

Таким образом, опираясь на данные, которые предоставляет разработанная система, можно в реальном времени оптимизировать работу городской транспортной системы, что приведет к значительной экономии топлива, уменьшению вредных выхлопов, уменьшению износа транспорта, к общему улучшению качества обслуживания населения и удобству использования общественного транспорта.

Система также может быть потенциально модифицирована для того, чтобы засекать число безбилетных пассажиров на каждом из рейсов, а также передавать информацию контроллерам, является ли пассажир безбилетником. К сожалению, из-за специфики расположения камер – они расположены сверху – засекать безбилетных пассажиров для последующего сравнения с базой данных лиц и автоматической выдачи штрафа без необходимости наличия контроллера не представляется возможным.

Список цитированных источников

1. Средства подсчета пассажиропотока в автобусах при городских перевозках пассажиров / В. Н. Шуть [и др.] // Вестник БрГТУ. – 2019. – № 5 (118): Физика, математика, информатика. – С. 63–66.

2. Пролиско, Е. Е. Математическая модель работы «ИНФОБУСОВ» / Е. Е. Пролиско, В. Н. Шуть // Матеріали VII-ої Українсько-польської науково-практичної конференції «Електроніка та інформаційні технології (ЕлІТ-2015)», 27–30 серпня 2015 р., Львів-Чинадієво, 2015. – С. 59–62.

3. Шуть, В. Н. Алгоритм организации городских пассажирских перевозок посредством рельсового беспилотного транспорта "Инфобус" / В. Н. Шуть, Е. В. Швецова // ACTUAL PROBLEMS OF FUNDAMENTAL SCIENCE: third international conference. – Луцк : Вежа-Друк, 2019– С. 222–226.

УДК 004.89

Хацкевич А. С.

Научный руководитель: ст. преподаватель Хацкевич М. В.

НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ НА БАЗЕ КВАНТОВЫХ КОМПЬЮТЕРОВ

Целью настоящей работы является анализ методов реализации алгоритмов нейронных сетей на базе квантовых компьютеров.

Объект исследования – алгоритмы квантового машинного обучения.

Предмет исследования – средства и особенности реализации квантовых нейронных сетей.

Квантовые вычислители способны решать задачи, которые не под силу классическим машинам и на данном этапе являются перспективным методом резкого повышения производительности вычислений. Хотя обширное внедрение квантовых вычислителей в массы при текущем уровне развития технологий невозможно, тем не менее, квантовые вычисления уже долгое время считаются одним из наиболее перспективных направлений.

Можно отыскать сферы деятельности, в которых дела обстоят довольно оптимистично. Среди таких областей можно выделить криптографию, квантовую

химию, некоторые материальные науки и с недавнего времени к этому списку можно отнести машинное обучение.

Процесс создания квантовых алгоритмов, в том числе в области обработки изображений, весьма трудоемкий [1], и их общее количество несопоставимо мало, по сравнению с количеством классических.

В настоящее время наблюдается стремительный рост интереса к квантовым алгоритмам. Это объясняется тем, что применение квантовых алгоритмов после появления квантовых компьютеров позволяет экспоненциально увеличить скорость решения вычислительных задач. Такое важное преимущество квантовых алгоритмов при решении ряда сложных вычислительных задач и недостаточная изученность их возможностей позволяет сделать вывод о важности исследований в этой области.

Под областью искусственного интеллекта обычно понимают автоматизацию интеллектуальных задач, выполняемых людьми. Искусственный интеллект (ИИ) – это обширная область, охватывающая машинное обучение и глубокое обучение, а также включающая в себя многие подходы, не связанные с обучением.

Машинное обучение (ML, Machine Learning) – это подмножество искусственного интеллекта, которое использует алгоритмы, чтобы научить компьютеры принимать решения, как это делают люди. Изначально основным направлением машинного обучения стало стремление имитировать человеческий мозг с помощью так называемых искусственных нейронных сетей. Эти нейронные сети моделируют работу нашего мозга, получая информацию, обрабатывая ее через последовательность искусственных нейронов и создавая выходные данные. Нейронные сети используют большое количество самых современных технологий искусственного интеллекта.

