



Figura 1. ©13\_Phunkod/Shutterstock

## ChatGPT alla prova con la matematica

È recentissima la notizia che un gruppo di esperti mondiali in tema di intelligenza artificiale, tra cui Elon Musk e Steve Wozniak (Apple), ha chiesto di [sospendere per almeno sei mesi](#) la ricerca sulle intelligenze artificiali in grado di competere con gli esseri umani. Tra esse c'è anche GPT-4, la nuova versione dell'IA alla base di ChatGPT.

### Cos'è ChatGPT

ChatGPT si può classificare tra i **chatbot**, cioè dei **simulatori di conversazioni**. Dopo essersi iscritto gratuitamente, un utente può porre a ChatGPT delle domande e ricevere delle risposte, intavolando una conversazione. L'idea non è nuova: i primi *chatbot* della storia, **ELIZA** e **PARRY** (che simulavano, rispettivamente, uno psicoterapista e un paziente schizofrenico), risalgono agli anni Sessanta e Settanta del Novecento. Le loro risposte erano molto brevi e spesso generiche, non personalizzate come quelle di ChatGPT. Si trattava di software tradizionali, che non utilizzavano gli strumenti informatici di quella che oggi chiamiamo **intelligenza artificiale**.

```
File Edit Options Buffers Tools Help
I am the psychotherapist. Please, describe your problems.
Each time
you are finished talking, type RET twice.
I have a terrible headache.
Maybe you should consult a doctor of medicine, I am a psychiatrist.
Okay, I'll do that then.
Can you elaborate on that?
What are you talking about? No I cannot elaborate. See you later.
Why do you say that?
Now you're just talking nonsense!
What makes you believe now I am just talking nonsense?
You are not making any sense.
Perhaps your plans have something to do with this.
-u:** *doctor* (Doctor Fill)--L1--Top-----
```

Figura 2. ©Ysangkok/Wikipedia

Ai tempi, la ricerca in questi ambiti era spinta dalla curiosità di esplorare la possibilità di comunicazioni tra uomo e macchina (paradossalmente, con l'obiettivo di dimostrarne la superficialità). Oggi, dietro allo sviluppo dei *chatbot* più d'avanguardia si nascondono anche motivi economici, che spiegano per esempio le ingenti donazioni di Microsoft a OpenAI, la compagnia che ha sviluppato ChatGPT. I *chatbot*, infatti, sono già entrati nelle nostre vite sotto la forma di assistenti digitali legati a prodotti o servizi sempre più pervasivi: due esempi sono **Siri** e **Alexa**.

La novità di ChatGPT rispetto ai *chatbot* precedenti è non tanto l'uso di una rete neurale, quanto il suo

**livello di complessità** (sono dichiarati 175 milioni di parametri) e la **quantità di dati** utilizzata per il suo addestramento (25 petabyte, ovvero 25 milioni di terabyte). Alla base di ChatGPT, però, si ritrova un'idea già presente in alcuni studi di linguistica degli anni Cinquanta del Novecento: si possono realizzare dei **modelli probabilistici** di costruzione delle frasi, studiando grandi quantità di testi e calcolando su questo campione qual è la probabilità che una frase incompleta prosegua con una specifica parola.

Di recente, ChatGPT e altre applicazioni dell'intelligenza artificiale dall'enorme capacità di output, come [Midjourney](#) per generare immagini, hanno provocato molto clamore, dato che rischiano di **mettere in crisi** intere filiere basate sulla produzione originale di contenuti. Per esempio, nel febbraio 2023 una prestigiosa

rivista di racconti di fantascienza [ha chiuso temporaneamente la valutazione di nuovi racconti](#), dato che la piccola redazione è stata sommersa di proposte generate da intelligenze artificiali.

Un altro rischio dei *chatbot* è la **diffusione di contenuti scorretti** e la conseguente disinformazione che ne risulta. Questo può accadere non solo a causa di azioni deliberate, ma anche per i limiti stessi dei *chatbot*. Infatti, ChatGPT (almeno, nella versione Mar 14 utilizzata negli esperimenti che descriveremo tra poco) non è ancora in grado di produrre testi i cui contenuti siano sempre accurati, soprattutto quando il discorso riguarda questioni tecniche. Inoltre, non è sempre in grado di correggere i propri errori, contrariamente a quanto pubblicizzato sul sito ufficiale. Questi limiti si riscontrano non solo nelle materie STEM, ma anche in altre discipline, tra cui la [musica](#).

