


Quantum computing, il Cern è il nuovo hub nell'Ibm Quantum Network

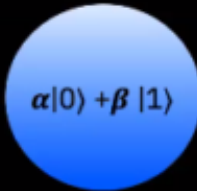
22 Luglio 2021

The qubit IBM Quantum

Classical bit qubit



0
1



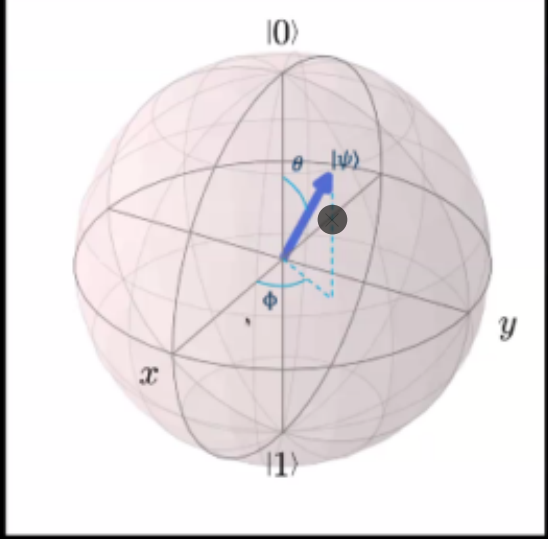
$\alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$


$$|\psi\rangle = \alpha_0|0\rangle + \alpha_1|1\rangle = \cos\left(\frac{\theta}{2}\right)|0\rangle + e^{i\phi}\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)|1\rangle$$
$$|\alpha_0|^2 + |\alpha_1|^2 = 1$$

Shown here is the state:

$$|\psi\rangle = 0.95|0\rangle + (0.18 + 0.25i)|1\rangle$$

90.25 % of the measurements give |0> and 9.75 % give |1>



Bloch sphere representation 

Il **quantum computing** è uno dei fronti più caldi per l'intero mondo dell'Information Technology.

Secondo **Ibm**, le nuove generazioni di acceleratori di particelle presso l'Organizzazione europea per la ricerca nucleare (**Cern**) di Ginevra producono dati ad un ritmo di gran lunga superiore alle capacità di memorizzazione ed elaborazione dei supercomputer più potenti della Terra.

Il calcolo quantistico può essere d'aiuto e ora che **il Cern è diventato il più recente Quantum Hub di Ibm**, la relazione CERN-IBM sarà più vicina che mai.

Fino ad ora, gli scienziati hanno utilizzato tecniche classiche di machine learning per analizzare i dati grezzi catturati dai rivelatori di particelle, selezionando automaticamente i migliori eventi candidati. **Ibm e il Cern ritengono di poter migliorare notevolmente questo processo di screening**, aumentando l'apprendimento automatico con il quantum computing.

