

NEURAL NETWORK WITH CONSERVATIVE BLOCKS FOR DEVICE DESIGNING SOLUTIONS

Adamenko V.A.¹, Mirskikh G.A.²

¹*National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"
2100, Radioengineering faculty, Kiev, 03056, Ukraine
Ph.: (+38097) 9117305, e-mail: v.adamenko@kpi.ua*

²*National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine
15, Geroev Oborony Str., Kyev, 03041, Ukraine
e-mail: mirskikh@i.ua*

Abstract — The use of the conservative blocks in the neural network ensembles to increase the stability of obtained models in their further training based on experimental data is proposed. The variants of the conservative block connection in terms of functions performance quality and complexity of creation programs are considered. The expediency of the neural network ensembles using and their further development to improve the quality of the design process are described.

НЕЙРОННАЯ СЕТЬ С КОНСЕРВАТИВНЫМИ БЛОКАМИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВ

Адаменко В. А.¹, Мирских Г. А.²

¹*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»
2100, Радиотехнический факультет, Киев, 03056, Украина
тел.: (+38097) 9117305, e-mail: v.adamenko@kpi.ua*

²*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
ул. Героев Обороны, 15, Киев, 03041, Украина
e-mail: mirskikh@i.ua*

Аннотация — Предложено использование консервативных блоков в ансамблях нейронных сетей для повышения устойчивости моделей, полученных с их помощью в процессе дальнейшего обучения на основе экспериментальных данных. Рассмотрены варианты подключения консервативных блоков с точки зрения качества выполнения возложенных функций и сложности создания программ. Показана целесообразность использования ансамблей нейронных сетей и их дальнейшего развития для повышения качества процесса проектирования.

I. Введение

Процесс проектирования любого устройства, как правило, содержит эвристическую составляющую, которая дополняет известные методики синтеза. Эта эвристическая составляющая отображает опыт и интуицию разработчика.

В работе [1] предложено использование ансамблей искусственных нейронных сетей (ИНС) в качестве аппроксимирующего аппарата, способного «усвоить» эвристическую составляющую и избежать многих проблем, которые возникают во время использования ИНС в сложных задачах проектирования СВЧ устройств.

Дальнейшие исследования в этой области выявили определенные трудности, связанные с увеличением количества информации, которую «усваивает» ИНС, проявляющиеся в виде серьезного искажения знаний, внесенных в ИНС при первичном обучении на базе общепринятых методик проектирования.

II. Основная часть

Учитывая, что процесс проектирования можно представить как определенное искажение известной методики соответствующей эвристикой, то для алгоритмизации такого процесса авторами предлагается использование дальнейшей модификации ансамблей ИНС.

На методологическом уровне предложенная архитектура ансамбля нейронных сетей должна состоять из двух, частей, одна из которых отображает известные методики проектирования, а вторая — эвристическую составляющую: опыт и интуицию разработчи-

ка. Для реализации такой архитектуры предлагается использовать заранее обученные на основе известных методик (см., например, [2]) фрагменты — консервативные блоки и относительно несложные (с точки зрения топологии) фрагменты заблаговременно не обученной ИНС позволяющие накапливать (посредством дополнительного обучения) новую информацию по результатам натуральных экспериментов исследовательского или производственного характера.

В общем случае задача консервативных блоков заключается в «стабилизации» характеристики во время дополнительного обучения сети. Необходимость такой «стабилизации» вызвана тем, что дополнительное обучение обычно проводится на меньшем количестве данных, чем основное (в котором используются расчетные данные, причем для более широкого диапазона параметров фильтров, чем это реально необходимо для конкретной задачи). Кроме того, количество таких дополнительных обучений будет значительным и сеть может просто «забыть» с чего все начиналось. Именно консервативные блоки призваны зафиксировать те знания, которые являются ключевыми в построении характеристики.

Для рассмотрения предлагаются два варианта подобных ансамблей (рис. 1), которые отличаются порядком обработки данных консервативными блоками и заранее не обученными фрагментами.

На рис. 1а представлен вариант выполнения ансамбля нейронной сети с консервативными блоками, который реализует параллельную обработку данных между консервативными блоками (КБ — 1, КБ — 2) и необученным фрагментом нейронной сети (ИНС).

Входная информация ($x_1 - x_3$) через точки ветвления поступает одновременно на входы консервативных блоков и необученного фрагмента. Обработанная КБ и ИНС информация через взвешенные сумматоры поступает на выход ансамбля. Запоминание новой информации происходит исключительно за счет ИНС, так как весовые коэффициенты КБ остаются неизменными.

Второй вариант (рис. 1б) более сложный в реализации, но при этом полученная архитектура ансамбля обладает более высокими адаптивными свойствами. В этом варианте входная информация ($x_1 - x_3$) также поступает на консервативные блоки и обучаемый фрагмент нейронной сети, но последняя работает не параллельно, а последовательно с КБ, т. е. информация с выходов КБ поступает в обучаемую нейронную сеть. Причем можно рассматривать несколько вариантов передачи данных от КБ до ИНС: непосредственно на входы сети (низкое влияние работы КБ на нейронную сеть в целом), передача информации в один из скрытых слоев (высокое влияние). Степень влияния КБ на функционирование сети зависит от места вливания выходной информации с КБ, так как чем больше весовых коэффициентов от точки вливания до выхода может быть изменено во время дополнительного обучения, тем сильнее сгладится влияние КБ.

