INCHIOSTRATI

La mano sull’interruttore

Percorso in sei movimenti

Edizione PDF - settembre 2026

inchiostrati.it

SOMMARIO

Sei movimenti per leggere il percorso nella sua interezza.

1. Il mondo che sappiamo calcolare ma non immaginare
2. Una seconda macchina per usare la prima
3. Il labirinto cambia forma e si raddoppia
4. Quando comprendere non significa più seguire
5. La mano sull’interruttore
6. Avere l’interruttore non significa volerlo premere

Epilogo. L’uomo abbastanza intelligente da costruire ciò che non riesce più a seguire

IL PERCORSO

La mano sull’interruttore

Quando il controllo non coincide più con la comprensione.

Questo è un viaggio nel futuro, ma non parte dalla fantascienza. Parte da computer quantistici che esistono già, da sistemi di correzione degli errori sperimentati in laboratorio, da algoritmi di intelligenza artificiale che vengono già utilizzati per calibrare dispositivi quantistici, decodificarne gli errori e cercare nuove configurazioni. Poi, inevitabilmente, il percorso oltrepassa ciò che sappiamo e raggiunge ciò che possiamo soltanto ipotizzare. La distinzione è essenziale: oggi sappiamo che l’intelligenza artificiale può aiutare lo sviluppo e il funzionamento dei computer quantistici; non sappiamo ancora se il calcolo quantistico renderà l’intelligenza artificiale radicalmente più potente. La letteratura scientifica più recente distingue esplicitamente questi due territori: il primo è già campo di ricerca concreta, il secondo rimane una prospettiva più lontana e speculativa.

È proprio questa incertezza a rendere interessante la domanda. Se le due tecnologie continueranno ad avvicinarsi, potremmo costruire sistemi capaci di affrontare problemi che nessun essere umano potrebbe percorrere manualmente nella loro interezza. Non perché la macchina possieda necessariamente una qualche forma superiore di comprensione, ma perché può operare a velocità, scale e dentro spazi matematici che non corrispondono alla nostra esperienza naturale. A quel punto la questione non sarà più soltanto quanto potente possa diventare uno strumento. Sarà molto più difficile: come possiamo continuare a controllarlo quando non siamo più in grado di seguirne ogni passaggio?

Pagina del percorso: https://inchiostrati.it/pensare/dietro-la-macchina/la-mano-sull-interruttore/

MOVIMENTO 01

Il mondo che sappiamo calcolare ma non immaginare

Il quantum ci costringe a distinguere ciò che sappiamo calcolare da ciò che riusciamo davvero a immaginare.

1. Il mondo macroscopico

La mente umana si è formata in un universo macroscopico. Siamo abituati a oggetti che occupano un luogo, a cause che precedono effetti, a porte aperte oppure chiuse, a traiettorie che possiamo almeno idealmente seguire. Anche il computer classico appartiene, sotto questo aspetto, allo stesso mondo. Il bit assume il valore zero oppure uno; miliardi di operazioni possono avvenire in parallelo e a velocità irraggiungibili per una persona, ma ciascuna appartiene comunque a una logica che possiamo descrivere attraverso stati determinati, circuiti e istruzioni. Nessun essere umano potrebbe seguire materialmente tutto ciò che accade dentro una GPU moderna, ma il modello concettuale rimane compatibile con la nostra idea ordinaria di una macchina.

2. Quando l’intuizione cede alla matematica

La meccanica quantistica costringe invece la nostra intuizione a cedere il passo alla matematica. Un qubit può essere preparato in una sovrapposizione di stati; più qubit possono essere entangled; la misura non equivale semplicemente a guardare un valore che era già lì nella forma in cui lo troveremo. Siamo perfettamente capaci di costruire formalismi matematici, verificare sperimentalmente le previsioni e progettare tecnologie che sfruttano questi fenomeni. Ciò non significa, però, che il comportamento quantistico sia diventato intuitivo nello stesso modo in cui lo è osservare una palla che cade da un tavolo. Il NIST, nella propria introduzione al calcolo quantistico, insiste proprio su questo carattere controintuitivo e chiarisce anche uno degli equivoci più diffusi: un computer quantistico non ottiene magicamente tutte le risposte perché «prova contemporaneamente ogni possibilità».

