

К ПРИМЕНЕНИЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ АППРОКСИМАЦИИ ТАБЛИЦЫ ПРАВИЛ КЛЕТОЧНОГО АВТОМАТА

Цой Ю.Р.

Кафедра вычислительной техники, Томский политехнический университет,
634054, Томск, ул. Советская 84,
qai@mail.ru

Одной из проблем, возникающих при использовании клеточных автоматов (КА) [1, 2] для решения задач моделирования и реализации вычислительных операций, является сложность синтеза таблицы правил КА по его пространственно-временной диаграмме (ПВД) (пример ПВД показан на рис. 1). Данная сложность объясняется большим размером пространства поиска, возможной неточностью определения состояний КА, наличием «пробелов» на ПВД, а также неполнотой информации о моделируемом процессе или явлении. Кроме этого, необходимо заметить, что в ряде случаев использование КА для моделирования не совсем корректно и приходится «подгонять реальность» для соответствия клеточно-автоматной модели [1]. Примеры постановки задачи поиска таблицы правил КА по его ПВД могут быть найдены в работах [3-6].

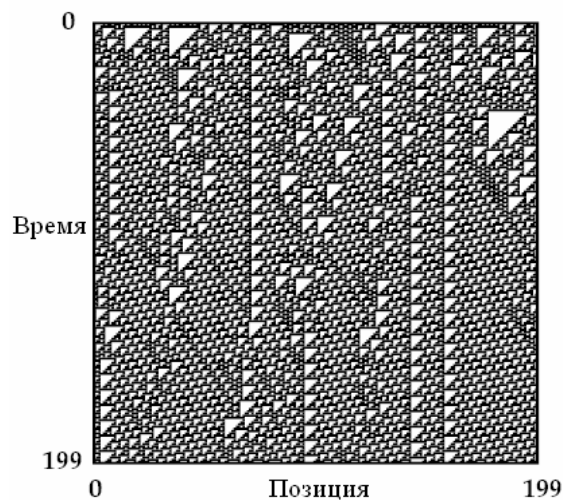
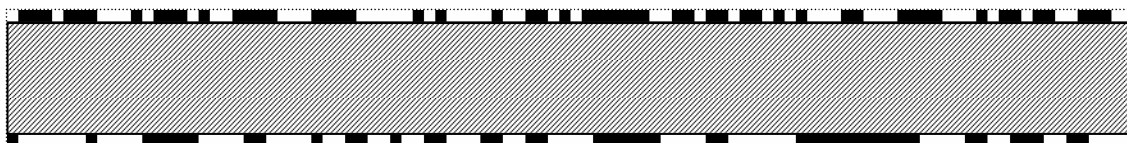
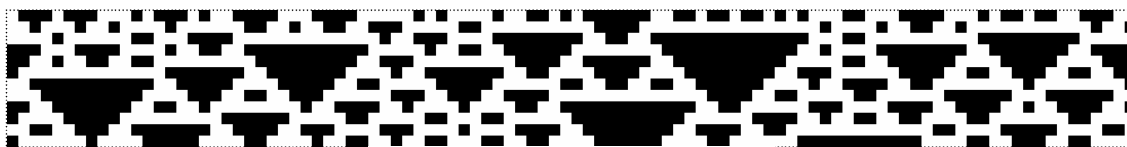


Рис. 1. Пример пространственно-временной диаграммы (ПВД) для одномерного бинарного КА (по [3]). Клетки с состоянием «0» показаны белым цветом, клетки с состоянием «1» – черным

Использование ИНС, равно как и схожих по функционированию решений (например, результаты, получаемые с использованием генетического программирования [4]), для реализации таблицы правил КА позволяет уменьшить объем используемой памяти, поскольку в этом случае хранится не таблица правил, а соответствующее ей преобразование. В [6] предложен эволюционный способ настройки структуры и весов ИНС для моделирования динамики КА с использованием величины расхождения исходной ПВД и моделируемой, полученной с помощью оцениваемой ИНС. При этом исходная ПВД не обязательно должна быть известна полностью. Пример неполной исходной ПВД для одномерного КА, используемой для обучения, и «восстановленной» ПВД, полученной в результате такого обучения, представлен на рис. 2.



а) Исходная ПВД



б) «Восстановленная» ПВД

Рис. 2. Пример «восстановления» ПВД одномерного КА, полученного в результате работы эволюционного обучения ИНС. Эволюция КА «направлена» сверху вниз, заштрихованная область соответствует неизвестным состояниям КА в моменты времени $t = 1, \dots, 10$.

Представленная на рис. 1 ПВД соответствует бинарному тоталистическому КА (totalistic cellular automaton – ТСА) с радиусом окрестности равным 1. В ТСА состояние клетки изменяется в зависимости от усредненного состояния клеток в ее окрестности. Другими словами, в таких КА расположение клеток в окрестности (их конфигурация) не имеет значения, что существенно уменьшает пространство возможных решений и, тем самым, облегчает поставленную задачу по сравнению с поиском таблицы правил для, к примеру, простого КА.

Таким образом, использование нейроэволюционного подхода [7, 8] позволяет осуществлять поиск таблицы правил КА, используя его частично заданную ПВД. Однако эффективность такого подхода и его возможности подлежат дальнейшему изучению.

Список источников

1. Бандман О.Л. Клеточно-автоматные модели пространственной динамики. 2005.
2. Wolfram S. A new kind of science. – Wolfram Media Inc., Champaign, Ill., USA. 2002.
3. Mitchell M. Computation in cellular automata: A selected review / In T. Gramss, S. Bornholdt, M. Gross, M. Mitchell, and T. Pellizzari (Eds.): Nonstandard Computation. Weinheim: VCH Verlagsgesellschaft, 1998. P. 95-140.
4. Juille H., Pollack J.B. Coevolving the “Ideal” trainer: Application to the discovery of cellular automata rules / In Koza J. et al. (Eds.): Genetic Programming 98. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 1998. P. 519-527.
5. Ferreira C. Gene Expression Programming: Mathematical Modeling by an Artificial Intelligence. 2002. <http://www.gene-expression-programming.com/index.asp>
6. Цой Ю.Р. Настройка клеточных автоматов с помощью искусственных нейронных сетей // Научная сессия МИФИ - 2006. VIII Всероссийская научно-техническая конференция "Нейроинформатика-2006": Сборник трудов. В 3-х частях. Ч.3. М.:МИФИ, 2006. С. 49-55. <http://qai.narod.ru/Publications/>
7. Stanley K.O., Miikkulainen R. Evolving Neural Networks through Augmenting Topologies. // Evolutionary Computation. – 2002. – №2(10). – P.99-127.
8. Цой Ю.Р., Спицын В.Г. Эволюционный подход к настройке и обучению искусственных нейронных сетей // Электронный журнал "Нейроинформатика", 2006, том 1, №1, с. 34-61. <http://www.ni.iont.ru/Journal/N1/>