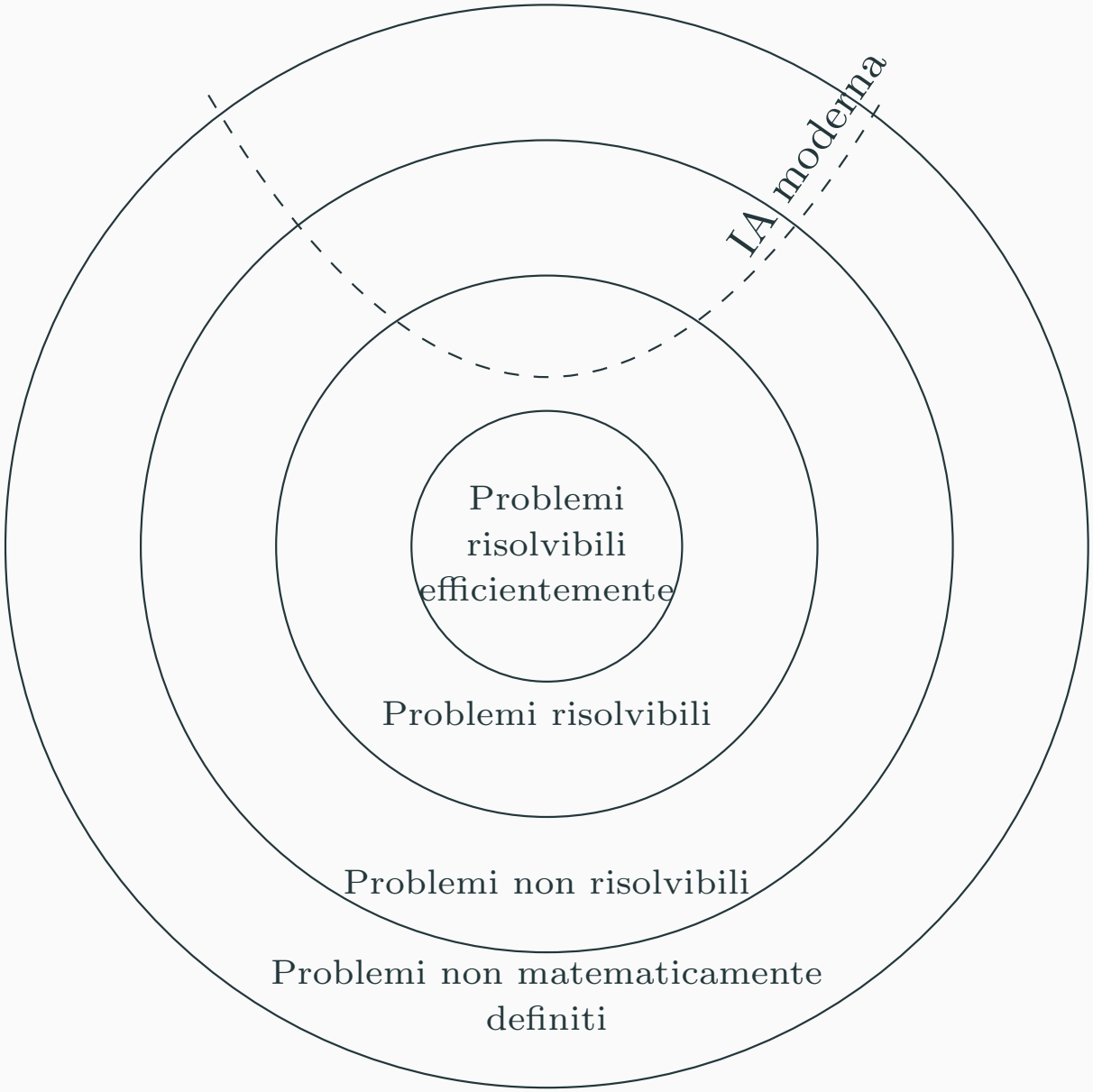


Introduzione: problemi ed algoritmi

Esempio: disagnosticare una condizione medica da un'immagine



Introduzione: problemi ed algoritmi



IA moderna: come funziona?

