

Борданов И.А., Данилин С.Н.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: bordanov2011@yandex.ru*

Исследование влияния погрешностей параметров мемристоров на точность выполнения операций векторно-матричного умножения

Современные достижения научно-технического прогресса сопровождаются непрерывным ростом объема производства и обмена информации, а также сложности алгоритмов ее обработки. Существующая информационно-коммуникационная инфраструктура приблизилась по основным техническим показателям (производительность, точность, надежность, энергозатраты, безопасность), к своему теоретическому пределу из-за масштабного внедрения искусственного интеллекта (ИИ) во все сферы человеческой деятельности [1]. (На практике ИИ реализуется на универсальных или специализированных программно-технических средствах.)

ИИ – комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные (психические) функции человека. К технологиям, основанным на использовании ИИ, в настоящее время относят: распознавание, обработку и синтез речи; компьютерное зрение; интеллектуальную поддержку принятия решений и перспективные методы ИИ [2].

Нейроморфные программно-технические системы на базе мемристорных нейронных сетей (ИНСМ) в настоящее время являются наиболее перспективными средствами реализации ИИ с наибольшей производительностью и наименьшими затратами основных ресурсов [3]. Ключевым компонентом ИНСМ являются новые электронные элементы – мемристоры, объединенные в массивы [4,5]. В ИНСМ они используются для выполнения операции векторно-матричного умножения (ВМУ), которое происходит в соответствии с физическим законом Ома, и позволяет повысить скорость работы и снизить потребление энергии технических средств на несколько порядков [5,6].

В виду несовершенства методов и технологий проектирования, производства и эксплуатации современные мемристоры имеют ряд недостатков, снижающих эффективность их применения: стохастическое изменение проводимости в процессе работы в границах определённых значений; дискретное количество стабильных состояний сопротивлений; разбросы значений сопротивлений между циклами переключений [7]. Перечисленные недостатки приводят к возникновению дополнительных погрешностей при выполнении ВМУ и затрудняют разработку высокоэффективных цифро-аналоговых нейропроцессоров нового поколения.

В докладе рассмотрены несколько вариантов схем аппаратной реализации нейронов ИНСМ и результаты исследования влияния погрешностей функциональных параметров мемристоров на точность выполнения операций векторно-матричного умножения.

Работа выполнена при поддержке стипендии Президента РФ СП-3988.2022.5.

Литература

1. Новые области применения искусственного интеллекта // Экспресс-информация по зарубежной электронной технике. Выпуск 9 (6733) от 6 мая 2021 г. С.3-8
2. Борданов И.А., Щаников С.А., Данилин С.Н. Современное состояние в области аппаратной реализации искусственных нейронных сетей на базе мемристоров // Телекоммуникации. 2020. № 8. С. 35-48.
3. Искусственный интеллект и нейроморфные вычисления // Экспресс-информация по зарубежной электронной технике. Выпуск 9 (6733) от 6 мая 2021 г. С.10-15.
4. Chua. L., Sirakoulis G. Handbook of Memristor Networks / Springer Nature Switzerland AG 2019 p.1357.

5. Данилин С.Н., Щаников С.А., Борданов И.А., Зуев А.Д., Пантюхин Д.В., Пантелеев С.В. Состояние исследований в области инженерного проектирования и производства нейрокомпьютеров // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2019. №1(39). С.14-45.

6. Kataeva I., Ohtsuka S., Nili H., Kim H., Isobe Y., Yako K., Strukov D. Towards the development of analog neuromorphic chip prototype with 2.4m integrated memristors // 2019 IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS). 2019. P. 1-5.

7. Simulation of Inference Accuracy Using Realistic RRAM Devices / A. Mehonic, D. Joksas, W. H. Ng et al. // Front. Neurosci. – 2019. – Vol. 13.