

А.В. Спиринов, А. А. Пронин

Научный руководитель: к.т.н., доцент С.Н. Данилин

*Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, д. 23*

E-mail: sapres@mivlgu.ru

Реализация синапсов искусственных нейронных сетей на основе мемристоров

Современный подход к совершенствованию высокопроизводительных универсальных и специализированных вычислительных средств путем наращивания числа вычислительных компонентов приближает их к достижению предельного уровня производительности по ряду причин (большие энергетические затраты, недостаточная пропускная способность и объем памяти, масштабируемость системного ПО и реальных приложений, ограниченность возможностей по отводу тепла и т.д.) [1]. В связи с развитием нанотехнологий, крупнейшие мировые производители вычислительной техники (Intel, IBM, HP) ведут соревнование в области разработки новых принципов создания суперкомпьютеров на основе искусственных нейронных сетей (ИНС) - нейрокомпьютеров, которые позволят перейти на новый экзафлопсный уровень производительности, при снижении уровня энергопотребления на несколько порядков. Основой элементной базы таких нейрокомпьютеров являются мемристоров.

Основополагающая работа в области теории пассивных элементов с эффектом памяти, в которой было введено понятие «мемристор» была опубликована в 1971 г. [2] Леоном Чуа. Ведущие исследовательские центры, в ходе работ направленных на создание новой архитектуры ЭВМ (в последние 5-6 лет), пришли к выводу о перспективности использования мемристивных элементов [3,4]. Способность мемристора изменять свое сопротивление в зависимости от протекшего через него заряда позволяет использовать его как естественную физическую модельную замену синаптической связи искусственных нейронов. Массив искусственных нейронов соединенных между собой мемристорными связями представляет собой максимально приближенную к реальной биологической сети систему. Причина этого заключается в том, что синаптический контакт на основе мемристоров предоставляет естественную возможность описания веса связи дробным числом, в отличие от предыдущих бистабильных искусственных синапсов на основе диодов или туннельных контактов. Кроме того, была показана возможность эмуляции на сети с мемристорами характерных для биологических нейронов явлений [3,5,6].

Представленные в работах [7-12] реализации синапсов, нейронов, нейронных сетей и нейрочипов с использованием мемристоров являются очередным важным шагом к созданию сверхвысокопроизводительных Российских нейрокомпьютеров.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-07-08330.

Литература

1. Галушкин, А.И. На пути к нейрокомпьютерам с использованием мемристоров // Приложение к журналу "Информационные технологии". - 2014. - №4.
2. Chua, L.O. Memristor – the missing circuit element // IEEE Trans. CircuitTheory. 1971. Vol. 18. PP. 507.
3. Thomas A. Memristor-based neural networks // Journal of physics D: Applied Physics, 46 (2013) 093001 (12pp).
4. Likharev K.K. CrossNets: Neuromorphic Hybrid CMOS / Nanoelectronic Networks // Sci. Adv. Mater. 2011. Vol. 3. PP.322-331
5. Snider G., Spike-timing-dependent learning in memristive nanodevices // IEEE Int. Symp. Nanoscale Architectures (NANOARCH 2008). Washington, DC. 2008. PP. 85-92.
6. Chang T., Jo S.H., Kim K-H., Sheridan P., Gaba S., Lu W., Synaptic behaviors and modeling of a metal oxide memristive device // Appl. Phys.A. 2011. Vol. 102. PP.857-863.
7. Danilin S.N., Shchanikov S.A., Makarov M.V. Design of artificial neural networks with a specified quality of functioning // IEEE International Conference "Engineering & Telecommunication - En&T 2014". pp. 186-188.

Секция 12. Методологии разработки программного обеспечения

8. Данилин С.Н., Щаников С.А., Макаров М.В. Проектирование искусственных нейронных сетей с заданным качеством функционирования // Международная конференция «Инжиниринг и Телекоммуникации 2014». – М.: Издательство МФТИ, 2014. с. 182-185.

9. Храповицкая, Ю.В. Сравнительные характеристики мемристоров на основе оксида титана с платиновыми и золотыми контактами / Ю. В. Храповицкая, Н. Е. Маслова, А. В. Емельянов, Ю. В. Грищенко, Д. А. Мамичев, В. А. Демин, М. Л. Занавескин // Программные системы: теория и приложения. - 2013. - № 3(17).

10.Галушкин А.И.. Проект супернейрокомпьютера с использованием мемристоров // Международная конференция «Инжиниринг и Телекоммуникации 2014». – М.: Издательство МФТИ, 2014. с. 168-171.

11.Галушкин А.И.. Реализация нейронных сетей с использованием мемристоров // Международная конференция «Инжиниринг и Телекоммуникации 2014». – М.: Издательство МФТИ, 2014. с. 171-177.

12.Kirilov, S. M., Galushkin, A. I., Pantiukhin, D.V., Mladenov, V. M Application of a new Modified Memristor Model with Nonlinear ionic Drift in the neural synapses // International Conference "Engineering & Telecommunication - En&T 2014". 2014. pp. 192-196.