

Квантовые алгоритмы машинного обучения демонстрируют превосходство над суперкомпьютерами: фотонный подход открывает новую эру ИИ

Дата публикации: 01.07.2025

Новое исследование в области квантовых вычислений демонстрирует, что алгоритмы машинного обучения, запущенные на фотонной квантовой архитектуре, способны не только конкурировать, но и опережать по производительности самые передовые суперкомпьютеры. Работа, опубликованная 2 июня в журнале **Nature Photonics**, представляет собой прорыв в прикладном квантовом машинном обучении и свидетельствует о начале новой эры гибридных вычислений.

Исследователи использовали специально разработанную фотонную квантовую схему для решения задач классификации, задействовав при этом всего два фотона. Результаты показали значительное улучшение по сравнению с классическими подходами: повышение скорости, точности и энергоэффективности. При этом в отличие от традиционных квантовых алгоритмов, требующих запутанных состояний и сложных вентиляльных операций, новая методика основывалась на инъекции фотонов и не зависела от квантовой запутанности.

В основе эксперимента лежал фемтосекундный лазер, создающий сверхкороткие импульсы света продолжительностью порядка 10^{-15} секунд. Эти импульсы использовались для записи фотонных путей на боросиликатной подложке, а затем данные вводились в систему в шести различных конфигурациях. Полученные фотоны проходили через специально построенную квантовую цепь и подвергались обработке с помощью гибридной квантово-классической архитектуры. Исследователи измеряли время прохождения фотонов и сопоставляли эти данные с результатами, полученными на классических вычислительных устройствах.

Наиболее значительное преимущество квантового подхода проявилось при выполнении алгоритмов из класса машинного обучения на основе ядра — подхода, который отличается простотой и эффективностью при работе с ограниченными выборками. Эти алгоритмы активно применяются для решения задач классификации, регрессии и анализа данных, а в условиях квантовой обработки демонстрируют ускорение, недостижимое для традиционных методов.

Хотя за последние годы особую популярность приобрели глубокие нейронные

сети, ядерные методы вновь обретают актуальность благодаря своей математической прозрачности, способности работать с малым числом параметров и потенциальной совместимости с квантовыми вычислительными схемами. Работа исследовательской группы подчеркивает именно эту точку пересечения между квантовой и классической парадигмами.

Особое значение имеет тот факт, что эксперимент продемонстрировал возможности квантового ускорения на архитектуре, в которой может использоваться всего один кубит. Это открывает перспективы масштабируемости и практического применения в условиях, где нет необходимости в громоздкой многокубитной инфраструктуре. Такой подход делает квантовое машинное обучение потенциально доступным для интеграции в реальные вычислительные задачи, включая обработку естественного языка, анализ изображений и другие направления контролируемого обучения.

Исследование также предлагает новый методологический подход к выявлению тех классов задач, в которых квантовые вычисления действительно обеспечивают преимущество. Это особенно важно в контексте разработки гибридных вычислительных систем, где рациональное распределение задач между квантовой и классической частью может существенно повысить общую эффективность.

Таким образом, представленная работа не только демонстрирует практическую применимость квантового машинного обучения, но и служит шагом в сторону создания универсальных гибридных платформ ИИ, способных решать сложнейшие задачи с минимальными ресурсами. В будущем подобные технологии могут стать ключевыми для развития энергоэффективных интеллектуальных систем, способных функционировать в реальном времени при ограниченных вычислительных возможностях.