

ОСНОВИ ФУНКЦІОНУВАННЯ КВАНТОВИХ КОМП'ЮТЕРІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Стаття описує основи функціонування квантових комп'ютерів та охоплює ключові аспекти, такі як кубіти, суперпозиція, квантова запутаність, а також методи обробки інформації в квантових системах. Розглянуто можливості та переваги квантових обчислень порівняно з класичними комп'ютерами, а також їх потенціал у вирішенні складних задач для різних галузей.

Ключові слова: Квантові комп'ютери, кубіти, суперпозиція, запутаність, надпровідникові схеми, електрони, фотони, квантовий стан.

Abstract

The paper describes the fundamentals of how quantum computers work and covers key aspects such as qubits, superposition, quantum entanglement and interference, as well as methods of information processing in quantum systems. The possibilities and advantages of quantum computing compared to classical computers, as well as their potential in solving complex problems for various industries, are considered.

Keywords: Quantum computers, qubits, superposition, entanglement, superconducting circuits, electrons, photons, quantum state.

Вступ

Сила квантового комп'ютера криється в його здатності створювати та контролювати квантові біти, що дає змогу виконувати обчислення набагато ефективніше, ніж класичні системи. На відміну від звичайних бітів кубіти можуть знаходитися в кількох станах одночасно завдяки явищу суперпозиції. Це дозволяє квантовим комп'ютерам обробляти значно більші обсяги інформації і вирішувати складні завдання набагато швидше.

Результати дослідження

Квантові комп'ютери, на відміну від класичних, використовують кубіти, які зазвичай є субатомними частинками, такими як електрони або фотони. Генерація та управління кубітами є науковим і технічним викликом. Деякі компанії, наприклад IBM, Google та Rigetti Computing, використовують надпровідникові схеми, охоложені до температур, нижчих за температуру в космосі. Інші, такі як IonQ, затримують окремі атоми в електромагнітних полях на кремнієвих чіпах у камерах з ультра високим вакуумом. В обох випадках мета — ізолювати кубіти в контрольованому квантовому стані.

Кубіти мають деякі незвичайні квантові властивості, завдяки яким з'єднана група кубітів може забезпечити набагато більшу обчислювальну потужність, ніж та ж сама кількість бінарних бітів. Одна з таких властивостей називається суперпозицією, а інша — запутаністю.

Кубіти можуть одночасно представляти численні комбінації 1 та 0. Ця здатність перебувати в кількох станах одночасно називається суперпозицією. Щоб помістити кубіти в стан суперпозиції, дослідники маніпулюють ними за допомогою лазерів високої точності або мікрохвильових променів.

Завдяки цьому парадоксальному явищу квантовий комп'ютер, що має кілька кубітів у суперпозиції, здатний одночасно обробляти величезну кількість можливих результатів. Однак остаточний результат обчислень з'являється лише після того, як кубіти будуть виміряні, що призводить до "колапсу" їхнього квантового стану, коли вони приймають конкретне значення — або 1, або 0. Це дозволяє квантовим комп'ютерам ефективно вирішувати складні задачі, адже вони можуть розглядати всі можливі варіанти одночасно, не перебираючи їх по черзі, як це роблять класичні комп'ютери [1].

Дослідники можуть генерувати пари кубітів, які перебувають у стані "запутаності", що означає, що два кубіти цієї пари існують в єдиному квантовому стані. Зміна стану одного з кубітів миттєво призводить до передбачуваної зміни стану іншого, навіть якщо ці кубіти знаходяться на дуже великих відстанях один від одного.

Чому та як працює запутаність, досі залишається нез'ясованим. Це явище навіть збивало з пантелику самого Ейнштейна. Однак саме ця властивість є однією з основних причин потужності квантових комп'ютерів. У традиційному комп'ютері подвоєння кількості бітів призводить до подвоєння обчислювальної потужності. Проте завдяки запутаності додавання нових кубітів у

квантову машину призводить до експоненціального збільшення її здатності до обробки даних. Це означає, що квантові комп'ютери можуть здійснювати обчислення значно швидше та ефективніше [1].

Однією з найбільш перспективних сфер застосування квантових комп'ютерів є моделювання поведінки матерії на молекулярному рівні. Виробники автомобілей, такі як Volkswagen та Daimler, використовують квантові комп'ютери для симуляції хімічного складу батарей електричних автомобілів, щоб знайти нові способи покращення їхньої ефективності. Фармацевтичні компанії також застосовують їх для аналізу та порівняння сполук, що можуть призвести до створення нових ліків.

Висновки

Але все ж таки, щоб квантові комп'ютери змогли повністю розкрити свій потенціал, може знадобитися кілька років. Університети та компанії, що займаються розробкою цих технологій, стикаються з браком кваліфікованих дослідників у цій галузі та обмеженим постачанням деяких ключових компонентів. Проте, якщо ці нові екзотичні обчислювальні машини виправдають свої обіцянки, вони можуть трансформувати цілу низку галузей, сприяючи глобальним інноваціям та науково-технічному прогресу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. MIT Technology Review Explainer: What is a quantum computer? [Електронний ресурс]. - Режим доступу URL: <https://www.technologyreview.com/2019/01/29/66141/what-is-quantum-computing/>
2. V. Vedral, M. B. Plenio, Basics of Quantum Computation arXiv:quant-ph/9802065 (1998).
3. D. P. DiVincenzo, G. Burkard, D. Loss, E. V. Sukhorukov, Quantum Computation and Spin Electronics arXiv:cond-mat/9911245 (1999).

Шпикуляк Андрій Віталійович – студент групи 2СП-21б, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: andrii.sk2003@gmail.com

Shpykuliak Andrii Vitaliiovich - student of group 2SP-21b, Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: andrii.sk2003@gmail.com