На текущий момент существует большое количество различных сред моделирования (как консольных, так и графических), библиотек API, а также моделей отдельных алгоритмов. В настоящее время их общее количество [2] перевалило за сотню.

Графические среды моделирования предоставляют большие возможности для построения и управления процессом моделирования. Среди всех графических сред некоторые ориентированы на построение и моделирование алгоритмов с помощью квантовых схем, но они предоставляют совершенно разные возможности. Другие позволяют проводить моделирование воздействия операторов на кубит, одновременно визуализируя их действие на трехмерной модели кубита – сфере Блоха.

Отдельного упоминания заслуживают библиотеки API для построения программ моделирования квантовых вычислений, которые предоставляют готовый функционал для построения собственной модели. В качестве инструментов для увеличения производительности разрабатываемых средств моделирования могут использоваться уже готовые решения, такие как реализация симуляторов квантового вычислителя при помощи многопроцессорных вычислительных систем или ускорение моделирования при помощи видеокарт.

Основным препятствием для нейронных сетей является время, необходимое для обучения их принятию решений. Нередко проводят недели, даже месяцы, обучая нейронную сеть из-за недостатка вычислительной мощности.

Квантовое машинное обучение (Quantum Machine Learning) – пересечение машинного обучения и квантовых вычислений. Оно стремится использовать возможности квантовых компьютеров для обработки информации со скоростью, значительно превышающей скорость традиционных компьютеров. Однако это не так просто, как перенести существующий код из процессора в квантовый процессор. Код должен уметь сначала говорить на квантовом языке кубитов. Большая часть сегодняшней работы по квантовому машинному обучению и пытается решить именно эту проблему.

Если раньше это представление квантовой информации кубитом было единственным и все алгоритмы разрабатывались с учетом операций над кубитами или квантовыми регистрами (аналог цифрового сигнала), то в последнее время начал развиваться подход, использующий непрерывное представление при моделировании (аналог аналогового сигнала) квантовых гейтов.

Получается, что на данный момент существуют 2 варианта: discrete-variable (DV) гейты, используемые в кубитовой модели, и continuous-variable (CV) гейты, используемые в qumode модели квантовых вычислений.

Кубит (qubit) и кумод (qumode) – различные формы квантовых вычислений. Но большинство существующих квантовых компьютеров и чипов могут иметь дискретные переменные. Это связано также с тем, что для квантово-оптического частотного эксперимента, связанного с квантовыми вычислениями, шум среды непрерывной переменной намного выше, чем дискретной, что отражается на результате вычислений и измерений. Пока техника не достигла возможности при проведении квантовых вычислений исключить влияние внешней среды и физических эффектов в ней на результаты работы квантовых вычислителей, данный подход, видимо, будет превалирующим.

В традиционных квантовых компьютерах информация хранится в кубитах, которые могут принимать значения 0 или 1 и их суперпозиций. Их фотонный подход использует «структуры», где информация кодируется в непрерывной переменной. И таким образом, объем информации в каждой qumode может быть значительно больше, чем в кубите.

Поскольку существуют разные интерпретации квантовой механики, существуют разные способы представления квантового нейрона. Одна из таких интерпретаций – многомировая интерпретация или интерпретация Эверетта. Эта теория утверждает, что существует множество параллельных вселенных, каждая из которых разыгрывает каждую возможную историю и будущее одновременно. Она дает представление о том, как следует вести себя КНС. Подобно тому, как традиционная нейронная сеть как бы «имитирует человеческий мозг», КНС может имитировать квантовую физику.

Традиционные нейронные сети используют одну сеть для хранения множества шаблонов. Квантовая суперпозиция КНС использует много сетей для хранения множества шаблонов за счет суперпозиции, позволяя кубиту находиться в нескольких состояниях одновременно. Таким образом, каждый шаблон в сети представляет свою собственную параллельную вселенную.