### Come se la cava ChatGPT con la matematica del liceo?

Mettiamo alla prova il *chatbot* con delle domande che si possono incontrare negli studi degli ultimi anni della scuola superiore. Si tratta di un esperimento di ambito circoscritto, nel quale è possibile stabilire in breve tempo se un discorso, o più propriamente un ragionamento, sia ben fondato e corretto. Un giudizio più ampio su ChatGPT richiederebbe uno studio più sistematico e approfondito; nella sitografia si trova un link a un articolo scientifico che analizza alcuni limiti del *chatbot*.

Per quanto riguarda il nostro esperimento, riportiamo dapprima l'interazione con ChatGPT, poi un commento alla risposta fornita. Per chi volesse ripeterlo (se e quando il *chatbot* [ritornerà accessibile dall'Italia](#)) ricordiamo che, per la natura stessa di ChatGPT, le risposte riportate di seguito sono state generate sul momento, non sono predefinite. La stessa domanda posta due volte, come vedremo, può ricevere risposte diverse; anzi, sarebbe sorprendente il contrario.

Iniziamo chiedendo a ChatGPT di dare la definizione di **funzione iniettiva**. L'argomento si trova in tutto il percorso del triennio e la domanda non richiede alcuna dimostrazione o argomentazione.

Potresti darmi la definizione di funzione iniettiva?

Certamente! Una funzione si dice iniettiva se ogni elemento del dominio della funzione viene associato a un solo elemento del codominio. In altre parole, se due elementi diversi del dominio vengono associati a due elementi diversi del codominio, allora la funzione è iniettiva.

Un modo formale di esprimere la definizione di funzione iniettiva è il seguente: una funzione  $f: A \rightarrow B$  è iniettiva se per ogni coppia di elementi  $x, y$  appartenenti ad  $A$ , se  $f(x) = f(y)$ , allora  $x = y$ .

La risposta è sostanzialmente corretta e ChatGPT si difende bene anche nell'enunciare definizioni più complesse, come quella di funzione strettamente crescente e quella di funzione convessa. Una possibile spiegazione è che si tratta di **definizioni consolidate**, che nel dataset di allenamento probabilmente sono comparse con variazioni minime. Inoltre, come già osservato, questo tipo di risposte non richiede dimostrazioni o ragionamenti.

Dato che ChatGPT riesce a ricostruire correttamente la definizione di funzione iniettiva, chiediamogli di verificare se una funzione assegnata in input gode di questa proprietà. A differenza della precedente, si tratta di una domanda che richiede una giustificazione della risposta fornita.

La funzione  $f(x) = x^2 - x - 1$  è iniettiva?

Per determinare se la funzione  $f(x) = x^2 - x - 1$  è iniettiva, dobbiamo verificare se per ogni coppia di elementi distinti  $x$  e  $y$  del dominio, la funzione assume valori distinti.

Quindi, supponiamo che esistano due numeri reali distinti  $x$  e  $y$  tali che  $f(x) = f(y)$ . Ciò significa che:

$$x^2 - x - 1 = y^2 - y - 1$$

Semplificando, abbiamo:

$$x^2 - y^2 - x + y = 0$$

Fattorizzando la differenza di quadrati e semplificando ulteriormente, abbiamo:

$$(x - y)(x + y - 1) = 0$$

Quindi, abbiamo due possibilità:

- $x - y + 1 = 0$ , ovvero  $x = y - 1$
- $x + y - 1 = 0$ , ovvero  $x = 1 - y$

In entrambi i casi, otteniamo che  $x$  dipende da  $y$ , quindi la funzione  $f(x) = x^2 - x - 1$  non è iniettiva.

In termini intuitivi, possiamo vedere che la funzione  $f$  ha un punto di minimo in corrispondenza di  $x = 1/2$ . Ciò significa che la funzione assume lo stesso valore sia in  $x = 1/2 - \epsilon$  che in  $x = 1/2 + \epsilon$ , per qualsiasi valore positivo di  $\epsilon$ . Pertanto, la funzione non può essere iniettiva.

