

Всероссийская научная конференция «Наука, технологии, общество - НТО-2021»

 Красноярский
ДОМ НАУКИ И ТЕХНИКИ

НТО-2021

Наука
Технологии
Общество



СНЦ ДНТ
Сибирский научный центр

.....

Всероссийская научная конференция «Наука, технологии, общество - НТО-2021»

.....

«Анализ процессов обучения и использования квантовых нейронных сетей»

Гушанский С. М., Буглов В. Е., Подорога Е. А.

НТО-2021

Наука
Технологии
Общество



Квантовые нейронные сети

Нейронная система, осуществляющая квантовые вычисления, именуется квантовой системой. Квантовые нейронные сети (КНС) – это сочетание искусственных нейронных сетей и квантовых вычислений.

КНС присущи следующие особенности:

- экспоненциальная ёмкость памяти,
- высокая скорость обучения,
- стабильность и надёжность функционирования,
- высокая скорость обработки данных.

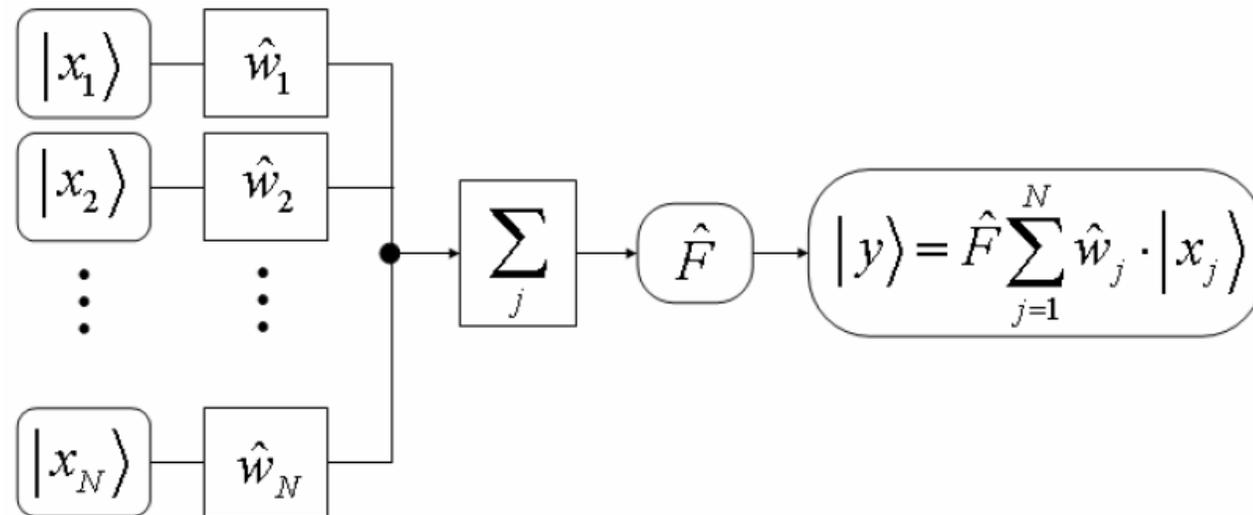


Связь между квантовой механикой и искусственной нейронной сетью

	ИНС		КНС
Состояние искусственного нейрона	$x_j \in \{0,1\}$	Кубиты	$ x\rangle = a 0\rangle + b 1\rangle$
Связь	$\{w_{i,j}\}_{ij}^{p-1}$	Запутанность	$ x_0, x_1, \dots, x_{p-1}\rangle$
Обучающее правило	$\sum_{s=1}^p x_i^s x_j^s$	Суперпозиция	$\sum_{s=1}^p a_s x_0^s, \dots, x_{p-1}^s\rangle$
Поиск победителя	$n = \max \arg(f_i)$	Интерференция	$U: \Psi \rightarrow \Psi'$
Выходной результат	N	Декогеренция	$\sum_s a_s x^s\rangle \rightarrow x^k\rangle$

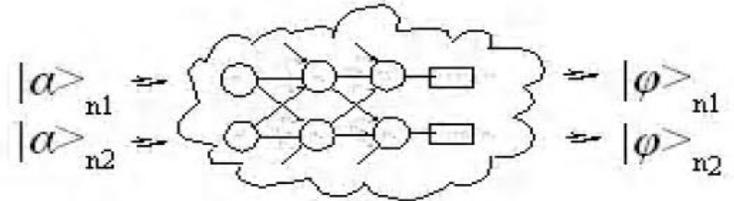
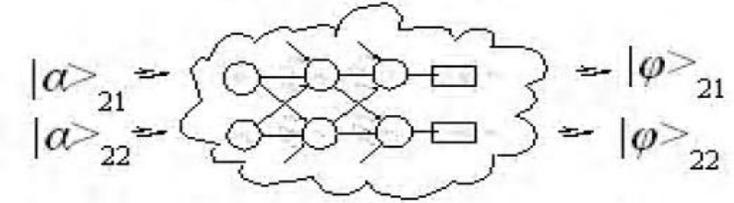
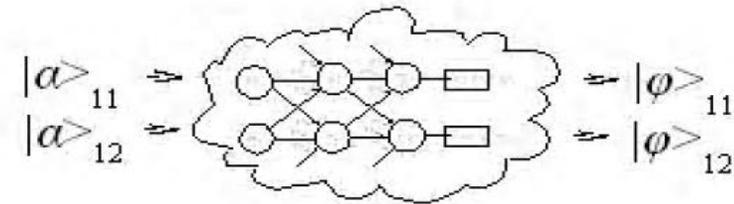
Степень эффективности от применения нейронных сетей обуславливается возможностью параллельной распределённой обработкой информации. В свою очередь квантовым системам свойственен квантовый параллелизм, который выражается на основе принципа суперпозиции.

Математическая модель квантового нейрона



где $|y\rangle = \hat{F} \sum_{j=1}^N \hat{w}_j \times |x_j\rangle$ – математическая модель квантового нейрона, \hat{w}_j – матрица вида 2×2 на основе кубитов $\{|0\rangle, |1\rangle\}$, \hat{F} – оператор функционирования сети квантовых ячеек.

Обучение квантовой нейронной сети



$$\sum |\phi\rangle_{ij} \rightarrow |\rho\rangle$$

Регистры, за исключением входных и целевых выходов, инициализируются с состоянием $|0\rangle$. Согласно принципу суперпозиции, классификация обучающего примера выполняется с учётом каждого возможного весового вектора одновременно. Таким образом, $|\rho\rangle = n \times m$, что соответствует искомому вектору классификации. Количество времени, требуемого для поиска вектора, имеет экспоненциальную сложность $O(\sqrt{2^b/t})$.



Выводы

- В рамках представленной работы рассмотрен процесс построения квантовой нейронной сети, имеющей четыре входных узла, три скрытых узла, а также три выходных узла. В качестве весов выступали целочисленные кубиты. После проведения 74 обучающих эпох, точность работы КНС на обучающем наборе данных достигла 95%.



КОНТАКТЫ

Гушанский С. М., Буглов В. Е., Подорога Е. А.

Южный федеральный университет,
Таганрогский институт имени А. П. Чехова

E-mail: buglov@sfedu.ru