

Синтез оптической нейроморфной структуры с функциональным разделением нейронов для распределения потоков информации

Ю. Н. Лавренков^{1*}

¹ Калужский филиал Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана, Калуга, Россия

*georglawr@yandex.ru

Аннотация. Анализируется возможность применения саморазвивающихся нейронных сетей, способных к самостоятельной генерации топологической карты соединения нейронов в процессе моделирования биологического нейрогенеза, в задачах формирования многопоточных систем передачи информации. Спроектирована базовая оптическая нейросетевая ячейка, основанная на применении слоистой композиции, выполняющей обработку данных. Карта соединения нейронов реализована не в виде упорядоченной структуры, обеспечивающей формирование регулярного графа обмена потоками информации между нейронами, а в виде совокупности когнитивного резерва, представленного в виде несвязанного множества нейроморфных ячеек. Моделирование процессов клеточной гибели нейронов (апоптоза) и создания дендритно-аксонных связей делает возможным реализацию алгоритма поэтапного роста нейронной сети. Несмотря на трудности, возникающие при реализации этого процесса, создание растущей сети в нейросетевом оптическом базисе снимает проблему первоначального формирования нейросетевой архитектуры, что значительно упрощает процесс обучения. Применяемые нейросетевые ячейки совместно с алгоритмом роста сети привели к формированию нейросетевых структур, которые для обработки информации используют внутреннюю самоподдерживающуюся ритмическую активность. Возникновение такой активности обуславливается спонтанным образованием между нейронными ячейками замкнутых нейронных контуров, содержащих общие нейроны. Такая организация рециркуляционной памяти приводит к выработке решений с учетом такой внутрисетевой активности. В результате отклик сети определяется не только стимулирующими воздействиями, но и внутренним состоянием сети и ее ритмической активностью. На функционирование сети начинают влиять внутренние ритмы, которые зависят от проходимой по нейронным скоплениям информации, что приводит к формированию специфической ритмической памяти.

Ключевые слова: нейроморфные оптические системы, растущие нейронные сети, план распределения частот, деградация нейронов, искусственный нейрогенезис

Для цитирования: Лавренков Ю. Н. Синтез оптической нейроморфной структуры с функциональным разделением искусственных нейронов для распределения потоков информации // Прикладная информатика. 2022. Т. 17. № 3. С. 55–72. DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-3-55-72

Synthesis of an optical neuromorphic structure with differentiated artificial neurons for information flow distribution

Yu. Lavrenkov^{1*}

¹ The Kaluga Branch of the Bauman Moscow State Technical University, Kaluga, Russia

* georglawr@yandex.ru

Abstract. The work presents analysis of possible application of self-generating neural networks, which can independently generate a topological map of neuron connections while modelling biological neurogenesis, in multi-threaded information communication systems. A basic optical neural network cell is designed on the basis of the applied layered composition performing data processing. A map of neuron connections represents not an ordered structure providing a regular graph for exchange of information between neurons, but a set of cognitive reserve represented as an unconnected set of neuromorphic cells. Modelling of neuron death (apoptosis) and creation of dendrite-axon connections makes it possible to implement a stepwise neural network growth algorithm. Despite challenges in implementing this process, creating a growing network in an optical neural network framework solves the problem of initial forming of the neural network architecture, which greatly simplifies the learning process. Neural network cells used with the network growth algorithm resulted in neural network structures that use internal self-sustaining rhythmic activity to process information. This activity is a result of spontaneously formed closed neural circuits with common neurons among neuronal cells. Such organisation of recirculation memory leads to solutions with reference to such intra-network activity. As a result, response of the network is determined not only by stimuli, but also by the internal state of the network and its rhythmic activity. Network functioning is affected by internal rhythms, which depend on the information passing through the neuron clusters, which results in formation of a specific rhythmic memory. This can be used for tasks that require solutions to be worked out based on certain parameters, but they shall be unreproducible when the network is repeatedly stimulated by the same influences. Such tasks include ensuring information transmission security when using some set of carriers. The task of determining a number of frequencies and their frequency plan depends on external factors. To exclude possible repeating generation of the same carrier allocation, it is necessary to use networks of the configuration under consideration that can influence generation of solutions through the gathered experience.

Keywords: neuromorphic optical systems, growing neural networks, frequency plan, neuronal degeneration, artificial neurogenesis

For citation: Lavrenkov Yu. Synthesis of an optical neuromorphic structure with differentiated artificial neurons for information flow distribution. *Prikladnaya informatika*=Journal of Applied Informatics, 2022, vol.17, no.3, pp.55-72 (in Russian). DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-3-55-72

Введение

Проблема формирования безопасного и надежного канала передачи информации является наиболее важной в информационных системах с адаптивными каналами связи. Одним из методов решения

этой проблемы является формирование плана распределения несущих частот в допустимом наборе беспроводных каналов связи [2, 6]. Этот способ обмена информацией предусматривает использование некоторого множества несущих, которые могут быть применены для передачи данных, и порядок их распре-