3. Il labirinto non percorre tutte le strade

La sovrapposizione consente di eseguire operazioni su combinazioni di stati, ma alla fine una misura restituisce una quantità limitata di informazione. Il compito di un algoritmo quantistico consiste quindi nel manipolare ampiezze e interferenze in modo da far emergere informazione utile. La metafora del labirinto può aiutarci, purché non la prendiamo alla lettera. Non dobbiamo immaginare una macchina che percorre tutte le strade e poi ci mostra quella giusta; è più corretto immaginare un calcolo nel quale la struttura stessa del labirinto viene deformata e trasformata affinché determinate informazioni scivolino verso l'uscita, diventando più accessibili alla misura. Per alcuni problemi questo può produrre vantaggi importanti; per molti altri il computer classico può continuare a essere la soluzione migliore.

4. Sapere senza riuscire a immaginare

La conseguenza filosofica, tuttavia, rimane. Abbiamo imparato a costruire strumenti che funzionano secondo proprietà della realtà che comprendiamo formalmente molto meglio di quanto riusciamo a rappresentarle intuitivamente. È già una forma particolare di conoscenza: sappiamo abbastanza da costruire la macchina, pur non potendo pensare spontaneamente come la macchina opera. Se il calcolo quantistico raggiungerà la scala necessaria per affrontare problemi oggi impraticabili, questa distanza potrebbe diventare molto più evidente.

Fonti e riferimenti

NIST, Quantum Computing Explained. Perché è qui: chiarisce i concetti di qubit, sovrapposizione, entanglement e misura, e soprattutto corregge l’idea popolare secondo cui un computer quantistico possa semplicemente provare tutte le soluzioni in parallelo e leggere quella corretta.

Edizione online: https://inchiostrati.it/il-mondo-che-sappiamo-calcolare-ma-non-immaginare/

MOVIMENTO 02

Una seconda macchina per usare la prima

L’intelligenza artificiale entra nella progettazione, calibrazione, correzione e gestione della complessità quantistica.

1. Quando l’AI entra nel quantum

È qui che compare l’intelligenza artificiale. Non come coscienza del computer quantistico e neppure come sostituto magico del fisico, ma come strumento capace di affrontare una quantità di variabili, configurazioni e dati che può diventare estremamente difficile gestire manualmente. La questione non appartiene soltanto al futuro. Una review pubblicata su Nature Communications raccoglie applicazioni dell’AI distribuite lungo quasi l’intero ciclo di sviluppo e funzionamento del calcolo quantistico: progettazione dei dispositivi, preprocessing, calibrazione, controllo e ottimizzazione, correzione degli errori, sviluppo degli algoritmi e interpretazione dei risultati. Gli autori arrivano a osservare che molte delle difficoltà di scalabilità dei computer quantistici potrebbero dipendere in misura crescente proprio dai progressi dell’intelligenza artificiale.

2. La fragilità dei qubit

Il motivo è pratico. I qubit sono fragili, l’hardware presenta rumore e irregolarità, le condizioni operative devono essere continuamente caratterizzate e corrette. La calibrazione di un dispositivo può richiedere lavoro specialistico e iterazioni continue; i sistemi di correzione degli errori devono interpretare rapidamente informazioni incomplete per stabilire quali errori siano probabilmente avvenuti; le architetture future dovranno coordinare processori quantistici e classici senza creare nuovi colli di bottiglia. La stessa review descrive esperimenti nei quali agenti basati su modelli linguistici e sistemi di machine learning vengono impiegati nella calibrazione e nel controllo, pur sottolineandone i limiti attuali e la persistente necessità dell’intervento umano.

