

В. С. Поляков, С. В. Поляков

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОПОДОБНЫХ СТРУКТУР

Волгоградский государственный технический университет

E-mail: app@vstu.ru

В работе рассмотрена возможность представления описания сложных объектов с параллельно функционирующими компонентами в виде структур, построенных на основе сетей Петри и нейронных сетей. Каждая из рассматриваемых сетей может описываться графом в виде матрицы инцидентора, причем вершины переходов сети Петри являются вершинами одного из слоев нейронной сети, а множество позиций определяет множество решателей. Такой симбиоз двух типов сетей будем называть **нейроподобными**.

Ключевые слова: граф, структура графа, моделирование, параллелизм, сети Петри.

The paper shows the possibility of presenting the description of complex objects with parallel functional components in the form of structures that are based on Petri nets and neural networks. Each of the above networks can be described by a graph as a matrix incidentor, and the vertices of the Petri net transitions are the vertices of one of the layers of the neural network, and the set of positions defines a set of solvers. This symbiosis of the two types of networks called **neural**.

Keywords: graph, graph structure, modeling, parallelism, Petri nets.

Большинство анализируемых сложных систем обладает разветвленной и многоуровневой структурой. Сетевые структуры, используемые в современных системах управления и диагностики, могут быть представлены сетями Петри, нейронными сетями и т. п. Каждый из этих способов имеет свои преимущества и недостатки. Если для описания этих сетей использовать об-

щий аппарат теории графов (сеть Петри представляет собой двудольный граф, а нейронная сеть – полихромный граф), то общую структуру можно представить в виде графа, сочетающего в себе свойства, как сети Петри, так и нейронной сети. А если учесть, что и одна и другая сеть представимы матрицей инцидентора, то такое объединение осуществить достаточно легко.

Система обработки информации в любых стандартных, а тем более сложных системах, как правило, имеет следующий вид.

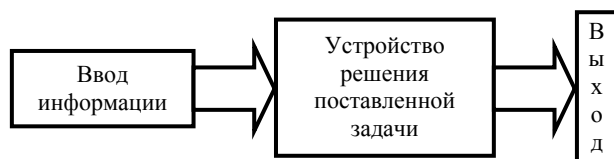


Рис. 1. Система обработки информации

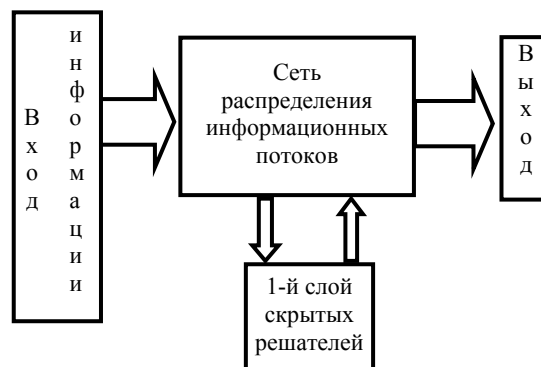


Рис. 2. Структура простейшей нейронной сети

Теперь перейдем к рассмотрению простейшей трехслойной нейронной сети, структура которой представлена на рис. 2, а граф на рис. 3.

Изменим структуру устройства решения задачи следующим образом. Информация, поступающая со входа, распределяется сетью на входы решающих устройств, выходы которых

в свою очередь распределяются той же сетью либо на входы решающих устройств, или на выход. Такая структура напоминает структуру нейронной сети (рис. 2).

