

USING QUANTUM ACCELERATION IN NEURAL NETWORKS
Kassenova L.G.¹, Ashimov R.N.², Sharipov A.A.³ (Republic of Kazakhstan)
Email: Kassenova513@scientifictext.ru

¹*Kassenova Leila Galymbekovna - Candidate of Pedagogic Sciences, Associate Professor;*

²*Ashimov Rakhman Nurlanovich – Student;*

³*Sharipov Adil Aspandiyarovich - Student,*

**SPECIALTY: INFORMATION SYSTEMS,
DEPARTMENT INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES,
KAZAKH UNIVERSITY OF ECONOMICS, FINANCE AND INTERNATIONAL
TRADE,
NUR-SULTAN, REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

Abstract: *this article assesses the importance of quantum acceleration in solving problems, a brief explanation of the principle of quantum physics in computational processes. What technical areas will be affected by the progress in the methods of using quantum acceleration, the hypothetical combination of the use of quantum computing and neural modeling, discusses the advantages and disadvantages of a quantum computer. The creation of a "quantum brain" – a biological device that will solve problems in a minimum amount of time. The search for a solution for the universal use of a quantum computer in the biological processes of the brain.*

Keywords: *quantum computer, neural network, qubit, quantum superposition, cybernetics.*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КВАНТОВОГО УСКОРЕНИЯ В НЕЙРОННЫХ СЕТЯХ

Касенова Л.Г.¹, Ашимов Р.Н.², Шарипов А.А.³ (Республика Казахстан)

¹*Касенова Лейла Галымбековна - кандидат педагогических наук, доцент;*

²*Ашимов Рахман Нурланович – студент;*

³*Шарипов Адиль Аспандиярович – студент,*

*специальность: информационные системы,
кафедра информационных систем и технологий,*

*Казахский университет экономики, финансов и международной торговли,
г. Нур-Султан, Республика Казахстан*

Аннотация: *в данной статье оценивается значимость квантового ускорения в решении задач и проблем, дается краткое объяснение принципа работы квантовой физики в вычислительных процессах. Какие технические сферы затронет прогресс в методах использования квантового ускорения, гипотетическое совмещение использования*

квантового вычисления и нейронного моделирования, затрагиваются преимущества и недостатки квантового компьютера. Создание «квантового мозга» - биологического устройства, решающего задачи за минимальное количество времени, поиск решения задачи для универсального использования квантового компьютера в биологических процессах головного мозга.

Ключевые слова: квантовый компьютер, нейронная сеть, кубит, квантовая суперпозиция, кибернетика.

Нил Харбиссон - житель Великобритании, пример кибернетического организма (киборг). Камера, имплантированная в череп, позволяет Нилу справляться с очень редким дефектом зрения. Он не различает цвета и видит мир в черно-белом цвете. Камера распознает цвета, преобразует их в звуки с определенными частотами, который Нил может услышать благодаря костной проводимости.

В 2018 году агентство DARPA успешно протестировала на людях с эпилепсией, вживленные чипы, которые улучшают кратковременную память на 35%. Данные примеры наглядно показывают, что внедрение инноваций в сферу кибернетики помогает не только в доказательстве теорий, но и применение их в практической плоскости, в том числе и в медицине.