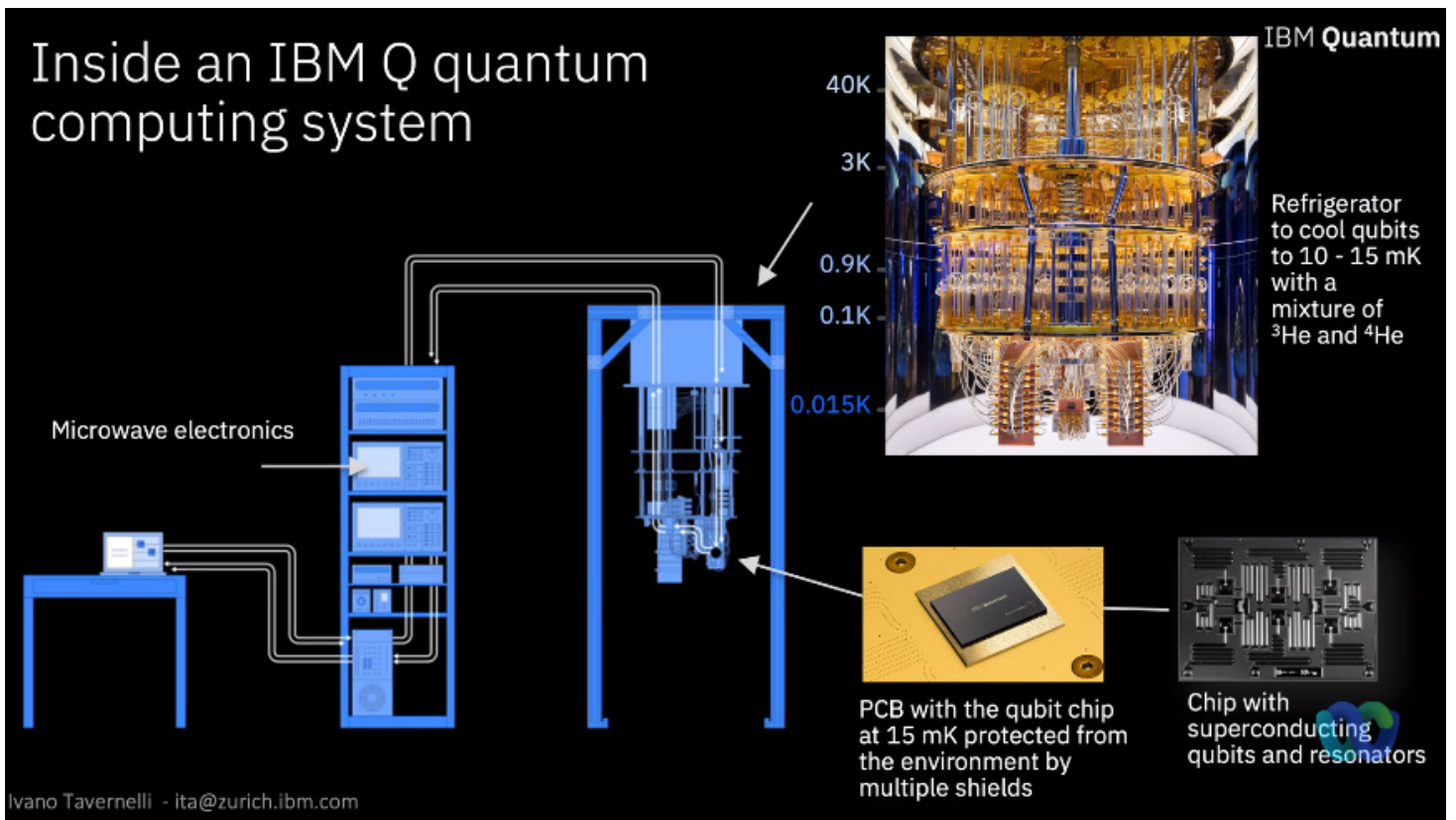
In particolare, sfruttando lo spazio di Hilbert, i computer quantistici dovrebbero essere in grado di catturare correlazioni quantistiche nei set di dati di collisione delle particelle in modo più efficiente e accurato rispetto agli algoritmi convenzionali, classici e di apprendimento automatico. Questa capacità dovrebbe portare ad una migliore interpretazione degli esperimenti.

Nella recente **pre-stampa pubblicata** su ArXiv, Ibm dettaglia l'uso di una cosiddetta macchina vettoriale di supporto quantistico (QSVM) in questo contesto.

È un algoritmo quantistico che permette la classificazione dei dati in categorie di interesse, e può distinguere, per esempio, tra collisioni che producono o non producono il bosone di Higgs. Teorizzato nel 1964, e scoperto al Cern nel 2012, il bosone di Higgs è una particella elementare che dà massa a tutte le altre particelle fondamentali, secondo il Modello Standard della fisica delle particelle.

Nel documento, Ibm sfrutta algoritmi quantistici per classificare i dati associati alla produzione di bosone di Higgs, generati presso il rivelatore ATLAS del Large Hadron Collider al CERN. Lo scopo del nostro esperimento era quello di identificare processi specifici in cui è possibile osservare direttamente la produzione di **bosone di Higgs** associata alle coppie top-quark (la particella fondamentale più pesante conosciuta).

Il basso tasso di produzione di questo particolare processo rende questa osservazione impegnativa e l'uso di tecniche di machine learning consente una classificazione significativamente migliore tra segnale e rumore di fondo.



Mostriamo che, nelle stesse condizioni di preparazione dei dati, le macchine vettoriali di supporto quantistico (con stimatore quantistico del kernel) stanno funzionando almeno altrettanto bene dei migliori classificatori classici ottimizzati utilizzati in OPENLAB del CERN.

«Abbiamo anche ottenuto prestazioni simili con i **computer quantistici** Ibm per un set di dati correttamente ridimensionato per adattarsi a un registro a 15 qubit di un dispositivo a 27 qubit (ibmq_paris). La qualità dei nostri risultati indica una possibile dimostrazione di un vantaggio quantistico per la classificazione dei dati con macchine vettoriali di supporto quantistico nel prossimo futuro» ha affermato il management di Ibm.

I vantaggi del quantum computing per il Cern

Per fare le misurazioni, Ibm ha sviluppato un modo per comprimere i dati sperimentali raccolti presso l'LHC, ad esempio le energie e i momento delle particelle subatomiche in collisione ed emergenti. **Lo scopo della tecnica è stato quello di iniettare in modo efficiente i dati necessari nel registro a 15 qubit di uno dei computer quantistici IBM a 27 qubit.**

Per stabilire un benchmark accurato Ibm ha utilizzato lo stesso set di dati elaborato per i calcoli di machine learning classici all'avanguardia.