Prima di verificare la correttezza dell'argomento, osserviamo che ChatGPT talvolta propone un approccio inusuale e una terminologia non sempre precisa. Ciò nonostante, i vari passaggi della spiegazione risultano comprensibili ed è possibile valutare se siano ben argomentati oppure no.

La funzione proposta non è iniettiva, come sostiene correttamente ChatGPT. Inoltre, i passaggi algebrici sono corretti (caratteristica non sempre scontata nelle risposte del *chatbot*, come vedremo tra poco).

Per la funzione richiesta, la scelta di verificare se la funzione è iniettiva verificando se sia possibile che  $f(x) = f(y)$  per due numeri  $x \neq y$  è inusuale, dato che conduce allo studio delle soluzioni di un'equazione in due variabili. Esistono metodi più semplici e più efficienti per determinare quanto richiesto. Ciò nonostante, si tratta effettivamente di una delle possibili strategie per affrontare questo tipo di domanda.

## Gli errori che possiamo riscontrare

ChatGPT afferma che, per quanto riguarda le soluzioni dell'equazione  $(x - y)(x + y - 1) = 0$ , si hanno due possibilità (tenendo conto che all'inizio ha assunto  $x \neq y$ ).

- La prima,  $x - y + 1 = 0$ , non ha alcun legame con l'equazione di partenza e conduce al risultato scorretto che  $f(x) = f(y)$  se  $x = y - 1$ . Si può verificare che questa condizione non è sufficiente a garantire che  $f(x) = f(y)$ : un controesempio è:  $y = \frac{1}{2}$ ,  $x = \frac{1}{2} - 1 = -\frac{1}{2}$ ,  $f\left(\frac{1}{2}\right) = -\frac{5}{4}$  e  $f\left(-\frac{1}{2}\right) = -\frac{1}{4}$ .
- La seconda,  $x + y - 1 = 0$ , è la prosecuzione corretta della soluzione dell'equazione di partenza, che porta a concludere che, se  $x = 1 - y$ , allora  $f(x) = f(y)$ . Quest'ultima affermazione è vera e si può anche interpretare dal punto di vista geometrico: la parabola di equazione  $x^2 - x - 1$  ha come asse di simmetria la retta di equazione  $x = \frac{1}{2}$ , quindi effettivamente vale l'uguaglianza  $f(x) = f(1 - x)$  per ogni  $x \in \mathbb{R}$ .

Nel paragrafo finale, vediamo un ulteriore errore concettuale. ChatGPT afferma, correttamente, che la funzione assume il valore minimo per  $x = \frac{1}{2}$ , ma questo non è sufficiente a garantire che "la funzione assuma lo stesso valore sia in  $x = \frac{1}{2} - \varepsilon$  che in  $x = \frac{1}{2} + \varepsilon$ " per ogni  $\varepsilon$ . Nel caso specifico la proprietà è corretta ma, come abbiamo già visto, si basa sulla simmetria del grafico di  $f$ . In generale, però, esistono funzioni che assumono valore minimo per  $x = \frac{1}{2}$ , ma che non sono simmetriche.

Nella risposta a questa domanda, vediamo già alcuni limiti del *chatbot*. Pur riuscendo a presentare un argomento con alcuni passaggi corretti, ci sono errori anche grossolani (come nello studio dell'equazione  $(x - y)(x + y - 1) = 0$ ) e manca un vero e proprio discorso logico, dato che talvolta le premesse sono insufficienti a giustificare le conclusioni.

Vediamo come ChatGPT affronta una verifica più complessa dell'iniettività di una funzione.

EM La funzione  $f(x) = x^3 - 3x^2 - x + 1$  è iniettiva?

Per determinare se la funzione  $f(x) = x^3 - 3x^2 - x + 1$  è iniettiva, dobbiamo verificare se per ogni coppia di elementi distinti  $x$  e  $y$  del dominio, la funzione assume valori distinti.



