

Щаников С.А., Борданов И.А., Антонов А.М., 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: seach@inbox.ru

Применение мемристивных устройств для создания нейроморфных систем машинного зрения

Мемристивные устройства открывают возможности для создания нейроморфных систем, в которых выполнение операций матрично-векторного умножения выполняется в аналоговом виде на основе законов Ома и Кирхгофа [1]. Для обеспечения совместимости с современной IT-инфраструктурой, системы на базе мемристивных устройств должны иметь интерфейсы, позволяющие получать входные данные и возвращать результат в цифровой форме. Это приводит к тому, что операции цифро-аналоговых (ЦАП) и аналогово-цифровых преобразований (АЦП) становятся «узким местом» архитектур вычислительных систем на базе мемристоров, по аналогии с «узким местом архитектуры Джона фон Неймана», что снижает потенциальные преимущества их применения для решения конкретных практических задач перед существующими вычислителями.

Для решения данной проблемы применительно к системам компьютерного зрения авторами предложена концепция [2], в которой фотосенсоры предлагается напрямую связать с входами формальных или спайковых искусственных нейронных сетей (ИНС) на базе массивов мемристивных устройств (ИНСМ). В работе [3] продемонстрировано, что соединение фотодиода с мемристором в одну цепь и включение цепи в режиме обратного смещения позволяет фиксировать визуальную информацию, преобразуя интенсивность света в проводимость. Такие цепи можно использовать как источники визуальной информации для ИНСМ прямого распространения и сверточных ИНСМ. Кроме того, в работе [3] продемонстрировано, что из цепи «фотодиод-мемристор» можно сделать пресинаптический нейрон для спайковой ИНСМ. По сравнению с цифровыми системами машинного зрения такой подход позволит значительно снизить потребление энергии и создавать носимую и бортовую электронику с уникальными тактико-техническими характеристиками.

В докладе представлены результаты анализа современного состояния в рассматриваемой научной области, а также результаты собственных исследований авторов. Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда (проект №21-71-00136).

Литература

1. Amirsoleimani A. et al. In-Memory Vector-Matrix Multiplication in Monolithic Complementary Metal–Oxide–Semiconductor-Memristor Integrated Circuits: Design Choices, Challenges, and Perspectives //Advanced Intelligent Systems. – 2020. – Т. 2. – №. 11. – С. 2000115.
2. Makarov V. A. et al. Towards reflective spiking neural networks exploiting memristive devices //Frontiers in Computational Neuroscience. – 2022. – С. 62.
3. Shchanikov S., Bordanov I. The Concept of Neuromorphic Vision Systems based on Memristive Devices //2022 6th Scientific School Dynamics of Complex Networks and their Applications (DCNA). – IEEE, 2022. – С. 256-259.