3. Correggere gli errori in tempo reale

La correzione degli errori mostra bene la dimensione del problema. Un computer quantistico fault-tolerant non può limitarsi ad avere molti qubit: deve proteggere continuamente l'informazione quantistica dagli errori. Un lavoro pubblicato su Nature ha mostrato un decoder neurale basato su architettura transformer capace di apprendere a interpretare gli errori di un surface code. Un altro studio fondamentale del gruppo Google Quantum AI ha dimostrato sul processore Willow memorie logiche operanti al di sotto della soglia necessaria perché, aumentando la distanza del codice, l'errore logico diminuisca invece di crescere. Questo esperimento integrava un decoder in tempo reale e mostrava quanto il processore classico incaricato di interpretare gli errori debba lavorare rapidamente affinché il sistema quantistico possa continuare a funzionare.

4. Cercare dove l'uomo non riesce a cercare

IBM ha mostrato un altro tipo di collaborazione: un framework evolutivo guidato da un modello linguistico ha esplorato migliaia di configurazioni e individuato 465 candidati distinti a codici di correzione degli errori quantistici. Non significa che l'AI abbia risolto il problema della fault tolerance e neppure che quei candidati siano automaticamente utilizzabili; devono essere studiati, validati e confrontati. Dimostra però qualcosa di più concreto e meno spettacolare: l'intelligenza artificiale può diventare uno strumento per esplorare spazi progettuali che crescono troppo rapidamente perché la ricerca manuale sia efficiente.

5. Una seconda macchina per governare la prima

A questo punto emerge un paradosso interessante. L'essere umano costruisce il computer quantistico. Poi scopre che la complessità necessaria per farlo crescere può rendere utile una seconda macchina, l'intelligenza artificiale, incaricata di aiutarlo a progettare, calibrare, correggere e governare la prima.

Fonti e riferimenti

Artificial intelligence for quantum computing, Nature Communications. Perché è qui: raccoglie l'uso dell'AI lungo progettazione, calibrazione, controllo, correzione degli errori e post-processing dei sistemi quantistici, mostrando che questa convergenza è già un campo concreto di ricerca.

Learning high-accuracy error decoding for quantum processors, Nature. Perché è qui: presenta un decoder neurale basato su transformer per interpretare gli errori nei surface code.

Quantum error correction below the surface code threshold, Nature. Perché è qui: documenta memorie logiche sotto soglia sul processore Willow e include decoding in tempo reale, un passaggio rilevante verso sistemi più grandi e affidabili.

IBM Research, Can LLMs discover quantum error correction codes?. Perché è qui: mostra un framework guidato da LLM che ha esplorato migliaia di configurazioni e individuato 465 candidati a codici di correzione degli errori, da verificare e validare.

Edizione online: https://inchiostrati.it/una-seconda-macchina-per-usare-la-prima/

MOVIMENTO 03

Il labirinto cambia forma e si raddoppia

Quando AI, CPU, GPU e QPU entrano nello stesso ambiente, il problema non è solo la velocità: è la doppia opacità.

1. Non basta dire «più veloce»

La tentazione, parlando di AI e quantum, è immaginare immediatamente un'intelligenza artificiale enormemente più veloce che pensa contemporaneamente a miliardi di alternative. È un'immagine potente e, proprio per questo, rischia di portarci fuori strada. I computer classici moderni sono già massicciamente paralleli; le GPU che permettono di addestrare i grandi modelli linguistici eseguono enormi quantità di operazioni simultanee. Il vantaggio quantistico, quando esiste, non consiste semplicemente nell'aggiungere altro parallelismo dello stesso genere. Deriva dalla possibilità di progettare algoritmi che sfruttino sovrapposizione, entanglement e interferenza per ricavare determinate informazioni con una struttura computazionale diversa da quella classica.

