

05-quantum-introduzione-03

Next Generation Computing Models

Quantum Computing Introduzione

1

1

quantum computing

- un nuovo modello di calcolo che
 - *potrebbe* essere fisicamente realizzabile
 - *potrebbe* avere un vantaggio esponenziale, in alcuni casi, rispetto ai computer tradizionali
- il modello pone una seria sfida alla *strong Church-Turing Thesis*
 - che dice che qualunque modello di calcolo può essere simulato da una Macchina di Turing con al più uno svantaggio polinomiale in termini di tempo

2

2

05-quantum-introduzione-03

quantum e non-quantum

- anche se il quantum computing dovesse affermarsi è ipotizzabile che i computer tradizionali continuino ad essere usati per risolvere la maggior parte dei problemi

3

3

un po' di fisica

- per capire le basi del quantum computing occorre un pizzico di fisica
 - i parametri fisici (energia, momento, spin,) di una particella elementare (es. elettrone) sono quantizzati e possono assumere valori solo in un insieme discreto
 - gli stessi parametri ad un certo istante non hanno un valore che è un singolo numero; un parametro è invece associato a un'onda di probabilità (*superposition*)
 - un parametro assume un singolo valore (collapsa a un singolo numero) quando viene osservato

4

4

05-quantum-introduzione-03

qubit

- i computer tradizionali usano i bit, i cui valori possono essere 0 o 1
- i quantum computer usano i qubit
 - normalmente particelle subatomiche come elettroni o fotoni in superposition
- generare e manipolare qubit è difficile
 - IBM, Google, Rigetti Computing usano circuiti superconduttori raffreddati a temperature più fredde dello spazio profondo
 - IonQ imprigiona atomi in campi elettromagnetici in camere ultra-high vacuum

5

5

due principali direzioni di lavoro

- sperimentale
 - costruzione di computer che sfruttano i fenomeni della meccanica quantistica
- teorica
 - quantum algorithms
 - progetto di algoritmi che sfruttano il modello di calcolo della meccanica quantistica
 - quantum protocols
 - progetto di protocolli per trasmettere e ricevere informazioni sfruttando il modello di calcolo della meccanica quantistica

6

6

05-quantum-introduzione-03

assiomi

studiamo un modello di calcolo che consente di astrarre rispetto alla meccanica quantistica, basato su tre assiomi

1. superposition
2. misura
3. evoluzione unitaria

7

7

ostacoli

- vettori e matrici
- numeri complessi
- un po' di trigonometria
- pochissimo calcolo delle probabilità

8

8