

Исследователи раскрывают загадку эффективности квантовых кодов на сферах.

Исследователи из Национального института стандартов и технологий (NIST) и Университета Мэриленда предложили новую модель для построения квантовых кодов, которая также может применяться к бозонным квантовым системам, таким как фотонные резонаторы. Эта модель, изложенная в статье, опубликованной в журнале Nature Physics, предлагает конструирование квантовых кодов, определённых на сферах.

Квантовые компьютеры, использующие принципы квантовой механики, подвержены ошибкам, так как их кубиты могут терять своё квантовое состояние из-за взаимодействий с окружающей средой. Поэтому схемы коррекции ошибок должны быть адаптированы к квантовым процессам, учитывая их уникальные уязвимости.

Большинство существующих кодов коррекции ошибок предназначены для снижения ошибок в системах на основе кубитов и не подходят для других квантовых устройств, хранящих информацию в бозонных системах. Виктор В. Альберт, ведущий автор статьи, рассказал, что в аспирантуре он работал над так называемыми кодами с котами, которые используются для хранения квантовой информации с помощью света. Эти коды являются примером фотонных или, в более общем смысле, бозонных кодов, где информация хранится в суперпозиции двух классических электромагнитных сигналов.

После разработки кодов с котами Альберт и его коллеги начали изучать возможность их обобщения для применения к множеству электромагнитных сигналов различных длин волн. Несмотря на успех в создании некоторых системно-специфичных кодов, Альберт считал, что необходима единая модель, которая могла бы быть обобщена на разные системы.

"С тех пор простейшие коды с котами стали более значимыми и актуальными для схем вычислений, используемых Amazon AWS, Yale Quantum Circuits Inc и Alice&Bob во Франции", – отметил Альберт. В рамках нового исследования команда разработала способ определения и изучения расширений кодов с котами для электромагнитных сигналов с разными амплитудами и частотами.

Все квантовые коды требуют суперпозиции чего-то, и Альберт с коллегами осознали, что имеет смысл наложить хорошо разделённые точки на сфере. Их модель базируется на технике, предложенной Клодом Шенноном, основателем теории информации, которая отображает произвольный электромагнитный сигнал фиксированной амплитуды в точку на сфере. Это означает, что эффективная передача классической

информации с помощью света сводится к упаковке как можно большего количества точек на сфере при условии, что шум не вызывает их перекрытия.

Исследователи использовали эту идею и адаптировали её для квантовых вычислений, разработав новую теоретическую модель для построения квантовых сферических кодов. Квантовая версия этой концепции включает в себя суперпозицию наборов точек, ранее признанных хорошими для передачи классической информации. В низкоразмерных пространствах эти наборы включают углы платоновских тел, а в более высоких измерениях – экзотические решётки и двоичные коды.

В статье описаны различные способы суперпозиции точек для получения высокоэффективных квантовых кодов. Хотя работа носит в основном теоретический характер, она представляет собой новую потенциальную возможность для создания фотонных квантовых кодов, состоящих из суперпозиций определённых электромагнитных сигналов.

Альберт подчеркнул, что продолжение работы над этими простейшими примерами, уже изучаемыми экспериментальными группами в промышленности и академических кругах, может привести к созданию других актуальных кодов. Практическая значимость этой модели будет зависеть от будущих экспериментальных достижений в управлении квантовыми устройствами. Независимо от этого, модель станет интересной площадкой для теоретиков.

Недавнее исследование Альберта и его коллег подчёркивает потенциальную возможность защиты бозонных квантовых систем от шума. В будущем это может стать основой для дальнейших исследований по разработке квантовых аналогов классических сферических кодов и проверки их эффективности.

"Квантовые вычисления не заключаются в хранении квантовой информации, а в её манипулировании", – добавил Альберт. "Определив коды, теперь необходимо совершать над ними операции. Мы также изучаем другие классы кодов, не описанные нашей моделью. Это действительно захватывающее время в теории фотонного кодирования."

На перекрестке науки и фантазии — наш канал