И так, что же такое квантовый компьютер? В отличие от обычного, в квантовых компьютерах не так важны видеокарта, чипсет, частота процессора. Всё это уходит на 2-ой план. Самое главное – устройство памяти в компьютерах, а точнее, ячейки и регистры, в которых производится квантовое вычисление. В обычных компьютерах ячейка памяти(бит) может принять одно из двух значений: 0 или 1. В квантовых компьютерах ячейка памяти(кубит) может принять значения: 0, или 1, или одновременно 0 и 1. Такую смесь называют квантовой суперпозицией. Ячейки памяти в квантовых компьютерах называют кубитами. Аналогией суперпозиции является брошенная монета, которая никогда не падает. Такая особенность в корне меняет логику вычислений. Квантовая суперпозиция – это очень хрупкое состояние. При попытке выяснить, что записано в кубите, он с какой-то вероятностью будет принимать значение 0, а с какой-то 1. То есть, узнать, что выпадет орел или решка можно лишь остановив монету, но тогда он теряет свойство суперпозиции. Зачем же такая неустойчивая конструкция? Дело в том, что так выглядит лишь 1 кубит. Если их несколько, то положение меняется кардинально. Например, 2 кубита могут принять 4 состояния: 00, 01, 10 и 11. 3 кубита дают 8 комбинаций, 4 кубита - 16, 5 кубитов – 32 и т.д. Следовательно, N кубит дают 2^N различных состояний. Такая степенная зависимость растет очень быстро. Например, $2^{50}=1\ 125\ 899\ 906\ 842\ 624$.

Логические операции над кубитами называют квантовыми вентилями. Их особенность в том, что они не разрушают состояние суперпозиции. Они меняют не сами значения кубитов, а вероятность того, что в итоге выпадет в кубите при измерении: 0 или 1. Если объяснять упрощенно, то квантовый компьютер работает так: загружаются данные в кубиты, применяются цепочки из квантовых вентилей, проводится итоговое измерение и наблюдение результата. В зависимости от алгоритма, данную операцию нужно провести 1 или несколько раз, чтобы получить статистику выпадения нулей и единиц. Это можно проверить на симуляторах от компании IBM. На практике это очень трудоемкая задача. Основная проблема в том, чтобы изолировать кубиты от внешних воздействий, т.к. их суперпозиция будет нарушена слишком быстро. Например, кубитами могут быть малые сверхпроводящие петли. В таком случае, их нужно охлаждать до очень низких температур. В таких экспериментах используется жидкий гелий. Охлаждение происходит до сверхэкстремальных 15 мК. В сравнении, комнатная температура составляет 300 Кельвин. Данное значение очень близко к абсолютному нулю. Кубитами могут быть отдельные ионы, захваченные в электромагнитные ловушки. И тут возникают проблемы на практике. Нужно создать глубокий вакуум. На данный момент мощного и эффективного квантового компьютера еще не создали. Лишь симуляторы на 100-1000 кубит, но они заточены под 1-2 узкие задачи и универсального решения нет. К сожалению, сейчас не имеется аналога компьютера, который должным образом обеспечил бы квантовым ускорением.

Если взять миллиарды состояний, то в конечном итоге они сужаются к небольшому набору 0 и 1. В чем же тогда польза от квантовых компьютеров? Квантовые вычисления отличаются от обычного параллельного вычисления. Например, на 10 кубитах нельзя одновременно произвести 1024 умножения. В данном случае, выгоды во времени не будет. Квантовый компьютер эффективнее обычного только в определенных случаях, например, если нужно найти на большом массиве чисел: определенное число, закономерность, периоды повторения и т.д. В таких случаях ускорение достигается благодаря квантовому эффекту, т.е. эффекту параллелизма, интерференции и запутанности. На данном этапе аналогия с брошенной монетой перестает иметь какой-либо смысл, полностью погружаясь в квантовый мир. Как было сказано ранее, в системе из нескольких кубит может существовать большое число состояний. В определенных задачах, где обычному компьютеру приходится перебирать значения по одному, квантовый может обработать их сразу. Есть большое число ответов, но какой из них является верным для данной задачи? В этом вопросе может помочь интерференция. Дело в том, что коэффициенты перед различными состояниями системы – это не вероятности, а амплитуды вероятностей с комплексными числами.