2. Dove comincia l'ipotesi

Non sappiamo ancora quanto questo potrà trasformare l'intelligenza artificiale. È importante dirlo con chiarezza perché proprio qui comincia la parte ipotetica del nostro percorso. La citata review di Nature Communications dedicata all'AI per il quantum esclude deliberatamente dalla propria analisi la direzione opposta, il cosiddetto quantum for AI, definendola una prospettiva di più lungo periodo e maggiormente speculativa. Possiamo immaginare applicazioni, esistono ricerche sul quantum machine learning e sono stati dimostrati vantaggi in problemi specifici, ma da questo non segue che un grande modello linguistico trasferito su hardware quantistico diventerebbe automaticamente migliaia di volte più intelligente.

3. Una macchina ibrida

Lo scenario più plausibile, almeno osservando l'architettura verso cui si orienta oggi l'industria, è ibrido. IBM ha pubblicato una reference architecture per il quantum-centric supercomputing nella quale QPU, GPU e CPU lavorano come componenti differenti di uno stesso ambiente computazionale. La roadmap dell'azienda prevede inoltre l'introduzione progressiva di workflow quantistico-classici più automatizzati e, in prospettiva, strumenti agentici capaci di aiutare a mappare i problemi verso i workflow quantistici appropriati. Sono obiettivi dichiarati da un'azienda e non risultati garantiti; proprio per questo vanno letti come indicazione della direzione progettuale, non come descrizione del futuro già deciso.

4. L’AI come orchestratore

Possiamo allora immaginare un sistema nel quale l’AI riceve un problema, ne analizza la struttura e sceglie gli strumenti più adatti. Alcune parti vengono elaborate da CPU, altre da GPU, altre ancora, quando esiste un vantaggio dimostrabile, vengono trasformate in un problema destinato alla QPU. L’AI raccoglie il risultato, lo confronta con altri dati, modifica l’ipotesi iniziale e decide quale esperimento computazionale eseguire successivamente. Il salto importante non sarebbe quindi «un’AI che pensa in modo quantistico», qualunque cosa questa espressione significhi, ma un’AI capace di utilizzare il calcolo quantistico come una nuova facoltà all’interno di una più ampia architettura di ricerca.

5. La doppia opacità

È qui che il nostro labirinto cambia forma e si raddoppia, mostrandoci una fondamentale "doppia opacità". Se l'intelligenza artificiale classica basata su deep learning è già in parte una scatola nera - un sistema di cui comprendiamo le regole di partenza ma non riusciamo a decifrare l'esatta evoluzione dei pesi e parametri della rete -, la sua convergenza con il calcolo quantistico rischia di infilare una scatola nera dentro un'altra. L'uomo si troverebbe a osservare un'euristica imperscrutabile (l'AI) che interroga ed elabora dati dentro uno spazio matematico (la QPU) che non corrisponde alle nostre categorie intuitive macroscopiche. L’uomo non chiede più alla macchina soltanto di trovare una strada. Le affida progressivamente anche la scelta di quale rappresentazione del labirinto utilizzare, quale motore di calcolo interrogare, quali percorsi scartare e quale domanda porre dopo aver ottenuto il primo risultato, senza poter visualizzare né l'occhio che guarda, né la stanza in cui si muove.

Fonti e riferimenti

Artificial intelligence for quantum computing, Nature Communications. Perché è qui: oltre a descrivere l’AI applicata al quantum, distingue esplicitamente questa direzione dal più speculativo quantum for AI, che in questo movimento segna il confine fra ciò che sappiamo e ciò che stiamo ipotizzando.

IBM Research, Unveiling the first reference architecture for quantum-centric supercomputing. Perché è qui: descrive un’architettura nella quale QPU, CPU e GPU vengono integrate nello stesso ambiente di calcolo ibrido.

IBM Technology Atlas, Quantum Roadmap 2026 e Quantum Roadmap 2028. Perché sono qui: la roadmap indica l’avvio dell’automazione guidata dall’AI nei workflow quantum-classical e prospetta strumenti agentici capaci di mappare problemi verso workflow quantistici. Sono obiettivi industriali dichiarati, non risultati già acquisiti.

Edizione online: https://inchiostrati.it/il-labirinto-cambia-forma-e-si-raddoppia/

MOVIMENTO 04

Quando comprendere non significa più seguire

Quando seguire ogni passaggio non è più possibile, comprensione, verifica e controllo devono essere distinti.

