

DOI: 10.37791/2687-0649-2024-19-3-71-90

Применение нейроморфных электроактивных макроячеек для повышения надежности пространственной ориентации

Ю. Н. Лавренков^{1*}

¹Калужский филиал Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия
*georglawr@yandex.ru

Аннотация. Проектируется нейросетевая архитектура, основанная на полимерных макроячейках, выполняющих роль нейронных элементов и способных образовывать электропроводящие синаптические переходы. Разработана архитектура нейросетевого вычислителя, в котором каждый из компонентов способен регистрировать и вырабатывать ответную реакцию на энергетические воздействия различной природы: электрические, оптические и электростатические. Данная особенность нейронной сети снимает ограничения, связанные с восприятием входной информации только входным слоем нейросетевого вычислителя. Проведено исследование влияния воздействия различных представлений входных данных на процесс обработки информации макроячейкой. Исследована эффективность применения временной и электрической деградации нейросетевой макроячейки как комплексного явления, направленного на адаптацию нейронной сети к этому процессу и формирование алгоритма распределения элементов обучающей выборки равномерно по всему объему доступных нейроэлементов. В статье проанализирован способ формирования эпизодической циркуляционной памяти, которая значительно повышает скорость выработки решения сетью, с учетом гравитационного взаимодействия с макроячейками. Выявленная особенность влияния гравитационного поля на активность нейросетевых скоплений легла в основу естественной селекции ячеек по выполняемым функциям в зависимости от пространственного положения в архитектуре нейронной сети. Приведен способ воздействия на ячейку физическими эквивалентами элементов обучающей выборки, преобразованных в различные энергетические формы для управления конфигурированием макроячейки с использованием всех доступных способов восприятия информации. Каждое воздействие, несущее информацию об обучающем элементе (оптическое и электростатическое), подкрепляет сформированные обобщающие способности нейронной композиции макроячеек. Практическая новизна выполненного исследования заключается в спроектированной нейросетевой системе, в которой достигается увеличение быстродействия за счет самоорганизующихся осциллирующих нейронных скоплений. Разработанная нейросетевая модель применяется для снижения радиодевииации и сопутствующих ошибок навигации, возникающих из-за проводящих препятствий или атмосферных образований.

Ключевые слова: электроактивная полимерная ячейка, деградация нейронных элементов, синаптические сгустки, эпизодическая циркуляционная память, интегративно-пороговый элемент

Для цитирования: Лавренков Ю. Н. Применение нейроморфных электроактивных макроячеек для повышения надежности пространственной ориентации // Прикладная информатика. 2024. Т. 19. № 3. С. 71–90. DOI: 10.37791/2687-0649-2024-19-3-71-90

Neuromorphic electroactive macrocells for improvement of spatial orientation reliability

Yu. Lavrenkov¹

¹The Kaluga Branch of the Bauman Moscow State Technical University, Kaluga, Russia
*georglawr@yandex.ru

Abstract. Neural network architecture based on polymer macrocells acting as neural elements and capable to generate electrically conductive synaptic junctions is developed. The architecture of a neural network processor where each component can record and produce a response to energy effects of different nature: electrical, optical and electrostatic has been developed. This function of the neural network eliminates the limitations related to the perception of the input information only by the input layer of the neural network processor. The impact of the influence of different input data representations on the information processing by the macrocell has been studied. The efficiency of temporal and electrical degradation of a neural network macrocell as a complex phenomenon directed on adaptation of a neural network to this process and generation of an algorithm for distribution of elements of a tutorial sample evenly over the total volume of available neural cells has been studied. The article studies a method of generation of episodic circulating memory, which significantly improves the speed of generation of a solution by the network, taking into account the gravitational interaction with macrocells. The revealed specific nature of the influence of the gravitational field on the functioning of neural network clusters was the basis for natural selection of cells by the performed properties depending on the spatial position in the neural network architecture. A method of exposure of the cell to physical equivalents of tutorial sample elements converted into different energy patterns to control the configuration of the macrocell using all available modes of information perception has been provided. Each exposure containing information on the tutorial element (optical and electrostatic) supports the generated generalising abilities of the neural macrocells composition. Practical significance of the performed research comprises the designed neural network system, which achieves an increase in performance due to self-organising oscillating neural clusters. The developed neural network model is used to reduce radio deviation and associated navigation errors due to conductive obstacles or atmospheric formations.

Keywords: electroactive polymer cell, neural elements degradation, synaptic clusters, episodic circulating memory, integrating and threshold element

For citation: Lavrenkov Yu. Neuromorphic electroactive macrocells for improvement of spatial orientation reliability. *Prikladnaya informatika*=Journal of Applied Informatics, 2024, vol.19, no.3, pp.71-90 (in Russian). DOI: 10.37791/2687-0649-2024-19-3-71-90

Введение

Проектирование наземных систем пространственной ориентации предполагает наличие фиксированного или переменного числа беспроводных источников информационных сигнала-

лов, несущих информацию о своем территориальном положении. Поиск и правильная интерпретация такого рода сигналов с учетом условий распространения электромагнитной энергии делает возможным организацию автономной системы