Nell'informatica classica, fatta principalmente di
problemi risolvibili efficentemente
queste soluzioni sono algoritmi
corretti, completi, terminanti,
che generano soluzioni in maniera predicibile.

IA moderna: come funziona?

Nell'informatica classica, fatta principalmente di
problemi risolvibili efficentemente
queste soluzioni sono algoritmi
corretti, completi, terminanti,
che generano soluzioni in maniera predicibile.

Nella IA moderna ci si basa sui dati
che possono essere visti come esempi di soluzione,
che vengono analizzati statisticamente
e attraverso meta-algoritmi diventano essi stessi
algoritmi creati automaticamente.

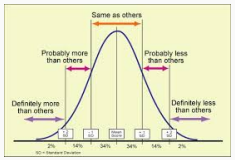
IA moderna: come funziona?

Quindi si parte da dati collezionati in un insieme

IA moderna: come funziona?

Quindi si parte da dati collezionati in un insieme

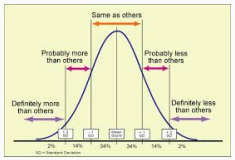
Questi vengono analizzati in maniera sistematica per comprenderne le caratteristiche



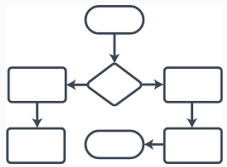
IA moderna: come funziona?

Quindi si parte da dati collezionati in un insieme

Questi vengono analizzati in maniera sistematica per comprenderne le caratteristiche



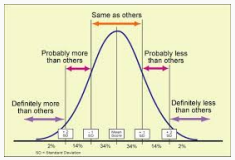
e viene costruito un algoritmo sulla base di queste analisi



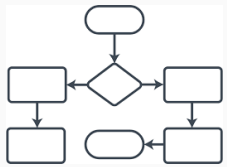
IA moderna: come funziona?

Quindi si parte da dati collezionati in un insieme

Questi vengono analizzati in maniera sistematica per comprenderne le caratteristiche



e viene costruito un algoritmo sulla base di queste analisi



IA moderna e intelligenza generale

Nel caso dei moderni *Large Language Models* (come chatGPT!)
il dato con cui i meta-algoritmi si allenano
è composto principalmente da testo.

Nel caso dei moderni *Large Language Models* (come chatGPT!)
il dato con cui i meta-algoritmi si allenano
è composto principalmente da testo.

Quessto permette di ottenere dei modelli statistici del linguaggio
basati su un'idea chiamata semantica distribuzionale
che può essere riassunta in una frase:
il significato di un termine dipende dal suo contesto

Attraverso quest'idea, possiamo imitare un processo intelligente nel quale la macchina dà l'impressione di comprendere un discorso e rispondere in maniera coerente.

IA moderna e intelligenza generale

Attraverso quest'idea, possiamo imitare un processo intelligente nel quale la macchina dà l'impressione di comprendere un discorso e rispondere in maniera coerente.

"I gatti sono così intuitivi che si può dire abbiano un sesto senso"

Attraverso quest'idea, possiamo imitare un processo intelligente nel quale la macchina dà l'impressione di comprendere un discorso e rispondere in maniera coerente.

"I gatti sono così intuitivi che si può dire abbiano un sesto senso"

IA moderna e intelligenza generale

Attraverso quest'idea, possiamo imitare un processo intelligente nel quale la macchina dà l'impressione di comprendere un discorso e rispondere in maniera coerente.

"Su questa strada si può procedere in entrambe le direzioni: si dice che è a doppio senso"

Attraverso quest'idea, possiamo imitare un processo intelligente nel quale la macchina dà l'impressione di comprendere un discorso e rispondere in maniera coerente.