1. La complessità non è nuova

A prima vista potrebbe sembrare una situazione completamente nuova: una macchina produce un risultato attraverso un processo che nessun essere umano può ripercorrere integralmente. In realtà conviviamo da tempo con forme di complessità che superano la capacità individuale. Nessuna persona conosce ogni transistor, ogni riga di codice, ogni componente di rete e ogni trasformazione necessaria affinché un servizio digitale globale funzioni. Nessun pilota controlla direttamente ogni processo elettronico di un moderno aeroplano. La tecnologia avanzata esiste proprio perché abbiamo imparato a costruire strati di astrazione: non dobbiamo conoscere ogni evento microscopico se possiamo stabilire interfacce, proprietà verificabili, tolleranze e condizioni di errore.

2. Quando il percorso diventa irripercorribile

AI e quantum potrebbero però portare questa separazione a un livello più profondo. Immaginiamo un sistema incaricato di trovare una nuova configurazione molecolare. L’AI genera candidati, utilizza simulazioni classiche, invia determinati sottoproblemi a una QPU, analizza i risultati, modifica il proprio criterio di ricerca e ripete il ciclo migliaia di volte. Alla fine propone una soluzione. Possiamo sintetizzare la molecola, misurarne le proprietà e stabilire se il risultato funziona; possiamo conservare log, controllare gli algoritmi e verificare gli esperimenti intermedi. Potrebbe tuttavia essere impossibile per una singola persona ripercorrere cognitivamente l’intero percorso nel modo in cui segue una dimostrazione scritta su una lavagna.

3. Comprendere, verificare, controllare

A quel punto dovremo separare concetti che spesso trattiamo come equivalenti. Comprendere ogni passaggio, verificare un risultato e controllare un processo non sono necessariamente la stessa cosa. Potremmo non essere capaci di rifare mentalmente ogni operazione e avere comunque strumenti indipendenti per verificare che il risultato soddisfi certe proprietà. Al contrario, potremmo comprendere perfettamente un algoritmo e non avere alcun controllo sulle condizioni economiche o istituzionali nelle quali viene utilizzato. La distanza fra comprensione e controllo non nasce con il quantum, ma un sistema che combina AI, calcolo classico e QPU potrebbe renderla molto più evidente.

4. La verifica indipendente

Se questo accadesse, cambierebbe anche il modo in cui costruiamo fiducia nella conoscenza prodotta dalla macchina. Non potremmo limitarci a chiedere al sistema di spiegarci retrospettivamente ciò che ha fatto, perché una spiegazione generata dallo stesso apparato che ha prodotto il risultato non costituisce da sola una verifica. Diventerebbero ancora più importanti la replicabilità, il confronto con strumenti indipendenti, la possibilità di falsificare le conclusioni e la capacità di controllare proprietà osservabili del risultato senza dover ricostruire integralmente il percorso che lo ha generato. Quando la comprensione diretta arretra, la verifica indipendente deve avanzare. Non sarebbe l'abbandono del metodo scientifico, ma una sua applicazione ancora più esigente a strumenti che possono diventare troppo complessi per essere seguiti cognitivamente dall'inizio alla fine.

5. Il controllo cambia livello

Questa trasformazione cambia anche il ruolo dell'essere umano. Se la velocità o la complessità del processo superano ciò che possiamo sorvegliare direttamente, la presenza dell'uomo non può consistere nel guardare continuamente la macchina in attesa di riconoscere un errore. Deve spostarsi verso un livello superiore: stabilire quali obiettivi sono consentiti, quali risorse possono essere utilizzate, quali azioni richiedono una nuova autorizzazione, quali risultati devono essere verificati indipendentemente e quali condizioni obbligano il sistema a fermarsi.

Non sarebbe la scomparsa del controllo umano. Sarebbe una sua trasformazione: dal controllo dei singoli gesti al controllo dello spazio dentro il quale quei gesti possono avvenire.

