

COMPUTER E SATELLITI IL FUTURO QUANTISTICO

*Domani si celebra il primo World Quantum Day
Vi proponiamo l'estratto di un libro appena uscito
che spiega come nuovi calcolatori e sensori
cambieranno il mondo, inclusa la medicina*

GIULIO CASATI

La corsa per produrre calcolatori sempre più potenti e veloci ha innescato un impressionante processo di miniaturizzazione grazie al quale esistono oggi calcolatori in grado di eseguire cento milioni di miliardi di operazioni elementari (somme, moltiplicazioni ecc.) al secondo. Ma questo processo di miniaturizzazione non può continuare all'infinito: le dimensioni del transistor, sempre più piccole, si stanno avvicinando alle dimensioni atomiche; qui si entra nel regno della meccanica quantistica, dove gli oggetti non obbediscono più alle leggi della fisica classica, e i computer così come sono ora concepiti cesserebbero di funzionare. Ci troviamo di fronte a una barriera invalicabile, e l'unico modo per aggirarla è un totale cambio di strategia: costruire un nuovo tipo di calcolatore che obbedisca alla logica quantistica e non più a quella classica: il calcolatore quantistico. Non si tratta di un semplice miglioramento della attuale tecnologia, ma di un cambio di paradigma, una rivoluzione profonda sia nella logica con la quale funzionano i calcolatori, sia nel modo in cui l'informazione viene oggi trasmessa da un punto all'altro della Terra.

Il mattone fondamentale

Questa fantastica possibilità [...] poggia su una differenza molto semplice: il mattone fondamentale dell'informazione classica, il bit, può trovarsi solo in due stati, nello stato che chiamiamo 0 oppure nello stato 1. Il mattone del computer quantistico, inve-

ce, è il qubit, il quale può trovarsi in una qualunque combinazione degli stati 0 e 1. Se immaginiamo il bit classico come un oggetto che può essere solo o bianco o nero, allora il qubit è come un oggetto che può assumere tutte le possibili tonalità di grigio. Questa straordinaria flessibilità del qubit fornisce al calcolatore quantistico delle possibilità assolutamente impensabili per un

calcolatore classico, per quanto potente si possa pensare di costruirlo. Il futuro calcolatore quantistico potrebbe eseguire in pochi secondi calcoli che richiederebbero milioni di anni al più potente calcolatore oggi esistente. Non si tratta di una prospettiva futuristica ma di una realtà non lontana.

La rivoluzione che sta investendo il mondo dei calcolatori,

**Come il calcolatore
quantistico cambierà
il mondo" (pp. 224, € 20)**

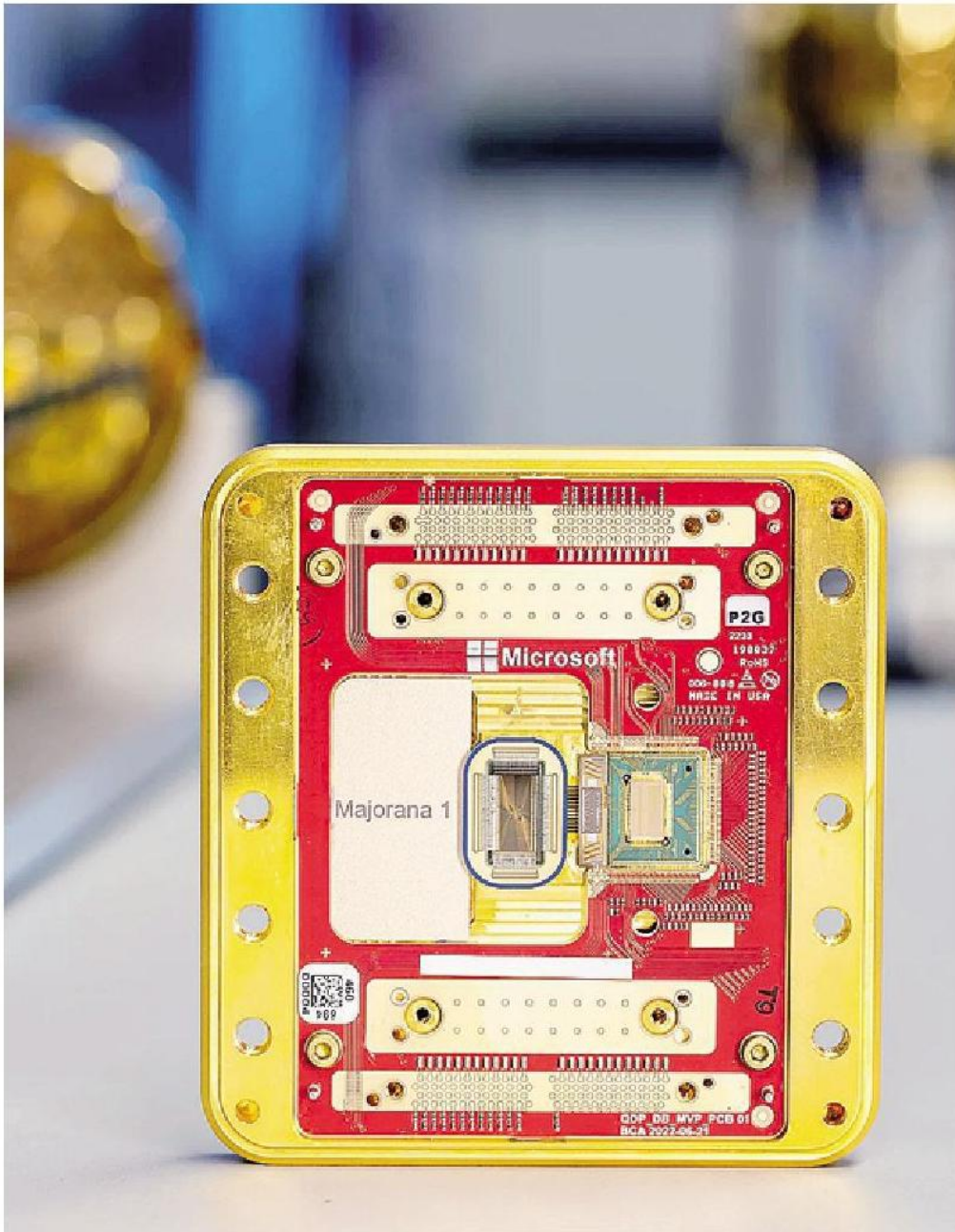
vale a dire quella della elaborazione dell'informazione, entra prepotentemente anche nel mondo della comunicazione, cioè della trasmissione dell'informazione. Al giorno d'oggi, ogni messaggio, foto o video viaggia attraverso l'etere da un punto all'altro del pianeta, affidandosi a onde elettromagnetiche - da un cellulare all'altro, da un continente all'altro. Queste onde elettromagnetiche obbediscono alla fisica classica. Ma immaginiamo un futuro, non lontano, in cui questa infrastruttura cederà il posto a oggetti che obbediscono alla meccanica quantistica: i fotoni. I fotoni sono l'unità fondamentale delle onde elettroma-