"Su questa strada si può procedere in entrambe le direzioni: si dice che è a doppio senso"

IA moderna e intelligenza generale ?

E' possibile però affermare che questo comportamento denoti intelligenza nel senso in cui siamo abituati? Qual è la definizione? Ne esiste una sola? Qual è il legame con il processo di ragionamento?

IA moderna e intelligenza generale ?

E' possibile però affermare che questo comportamento
denoti intelligenza nel senso in cui siamo abituati?
Qual è la definizione? Ne esiste una sola? Qual è il legame
con il processo di ragionamento?

Ragionamento:[enc. Treccani]"Nella logica antica,
ogni processo discorsivo della mente o ragione,
che, muovendo da alcune premesse, perviene ad una conclusione."

IA moderna e intelligenza generale ?

Recentemente, molti ricercatori
si sono posti questa domanda,
e cercato modi di rispondere

GSM8K

Recentemente, molti ricercatori
si sono posti questa domanda,
e cercato modi di rispondere

K. Cobbe, V. Kosaraju, M. Bavarian, and others. Training verifiers to solve math word problems. 2021

GSM8K

Math comp.

Recentemente, molti ricercatori
si sono posti questa domanda,
e cercato modi di rispondere

D. Hendrycks, C. Burns, and others.
Measuring mathematical problem solving with the MATH dataset. 2021

IA moderna e intelligenza generale ?

GSM8K

Math comp.

Recentemente, molti ricercatori
si sono posti questa domanda,
e cercato modi di rispondere

Rule Taker

P. Clark, O. Tafjord, and K. Richardson.
Transformers as soft reasoners over language. 2020

IA moderna e intelligenza generale ?

GSM8K

Math comp.

Recentemente, molti ricercatori
si sono posti questa domanda,
e cercato modi di rispondere

Rule Taker

Proof Writer

O. Tafjord, B. Dalvi, and P. Clark.
ProofWriter: Generating implications, proofs, and abductive statements over natural language. 2021

IA moderna e intelligenza generale ?

GSM8K

Math comp.

Recentemente, molti ricercatori
si sono posti questa domanda, Rule Taker
e cercato modi di rispondere

Proof Writer

FOLIO

S. Han, H. Schoelkopf, Y. Zhao, and others.
FOLIO: natural language reasoning with first-order logic. 2024

IA moderna e intelligenza generale ?

GSM8K

Math comp.

Recentemente, molti ricercatori
si sono posti questa domanda,
e cercato modi di rispondere

Rule Taker

LTLBench

Proof Writer

FOLIO

W. Tang and V. Belle.
Ltlbench: Towards benchmarks for evaluating temporal logic reasoning in large language models. 2024

IA moderna e intelligenza generale ?

GSM8K

Math comp.

ProntoQA

Recentemente, molti ricercatori
si sono posti questa domanda,
e cercato modi di rispondere

Rule Taker

LTLBench

Proof Writer

FOLIO

A. Saparov and H. He.
Language models are greedy reasoners:
A systematic formal analysis of chain-of-thought. 2023

IA moderna e intelligenza generale ?

GSM8K

FLD

Math comp.

ProntoQA

Recentemente, molti ricercatori
si sono posti questa domanda,
e cercato modi di rispondere

Rule Taker

LTLBench

Proof Writer

FOLIO

T. Morishita, G. Morio, A. Yamaguchi, and others. Learning deductive reasoning from synthetic corpus based on formal logic. 2023

IA moderna e intelligenza generale ?

GSM8K

FLD

Math comp.

ProntoQA

E cosa hanno in comune tutti i risultati a queste ricerche?

Rule Taker

LTLBench

Proof Writer

FOLIO

P. Shojaee, I. Mirzadeh, and others.
The Illusion of Thinking: Understanding the Strengths and Limitations of Reasoning Models via the Lens of Problem Complexity. 2025

IA moderna e intelligenza generale ?

