

ОБЗОР АРХИТЕКТУР ИМПУЛЬСНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Лукашов И.В., (Университет ИТМО), Сыдыкова Э. (Университет ИТМО)
Научный руководитель – к.т.н., доцент Кузнецов А.Ю.
(Университет ИТМО)

Введение. Стремительное развитие моделей в области искусственного интеллекта влечет за собой большой рост потребности в вычислительных мощностях. По некоторым оценкам, с 2012 года, вычислительная мощность, необходимая для обучения моделей искусственного интеллекта, удваивается каждые три с половиной месяца. При этом, стоимость обучения таких моделей исчисляется миллионами долларов. Импульсные нейронные сети, в силу биоподобных механизмов кодирования информации, могут обладать высокой энергоэффективностью, в сравнении с классическими нейронными сетями. Такая энергоэффективность достигается благодаря запуску импульсных сетей на специализированном аппаратном обеспечении.

Основная часть. Для различных задач, которые ставятся перед моделями искусственного интеллекта, применяются различные методы и модели машинного обучения. Одними из ключевых алгоритмов, применяемых при разработке моделей, являются нейронные сети. Имеется большое количество различных архитектур моделей нейронных сетей, выбор которых зависит от конкретной задачи. Архитектуры для построения импульсных нейронных сетей часто соответствуют архитектурам классических нейронных сетей, однако в силу некоторых особенностей, таких как специфики алгоритмов обучения, не все из них могут быть однозначно приведены к импульсной форме. Основные архитектуры импульсных нейронных сетей представлены следующими топологиями:

1. Нейронная сеть с прямой связью (FNN);
2. Рекуррентная нейронная сеть (RNN);
3. Гибридная нейронная сеть:
 - Цепь синхронного срабатывания (Synfire Chain),
 - Резервуарные вычисления (Reservoir Computing).

Выбор той или иной архитектуры зависит от выполняемой задачи, так для алгоритмов автономного управления транспортным средством в среде симуляции могут использоваться нейронная сеть с прямой связью. В свою очередь, рекуррентные нейронные сети применяются для распознавания образов, например для распознавания эмоций человека. Для задач, связанных с распознаванием и идентификацией акустических паттернов используются резервуарные вычисления. Таким образом может осуществляться обнаружение, например, дронов.

Выводы. Был проведен анализ архитектур импульсных нейронных сетей. Вместе с тем, были определены области применимости для различных архитектур, их преимущества и недостатки.

Список источников.

1. AI and Compute | OpenAI [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://openai.com/blog/ai-and-compute/> (дата обращения: 10.02.2023).
2. The neural network zoo | The Asimov Institute [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.asimovinstitute.org/neural-network-zoo/> (дата обращения: 10.02.2023).

3. Zou C., Cui X., Kuang Y., Wang Y., Wang X. A Hybrid Spiking Recurrent Neural Network on Hardware for Efficient Emotion Recognition // 2022 IEEE 4th International Conference on Artificial Intelligence Circuits and Systems (AICAS). Incheon, Korea, Republic of, 2022. P. 332-335. doi: 10.1109/AICAS54282.2022.9869950.
4. Kaiser J. Towards a framework for end-to-end control of a simulated vehicle with spiking neural networks // 2016 IEEE International Conference on Simulation, Modeling, and Programming for Autonomous Robots (SIMPAN). San Francisco, CA, USA, 2016. P. 127-134. doi: 10.1109/SIMPAN.2016.7862386.
5. Henderson A., Yakopcic C., Harbour S., Taha T.M. Detection and Classification of Drones Through Acoustic Features Using a Spike-Based Reservoir Computer for Low Power Applications // 2022 IEEE/AIAA 41st Digital Avionics Systems Conference (DASC). Portsmouth, VA, USA, 2022. P. 1-7. doi: 10.1109/DASC55683.2022.9925735.
6. Javanshir, A., Nguyen, T. T., Mahmud, M. A., & Kouzani, A. Z. (2022). Advancements in Algorithms and Neuromorphic Hardware for Spiking Neural Networks. *Neural Computation*, 34(6), 1289-1328. https://doi.org/10.1162/neco_a_01499
7. Schuman C.D., Kulkarni S.R., Parsa M., Mitchell J.P., Date P., Kay B. Opportunities for neuromorphic computing algorithms and applications // *Nature Computational Science*. 2022. Vol. 2. P. 10-19.
8. Kasabov, K. N. (2019). *Time-Space, Spiking Neural Networks and Brain-Inspired Artificial Intelligence*. Berlin, Germany: Springer. Springer Series on Bio- and Neurosystems (SSBN, volume 7).