

ОБЗОР ДВУХСЛОЙНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ В САМОМАРШРУТИЗИРУЮЩЕМСЯ АНАЛОГО-ЦИФРОВОМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕ

Антон Игоревич Посягин, ассистент кафедры «Автоматика и телемеханика»

Тел.: (342) 239 18 16, e-mail: posyagin.anton@gmail.com

*Александр Анатольевич Южаков, д-р техн. наук, проф.,
зав. кафедрой «Автоматика и телемеханика»*

Тел. (342) 239 18 16, e-mail: posyagin.anton@gmail.com

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Рассматривается модернизированная схема нейронной сети для самомаршрутизирующегося аналого-цифрового преобразователя, приводятся результаты сравнительного анализа двухслойной и трехслойной нейронных сетей, обсуждаются дальнейшие перспективы развития самомаршрутизирующегося аналого-цифрового преобразователя на основе нейронной сети.

Ключевые слова: аналого-цифровой преобразователь, самомаршрутизация, нейронная сеть, отказоустойчивость.

Современное производство стремится максимально автоматизировать различные технологические процессы, для этого необходимо создание комплексных автоматизированных систем управления (АСУ). Для таких систем важно получать надежную информацию об объекте управления, как правило, получение информации происходит в режиме реального времени, что предъявляет определенные требования к отказоустойчивости системы, отвечающей за передачу и обработку сигнала от датчика к управляющему устройству. В этой роли выступает аналого-цифровой преобразователь (АЦП), поэтому задача по разработке нового АЦП с большим потенциалом именно в отказоустойчивости остается актуальной [1]. Кроме того, для современных АЦП характерной является разработка систем с динамической архитектурой, что позволяет обрабатывать сигналы с различной разрядностью. Одной из перспективных разработок является самомаршрутизирующийся АЦП на основе нейронной сети (НС) [2]



А.И. Посягин

Структура такого АЦП представляет собой блок компараторов, на которые поступают входные аналоговые сигналы, схему вычисления требуемой разрядности АЦП для обработки каждого входного сигнала и собственно НС, основной задачей которой является образование индивидуальных АЦП (ИАЦП) по каждому входному сигналу [2; 3]. Аналого-цифровое преобразование происходит по методу поразрядного взвешивания, когда каждый разряд сперва принимает значение «1», а затем в зависимости от результата сравнения входного и уравнивающего напряжения на соответствующем компараторе либо оставляет значение «1», либо возвращается в «0» [2]. Основной задачей НС в данном генерирование уравнивающего напряжения с помощью матрицы R-2R и формирование значения отсчета.



А.А. Южаков

Первоначальный вариант нейронной сети содержал три скрытых слоя (рис. 1а) [2]: слой основных нейронов (ОН), которые представляют собой простейшие одноразрядные АЦП, слой коммутаторов (Км), обеспечивающий случае является самомаршрутизацию сигналов от входа к свободной части основных нейронов и слой концентраторов (Кн), который обеспечивал связь между ОН и выходами из нейронной сети.

Работа данной структуры состоит из трёх этапов [2]: формирование ИАЦП для конкретного входного сигнала, проведение аналого-цифрового преобразования, разрушение ИАЦП. При переходе к двухслойной сети (рис. 1б) этапы работы АЦП остаются прежними, что позволяет сохранить достигнутые результаты и не вносить принципиальных изменений в заложенные алгоритмы. Наиболее значительные перемены в связи с уменьшением количества слоёв коснутся этапа формирования ИАЦП, так как слой K_n участвовал в основном на этом этапе и играл вспомогательную роль, выступая в роли транслятора сигналов от OH к необходимому выходному нейрону.

Чтобы избавиться от K_n мы вынуждены предусмотреть избыточное количество связей между OH и выходными нейронами. Если в трёхслойной схеме каждый K_m объединял группу OH , относящихся к одному K_m и мог направить поступающие от них сигналы на любой из выходных нейронов в соответствии с тем, для какого из входов образован ИАЦП, то в двухслойной схеме необходимо обеспечить связь любого из OH с любым из выходных нейронов, образуя полносвязный граф между вторым скрытым и выходным слоями. Естественно, что добавление дополнительных связей для появления полносвязного графа значительно увеличивает аппаратные затраты; были произведены расчёты этого увеличения (с приведением всех схем к базису 2И-НЕ), которые показали, что увеличение аппаратных затрат на стыке OH -Выходной нейрон в двухслойной схеме вырастет в 5-7 раз по сравнению с трёхслойной схемой. Но при этом необходимо учесть, что затраты на связь между OH и выходом нейронной сети составляют до 10% от общего объёма аппаратных затрат на реализацию всей структуры, это в первую очередь связано с тем, что между OH и выходным нейроном необходимо передавать значительно меньше сигналов, чем, например, между K_m и OH [3]. Таким образом, оценивая общее повышение аппаратных затрат можно говорить о том, что оно находится в допустимых пределах.

