Первая глава.

Современные компьютеры – и в теории(Машины Тьюринга), и на практике основаны на классической физике. Они ограничены, тем фактом, что система может быть только в одном состоянии. Используя современные знания в квантовой физике, можем предложить концепцию квантовой системы, которая может находится в суперпозиции нескольких различных состояний одновременно. Более того, территориально разделенные квантовые системы могут быть переплетены друг с другом и благодаря этому, операции перестают быть локальными.

Квантовые вычисления рассматривают вычислительные мощности и другие свойства компьютеров, спроектированные на основе принципов квантовой механики. Основная задача состоит в поиске квантовых алгоритмов, которые значительно быстрее любого классического алгоритма, решающего такую же проблему. – История квантовых

Перечислим 3 основных мотиваций изучения квантовых компьютеров:

1. Процесс миниатюризации, который сделал современные компьютеры мощными и дешевыми, практически достиг микро-уровней, на которых проявляются квантовые эффекты. Производители чипов склонны перейти к большим размерам чтобы подавить эти эффекты, но стоит попробовать сработаться с ними, открывая путь к дальнейшей миниатюризации.
2. Использование квантовых эффектов позволяет значительно ускорить некоторые вычисления и даже реализовать некоторые вещи, недоступные классическим компьютерам. Основная цель данной работы – демонстрация этих идей.
3. Одна из задач теории компьютерной науки звучит как «выявить возможности и ограничения самого допустимо-сильного вычислительного устройства, которое может позволить нам природа».

Когда же будет построен квантовый компьютер?

Первый 2х-кубитный компьютер был построен в 1997, а в 2001 5ти-кубитный компьютер успешно разложил число 15. На текущий момент, самый большой квантовый компьютер имеет несколько десятков кубит.

Практическая реализация квантового компьютера выглядит достаточно трудной задачей. Проблема шумов и декогерирования в теории может быть решена с помощью квантового исправления ошибок и устойчивых алгоритмов вычисления, но эти проблемы все еще не решены на практике. .//Найти записи

Квантовое состояние представляет собой суперпозицию классических состояний, которые можно измерить или применить унитарную операцию. Представим, что некая физическая система, которая может быть в N различных классических состояний. Назовем эти состояния |1>, |2>, …,|N>. Грубо говоря, под классическим понимается состояние, в котором система может быть измерена. Квантовое состояние |φ> это суперпозиция классических состояний: |φ> = α1|1> + α2|2> + · · · + αN|N>, где αi – комплексное число. Таким образом, можно сказать, что система в квантовом состоянии находится во всех классических состояниях одновременно. Говоря математическим языком, состояние |1>, . . . , |N> формирует ортонормальный базис N-размерного Гильбертова пространства, в котором квантовое состояние |φ> является вектором. С квантовым состоянием можно проводить 2 операции: измерить и изменить унитарно, без измерения.

Измерение по вычислительному базису Measurement in the computational basis

Допустим, мы измеряем состояние |φ>, в таком случае, мы увидим только одно классическое состояние |j>. Конкретное |j> неизвестно заранее, оно проявится с вероятностью |αj|^2, что представляет собой квадратичную норму соответствующей частоты aj (|a + ib| =√a2+ b2). При этом, после измерения квантовое состояние |φ> пропадает и остается классическое состояние |j>. Другими словами, измерение |φ> разрушает квантовую суперпозицию |φ> до классического состояния |j>, а вся остальная информация из αi пропадает.

Проекционные изменения (Projective measurement)

Проекционное изменение описывается попарно ортогональными проекциями P1,…,Pm(m <= N), PiPj = 0, i!=j. Pj проецируется на некоторое подпространство Vj Гильбертова пространства V и каждое состояние |φ> ∈ V может быть разложено единственным способом как |φ> =сумма j =1 до j = m|φj>//формулой, при with |φj> = Pj |φ> ∈ Vj. Поскольку проекции ортогональны, подпространства Vj также ортогональны, как и состояния |φj>. Когда мы применяем такое измерение к чистому состоянию |φ> //найти лучше

Унитарные преобразования.

Вместо измерения |φ>, также можно применить к нему некоторый оператор, то есть поменять состояние на |ψ> = β1|1> + β2|2> + · · · + βN|N>. Квантовая механика допускает применение к квантовым состояниям только линейных операторов. Это значит, что если мы рассматриваем состояние |φ> как N-мерный вектор (α1, . . . , αN)^T, то применение оператора, изменяющего |φ> на |ψ> соответствует умножению |φ> на NxN комплексную матрицу U://формула

Кубиты и квантовая память

В классических вычислениях единицей информации является бит, которые может быть 0 или 1. В квантовых вычислениях используются квантовые биты(кубиты), которые могут быть в суперпозиции 0 и 1. Рассмотрим систему, которая может быть в двух базовых состояниях, назовем их |0> и |1>. Будем идентифицировать эти состояния как векторы (1, 0) и (0, 1) соответственно. Представим кубит как α0|0> + α1|1>, |α0|^2+ |α1|^2= 1.

Ранние алгоритмы.

Два наиболее крупных достижения квантовых алгоритмов — это алгоритм Шора для факторизации числа и алгоритм поиска Гровера. Для начала, опишем некоторые идеи, предшествующие им. Все квантовые алгоритмы работают с очередями в той или иной форме. Представим N-битный ввод x = (x0,…,xn-1) ∈ {0, 1}^N. Обычно мы имеем N=2^n, поэтому мы можем получить доступ к биту xi, используя n-битный индекс i. В данном случае ввод можно представить как N-битную память, в которой мы можем получить доступ к любому элементу по его индексу. Представим в виде квантовой операции Ox: |i, 0> → |i, xi>. Первые n кубитов в состоянии также называются адресными кубитами или адресными регистрами, в то время как следующий n+1 кубит называется целевым кубитом.

Вторая глава