

КВАНТОВИЙ КОМП'ЮТЕР – КОМП'ЮТЕР МАЙБУТНЬОГО

Хамула С., ст. гр. МК-11-19

Фастовець В.І. –керівникдоцент кафедри ПІМ
ХНАДУ

Квантовий комп'ютер – фізичний обчислювальний пристрій, функціонування якого ґрунтується на принципах квантової механіки, зокрема, принципі суперпозиції та явищі квантової заплутаності.

Такий пристрій відрізняється від звичайного транзисторного комп'ютера зокрема тим, що класичний комп'ютер оперує даними, закодованими у двійкових розрядах (бітах), кожен з яких завжди перебуває в одному з двох станів (0 або 1), а квантовий комп'ютер використовує квантові біти (кубіти), які можуть знаходитися у суперпозиції станів. Інформатико-теоретичною моделлю такого обчислювального пристрою є квантова машина Тьюринга, або універсальний квантовий комп'ютер, яка була розроблена Девідом Дойчем у 1985 році. Квантовий комп'ютер має низку спільних ознак із недетермінованим та ймовірнісним комп'ютерами, але ці пристрої не є тотожними. Вважається, що вперше ідею використання принципів квантової механіки для виконання обчислень висловили Юрій Манін у книзі «Обчислювальне і необчислювальне» у 1980 році та Річард Фейнман у лекції на Першій конференції з фізики обчислень у МТІ в 1981 році, хоча пропозиції використання напівцілих спінів як найпростіших обчислювальних елементів лунали і раніше.

Теоретично квантовий комп'ютер здатний розв'язувати певні задачі набагато швидше, ніж звичайні комп'ютери, наприклад, задачу факторизації цілих чисел або ефективного моделювання квантової системи багатьох тіл. Існує низка квантових алгоритмів, наприклад, алгоритм Шора, алгоритм Саймона та інші, виконання яких займає набагато менше часу, ніж виконання будь-якого ймовірнісного класичного алгоритму. Однак, за наявності великого об'єму обчислювальних ресурсів класичний комп'ютер здатен моделювати будь-який квантовий алгоритм, якщо він не порушує тезу Чорча – Тюрінга.

Розглянемо передумови для створення квантового комп'ютера. Наявна елементна база, побудована на «кремнієвих» технологіях, дозволить триматися на такому рівні зростання зовсім недовго. Основним зі встановлених природою обмежень є тепло, яке виділяє будь-який електроприлад. Яким би незначним не було тепло, при зменшенні розмірів «приладу» воно все одно буде перешкоджати, особливо, коли ці розміри вимірюються мікронами чи частками мікрон. Ідея використання в комп'ютерах ефекту надпровідності виникла давно, але до 80-х років залишалася не більш, як привабливою, екстравагантною ідеєю. Дослідження показали, що відсутність тепловиділення – не основна перевага надпровідникової комп'ютерної техніки; хоча саме вона і дозволяє в тисячу разів збільшити швидкість і щільність заповнення. Використовуючи квантові ефекти, які виникають при надпровідності, комп'ютер може оперувати кількома бітовими «зразками». Електрон, який пробігає мережею такого комп'ютера, буде одночасно виконувати роль і «ключа», і носія інформації. Структура квантового комп'ютера, його логіка стануть геть іншими, а сам комп'ютер матиме більше можливостей. Потенційним ринком для таких комп'ютерів будуть не «персоналки» чи текстові процесори, а мережеві комп'ютерні пристрої типу робочої станції.

Для програмування квантових комп'ютерів створені спеціалізовані мови програмування, які дозволяють запис квантового алгоритму з використанням конструкцій високого рівня. Завдання квантових мов не полягає у тому, щоб надати інструмент для програмістів, а в тому, щоб надати інструменти для дослідників, щоб зрозуміти краще, як працюють квантові обчислення і як формально доводити коректність квантових алгоритмів.

Можна виділити дві основні групи квантових мов програмування: імперативні квантові мови програмування і функційні квантові мови програмування. Найвідомішими представниками першої групи є QCL і LanQ.

Ведеться робота з розробки функційних мов програмування для квантових обчислень. Приклади включають QPL Селінджер, і Haskell-подібну мову QML, розроблену Алтенкірчом і Гретажем.

Квантові мови програмування високого рівня, засновані на лямбда-численні, були запропоновані ван Тондером, Селінджером і Валіроном Арігі і Довеком.

Створені реально квантові комп'ютери досі оперували з дуже незначною кількістю кубітів. У 2007 році оголошене створення квантового комп'ютера із 16 кубітами.

В листопаді 2017 року компанія ІВМ представила прототип квантового комп'ютера з 50 кубіт. В представленому прототипі час когерентності кубіт (час, протягом якого вони можуть залишатись в стані суперпозиції та виконувати корисні обчислення) вдалось збільшити до 90 мікросекунд. Основна частина цього прототипу (його «ядро») було показане компанією на виставці CES 2018.

9 січня 2018 року на виставці CES 2018 компанія Intel представила чип квантового комп'ютера на 49 кубіт з назвою Tangle Lake. В процесорі використані надпровідні ланцюги, робоча температура яких дорівнює 20 мілікельвін.

Вчені центру квантової фотоніки Бристольського університету створили силіконовий чип, який можна буде використовувати для складних підрахунків та симуляцій з використанням квантових часток у найближчому майбутньому. Вчені вважають, що їхній прилад проторює шлях до квантових комп'ютерів – потужного виду комп'ютерів, що використовують квантові біти, а не звичайні біти, що використовуються у сучасних комп'ютерах.

На відміну від звичайних бітів чи транзисторів, які можуть бути представлені одночасно лише в одній з двох форм (1 або 0), кубіт може існувати у кількох формах одночасно і, таким чином, може використовуватись для зберігання та обробки набагато більшого обсягу інформації у більшому ступені.

Технологія, створена у Бристолі, використовує дві ідентичні часточки світла (фотони) які рухаються вздовж силіконового чипа в межах експерименту, відомого як рух квантів. Експеримент руху квантів з використанням одного фотону проводився і раніше і він підпадав під модель класичної фізики хвиль. Тим не менш, такого роду експеримент з використанням двох часток було проведено вперше, і результати їх важко переоцінити.

Перехід від використання одного фотону до двох не простий, оскільки дві частки мають бути ідентичними за всіма параметрами, та через те, як частки взаємодіють та взаємопроникають. Аналогії такого роду взаємодії поза межами квантової фізики не існує.

«Тепер, коли ми маємо змогу напряду реалізувати та спостерігати рух двох фотонів перед нами відкривається шлях до приладів з використанням трьох- та багатьох фотонів і результати мають бути більш ніж просто вражаючими», каже професор О'Брайєн. «Щоразу як ми додаємо фотон, ми дістаємо змогу вирішувати по експоненті все складніші задачі, тобто якщо однофотонна система має 10 відсоткову ефективність, то двофотонна – 100 відсоткову, а трифотонна 1000 і т. д.»