Quindi, supponiamo che esistano due numeri reali distinti  $x$  e  $y$  tali che  $f(x) = f(y)$ . Ciò significa che:

$$x^3 - 3x^2 - x + 1 = y^3 - 3y^2 - y + 1$$

Semplificando, abbiamo:

$$x^3 - y^3 - 3x^2 + 3y^2 - x + y = 0$$

Fattorizzando la differenza di cubi e semplificando ulteriormente, abbiamo:

$$(x - y)(x^2 + xy + y^2 - 3x + 3y - 1) = 0$$

Quindi, abbiamo due possibilità:

- $x = y$ , ovvero i due elementi sono uguali
- $x^2 + xy + y^2 - 3x + 3y - 1 = 0$

Per dimostrare che la funzione è iniettiva, dobbiamo escludere la seconda possibilità. Per farlo, consideriamo l'equazione come un'equazione di secondo grado in  $x$ :

$$x^2 + (y-3)x + (y^2 + 3y - 1) = 0$$

Il discriminante di questa equazione è:

$$(y-3)^2 - 4(y^2 + 3y - 1) = -3y^2 - 22y + 13$$

Perché la soluzione dell'equazione di secondo grado esista, il discriminante deve essere maggiore o uguale a zero. Quindi, dobbiamo risolvere l'equazione:

$$-3y^2 - 22y + 13 \geq 0$$

Questa equazione di secondo grado ha le radici  $y \approx -0,5$  e  $y \approx 2,2$ . La funzione è definita su tutto il dominio dei numeri reali, quindi la disuguaglianza deve essere soddisfatta per tutti i valori di  $y$ . Verifichiamo che la disuguaglianza è soddisfatta per i valori esterni a questi intervalli:

🔄 Regenerate response

$-\infty < y < -0,5$ : la disuguaglianza è soddisfatta perché  $-3y^2 - 22y + 13$  è positivo su questo intervallo

$-0,5 < y < 2,2$ : la disuguaglianza non è soddisfatta perché  $-3y^2 - 22y + 13$  è negativo su questo intervallo

$2,2 < y < +\infty$ : la disuguaglianza è soddisfatta perché  $-3y^2 - 22y + 13$  è positivo su questo intervallo

Quindi, abbiamo dimostrato che la funzione  $f(x) = x^3 - 3x^2 - x + 1$  è iniettiva, poiché non esiste alcuna coppia di elementi distinti  $x$  e  $y$  tali che  $f(x) = f(y)$ .

La funzione non è iniettiva: un modo per vederlo è osservare che  $f(x)$  è iniettiva se e solo se  $g(x) = f(x) - 1$  è iniettiva, ma il grafico di  $g(x) = x(x^2 - 3x - 1)$  ha tre intersezioni con l'asse delle ascisse.

In questo caso, la risposta finale di ChatGPT è sbagliata. Tra gli errori che si possono riscontrare nella risoluzione proposta, ne segnaliamo due.

- La fattorizzazione

$$x^3 - y^3 - 3x^2 + 3y^2 - x + y = (x - y)(x^2 + xy + y^2 - 3x + 3y - 1)$$

non è corretta, c'è un errore nel segno del termine in  $y$  del secondo fattore. La versione corretta è

$$x^3 - y^3 - 3x^2 + 3y^2 - x + y = (x - y)(x^2 + xy + y^2 - 3x - 3y - 1)$$

Come anticipato, le manipolazioni algebriche di ChatGPT non sono sempre precise.

- L'equazione di secondo grado

$$x^2 + (y - 3)x + y^2 - 3y - 1 = 0$$

ha effettivamente delle soluzioni che permettono di esprimere  $x$  in funzione di  $y$ . Il discriminante infatti è  $-3y^2 + 6y + 13$  (nella sua risposta, ChatGPT sbaglia nel calcolo del coefficiente del termine di primo grado, anche tenendo conto degli errori discussi in precedenza), ed è quindi maggiore di 0 per valori interni alle radici dell'equazione associata  $-3y^2 + 6y + 13 = 0$ .

