

Реалізація кубитів для квантових комп'ютерів.

Мнацаканов Антон

Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

25 листопада 2021 р.

- ① Визначення
- ② Порівняння
- ③ Надпровідні кубити
- ④ Ion Trap

① Визначення

② Порівняння

③ Надпровідні кубити

④ Ion Trap

Що таке кубіт?

Бит

0

Кубит

0

Кубіт — це дворівнева квантовомеханічна система, наприклад, поляризація окремого фотона, яка може бути вертикальною або горизонтальною. В класичній системі біт завжди прийматиме одне з двох значень, але квантова механіка дозволяє кубітові перебувати в стані суперпозиції. Ця властивість кубіта є базисом для всієї теорії квантових обчислень. $\alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$

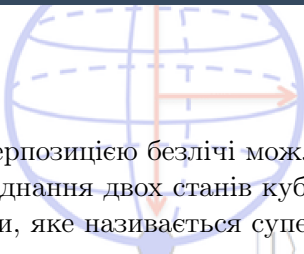
① Визначення

② Порівняння

③ Надпровідні кубити

④ Ion Trap

Різниця біта і кубіта



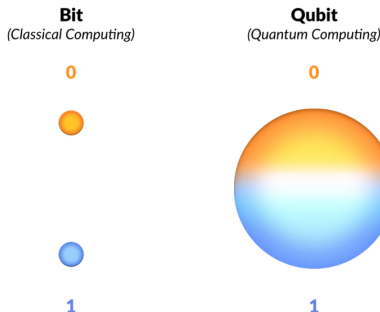
$$\frac{|0\rangle + |1\rangle}{\sqrt{2}}$$

Кубіти представлені суперпозицією безлічі можливих станів. Для досягнення лінійного поєднання двох станів кубіт використовує явище квантової механіки, яке називається суперпозицією.

Класичний двійковий біт може становити лише одне двійкове значення, наприклад 0 або 1. Це означає, що біт може перебувати тільки в одному з двох можливих станів. Кубіт може представляти 0, 1 або будь-яку частку від 0 до 1 в суперпозиції обох станів з певною ймовірністю того, що він дорівнює 0, і певною ймовірністю того, що він дорівнює 1.

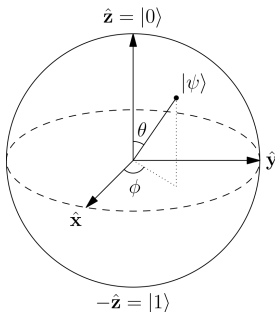
Різниця біта і кубіта

У той час як для повного опису системи з n класичних бітів достатньо n нулів і одиниць, для опису системи з кубітів n необхідно $(2^n - 1)$ комплексних чисел. Це з тим, що n -кубитну систему можна представити як вектор у 2^n -мірному Гільбертовому просторі. Звідси випливає, що система з кубітів може вмістити експоненційно більше інформації, ніж система з бітів.



Стан кубіту

Як і біт, кубіт допускає два власні стани, що позначаються $|0\rangle$ і $|1\rangle$ (позначення Дірака), але при цьому може знаходитися і в їх суперпозиції. У загальному випадку його хвильова функція має вигляд $A|0\rangle + B|1\rangle$, де A і B називаються амплітудами ймовірностей і є комплексними числами, що задовольняють умові $|A|^2 + |B|^2 = 1$. Стан кубіту зручно представляти як стрілку на сфері Блоха.



① Визначення

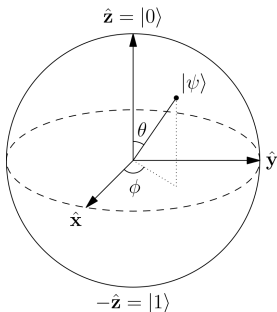
② Порівняння

③ Надпровідні кубити

④ Ion Trap

Надпровідні кубити

Надпровідні кубити - це саме ті кубити, на яких працює більша частина комерційно доступних квантових процесорів. Компанія Google і IBM зробили основну ставку саме на цю технологію, оскільки такі кубити можна робити як електричні схеми, практично на друкованій платі, тільки з надпровідних матеріалів. Отримані процесори охолоджуються до низьких температур так, що метал, з якого вони виготовлені (це, як правило, алюміній), переходить у стан надпровідності.



① Визначення

② Порівняння

③ Надпровідні кубити

④ Ion Trap

Квантові комп'ютери з іонною пасткою

... Головною особливістю комп'ютерів Ion Trap є їх стабільність; кубіти мають набагато довший «час когерентності», ніж ті, що використовуються в надпровідних квантових комп'ютерах. Незважаючи на те, що комп'ютер із іонною пасткою може працювати при кімнатній температурі, для досягнення найкращої продуктивності іони потрібно охолоджувати, але не в тій мірі, в якій цього вимагає надпровідний квантовий комп'ютер. Зв'язки між кубітами іонної пастки можна переналаштувати, тобто кожен кубіт може взаємодіяти один з одним кубітом в комп'ютері, уникаючи деяких обчислювальних витрат, які виникають із надпровідними мікросхемами.

Нейтральні атоми – подібний підхід до іонних пасток, але замість використання іонізованих атомів і використання їх заряду для утримання кубітів на місці використовуються нейтральні атоми та лазерний пінцет.

Нейтральні атоми мають такий самий тривалий час когерентності, що й іони (використовуються в квантових комп'ютерах із іонною пасткою). Його унікальною особливістю в порівнянні з іонними пастками є його потенціал для створення багатовимірних масивів.

Дякую за увагу!