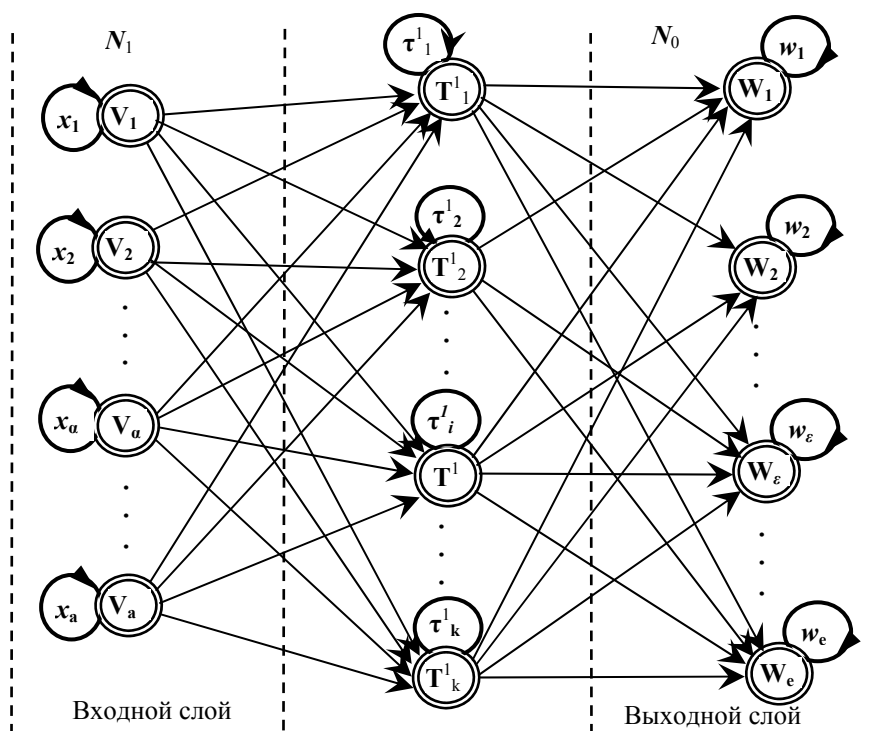


Рис. 3. Граф нейронной сети

Решающими устройствами в такой конструкции могут быть конечные автоматы, микропроцессоры, машины Тьюринга (МТ) и тому подобные устройства.

Рассматривая трехслойную нейронную сеть, граф которой представлен на рис. 3, зададим второй слой сети в виде сети Петри (рис. 4), вершины переходов которой являются вершинами второго слоя нейронной сети.

Взаимодействие такой сети уже не будет чисто нейронным, так как появляется множест-

во вершин $P_1 \dots P_m$, которые, взаимодействуя с элементами нейросети, создают совершенно иную картину работы сети, которую назовем **нейроподобной**.

Элементы одного из подмножеств вершин (множество переходов $\{T_i\}$) будем принимать за элементы сети распределения информационных потоков, а элементы другого подмножества вершин (множество позиций $\{P_j\}$) будут представлять собой множество решателей (рис. 4).

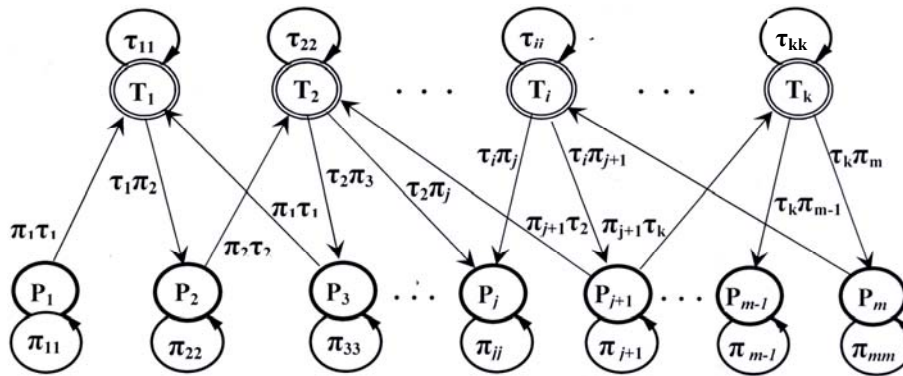


Рис. 4. Граф второго слоя нейронной сети

Теперь перейдем к рассмотрению более сложной четырехслойной нейронной сети, структура которой будет подобна изображенной на рис. 2 и представлена на рис. 5.