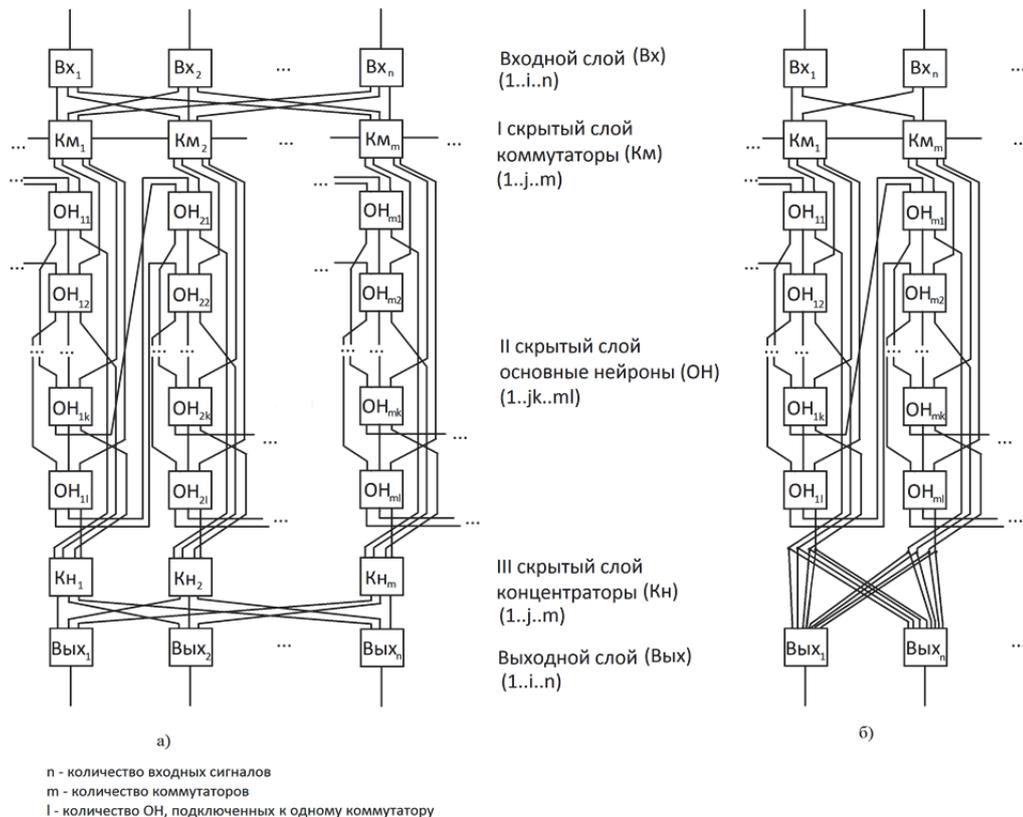


Рис. 1. Трёхслойная а) и двухслойная б) структуры нейронной сети

С другой стороны помимо увеличения аппаратных затрат устранение концентраторов даёт и положительный эффект, улучшая работоспособность схемы. В работах [2; 3] в качестве одной из задач требующих внимания указывалось обеспечение отказоустойчивости K_m и K_n , как самых ответственных элементов схемы, так как выход из строя одно-

го из K_n приводил к невозможности полноценного функционирования целой группы OH . Вместе с удалением из схемы K_n такая необходимость пропала, что существенно облегчает разработку алгоритмов самомаршрутизации сигналов в нейронной сети. Это достижение в значительной мере оправдывает увеличение аппаратных затрат, поэтому двухслойная структура является более перспективной для дальнейших разработок.

Авторы считают, что в данной работе новыми являются следующие положения и результаты: модернизирована существовавшая структурная схема трёхслойной нейронной сети, в которой удалось устранить третий слой за счёт увеличения количества связей между вторым скрытым и выходным слоями, но при этом значительно увеличены возможности по обеспечению отказоустойчивости, что облегчает разработку алгоритмов самомаршрутизации сигналов, что в свою очередь, в будущем может существенно уменьшить аппаратные затраты на реализацию нейронной сети с двумя скрытыми слоями по сравнению с трёхслойной структурой.

В настоящее время решаются следующие задачи: проблема отказоустойчивости коммутаторов с возможностью использовать OH , подсоединенных к отказавшему K_m , разработка и моделирование внутренней структуры OH как части, отвечающей за маршрутизацию сигналов, так и измерительной и диагностической частей, разработка распределенной системы управления работой K_m и OH .

Литература

1. Матушкин Н.Н., Южаков А.А. Измерительные преобразователи на основе потоковой динамической архитектуры // Известия вузов. Приборостроение. 1994. № 1. С. 16-21.
2. Посягин А.И., Южаков А.А. Разработка аналого-цифрового преобразователя на основе нейронной сети // Электротехника. 2012. № 11. С. 18-24.
3. Посягин А.И., Южаков А.А. Самомаршрутизирующийся аналого-цифровой преобразователь на основе двухслойной нейронной сети // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2013. № 11. С. 076-081

Two-layer neural network of self-routing analog-to-digital converter review

Anton Igorevich Posyagin, Assistant, Chair of Automatics and Telemechanics
Alexandr Anatolyevich Yuzhakov, Doctor of Technical Sciences, Professor
Head of Chair of Automatics and Telemechanics
Perm National Research Polytechnic University

The paper deals with upgraded neural network scheme of self-routing analog-to-digital converter. The analysis of the results of two-layer and three-layer neural network is produced and perspectives of self-routing analog-to-digital converter based on neural network are discussed.

Keywords: analog-to-digital converter, self-routing, neural network, fault-tolerance.

УДК 681.396.6

UVM EXPRESS – УПРОЩЕННАЯ МЕТОДИКА ВНЕДРЕНИЯ UVM

Иван Витальевич Селиванов, млад. науч. сотр.

Тел.: (495) 129 8736, e-mail: shubin@magn.ru

Николай Юрьевич Шубин, канд. физ.-мат. наук, зав. сект.

Тел.: (495) 129 87 36, e-mail: shubin@magn.ru

Научно-исследовательский институт системных исследований

Российской академии наук НИИСИ РАН

<http://www.niisi.ru>