Edizione online: https://inchiostrati.it/quando-comprendere-non-significa-piu-seguire/

MOVIMENTO 05

La mano sull’interruttore

Il controllo umano non può ridursi a un pulsante: deve essere incorporato nell’architettura e nel tempo dell’intervento.

1. Il pulsante che rassicura

Arrivati qui compare un’immagine molto semplice: l’interruttore. Per quanto potente, autonomo o complesso possa diventare un sistema, vogliamo conservare la possibilità di fermarlo. È un’intuizione ragionevole, ma rischia di essere rassicurante soltanto finché non chiediamo che cosa significhi davvero interrompere un processo distribuito fra modelli di AI, processori classici, infrastrutture di rete e risorse quantistiche.

2. Il problema del tempo

Un interruttore è utile soltanto se sappiamo quando premerlo. Dobbiamo ricevere informazioni comprensibili prima che il problema diventi irreversibile, distinguere un comportamento anomalo da uno semplicemente inatteso, stabilire soglie che obblighino all’interruzione e avere realmente l’autorità tecnica per modificare le regole mentre il sistema è in funzione. Se un operatore umano scopre dopo tre ore che avrebbe dovuto fermare un processo che prendeva migliaia di decisioni al secondo, la presenza formale di un pulsante non equivale a una supervisione efficace. Il controllo deve essere pensato insieme alla velocità e alla scala della macchina.

3. Un margine per decidere

Qui compare un problema ulteriore: il tempo della macchina e il tempo della deliberazione umana non coincidono. Un sistema può correggere errori, selezionare percorsi o modificare strategie in intervalli nei quali una persona non ha nemmeno il tempo materiale di formulare una decisione. La soluzione non può essere pretendere che l’essere umano pensi alla velocità della macchina. Dovremo piuttosto progettare livelli intermedi capaci di sospendere, confinare o rendere reversibili determinate azioni finché una decisione umana non sia possibile. In altre parole, fra la velocità del calcolo e la lentezza necessaria a valutare le conseguenze potrebbe essere necessario costruire un margine temporale artificiale: non per rallentare tutto il sistema, ma per impedire che ciò che richiede deliberazione diventi irreversibile prima che la deliberazione possa avvenire.

4. Il controllo dentro l’architettura

Questo significa che la mano sull’interruttore non può essere soltanto fisica. Deve esistere nell’architettura. Un sistema complesso può avere limiti di accesso, autorizzazioni progressive, capacità computazionali massime, risorse interdette, verifiche obbligatorie e condizioni automatiche di sospensione. Alcune decisioni potrebbero richiedere un’autorizzazione umana aggiuntiva; altre potrebbero essere consentite soltanto dentro ambienti isolati. L’intervento umano efficace non consiste necessariamente nel comandare ogni operazione, ma nel poter modificare i confini entro i quali l’operazione è possibile.

5. Quando l’ingegneria incorpora scelte

A quel livello, l’architettura smette di essere una questione puramente tecnica. Decidere quali azioni siano impossibili, quali richiedano un’autorizzazione, quali risorse restino inaccessibili e quali condizioni impongano l’arresto significa trasformare scelte normative in proprietà del sistema. Una parte dell’etica finisce quindi per essere incorporata nell’ingegneria, non perché i valori possano essere ridotti a codice, ma perché ogni confine tecnico rende alcune possibilità più facili, altre più difficili e altre ancora impraticabili. Prima ancora di chiedere alla macchina di scegliere bene, dobbiamo decidere quali scelte non vogliamo lasciarle compiere da sola.

6. Prima della responsabilità

È anche qui che questo percorso si separa da quello della responsabilità che scompare. Il problema non è stabilire chi debba rispondere dopo che qualcosa è accaduto. Viene prima. La domanda è se chi possiede formalmente la responsabilità disponga ancora degli strumenti e delle informazioni necessari per intervenire mentre il processo è in corso. Potremmo costruire sistemi nei quali il controllo giuridico rimane umano ma il controllo operativo diventa così distante, lento o mediato da perdere gran parte del proprio significato.

