

Quantum errors and error correction techniques

Alessio Delli Colli

September 2024

Scopo del calcolo quantistico

Permette di affrontare problemi computazionali "difficili"

Scopo del calcolo quantistico

Permette di affrontare problemi computazionali "difficili"

- Problemi di ricerca con l'algoritmo di Grover

Scopo del calcolo quantistico

Permette di affrontare problemi computazionali "difficili"

- Problemi di ricerca con l'algoritmo di Grover
- Fattorizzazione e calcolo del logaritmo discreto con l'algoritmo di Shor.

Scopo del calcolo quantistico

Permette di affrontare problemi computazionali "difficili"

- Problemi di ricerca con l'algoritmo di Grover
- Fattorizzazione e calcolo del logaritmo discreto con l'algoritmo di Shor.

Ma presenta delle criticità...

Scopo del calcolo quantistico

Permette di affrontare problemi computazionali "difficili"

- Problemi di ricerca con l'algoritmo di Grover
- Fattorizzazione e calcolo del logaritmo discreto con l'algoritmo di Shor.

Ma presenta delle criticità... gli errori.

Qubits

- semplici sistemi quantistici

Qubits

- semplici sistemi quantistici
- modellati da uno spazio di Hilbert 2-dimensionale

Qubits

- semplici sistemi quantistici
- modellati da uno spazio di Hilbert 2-dimensionale
- il loro stato può essere rappresentato in vari modi:

Qubits

- semplici sistemi quantistici
- modellati da uno spazio di Hilbert 2-dimensionale
- il loro stato può essere rappresentato in vari modi:

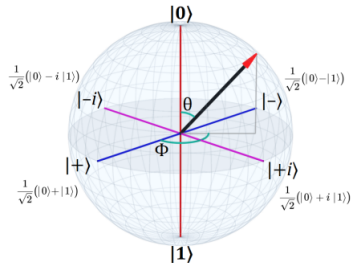
Vettore di stato

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

le due rappresentazioni sono legate dalla seguente relazione:

$$|\psi\rangle = \cos \frac{\theta}{2} |0\rangle + e^{i\phi} \sin \frac{\theta}{2} |1\rangle$$

Sfera di Bloch



Porte quantistiche

- I qubit sono fatti interagire grazie a delle porte.

Porte quantistiche

- I qubit sono fatti interagire grazie a delle porte.
- Queste modificano lo stato applicando ad esso un operatore unitario.

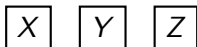
Porte quantistiche

- I qubit sono fatti interagire grazie a delle porte.
- Queste modificano lo stato applicando ad esso un operatore unitario.
- possono essere viste come rotazioni della sfera di Bloch.

Porte quantistiche

- I qubit sono fatti interagire grazie a delle porte.
- Queste modificano lo stato applicando ad esso un operatore unitario.
- possono essere viste come rotazioni della sfera di Bloch.

Porte di Pauli



Porte di Fase



Porta di Hadamard



Not controllato



Esempi di reti

Correzione degli errori su sistemi classici

Difficoltà nel caso quantistico

Codici di correzione quantistici

Grazie per l'attenzione.