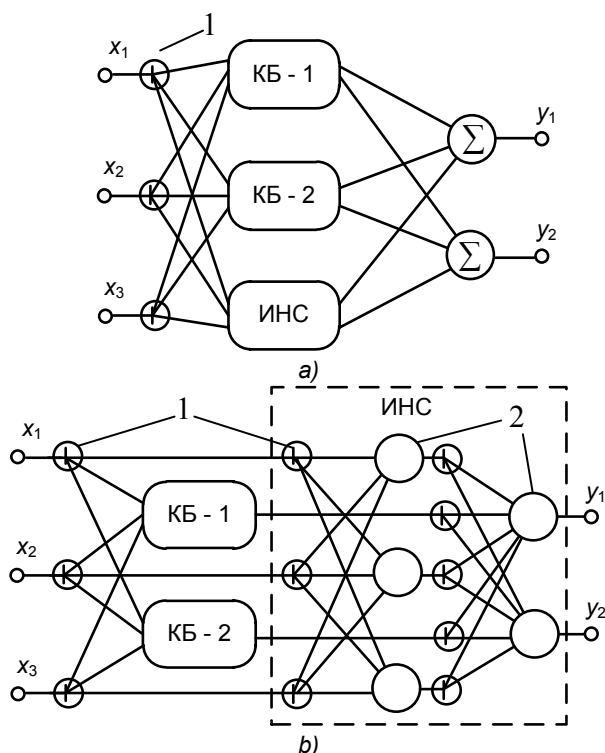


Рис. 1. Пример ансамбля нейронных сетей с консервативными блоками КБ-1 и КБ-2 для параллельной (а) и последовательной (б) обработки данных: x_1-x_2 — входы ансамбля; y_1, y_2 — выходы; ИНС — обучаемая искусственная нейронная сеть; 1 — точки ветвления; 2 — отдельные нейроны.

Fig. 1. An example of neural network ensemble with the conservative blocks КБ-1 and КБ-2 for the parallel (а) and serial (б) data: (x_1-x_2) are the ensemble inputs; y_1, y_2 are outputs; ИНС is a trained artificial neural net; 1 are branch points; 2 are individual neurons

Кроме того, информацию с разных КБ можно подавать в разные участки нейронной сети. Такое разделение КБ позволит гибко управлять степенью влияния каждого из них. Это позволит создать ансамбль нейронных сетей с любым количеством точек «стабилизации», причем степень влияния таких точек может быть разной в зависимости от предполагаемой необходимости влияния каждого блока. Хотя во время дополнительного обучения нейронная сеть способна будет самостоятельно определять необходимую степень влияния каждого КБ регулируя величину связи между соответствующими входами и выходами.

Авторами ансамбль нейронных сетей с консервативными блоками был использован при разработке монолитных металлдиэлектрических СВЧ-фильтров [3], при этом в качестве консервативного блока использовалась многослойная нейронная сеть [4], обученная реализации фильтра на основе классического метода синтеза [2]. Выбор структуры обучаемых фрагментов сети зависит от объемов и предполагаемой сложности характеристик проектируемых устройств, а также собственно, от того, какой из двух предложенных вариантов ансамбля используется.

Синтезированная на основе описанных положений нейронная сеть обучалась в части эвристики на основе экспериментальных данных, которые отличались от тех, что были получены классическими методами. При этом консервативные блоки, естественно, не затрагивались. Как результат была получена обученная нейронная сеть, позволяющая с достаточной для практики точностью проектировать СВЧ фильтры исследованной конструкции.

Отметим, что учитывая известные «прогностические» возможности нейронной сети область параметров проектируемых устройств оказалась шире области параметров устройств на которых проводилось обучение.

III. Заключение

Введение в ансамбли нейронных сетей консервативных блоков позволило более точно смоделировать процесс проектирования с учетом классических методик синтеза и эвристических результатов, полученных на этапах экспериментальных исследований.

Дальнейшее совершенствование архитектур нейронных сетей приведет к увеличению точности получаемых с их помощью моделей, и развитию «прогностических» способностей, что позволит своевременно получать информацию о необходимых корректировках классических моделей для получения устройств с нужными характеристиками.

IV. References

- [1] Adamenko V.A., Mirskikh G.A. Using artificial neural networks for development of microwave devices. *22nd Crimean Conference "Microwave & Telecommunication Technology" (CriMiCo2012)*, Sevastopol, 2012, pp. 133-134
- [2] Mattej D.L., Jang L., Dzhons E.M.T. *Filtry SVCh, soglasujushhie cepi i cepi svjazi: per. s angl* [Microwave filters, matching circuits and communication circuits: transl. from engl.]. Moscow, Svjaz, 1971. 1248 p.
- [3] Mirskikh G.O., Andrusenko E.N. Experiment researches of monolith dielectric filters with the positive couple of resonant elements. *Bulletin of national technical university of Ukraine. Series radiotechnique. radioapparatus building*, 2009, No 38, pp. 65-69.
- [4] Adamenko V., Mirskikh G. Artificial neural networks as approximate procedure in wireless devices designing problems. *Bulletin of national technical university of Ukraine. Series radiotechnique. radioapparatus building*, 2012. No 51, pp. 41-49.