

НЕЙРОСЕТИ РАСШИРЕННОЙ ТОПОЛОГИИ В ЗАДАЧЕ КОМПРЕССИИ

Майбах Е.А.¹, Кашин И.В.¹

¹) Уральский федеральный университет имени первого Президента России

Б. Н. Ельцина

E-mail: maibah_lena@mail.ru

NEURAL NETWORKS OF EXTENDED TOPOLOGY APPLIED IN THE COMPRESSION PROBLEM

Maibakh E.A.¹, Kashin I.V.¹

¹) Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin

We consider the fundamental ability of neural networks to capture the eigenstate of arbitrary many-body quantum system. Training procedure was accomplished by genetic algorithm designed to minimize the error function. Numerical calculations revealed the perceptron to represent the eigenstate of arbitrary quantum system with reasonable accuracy.

Нейросеть - сложная математическая модель отклика. Ее главная особенность в том, что полезное соответствие между входящими данными и результатом их обработки устанавливается итеративно, путем оптимизации внутренних параметров модели – «обучения» сети.

Методы, используемые в искусственных нейронных сетях и машинном обучении, применяются в самых разных областях: не только в технике [1], но и в науке, включая исследования в области физики [2].

Искусственные нейронные сети могут кодировать и хранить функции большого количества данных, что применимо ко многим физическим задачам. В данной работе будет предложен метод решения квантовых задач многих тел с использованием искусственных нейронных сетей.

Цель работы: изучение способности нейросетей расширенной топологии к описанию вектора состояния произвольной квантовой многочастичной системы.

Для успешного решения задачи обучения нейронной сети необходимо:

1. Правильно выбрать структуру сети. Выбор подходящей структуры сети должен соответствовать характеру решаемой задачи.
2. Правильно выбрать параметры обучения (шаг обучения сети, норма обучения, количество обучающих примеров, сам алгоритм обучения).
3. Правильно подготовить входные данные.

Существуют различные способы представления нейронной сети для решения квантовых задач. Часто для решения многочастичных квантовых систем используют ограниченную машину Больцмана [3] К такой модели применим метод

градиентного спуска при обучении сети (метод нахождения глобального экстремума целевой функции с помощью движения вдоль градиента).

В данной работе мы использовали нейросеть расширенной топологии (рис. 1). Суммарное значение входного сигнала нейрона представляется в виде $R \cdot 10^k$ (R - вещественное число в диапазоне от -1 до 1, k - целое число от 0 до 7). R (в исходном виде) и k (в двоичном виде) здесь играют роль входящего сигнала для внутренней нейросети традиционной топологии, представляющей из себя 4 нейрона входного слоя и 1 нейрон выходного. Иначе говоря, функция активации в расширенной модели нейрона представляет собой малую нейросеть.

Численные результаты указывают на более высокую (по сравнению с традиционным аналогом) эффективность «ассоциативного запоминания» нейросети расширенной топологии. Это открывает дополнительные перспективы использования технологии машинного обучения при решении многочастичных квантовых систем с фрустрациями, для которых существующие алгоритмы оказываются трудноприменимыми.

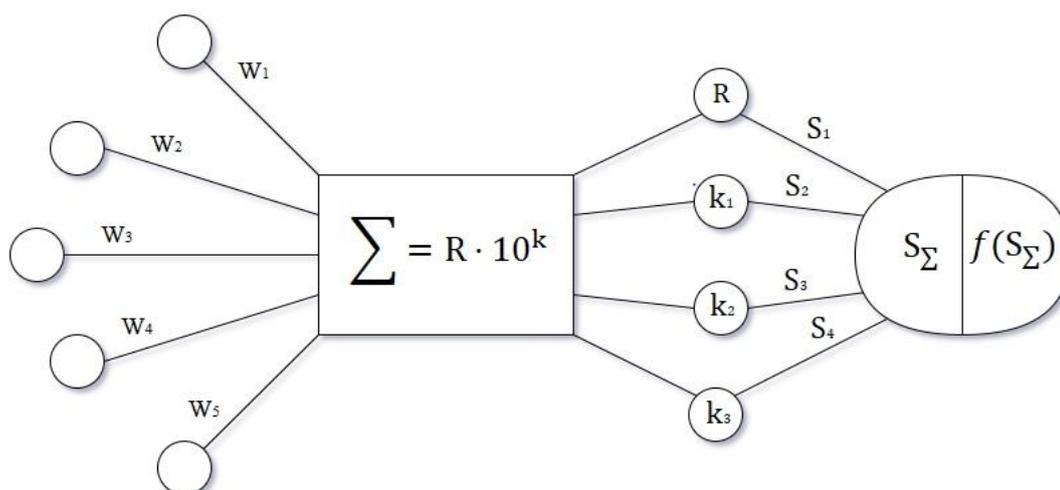


Рис. 1. Расширенная модель нейрона. $f(S_\Sigma)$ обозначает традиционную функцию активации.

1. Y. Land S.-M. Song. A CMAC neural network for the kinematic control of walking machine, G. A Bekey and K. J. Goldberg (eds.), Neural Networks Robotics, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1993
2. Saito H. and Kato M., J. Phys. Soc. Jpn 87(1), 014001 (2018)
3. Carleo G. and Troyer M., Science 355, 602-606 (2017)