

КОМПЬЮТЕРЫ БУДУЩЕГО. КОНЕЦ ЭПОХИ КРЕМНИЯ

В.А. Гупалов, А.Д. Кривошапова

Томский политехнический университет, ИШЭ, ОЭЭ, группа 5А43

Научный руководитель: А.Б. Аскаров, к.т.н., старший преподаватель ОЭЭ ИШЭ ТПУ

История квантовых вычислений начинается с невозможности считать числа, расчеты которых не способны выполнить компьютеры, основанные на обычных кремниевых процессорах.

Пространство квантовых состояний стремительно растет. По аналогии с экспонентой в степени N , что делает невозможным моделирование данных состояний на обычных компьютерах со значения переменной, равного десяти. Решение данной задачи впервые приведено в 1981 и 1983 году Ричардом Фейнманом и Стивеном Визнером соответственно [1].

Отметим, что квантовый компьютер в отличие от обычного компьютера на кремниевых процессорах использует законы квантовой механики, такие как квантовый параллелизм и квантовая запутанность. Так, обычный процессор при выполнении вычислений может принимать два состояния – логический ноль или единица. В квантовом же компьютере из-за наличия той самой квантовой механики процессор может находиться в обоих состояниях одновременно [1].

По ходу выполнения квантовых вычислений информация представляется в квантовом виде. После же завершения вычислений она переводится в классический вид посредством проведения измерения конечного состояния регистра. При выполнении квантовой операции в сравнении с обычной имеет место возможность одновременного изменения нескольких, множества коэффициентов квантовых состояний, содержащих внутри себя информацию в классическом, традиционном ее понимании.

Когда процессор в двух состояниях одновременно, как было отмечено ранее, то есть логический ноль и единица одновременно, это называется кубитом. Так, для полного описания системы из N битов необходимо задействовать N нулей и единиц. В то время как для описания системы из N кубитов необходимо существенно меньше комплексных чисел – $(2N - 1)$. Данное явление обусловлено тем, что N -кубитная система может быть представлена как вектор в двухмерном гильбертовом пространстве. Таким образом, система, состоящая из кубитов, может вместить в себя гораздо больше информации, чем система битов, в традиционном ее понимании [6].

Однако важно учитывать, что, увеличивая экспоненциально систему, вычислительная мощность не будет увеличиваться в прямой зависимости от нее, в связи со сложностью кодирования и считывания информации.

Из чего же могут состоять кубиты? Это множество разных типов объектов: холодные атомы, фотоны, дефекты в кристаллической решетке, а также контакты Джозефсона. Наиболее широко используются кубиты на основе искусственных атомов – сверхпроводящие квантовые системы. Данные системы гораздо больше в размерах в соотношении с другими типами, но для их изготовления могут быть использованы стандартные для современной микроэлектроники технологии литографии и напыления.

Так же у кубитов есть свойство – декогеренция. Данное явление приводит к потере состояния суперпозиции под действием внешних факторов (излучений, тепла, вибраций).

Схемы вычислений. Основных схем (алгоритмов) подсчета пять:

- 1) алгоритм Гровера;
- 2) алгоритм Шора;
- 3) алгоритм Залки–Визнера;
- 4) алгоритм Дойча–Йожи;
- 5) алгоритм Саймона.

Данные схемы не могут запускаться на любом квантовом компьютере, под каждый алгоритм и задачу строится отдельная установка, и это один из минусов использования данных установок – отсутствие унитарности.

Основным направлением использования квантовых вычислительных машин является работа с «огромными» числами, которые не способен посчитать обычный компьютер за относительно небольшое количество времени. В числе таких функций это [5]:

- 1) криптография;
- 2) базы данных;
- 3) вероятности;
- 4) молекулярное моделирование.

Также для выполнения обычных повседневных несложных задач квантовый компьютер можно запрограммировать при помощи логических выражений, но скорость их выполнения не будет сильно отличаться от обычного кремниевого процессора. Однако создать постоянную программу невозможно, так как кубиты неспособны долго находиться в определенном состоянии и довольно быстро меняют позицию, данное явление называется – когерентность. Для сверхпроводниковых кубитов когерентность это неконтролируемое воздействие со стороны в виде флуктуаций напряжения или тока [4].

В чем плюсы и минусы каждого типа? Компьютер – это не обязательно системный блок, мышка и монитор, к данной категории относится также мобильный телефон или мультимедиа в автомобиле. Цена данных устройств доступна обычному потребителю.

Если оценивать квантовый компьютер, то с ним куда сложнее. Квантовые компьютеры – это не одна маленькая коробочка, а большая установка, работающая только при абсолютном нуле – 0К (–273,15 °C), и занимающая целую лабораторию. Цена данных устройств составляет примерно 10–15 млн долларов США. На данный момент в мире есть только одна компания, поставляющая на рынок коммерческие квантовые компьютеры – D – Wave, Канада. Все остальные компании пока занимаются лабораторными экспериментами. Опять-таки, данные устройства не могут быть использованы под любой алгоритм. Второй по мощности компьютер создала компания IBM в 2023 году под названием Quantum Condor, оснащенный 1121 кубитом [2].

Квантовые компьютеры на данный момент времени еще не способны опередить обычные компьютеры на кремниевых процессорах. Их возможности хоть и велики, но еще в полной мере не раскрыты. Цена данных машин довольно высока, что определяет не доступность в покупке обычному потребителю. Также, в отличие от обычных вычислительных машин, квантовые, в свою очередь, не располагают своей унитарностью в обычной повседневной жизни: размеры и сложность постройки сильно этому препятствуют.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Википедия. Свободная энциклопедия. – URL: Википедия (дата обращения: 15.11.2024).
2. Квантовый компьютер: его превосходство, несходство и недосходство в сравнении с классическим. – URL: ХАБР (дата обращения: 15.11.2024).
3. Кафедра. АППиЭ КОНФЕРЕНЦИИ. Дни науки АмГУ 2016. Секция Автоматика, управление и моделирование. 29. Ялама. Нанoeлектроника – URL: Кафедра АППиЭ (дата обращения: 14.11.2024).
4. QMLCourse. Сверхпроводниковые кубиты. Декогеренция в сверхпроводниковых кубитах. – URL: QMLCourse (дата обращения: 10.11.2024).
5. Шемякина М.А. Квантовые вычисления // Моделирование квантовых алгоритмов на классическом компьютере. – 2019. – № 4. – С. 90–98.
6. Рубит. РуВики. – URL: РуВики (дата обращения: 10.11.2024).
7. Нильсен М., Чанг И. Квантовые вычисления и квантовая информация: Пер. с англ. – М.: Мир, 2006. 824 с. ISBN 5-03-003524-9.
8. Основы высокопроизводительных вычислений: учебное пособие / К.Е. Афанасьев, С.Ю. Завозкин, С.Н. Трофимов, А.Ю. Власенко. – Кемерово: КемГУ, [б. г.]. – Том 1: Высокопроизводительные вычислительные системы – 2011. – 228 с. – ISBN 978-5-8353-1098-2.
9. Гладких А.А., Дементьев В.Е., Чилихин Н.Ю. Основы современных криптографических систем и перспективы их развития. – Ульяновск: УлГТУ, 2020. – 214 с.