Successivamente, **la società** ha preparato il circuito quantistico per la lettura dei dati e la generazione del kernel quantistico per consentire la misurazione della "distanza" tra diversi eventi.

Abbiamo quindi addestrato l'algoritmo quantistico utilizzando un set di dati di test, consentendogli di classificare accuratamente gli eventi di collisione. Ibm ha scoperto che quando l'algoritmo viene simulato classicamente, le prestazioni dell'algoritmo quantistico sono paragonabili, se non superiori, ai classificatori classici più noti utilizzati regolarmente al

CERN. Questa osservazione mostra il potenziale di vantaggio quantistico delle macchine vettoriali di supporto quantistico (QSVM) in problemi fisica impegnativi e molto interessanti.

Infine, Ibm ha testato la validità del suo algoritmo quantistico sull'hardware utilizzando un esperimento a 15 qubit su dispositivi quantistici. L'analisi ha rivelato che, nonostante il "rumore" che influenza i calcoli quantistici, la qualità della classificazione è rimasta molto elevata, paragonabile ai migliori risultati di simulazione classica. Questo conferma ancora una volta il potenziale dell'algoritmo quantistico per questa classe di problemi.

Oggi, i **computer quantistici sono ancora "rumorosi"**, e gli stati quantici memorizzati nei qubit sono fragili con una durata di pochi microsecondi, non abbastanza per eseguire calcoli lunghi e complessi. Tuttavia, i risultati mostrano che l'algoritmo di machine learning quantistico per la classificazione dei dati può essere tanto preciso quanto quelli classici su computer quantistici rumorosi, aprendo la strada alla dimostrazione di un vantaggio quantistico nel prossimo futuro.



Cern : il nuovo Quantum Hub

A giugno, il Cern ha rilasciato il nuovo Quantum Hub di Ibm. La missione del Cern Hub è quella di esplorare promettenti casi d'uso per la fisica ad alta energia con il mondo accademico e la ricerca. È strutturato come un hub e un modello di coinvolgimento di raggi, e i membri dell'hub possono essere accademici o istituti di ricerca. La mossa offre al Cern un accesso dedicato alla flotta Quantum di Ibm di **oltre 20 computer quantistici**.

Altri hub quantistici Ibm includono la Keio University in Giappone, l'Università di Melbourne in Australia, l'Université di Sherbrooke in Canada, l'Università di Oxford nel Regno Unito, l'Università bundeswehr in Germania, l'Università Nazionale di Taiwan e l'Università di Minho in Portogallo. In futuro, è probabile che gli hub condisenino strumenti, esperienze e best practice per promuovere il campo rapidamente emergente della scienza dell'informazione quantistica.

Qiskit in Europa

- INSEGNARE/EDUCATION**
 - **IBM Quantum Fridays:** Series of lectures for introducing to Quantum Computing with Qiskit
- DIVULGARE/OUTREACH:**
 - Quantum Industry Day in Switzerland 2020, 2021
- COMMUNITA'/COMMUNITY:**
 - **European Quantum Computing Applications Community - LinkedIn Group**
 - **Hackathons:** Qiskit Hackathon Europe: Research study groups
 - Local meet-up groups

Il futuro del quantum computing: formare specialisti e creare competenze

Ci siamo quindi confrontati con il management di Ibm, trovando conferma nelle nostre impressioni. A destare maggiori preoccupazioni non è tanto il lato hardware, sul quale Ibm ha una roadmap chiara e ambiziosa: arrivare ad almeno 1000 qbit entro il 2023.

Il principale problema, dunque, viene da un altro fronte, ed è quello della **carenza di scienziati e specialisti in quantum computing**.

Infatti, per quanto si tratti di una tecnologia relativamente nuova, ben presto la disponibilità di elaboratori per quantum computing sarà di gran lunga superiore ai talenti in grado di lavorarci e creare algoritmi e codice. L'esempio calzante è quello dei fratelli Wright, che mentre tutti viaggiavano in treno già sperimentavano i primi rudimenti del volo.

Questo ci porta alla seconda riflessione in attesa di adeguate risposte. Il calcolo quantistico ha regole e prospettive molto lontane dal tradizionale calcolo binario. Non si tratta, per essere chiari, di elaborare le stesse informazioni ma più velocemente. Anzi, quantum computing e tradizionali computer sono destinati a coesistere.

Ciò che serve è creare una generazione di talenti in grado di pensare in modo creativo. Capaci di uscire dal solco segnato da decenni di informatica tradizionale; abbastanza creativi da “vedere” un futuro informatico che sfugge alla massa.

TAGS IBM quantum computing