

КВАНТОВИЙ КОМП'ЮТЕР

Кисляк М.С., ст. гр. Е-12-20

Науковий керівник: доц. каф. ІІМ Фастовець В.І.

Квантовий комп'ютер - це обчислювальний пристрій, що працює за принципами квантової механіки, яку по праву можна назвати найскладнішим розділом фізики. Квантова механіка зародилася на початку 20-го століття, і вивчає поведінку квантових систем і її елементів. Квантова частка може перебувати в кількох місцях і станах одночасно, тому за визначенням квантова механіка повністю суперечить загальній теорії відносності. Але давайте не будемо заглиблюватися в науку, а повернемося до нашої головної теми - квантовому комп'ютера.

На початку століття з'ясувалося, що використання електричних схем для створення обчислювальних пристроїв має свої межі, і всі вони практично були досягнуті. Зараз же перед людством постають все нові і нові завдання, для вирішення яких класичних комп'ютерів буде недостатньо. Найпростіший приклад такого завдання - це розкладання великих чисел на множники. Для цієї мети було побудовано більшість криптографічних систем. Це здається банальним але, якби комусь вдалося швидко розкласти велике число на прості множники, то для нього стали доступні транзакції у всіх банках світу.

Інша не менш важливе завдання, з якою сучасні комп'ютери ніколи не зможуть впоратися - це моделювання квантових систем і молекул ДНК. Виходячи з цього, можна зробити висновок, що створення квантових комп'ютерів - вельми перспективне рішення, яке дозволить вирішити ці та багато інших проблем.

Принцип роботи квантового комп'ютера

Класичний комп'ютер працює на основі транзисторів і кремнієвих чіпів, які використовують для обробки інформації бінарний код, що складається з нулів і одиниць. Біт, як мінімальна одиниця інформації має два базових стани: 1 і 0. Зміни цих станів можна легко

контролювати: об'єкти можуть або знаходитися в конкретному місці, або - чи не знаходиться. Саме тому багато фізичні об'єкти зовнішнього світу можна перенести у віртуальний за допомогою складних комбінацій бітів. Робота ж квантового комп'ютера буде ґрунтуватися на принципі суперпозиції, а замість бітів будуть використовуватися кубіти (квантові біти), які одночасно можуть перебувати у всіляких станах (в 1 і 0 одночасно). За словами вчених, за рахунок цього квантові комп'ютери для певних класів завдань будуть в мільйони разів могутніше нинішніх. Зараз вже описані десятки всіляких алгоритмів роботи квантового комп'ютера, навіть розробляються особливі мови програмування.

За великим рахунком, світ використовує квантові технології вже давно. Лазери, томографи і надчутливі мікроскопи базуються на масових ефекти, що створюються великими групами квантових частинок або хвиль, які підпадають під дію законів квантової механіки. Основне ж завдання полягає в використанні цих ефектів для окремих частинок, а не груп в цілому.

Для чого потрібен квантовий комп'ютер?

Поки вчені працюють над створенням квантового комп'ютера, вони одночасно шукають йому застосування. Головним залишається той факт, що такий комп'ютер зможе моментально здійснювати обчислення і працювати з великим об'ємом даних.

За допомогою квантових комп'ютерів можна оптимізувати безліч процесів: від медицини і до машинобудування. Наприклад, у людей з'явиться можливість діагностувати рак на ранніх стадіях, або робити більш складні автопілот. Як згадувалося раніше, за допомогою квантового комп'ютера буде можливо швидко розкласти великі числа на множники і моделювати молекули ДНК. Також існує теорія того, що квантовий комп'ютер буде справлятися із завданнями, які звичайний комп'ютер вирішити не в змозі або витратить на це тисячі років обчислень.

Це, припустимо, створення штучного інтелекту або пошук розумних істот у Всесвіті, крім людини. У будь-якому випадку все

вчені сходяться на тому, що це створення такого комп'ютера буде справжнім проривом, можливо, головним в історії людства.

Виправлення помилок основна проблема квантових комп'ютерів

Помилки в квантових комп'ютерах можна розділити на два основних рівня. Помилки першого рівня притаманні всім комп'ютерам, в тому числі і класичним. До таких помилок відноситься мимовільна зміна кубітів через зовнішнього шуму (наприклад: космічних променів або радіації). З цією проблемою нещодавно вдалося впоратися фахівцям з компанії Google. Для вирішення цієї проблеми команда вчених на чолі з Джуліаном Келлі створила особливу квантову схему з дев'яти кубітів, які шукають помилки в системі. Решта кубіти відповідають за збереження інформації, таким чином, зберігаючи її довше, ніж з використанням одиничного кубіта. Однак основна проблема нікуди не поділася, залишається другий рівень помилок.

