

Борданов И.А.

*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*

Применение методологии имитационного моделирования для оценки погрешности матрично-векторного умножения в многослойном персептроне

В последние годы искусственные нейронные сети (ИНС) значительно расширили возможности своего применения, начиная от решения классических задач, таких как распознавание изображений [1] и обработка естественного языка [2] и заканчивая более современными областями, такими как молекулярная генетика [3] и другими. Все это стало возможным благодаря увеличению мощности вычислительных систем и широкой доступности наборов данных для обучения ИНС.

Расширение возможностей, областей применения, а также объемов информации, которую ИНС обрабатывают, приводит к все более высоким требованиям по их энергоэффективности и скоростным показателям [4]. В настоящее время ИНС реализуются в основном на базе цифровой электроники. В связи с этим фактом, они имеют высокое энергопотребление и низкие скоростные показатели по сравнению с биологическими нейронными сетями, по образцу которых они были созданы. Одним из возможных решений данной проблемы является аппаратная аналоговая реализация ИНС на базе мемристивных устройств (ИНСМ).

Мемристивные устройства в ИНСМ используются для энергонезависимого хранения весов синапсов нейронов в виде значений сопротивлений и играют непосредственную роль в процессе матрично-векторного умножения (МВУ), которое является одной из основных операций, выполняемых в ИНС [5].

Несмотря на ряд преимуществ [6], которые делают мемристоры одними из наиболее привлекательных устройств для аппаратной аналоговой реализации ИНС, они имеют и недостаток, связанный с нестабильностью значений сопротивления между циклами переключения [7]. Данное явление влияет на качество МВУ, которое закономерно приводит к снижению точности работы ИНСМ.

Одним из перспективных способов решения указанной проблемы является применение методологии имитационного моделирования для оценки точности выполнения МВУ и соответственно всей ИНСМ на этапе проектирования.

В докладе представлен алгоритм для оценки точности вычисления матрично-векторного умножения с учетом погрешностей сопротивлений мемристивных устройств. Работа данного алгоритма рассмотрена на примере ИНСМ в архитектуре многослойный персептрон, обученной решению задачи классификации черно-белых изображений.

Работа выполнена при поддержке стипендии Президента РФ СП-3988.2022.5.

Литература

1. Ma D. Y. Summary of Research on Application of Deep Learning in Image Recognition // Highlights in Science, Engineering and Technology. – 2022. – Т. 1. – С. 72-77.
2. Von der Mosel J., Trautsch A., Herbold S. On the validity of pre-trained transformers for natural language processing in the software engineering domain // IEEE Transactions on Software Engineering. – 2022.
3. Liu J. et al. Application of deep learning in genomics // Science China Life Sciences. – 2020. – Т. 63. – №. 12. – С. 1860-1878.
4. Xia Q., Yang J.J. Memristive crossbar arrays for brain-inspired computing // Nature Materials. Nature Publishing Group, 2019. Vol. 18, № 4. P. 309–323.
5. Midya R. et al. Reservoir Computing Using Diffusive Memristors // Adv. Intell. Syst. 2019. Vol. 1, № 7. P. 1900084.

6. 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.

7. 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.