7. Il vero interruttore

Il vero interruttore del futuro, quindi, potrebbe non assomigliare affatto a un grande pulsante rosso. Potrebbe essere un insieme di regole tecniche e istituzionali che garantiscono una cosa molto semplice da dire e difficilissima da realizzare: quando l’uomo decide che il processo deve cambiare o fermarsi, la macchina deve essere ancora costruita in modo da permetterglielo.

Edizione online: https://inchiostrati.it/la-mano-sull-interruttore-controllo/

MOVIMENTO 06

Avere l’interruttore non significa volerlo premere

Avere la possibilità di fermare una macchina non significa che saremo disposti a farlo quando il costo diventa politico, economico o strategico.

1. Quando fermarsi costa

Rimane però un problema che nessuna architettura tecnica può risolvere da sola. Anche supponendo di costruire un sistema perfettamente osservabile e interrompibile, qualcuno dovrà decidere quando utilizzare quella possibilità. È qui che il nostro viaggio smette definitivamente di riguardare soltanto la fisica e l’informatica.

2. La stessa macchina, interessi diversi

Immaginiamo che un’infrastruttura AI-quantum produca un vantaggio concreto nella ricerca sui materiali, nella chimica, nella progettazione industriale o in qualche altro settore nel quale il calcolo quantistico riesca davvero a dimostrare utilità. Fermarla potrebbe significare rinunciare a investimenti enormi, perdere mesi di ricerca, lasciare un vantaggio strategico a un concorrente o rallentare una tecnologia economicamente preziosa. Il tecnico potrebbe segnalare che il sistema sta operando in condizioni non sufficientemente comprese; il dirigente potrebbe vedere miliardi investiti; un governo potrebbe vedere un vantaggio strategico; un altro Stato potrebbe scegliere di continuare. Tutti osservano la stessa macchina, ma non possiedono lo stesso incentivo a premere l’interruttore.

3. La cecità da incentivo

A quel punto il controllo diventa una questione di potere. Non basta domandarsi chi abbia tecnicamente la capacità di fermare il sistema; dobbiamo chiederci chi possieda l’autorità per farlo, quali informazioni riceva, quali pressioni subisca e quali conseguenze sia disposto ad accettare. Più una tecnologia diventa utile, più può diventare costoso limitarla. È un paradosso antico, una sorta di "cecità da incentivo" collettiva che ricalca dinamiche storiche ben note. È lo stesso meccanismo sistemico che osserviamo nella crisi climatica globale o che l'umanità ha vissuto durante la corsa agli armamenti nucleari nella seconda metà del Novecento: sappiamo esattamente dove si trova il freno d'emergenza, ma nessun attore geopolitico o industriale osa essere il primo a rallentare, terrorizzato dall'idea che il proprio avversario scelga invece di accelerare. Il momento nel quale serve maggiore prudenza coincide strutturalmente proprio con quello nel quale esistono gli incentivi economici e strategici più feroci per continuare.

4. Quando il controllo diventa potere

Qui la macroeconomia, la geopolitica e la politica entrano inevitabilmente nella stanza. Non perché il computer quantistico possieda un’ideologia, ma perché ogni tecnologia capace di produrre un vantaggio significativo modifica gli equilibri fra chi la possiede e chi non la possiede. La scelta di interrompere un processo non avverrebbe quindi nel vuoto. Potrebbe essere influenzata dalla competizione industriale, dalla sicurezza nazionale, dagli interessi delle imprese, dalla reputazione di un laboratorio e dalla paura di essere superati. L’interruttore esiste ancora, ma accanto alla mano compare tutto ciò che quella mano rischia di perdere premendolo.