Например, $(0,4+0,4i) | 10\rangle - (0,4+0,4i) | 11\rangle$. При их сложении результатом может быть значение меньше данного или даже 0. С помощью определенных квантовых вентиляей можно усиливать амплитуды у «правильных» ответов и уменьшать у «неправильных», при том, что вентиль действует на все состояния одновременно. Поэтому к верному ответу можно прийти в краткие сроки. Но есть проблема, чтобы интерференция действовала, все кубиты должны быть когерентны, т.е. интерференция – результат сложения когерентных состояний. Это означает, что они одинаковы по свойству и не взаимодействуют с окружением. Добиться этого на практике проблематично с ростом числа кубит, но при этом растет квантовое ускорение.

Допустим, что имеется 2 кубита - $\alpha|00\rangle + \beta|01\rangle + \gamma|10\rangle + \delta|11\rangle$. Определенными квантовыми вентилями можно обнулить вероятности двух состояний, оставив только 2: $0,71|00\rangle + 0,71|11\rangle$, тогда, измерив только один кубит и обнаружив значение 1, можно понять, что это за состояние. В таком случае можно знать что будет во втором, хотя он не был затронут: $|11\rangle$. Это называется квантовой запутанностью. Это возможно лишь в квантовом мире. Если бросить две монеты и поймать одну и узнать ее значение, нельзя знать какое значение примет 2-ая. Это свойство используется для увеличения квантового ускорения в вычислениях.

Самое очевидное использование квантовых компьютеров – это взлом систем шифрования с открытым ключом, так как они используются повсеместно: банковские карты, цифровые подписи, электронные почты, пароли и т.д. Открытый ключ, который доступен каждому, из себя представляет число, которое является произведением простых чисел. Теоретически, если получится разложить открытый ключ на множители, то можно получить доступ к базе данных без каких-либо ограничений. Современные компьютеры будут выполнять эту задачу около миллиарда лет, а мощный квантовый компьютер выполнит ее менее чем 1 секунду.

Чтобы связать квантовый компьютер с человеческим организмом, необходимо понять, как работает нейросеть. Нейронные сети на данный момент могут выполнять большие вычисления, такие как определение болезней в медицине или анализ океанических течений. Если кратко, нейронная сеть представляет собой большое количество элементов и связи между ними, задача которых является вычисление закономерностей на больших массивах данных. Современные нейронные сети крайне узко специализированы. Их мощность может превосходить человеческий мозг, к примеру, нейросеть DigitalReasoning имеет 160 млрд. нейронов, но они создаются под конкретные задачи. Создание нейронной сети равной человеческому, т.е. состоящему из 86 млрд. нейронов, возможно. Вопрос заключается в том, что до сих пор не известно какая у нее архитектура. Второй проблемой является то, как эти нейроны связаны и как они обмениваются информацией. Такая нейросеть будет схожа с человеческой

лишь на 5-10%. Третьей проблемой является, уже выше сказанное, крайне малая область использования квантового ускорения. Если успех в построении нейронных сетей, квантовых компьютеров и в понимании устройства головного мозга по отдельности удастся добиться постепенно, то объединение трех этих элементов на данный момент проблематично.

О квантовых нейронных сетях часто говорят в контексте вычислительной техники, но ведь известно, что в работоспособности головного мозга имеет место быть и понятия суперпозиции, и интерференции, и квантовой запутанности. Может быть, поиск квантовых ускорений в биологических нейронных сетях – это теоретическое решение проблемы создания «квантового мозга».

Список литературы / References

1. Neil Harbisson: the world's first cyborg artist. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.theguardian.com/artanddesign/2014/may/06/neil-harbisson-worlds-first-cyborg-artist/> (дата обращения:03.12.2019).
2. Progress in Quest to Develop a Human Memory Prosthesis. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.darpa.mil/news-events/2018-03-28/> (дата обращения:03.12.2019).
3. How Do Quantum Computers Work? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.sciencealert.com/quantum-computers/> (дата обращения:03.12.2019).
4. Neural Network. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.investopedia.com/terms/n/neuralnetwork.asp/> (дата обращения:03.12.2019).