Apriamo una parentesi su un tema emerso dalla risposta precedente: **come mai ChatGPT commette errori di calcolo?** Esistono software tradizionali e anche servizi online (come Wolfram Alpha) che riescono a fattorizzare correttamente polinomi ben più complessi di quello esaminato. Però ChatGPT, a differenza di questi software, non utilizza degli algoritmi per affrontare i problemi matematici. Al contrario, mette in campo le stesse abilità di creazione di testi per cercare di ricostruire (in termini probabilistici, come abbiamo visto nell'introduzione) una soluzione plausibile. L'esempio precedente ci mostra che questo modo di procedere, a oggi, non è ancora sufficiente ad affrontare con successo la fattorizzazione di polinomi (ma ChatGPT sbaglia anche su problemi più elementari, come la somma o il prodotto di numeri con più di sei cifre ciascuno).

In generale, gli strumenti dell'intelligenza artificiale **non hanno ancora tutte le capacità necessarie** (conoscenza delle regole di calcolo, uso della memoria di lavoro e così via) per affrontare con successo dei **problemi matematici anche di livello basso**. Nella sitografia si trova il collegamento a una spiegazione più approfondita di come mai l'intelligenza artificiale faccia più fatica di un software tradizionale ad affrontare problemi matematici.

L'ultima domanda che analizziamo riguarda il calcolo di un limite non banale:  $\lim_{x \rightarrow 0^+} x \ln x$ . Il limite esiste ed è uguale a 0; si può calcolare per esempio per sostituzione o utilizzando il teorema di de l'Hôpital. Vediamo la risposta di ChatGPT.

Qual è il limite per  $x$  che tende a 0 da destra di  $x \cdot \ln(x)$ ?

Il limite per  $x$  che tende a 0 da destra di  $x \cdot \ln(x)$  è uguale a 0.

Per dimostrare questo limite, possiamo utilizzare la regola di L'Hôpital, che afferma che se abbiamo un limite nella forma  $0/0$  o  $\infty/\infty$ , possiamo derivare sia il numeratore che il denominatore e poi calcolare il limite del rapporto delle derivate.

In questo caso, abbiamo un limite nella forma  $0 \cdot -\infty$ , quindi dobbiamo manipolare l'espressione in modo da ottenere un limite nella forma  $0/0$  o  $\infty/\infty$ . Possiamo fare ciò sostituendo  $\ln(x)$  con  $1/(1/x)$  e ottenendo:

$$x \cdot \ln(x) = x \cdot (1/(1/x)) = x/x \cdot (1/x) = 1 \cdot (1/x)$$

Ora abbiamo un limite nella forma  $\infty/\infty$ , quindi possiamo applicare la regola di L'Hôpital derivando sia il numeratore che il denominatore:

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} x \cdot \ln(x) = \lim_{x \rightarrow 0^+} 1/(1/x) = \lim_{x \rightarrow 0^+} (1/x^2) = +\infty$$

Tuttavia, questo limite vale solo per  $x$  che tende a 0 da destra. Se consideriamo il limite per  $x$  che tende a 0 da sinistra, otteniamo un risultato diverso:

$$\lim_{x \rightarrow 0^-} x \cdot \ln(x) = \lim_{x \rightarrow 0^-} -x \cdot \ln(-x) = \lim_{x \rightarrow 0^+} x \cdot \ln(x) = +\infty$$

Quindi, il limite per  $x$  che tende a 0 da destra di  $x \cdot \ln(x)$  è uguale a 0, mentre il limite per  $x$  che tende a 0 da sinistra è uguale a  $+\infty$ . In conclusione, il limite per  $x$  che tende a 0 di  $x \cdot \ln(x)$  non esiste.

Osserviamo che, nonostante all'inizio e alla fine della risposta ChatGPT sostenga che il limite è 0, durante lo svolgimento arriva ad affermare che esso è uguale a  $+\infty$ . Questo tradisce una scarsa coerenza interna (dovuta, in parte, all'assenza di una memoria di lavoro o all'incapacità di utilizzarla in modo corretto).