5. Il prezzo della rinuncia

È questa, probabilmente, la parte più scomoda della questione. Possiamo progettare sistemi migliori, definire soglie, costruire verifiche e conservare la possibilità di interrompere. Nessun algoritmo può però garantirci che l’essere umano scelga di fermarsi quando farlo diventa economicamente, scientificamente o politicamente doloroso. La qualità del controllo non dipende soltanto dalla macchina che abbiamo costruito, ma dalla nostra capacità di rinunciare al vantaggio che quella macchina promette quando giudichiamo che il prezzo sia diventato troppo alto.

Edizione online: https://inchiostrati.it/avere-linterruttore-non-significa-volerlo-premere/

EPILOGO

L’uomo abbastanza intelligente da costruire ciò che non riesce più a seguire

Il paradosso finale: costruire strumenti che non possiamo più seguire passo per passo e dover comunque conservare il controllo del loro controllo.

Non sappiamo se arriveremo davvero al sistema che abbiamo immaginato. Non sappiamo se i computer quantistici raggiungeranno il livello di fault tolerance e di vantaggio pratico necessario per trasformare settori interi; non sappiamo quali problemi si riveleranno realmente adatti al calcolo quantistico; soprattutto, non sappiamo se il quantum offrirà all’intelligenza artificiale vantaggi tali da modificarne radicalmente le capacità. Presentare oggi questa conclusione come inevitabile significherebbe trasformare una possibilità scientifica in una profezia.

Sappiamo però che alcuni tasselli sono già sul tavolo. La correzione degli errori quantistici ha raggiunto risultati sperimentali importanti, compresa la dimostrazione di codici surface sotto soglia con decoding in tempo reale. Sistemi di machine learning vengono studiati e utilizzati per il decoding, la calibrazione e altre parti dello stack quantistico. Architetture d'avanguardia in cui QPU, CPU e GPU collaborano sono già oggetto di implementazione industriale, e i principali attori del settore hanno tracciato roadmap precise che integrano automazione guidata dall’AI e futuri strumenti agentici per i workflow quantistici. Nel frattempo l’AI viene già impiegata per esplorare nuovi candidati a codici di correzione degli errori. Nulla di questo dimostra l’esistenza futura della macchina che abbiamo immaginato. Dimostra però che non l’abbiamo costruita partendo dal nulla.

Ed è questo che rende il viaggio interessante. La possibilità che l’essere umano costruisca strumenti la cui complessità supera la propria capacità di seguirli integralmente non è una fantasia sulla ribellione delle macchine. È l’estensione di una tendenza che accompagna già la tecnologia moderna: più aumentano le capacità dei sistemi, più il controllo deve spostarsi dai singoli passaggi alle regole, alle verifiche e ai limiti che li circondano.

Potremmo quindi arrivare a un paradosso molto umano. Inventiamo il computer quantistico perché vogliamo attraversare regioni del calcolo che le macchine classiche non riescono ad affrontare efficientemente. Costruiamo sistemi di intelligenza artificiale perché ci aiutino a progettare e utilizzare quella complessità. Poi scopriamo che per continuare a governare ciò che abbiamo costruito non basta più comprenderne ogni operazione: dobbiamo comprendere quali decisioni abbiamo delegato, quali possibilità abbiamo proibito, quali risultati pretendiamo di verificare e quale potere di intervento abbiamo conservato.

L’interruttore, alla fine, non serve a ricordare alla macchina chi comanda. Serve a ricordarlo a noi. Perché la domanda decisiva non sarà soltanto se saremo ancora capaci di fermare il processo, ma se sapremo riconoscere il momento in cui farlo e se saremo ancora disposti a intervenire quando dall’altra parte ci saranno conoscenza, denaro, potere e vantaggio competitivo.

Il problema, allora, potrebbe non essere avere un pulsante capace di spegnere la macchina. Potrebbe essere conservare il controllo del sistema che ci permette di raggiungere quel pulsante, comprenderne i segnali e renderne possibile l’uso quando servirà davvero.

Non basterà avere l’interruttore. Dovremo conservare il controllo dell’interruttore.

Edizione online:
https://inchiostrati.it/epilogo-luomo-abbastanza-intelligente-da-costruire-cio-che-non-riesce-piu-a-seguire/