Primo. La capacità di arrivare a conclusioni corrette si asssesta su una certa percentuale che poi tende a stabilizzarsi. Questa percentuale varia tra il 60% e l'80%.
(prenderemmo un aereo che atterra correttamente l'80% delle volte?)

IA moderna e intelligenza generale ?

Primo. La capacità di arrivare a conclusioni corrette si asssesta su una certa percentuale che poi tende a stabilizzarsi. Questa percentuale varia tra il 60% e l'80%.
(prenderemmo un aereo che atterra correttamente l'80% delle volte?)

Secondo. Analizzando i ragionamenti ci si accorge che dopo una certa complessità la semantica ditribuzionale fallisce generando allucinazioni, che sono errori imprevedibili, inevitabili, e incorreggibili.

IA moderna e intelligenza generale ?

Primo. La capacità di arrivare a conclusioni corrette si asssesta su una certa percentuale che poi tende a stabilizzarsi. Questa percentuale varia tra il 60% e l'80%.
(prenderemmo un aereo che atterra correttamente l'80% delle volte?)

Secondo. Analizzando i ragionamenti ci si accorge che dopo una certa complessità la semantica ditribuzionale fallisce generando allucinazioni, che sono errori imprevedibili, inevitabili, e incorreggibili.

Terzo. Questo effetto non è destinato a cambiare e pure moltiplicando di molte volte le già enormi risorse destinate all'allenamento, si inizia a sospettare che i limiti siano stati già raggiunti.

Uno sguardo critico: conseguenze

Un sistema che non ragiona ma imita il ragionamento
è uno strumento che non ha alcuna responsabilità.
Non si può accusare nessuno di aver sbagliato, di aver inventato un dato,
di aver risolto incorrettamente un esercizio, di aver costruito
una politica inesistente.

Uno sguardo critico: conseguenze

Un sistema che non ragiona ma imita il ragionamento
è uno strumento che non ha alcuna responsabilità.
Non si può accusare nessuno di aver sbagliato, di aver inventato un dato,
di aver risolto incorrettamente un esercizio, di aver costruito
una politica inesistente.

Make America ChatGPT again: Experts say AI was used to create RFK Jr health report that cited false studies

Uno sguardo critico: conseguenze

Un sistema che non ragiona ma imita il ragionamento
è uno strumento che non ha alcuna responsabilità.
Non si può accusare nessuno di aver sbagliato, di aver inventato un dato,
di aver risolto incorrettamente un esercizio, di aver costruito
una politica inesistente.

Uno sguardo critico: conseguenze

Un sistema che non ragiona ma imita il ragionamento
è uno strumento che non ha alcuna responsabilità.
Non si può accusare nessuno di aver sbagliato, di aver inventato un dato,
di aver risolto incorrettamente un esercizio, di aver costruito
una politica inesistente.

AI Gone Wild: Airline Has to Honor a Refund Policy Its Chatbot Fabricated

Uno sguardo critico: cause profonde

Cosa ci sta portando dove siamo? Questa IA (non tutta la IA è questa!) è caratterizzata, oltre che dalla sua natura tecnica, e per colpa della sua natura tecnica, anche dal tipo di training di hanno bisogno perchè la semantica ditribuzionale abbia senso. I costi, anche limitandoci ai soli costi vivi di hardware e di energia, sono sempre dell'ordine delle decine e delle centinaia di milioni di dollari statunitensi.

Uno sguardo critico: cause profonde

Cosa ci sta portando dove siamo? Questa IA (non tutta la IA è questa!) è caratterizzata, oltre che dalla sua natura tecnica, e per colpa della sua natura tecnica, anche dal tipo di training di hanno bisogno perchè la semantica ditribuzionale abbia senso. I costi, anche limitandoci ai soli costi vivi di hardware e di energia, sono sempre dell'ordine delle decine e delle centinaia di milioni di dollari statunitensi.