Il libro edito da **Raffaello Cortina**

Questo testo
Per gentile concessione
di **Raffaello Cortina Editore**
vi proponiamo uno stralcio
dell'introduzione del fisico
Giulio Casati al libro
"Il computer impossibile.





Il primo "quantum chip" di Microsoft dedicato ad Ettore Majorana

gnetiche. Li possiamo pensare come particelle senza massa che trasportano energia nello spazio alla velocità della luce. Questo cambio di paradigma presenterà dei vantaggi enormi. In particolare, non sarà possibile intercettare e copiare un messaggio senza essere scoperti. Sarà quindi possibile rifondare il sistema di trasmissione delle informazioni su nuove basi, intrinsecamente sicure. Non solo le comunicazioni diplomatiche segrete saranno protette come mai prima, ma anche le semplici transazioni quotidiane, come l'uso delle carte di credito, godranno di una sicurezza impenetrabile. Il progresso in questo campo è veloce. Il

primo satellite in grado di condurre teleconferenze intercontinentali criptate secondo i protocolli quantistici è stato messo in orbita nel 2017, dalla Cina. [...]

Ci proiettiamo, quindi, oltre i confini del calcolo e della comunicazione quantistica, verso un futuro straordinario e ricco di promesse. Questa nuova stagione della nostra avventura tecnologica si muove in un territorio affascinante e inesplorato, dove i sensori quantistici aprono le porte a possibilità che sfidano l'immaginazione. In particolare, ci immergiamo nel mondo vibrante dei sensori quantistici, strumenti così sensibili da poter percepire le minime fluttuazioni

energetiche di un vulcano attivo o i segnali più sottili di una cellula malata. Esploreremo come questi dispositivi avanzati stiano già iniziando a trasformare campi come la medicina, dove potrebbero rivelare malattie prima che diventino visibili con le tecnologie attuali. Le applicazioni sono vastissime e il potenziale è enorme, segnando l'alba di un'era in cui la nostra capacità di osservare, interagire e proteggere il nostro mondo sarà amplificata in modi che oggi possiamo solo immaginare.

Negli anni Quaranta e Cinquanta del secolo scorso, quando i primi computer hanno fatto la loro comparsa, essi erano visti

come enormi ingranaggi di metallo, utili soltanto per compiti monumentali come lo sviluppo di bombe atomiche. Pochi avrebbero immaginato che queste macchine si sarebbero guadagnate un posto nella vita quotidiana. Oggi, la realtà è straordinariamente diversa: quasi ogni persona ha un computer, e un cellulare, dispositivi che ci tengono connessi, informati e intrattenuti. [...]

Primi prototipi

Già oggi, i primi prototipi di computer quantistici hanno fatto la loro comparsa nell'avanguardia tecnologica, segnando l'inizio di una nuova era computazionale. La strada verso la loro piena realizzazione è densa di sfide tecniche, un vero labirinto di complessità e ardui ostacoli. Tuttavia, l'entusiasmo è grande: da prestigiose università sparse per il mondo a giganti multinazionali e agili startup, un fervore di ricerca e investimenti sta alimentando questa rivoluzione. Difficile prevedere esattamente dove ci porterà questo tumulto di innovazione e che influenza avrà sulla nostra vita di tutti i giorni. È però immaginabile che i cambiamenti attorno a noi avverranno prima che ce ne rendiamo conto. Il futuro è un foglio bianco su cui le nuove tecnologie quantistiche stanno iniziando a scrivere potenti cambiamenti. Pensiamo agli ambiti nei quali vengono generate in continuazione moli di dati che gli attuali calcolatori non sono in grado di elaborare, e che potrebbero essere utilmente esaminate tramite un calcolatore quantistico. Oppure a future reti di comunicazione quantistiche, che potrebbero sfociare in un Internet quantistico.

È plausibile che lo sviluppo dei calcolatori quantistici si intreccerà sempre più, in futuro, con lo sviluppo dell'intelligenza artificiale, aprendo la strada a nuove grandi opportunità, assieme alle quali potranno nascere problemi etici, legati alla distinzione tra naturale e artificiale, che è la base su cui si fondano i valori sui quali è costruita la nostra società. Riteniamo sia responsabilità di donne e uomini di scienza presentare il significato di tali scoperte in modo comprensibile a tutti.