



УДК 004.032.26

А.И. Гладышев¹
А.О. Жуков²

A.I. Gladyshev
A.O. Zhukov

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF SIMULATION MODELLING WITH USE OF NEURAL NETWORKS

В статье рассмотрены основные возможности имитационного моделирования с использованием нейронных сетей, а также приведена их классификация.

Ключевые слова: искусственные нейронные сети, моделирование, карты Кохонена.

In the article the basic simulation using neural networks and their classification is given.

Keywords: artificial neural network, modeling, Kohonen's maps.

Искусственные нейронные сети (ИНС) являются удобным и естественным базисом для представления информационных моделей. Нейросеть может быть достаточно формально определена как совокупность простых процессорных элементов (часто называемых нейронами), обладающих полностью локальным функционированием, и объединенных однонаправленными связями (называемыми синапсами). Сеть принимает некоторый входной сигнал из внешнего мира и пропускает его сквозь себя с преобразованиями в каждом процессорном элементе. Таким образом в процессе прохождения сигнала по связям сети происходит его обработка, результатом ко-

торой является определенный выходной сигнал. В укрупненном виде ИНС выполняет функциональное соответствие между входом и выходом и может служить информационной моделью G системы F.

Определяемая нейросетью функция может быть произвольной при легко выполнимых требованиях к структурной сложности сети и наличии нелинейности в переходных функциях нейронов. Возможность представления любой системной функции F с наперед заданной точностью определяет нейросеть, как компьютер общего назначения. Этот компьютер, в сравнении с машиной фон Неймана, имеет принципиально другой способ организации вычислительного процесса – он не программируется с использованием явных правил и кодов в соответствии с заданным алгоритмом, а обучается посредством целевой адаптации синаптических связей (и, реже, их структурной модификацией и изменением переходных функций нейронов) для представления требуемой функции.

¹ Кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий и естественно-научных дисциплин НОУ ВПО «Российский новый университет».

² Кандидат технических наук, доцент МГУ им. М.В. Ломоносова, старший научный сотрудник Лаборатории космических проектов Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга.

В гипотетической ситуации, когда функция системы F известна или известен алгоритм ее вычисления при произвольных значениях аргументов, машина фон Неймана является наилучшим средством для моделирования (состоящего в вычислении F), и необходимость в информационных моделях отпадает.

При моделировании реальных сложных технических систем значения системной функции F получаются на основе экспериментов или наблюдений, которые проводятся лишь для конечного параметров X . При этом значения, как Y , так и X , измеряются приближенно, и они подвержены ошибкам различной природы. Целью моделирования является получение значений системных откликов при произвольном изменении X . В этой ситуации может быть успешно применена информационная (статистическая) модель G исследуемой системы F .

Информационные модели могут строиться на основе традиционных методов непараметрической статистики. Данная наука позволяет строить обоснованные модели систем в случае большого набора экспериментальных данных (достаточного для доказательства статистических гипотез о характере распределения) и при относительно равномерном их распределении в пространстве параметров. Однако при высокой стоимости экспериментальных данных, или невозможности получения достаточного их количества (как, например, при построении моделей тяжелых производственных аварий, пожаров и т.п.), или их высокой зашумленности, неполноте и противоречивости, нейронные модели оказываются более предпочтительными. Нейронная сеть оказывается избирательно чувствительной в областях скопления данных и дает гладкую интерполяцию в остальных областях.

Эта особенность нейросетевых моделей основывается на более общем принципе – адаптивной кластеризации данных. Одной из первых сетей, обладающих свойствами адаптивной кластеризации, была карта самоорганизации Т. Кохонена. Задачей нейросети Кохонена является автоматизированное построение отображения набора входных векторов высокой размерности в карту кластеров меньшей размерности, причем таким образом, что близким кластерам на карте отвечают близкие друг к другу входные векторы в исходном пространстве. Таким образом, при значительном уменьшении размерности пространства сохраняется топологический порядок расположения данных. При замене всех векторов каждого кластера его центроидом достига-

ется высокая степень сжатия информации при сохранении ее структуры в целом.

Карты Кохонена применяются, в основном, для двух целей. Первая из них – наглядное упорядочивание многопараметрической информации. На практике обычно используются одномерные и двумерные карты. Кластеры, задаваемые узлами карты, содержат группы в некотором смысле похожих наблюдений, которым может быть приписан групповой семантический смысл. Одним из новых эффективных применений сети Кохонена является построение тематической карты электронных сообщений в глобальных компьютерных сетях. При помощи такой карты пользователь получает возможность свободной навигации в бесконечном потоке сообщений, в соответствии с индивидуальным кругом интересов. В применении к моделированию технических систем карты Кохонена могут использоваться для выявления различий в режимах поведения системы, при этом могут выявляться аномальные режимы. Важно, что при этом могут быть обнаружены неожиданные скопления близких данных, последующая интерпретация которых пользователем может привести к получению нового знания об исследуемой системе.

Вторая группа технических применений связана с предобработкой данных. Карта Кохонена группирует близкие входные сигналы X , а требуемая функция $Y = G(X)$ строится на основе применения обычной нейросети прямого распространения (например, многослойного персептрона или линейной звезды Гроссберга) к выходам нейронов Кохонена. Такая гибридная архитектура была предложена Р. Хехт-Нильсеном, она получила название сети встречного распространения. Нейроны слоя Кохонена обучаются без учителя, на основе самоорганизации, а нейроны распознающих слоев адаптируются с учителем итерационными методами. При использовании линейных выходных нейронов значения их весов могут быть получены безитерационно, непосредственным вычислением псевдообратной матрицы по Муру – Пенроузу.

Нейросетевым моделированием называется способ имитации процессов функционирования реальных систем на основе искусственных нейронных сетей. Искусственные нейронные сети, они же коннекционистские системы, представляют собой устройства, использующие огромное число взаимосвязанных элементарных условных рефлексов.

Несмотря на то что элементы, из которых строится нейросетевая модельная среда, однородны и чрезвычайно просты, с их помощью

можно имитировать процессы любой сложностью. А также из простых и ненадежных элементов можно построить вполне надежную систему, когда при разрушении случайно выбранной части система сохраняет свои полезные свойства.

Нейросетевое моделирование используется для решения сложных задач в медицине, робототехнике, для синтеза корпоративных информационных систем, для имитации пищевых технологических процессов и т.д. Нейросетевые модели достаточно легко научить решать реальные задачи, и это «обучение» имеет несложную практическую реализацию.

Литература

1. Замятин Н.В., Медянцеv Д.В. Методика нейросетевого моделирования сложных систем. Томский университет систем управления и радиоэлектроники. – М. : Связь, 2007. – 164 с.
2. Новосельцев В.И. Теоретические основы системного анализа. – М. : Майор, 2006. – С. 321–324.
3. http://ru.wikipedia.org/wiki/Математическая_модель.
4. http://ru.wikipedia.org/wiki/Имитационное_моделирование.