INNOVATION > BIG DATA

The Extreme Cost Of Training AI Models

By Katharina Buchholz, Contributor. Katharina Buchholz is a Statista journ... Follow Author

Uno sguardo critico: cause profonde

Questo porta a che solo pochi, grandissimi players possono costruire, mettere a disposizione, e gestire questi modelli, che però adesso sono essenzialmente ovunque. Anche gli sviluppatori piccoli possono inserirli nei loro sofware per renderli migliori (?) sebbene la chiave rimanga sempre in mano ai creatori.

Uno sguardo critico: cause profonde

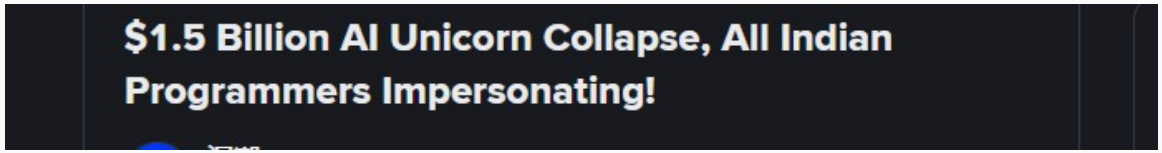
Questo porta a che solo pochi, grandissimi players possono costruire, mettere a disposizione, e gestire questi modelli, che però adesso sono essenzialmente ovunque. Anche gli sviluppatori piccoli possono inserirli nei loro sofware per renderli migliori (?) sebbene la chiave rimanga sempre in mano ai creatori.

Uno sguardo critico: cause profonde

E cosa accade se questi player staccano la spina?
Che (come in parte già succede) il bisogno, una volta creato diventa a pagamento, allo scopo di rientrare nell'incredibile investimento. Questo crea anche delle situazioni limite!

Uno sguardo critico: cause profonde

E cosa accade se questi player staccano la spina?
Che (come in parte già succede) il bisogno, una volta creato diventa a pagamento, allo scopo di rientrare nell'incredibile investimento. Questo crea anche delle situazioni limite!



Conclusione: è tutto sbagliato?

Questa IA basata sulla semantica distribuzionale
non è certamente inutile, se correttamente usata.
L'idea è che sovrebbe essere impiegata unicamente per
task ripetitivi, analogici, con un alto
tasso di errore ammesso.

Conclusione: è tutto sbagliato?

Questa IA basata sulla semantica distribuzionale
non è certamente inutile, se correttamente usata.
L'idea è che sovrebbe essere impiegata unicamente per
task ripetitivi, analogici, con un alto
tasso di errore ammesso.

Inoltre, dovrebbe essere impiegata unicamente per
task le cui soluzioni siamo in grado di controllare
perchè in assenza di un algoritmo responsabile e fatto di
passaggi logici gli errori non solo sono parte
del processo, ma non possono essere evitati.

Conclusione: task si, task no

Esempi di task che sono safe includono
la lettura automatica e riassunto di documenti,
la scrittura di documenti anche ufficiali che riportano dati
e nozioni, e la realizzazione di attività e creazioni anche
artistiche: se sono in grado di descrivere una situazione, e voglio
rappresentarla graficamente, sono certamente autorizzato
a lasciare che un sistema automatico lo faccia per me.

Conclusione: task si, task no

Esempi di task che sono safe includono
la lettura automatica e riassunto di documenti,
la scrittura di documenti anche ufficiali che riportano dati
e nozioni, e la realizzazione di attività e creazioni anche
artistiche: se sono in grado di descrivere una situazione, e voglio
rappresentarla graficamente, sono certamente autorizzato
a lasciare che un sistema automatico lo faccia per me.

Esempi di task che non sono safe includono
la realizzazione di prodotti e soluzione di problemi
che altrimenti non sarei in grado di risolvere,
perchè non può essere attribuito alcun grado di responsabilità,
diretta o indiretta, ad un sistema statistico che
non può, per sua natura, esplicitare le decisioni.

Conclusione