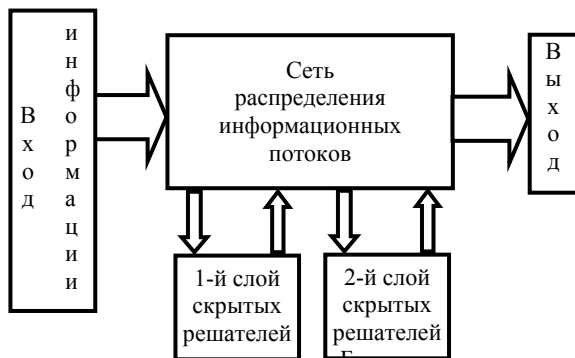


Рис. 5. Структура четырехслойной нейронной сети

Рассматривая четырехслойную нейронную сеть, зададим второй и третий слои сети в виде сетей Петри (как и в рассмотренном выше случае трехслойной сети), вершины переходов которых являются вершинами второго и третьего слоев нейронной сети. Таким образом, получим нейроподобную сеть, но уже с двумя промежуточными слоями.

На рис. 6 показана структура сети – сети распределения информационных потоков, составленная из элементов множества переходов бихроматического графа и множества входов и выходов. Как видно из рисунка, структура будет подобна изображенной на рис. 2, но с некоторыми отличиями. Вводится 2-й слой решателей, а также база данных программ решателей.

Общая структура нейроподобной системы с использованием двух сетей Петри приведена на рис. 7. Следует отметить, что для решения более сложных задач могут быть использованы большее количество СП.

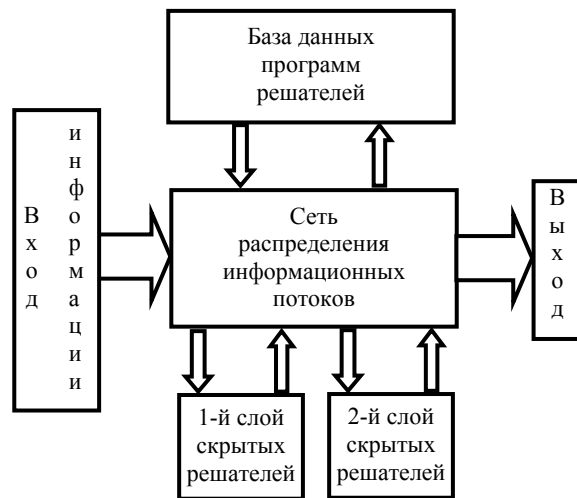


Рис. 6. Структура сети распределения нейронных потоков

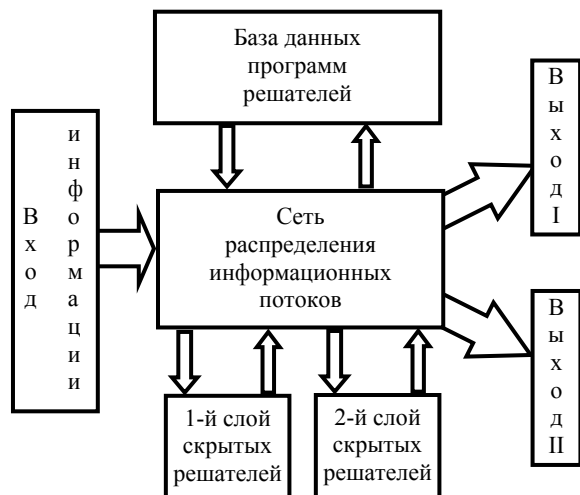


Рис. 7. Структура нейроподобной системы с использованием двух сетей Петри

В работе показана возможность представления описания сложных объектов в системах управления и диагностики в виде нейроподобных структур, компонентами которых являются нейронные сети и сети Петри, причем вершины

переходов сети Петри являются вершинами одного из слоев нейронной сети, а множество позиций определяет множество решателей. Следует отметить, что структуру нейроподобной сети можно представить в виде графа, так как сеть Петри представляет собой двудольный граф, а нейронная сеть – полихромный граф.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Зыков, А. А.* Теория конечных графов / А. А. Зыков. – Новосибирск: Наука, 1968. – 541 с.
2. *Поляков, В. С.* Моделирование параллельно протекающих процессов блоками взаимодействующих компонентов / В. С. Поляков, С. В. Поляков // Контроль. Диагностика. – 2008. – № 8. – С. 70–73.