Кубіти спочатку за своєю природою нестабільні, вони миттєво забувають інформацію, яку ви хочете зберегти на квантовий комп'ютер. Під впливом на кубіт навколишнього середовища порушується зв'язок всередині квантової системи (процес декогеренції). Щоб позбутися від цього, квантовий процесор потрібно максимально ізолювати від впливу зовнішніх факторів. Як це зробити? - поки залишається загадкою. За словами експертів, 99% потужності такого комп'ютера піде на виправлення помилок, і лише 1% вистачить для вирішення будь-яких завдань. Звичайно, від помилок не вдасться позбутися повністю, але якщо мінімізувати їх до певного рівня, квантовий комп'ютер зможе працювати.

Наскільки людство близько до створення квантових комп'ютерів?

Дати відповідь на це питання зараз дуже складно - практично неможливо. Новини про прориви в цій сфері з'являються регулярно, але не можна сказати, що вони глобальні. У створенні квантових

комп'ютерів зацікавлені всі: починаючи військовими і закінчуючи технологічними компаніями. Компанія D-Wave, з якої активно співпрацює Google і NASA, заявляє, що створила процесор з 84 кубітами, але критики, які проаналізували його повідомили, що він працює як класичний.

IBM кілька років тому оголосили, що створили чіп з трьома кубітами, а Microsoft ґрунтовно займається розробкою квантових комп'ютерів ще з 2007 року.

За прогнозом дослідників з компанії Cisco Systems, повноцінний робочий квантовий комп'ютер з'явиться до середини наступного десятиліття, і будуть за потужністю можна порівняти з людським мозком.

У будь-якому випадку проблема розробки нових досконалих комп'ютерів буде актуальна доти, поки людство не навчиться виправляти квантові помилки другого рівня. Якщо це колись станеться, то до створення робочого квантового комп'ютера залишиться лише кілька років.

На сьогоднішній день, незважаючи на відсутність серйозних досягнень в області створення КК (експериментально квантові обчислення вдалося реалізувати лише для систем з дуже малою кількістю кубітів), теоретичні та практичні дослідження в цьому напрямку тривають.

Основними проблемами, пов'язаними зі створенням КК, є, по-перше, необхідність забезпечення дуже високої точності вимірювань квантових станів, а по-друге, необхідність ізолювання системи кубітів від зовнішніх впливів, які можуть зруйнувати квантову систему або внести неї істотні спотворення.

Історія

Іквантових обчислень почалася на початку 1980-х років, коли фізик Пол Бениофф запропонував квантово-механічну модель машини Тьюринга в 1980 році.

Ідея про квантових обчисленнях також була висловлена Юрієм Маніним в 1980 році.

Одна з перших моделей квантового комп'ютера була запропонована Річардом Фейнманом в 1981 році. Незабаром Пол Бениофф описав теоретичні основи побудови такого комп'ютера.

Також концепцію квантового комп'ютера в 1983 році пропонував Стівен Візнер в статті, яку він намагався опублікувати протягом більше десяти років до цього.

Необхідність в квантовому комп'ютері виникає тоді, коли ми намагаємося досліджувати методами фізики складні багаточастинкові системи, подібні біологічним. Простір квантових станів таких систем зростає як експонента від числа n складових їх реальних частинок, що унеможлиблює моделювання їх поведінки на класичних комп'ютерах вже для $n = 10$. Тому Візнер і Фейнман висловили ідею побудови квантового комп'ютера.

Як не дивно, глибоке вивчення фізики із застосуванням квантових комп'ютерів може привести ... до вивчення нової фізики. Моделі фізики елементарних частинок часто надзвичайно складні, вимагають розлогих рішень і задіють багато обчислювального часу для чисельного моделювання. Вони ідеально підійдуть для квантових комп'ютерів, і вчені вже поклали на них око.

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ

Носик Є.І., ст. гр. Е-12-20

Науковий керівник: доц. каф. ІІМ Фастовець В.І.

Генетичний алгоритм (англ. *genetic algorithm*) – це еволюційний елемент пошуку, що використовується для вирішення задач оптимізації і моделювання шляхом послідовного підбору, комбінування і варіації шуканих параметрів з використанням механізмів, що нагадують біологічну революцію.