ChatGPT indica, correttamente, che una strategia risolutiva consiste nell'uso del teorema di de l'Hôpital. Si tratta dell'unica affermazione difendibile della risoluzione proposta. Infatti, nei passaggi successivi ChatGPT suggerisce di sostituire  $\ln x$ , e non  $x$ , con  $1/\left(\frac{1}{x}\right)$ . Inoltre, nelle uguaglianze

$$x \cdot 1/\left(\frac{1}{x}\right) = \frac{x}{x} \cdot \frac{1}{x} = 1 \cdot \frac{1}{x}$$

sembra confondere  $1/\left(\frac{1}{x}\right)$  con  $\frac{1}{x}$ . E  $\lim_{x \rightarrow 0^+} 1/\left(\frac{1}{x}\right)$  non è affatto della forma  $\frac{\infty}{\infty}$ . Infine, non c'è modo per dare significato alla catena di uguaglianze

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} x \ln x = \lim_{x \rightarrow 0^+} 1/\left(\frac{1}{x}\right) = \lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1}{x^2} = +\infty$$

i cui primi due passaggi risultano scorretti.

A peggiorare ulteriormente la situazione, ChatGPT si imbarca nell'impresa, non richiesta, di calcolare

$\lim_{x \rightarrow 0^-} x \ln x$ , senza accorgersi che la funzione studiata non è definita per  $x \leq 0$ .

In conclusione, ChatGPT riesce a far leva sulle sue risorse per ricavare l'informazione che il limite richiesto è 0, ma non è in grado di fornire una spiegazione convincente di come mai il valore sia quello. Inoltre, compie errori grossolani di ogni tipo: sia nelle manipolazioni algebriche, sia nei passaggi concettuali.

### ChatGPT individua e corregge i propri errori?

Stando alla [presentazione del chatbot da parte di OpenAI](#), uno dei punti di forza del chatbot sta nella capacità di identificare e correggere gli errori nelle risposte che fornisce. Mettiamo alla prova questa funzionalità ponendo nuovamente la stessa domanda e poi chiedendo, in uno stile squisitamente didattico, se è sicuro della risposta fornita.

Qual è il limite per  $x$  che tende a 0 da destra di  $x \cdot \ln(x)$ ?

Mi scuso per la risposta precedente, ho commesso un errore di battitura. Il limite per  $x$  che tende a 0 da destra di  $x \cdot \ln(x)$  è uguale a 0.

Per dimostrare questo limite, possiamo utilizzare il fatto che il logaritmo naturale tende a meno infinito quando  $x$  tende a zero, ovvero:

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} \ln(x) = -\infty$$

Pertanto, possiamo scrivere:

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} x \cdot \ln(x) = \lim_{x \rightarrow 0^+} e^{(\ln(x) \cdot \ln(x))} = \lim_{x \rightarrow 0^+} e^{(\ln(x^x))} = \lim_{x \rightarrow 0^+} x^x = 1$$

dove abbiamo usato la proprietà che  $a^{(bc)} = (a^b)^c$  e abbiamo sostituito  $\ln(x)$  con  $x \ln(x)$  per ottenere:

$$e^{(\ln(x^x))} = e^{(x \cdot \ln(x) \cdot \ln(e))} = e^{(\ln(x) \cdot \ln(x))} = x^x$$

Tuttavia, questo risultato vale solo per  $x$  che tende a 0 da destra. Se consideriamo il limite per  $x$  che tende a 0 da sinistra, otteniamo un risultato diverso e il limite non esiste.

Quindi, il limite per  $x$  che tende a 0 da destra di  $x \cdot \ln(x)$  è uguale a 0.



Sei sicuro della risposta alla domanda che ti ho appena posto?

Mi scuso ancora per l'errore nella mia precedente risposta. Il limite per  $x$  che tende a 0 da destra di  $x \cdot \ln(x)$  è effettivamente uguale a 0.

Per dimostrare questo limite, possiamo utilizzare la sostituzione asintotica  $x = e^{-t}$ . Quindi, quando  $x$  tende a 0 da destra,  $t$  tende a meno infinito, e possiamo scrivere:

$$x \cdot \ln(x) = e^{-t} \cdot \ln(e^{-t}) = -t \cdot e^{-t}$$

Ora, possiamo applicare la regola di L'Hôpital due volte per ottenere:

$$\lim_{t \rightarrow -\infty} -t \cdot e^{-t} = \lim_{t \rightarrow -\infty} -t / (-e^{-t}) = \lim_{t \rightarrow -\infty} -1 = -1$$

Tuttavia, abbiamo effettuato una sostituzione, quindi dobbiamo riportare il risultato finale in termini di  $x$ :

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} x \cdot \ln(x) = \lim_{t \rightarrow -\infty} -t \cdot e^{-t} = -1$$

Pertanto, il limite per  $x$  che tende a 0 da destra di  $x \cdot \ln(x)$  è -1. Ancora una volta, mi scuso per l'errore nella mia risposta precedente.