Схема реализации искусственного нейрона на квантовом процессоре показана на рисунке.

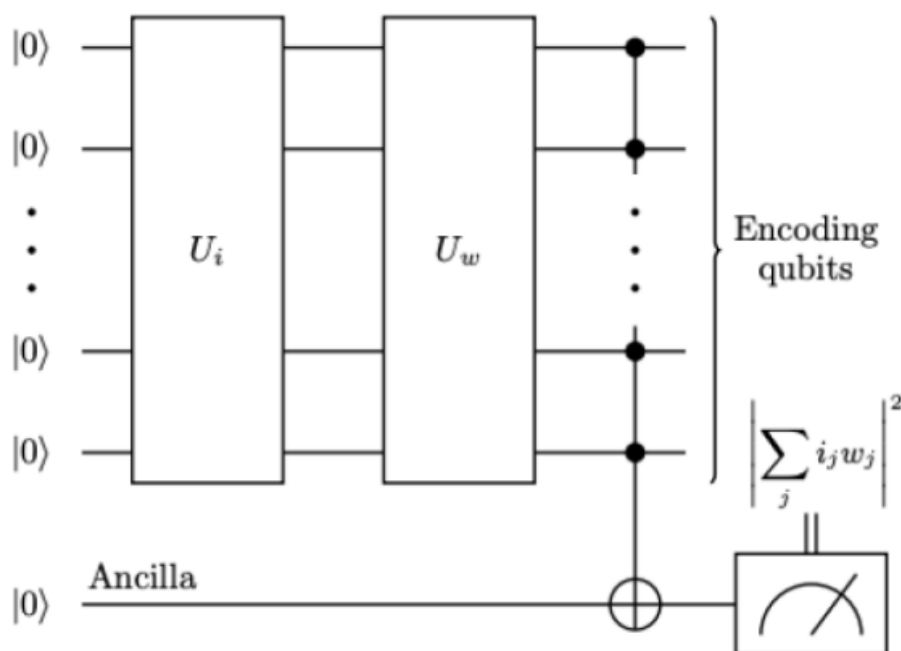


Рисунок – Обобщенная схема квантовой реализации искусственного нейрона на квантовом процессоре

Эта модель способна точно имитировать поведение одного нейрона. Тем не менее, он еще не масштабируется до глубокой нейронной сети, которая состоит из множества слоев таких нейронов. Представленная однослойная модель способна идентифицировать только простые шаблоны.

Преимущества квантовых нейронных сетей [3]:

- экспоненциальная емкость памяти;
- более высокая производительность для меньшего количества скрытых нейронов;
- ускоренное обучение;
- скорость обработки (1010 бит/с);
- малый масштаб (1011 нейронов/мм³);
- более высокая стабильность и надежность.

Эти преимущества решают большинство, если не все, ограничения традиционных нейронных сетей, используемых в задачах распознавания и обнаружения образов.

На данный момент КНС находятся в стадии зарождения. Исследования, проводимые различными научными лабораториями, уже заложили основу для будущих работ в квантовом пространстве алгоритмов машинного обучения, что привело к появлению новых алгоритмов и квантовых нейронных сетей (quantum neural network, QNN).

Список цитированных источников

1. Potapov, V. The Computational Structure of the Quantum Computer Simulator and Its Performance Evaluation / S. Gushansky, V. Guzik, M. Polenov // Software Engineering and Algorithms in Intelligent Systems: proceedings of 7th computer science on-line conference, 2018. Springer International Publishing Switzerland. – 2018. – Vol. 1. С. 198–207.
2. List of QC simulators [Electronic resource]. – Mode of access: <https://quantiki.org/wiki/list-qc-simulators>. – Date of access: 24.05.2022.
3. Ежов, А. А. Квантовые нейронные сети [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.triniti.ru/CTF&VM/Articles/Ezhov1.pdf>. – Date of access: 24.05.2022.