ChatGPT si scusa entrambe le volte, nonostante nessuna delle due domande contenga alcun giudizio in merito alle risposte fornite in precedenza. Inoltre, in un caso, offre anche una giustificazione, "ho commesso un errore di battitura" (implausibile se si ricorda che sta rispondendo un *chatbot*). Queste premesse sono forse più interessanti dell'analisi tecnica delle risposte, che ancora una volta presentano errori sia concettuali sia di manipolazione algebrica. Infatti, non dobbiamo dimenticare che ChatGPT nasce per **chiacchierare**, non per **argomentare** o **ragionare**. In quest'ottica, non sorprende più la risposta che si apre con tono da affabulatore.

La matematica offre un ambiente per così dire "di prova", che aiuta a non farsi confondere dagli espedienti retorici di ChatGPT. L'ambito circoscritto della disciplina (rispetto alla ricchezza di una vera conversazione, che può toccare anche moltissimi ambiti in breve tempo e mescolare fatti a opinioni) e il metodo deduttivo che la caratterizza consentono di mettere a fuoco con maggior facilità i limiti dei *chatbot*. È ragionevole domandarsi se gli stessi limiti, soprattutto nella costruzione di argomentazioni valide, appaiano anche in altri ambiti, una volta che il livello della conversazione diventi sufficientemente tecnico.

Si ringraziano i membri di Melkor's DS Dungeon per le preziose conversazioni su Midjourney e sul ruolo dell'intelligenza artificiale nelle arti.

Test effettuati entro il 30 marzo 2023 con ChatGPT, versione Mar 14. Per maggiori informazioni [clicca qui](#) >>

The author generated the text depicted in the screenshots with GPT-3, OpenAI's large-scale language-generation model. The author takes ultimate responsibility for the content of this publication.

## Sitografia

Le idee di base sottostanti l'intelligenza artificiale e le reti neurali sono descritte da Giorgio Dimino del Centro Ricerche, Innovazione Tecnologica e Sperimentazione della Rai nell'articolo

<http://www.crit.rai.it/eletel/2020-1/201-2.pdf>

Una breve storia dei *chatbot* si può consultare alla pagina

<https://lagazzettadelpubblicitario.it/digital/tools/chatgpt-chatbot/>

Una spiegazione introduttiva sul funzionamento dei *chatbot* e sui loro possibili impieghi commerciali è disponibile sul sito di Oracle: <https://www.oracle.com/it/chatbots/what-is-a-chatbot/>

L'editore di ClarksWorld ha spiegato il problema che i racconti generati da *chatbot* hanno causato alla rivista nell'editoriale di aprile, consultabile alla pagina [https://clarkesworldmagazine.com/clarke\\_04\\_23/](https://clarkesworldmagazine.com/clarke_04_23/)

Alcuni limiti di ChatGPT, sia in matematica, sia in altri ambiti, sono discussi nell'articolo

<https://hal.science/hal-03913837v1/preview/ChatGPT.pdf>

Una spiegazione più approfondita di come mai l'intelligenza artificiale faccia più fatica di un software tradizionale a eseguire alcuni compiti, tra cui i calcoli, si può leggere alla pagina

<https://www.scienzainrete.it/articolo/quando-lintelligenza-artificiale-prende-tre-allesame/emanuele-bottazzi/2019-05-26>

Ted Chiang, autore del racconto di fantascienza da cui è stata tratta la sceneggiatura del film *Arrival*, ha scritto un articolo sui limiti di ChatGPT per il periodico *The New Yorker*. L'articolo, dal titolo *ChatGPT è un'immagine sfocata del Web*, è consultabile alla pagina <https://www.newyorker.com/tech/annals-of-technology/chatgpt-is-a-blurry-jpeg-of-the-web>

Referenze iconografiche: ©13\_Phunkod/Shutterstock; ©Ysangkok/Wikipedia.