

УДК 007.681.5

UDC 007.681.5

**ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ  
ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И  
ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ****SCOPE OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS  
AND PROSPECT OF THEIR DEVELOPMENT**

Богославский Станислав Николаевич  
аспирант  
*Кубанский государственный аграрный  
университет, Краснодар, Россия*

Bogoslavsky Stanislav Nikolaevich  
post-graduate student  
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

В статье рассмотрены различные области применения и использования искусственных нейронных сетей, а также их способность к обучению (к процессу настройки архитектуры сети и весов синаптических связей) для эффективного решения поставленной задачи

In the article various scopes and uses of artificial neural networks, and also their ability to training (to process of adjustment of architecture of a network and scales of synaptic communications) for the effective decisions of a task are considered

Ключевые слова: ИСКУССТВЕННЫЕ  
НЕЙРОННЫЕ СЕТИ, СПОСОБНОСТЬ К  
ОБУЧЕНИЮ, СИНАПТИЧЕСКИЕ СВЯЗИ

Keywords: ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS,  
ABILITY TO TRAINING, SYNAPTIC  
COMMUNICATIONS

Искусственные нейронные сети прочно вошли в нашу жизнь и в настоящее время широко используются при решении самых разных задач и активно применяются там, где обычные алгоритмические решения оказываются неэффективными или вовсе невозможными. В числе задач, решение которых доверяют искусственным нейронным сетям, можно назвать следующие: распознавание текстов, игра на бирже, контекстная реклама в Интернете, фильтрация спама, проверка проведения подозрительных операций по банковским картам, системы безопасности и видеонаблюдения - и это далеко не все.

**Нейронные сети.** Искусственные нейронные сети, подобно биологическим, являются вычислительной системой с огромным числом параллельно функционирующих простых процессоров с множеством связей. Несмотря на то, что при построении таких сетей обычно делается ряд допущений и значительных упрощений, отличающих их от биологических аналогов, искусственные нейронные сети демонстрируют удивительное число свойств, присущих мозгу, - это обучение на основе

опыта, обобщение, извлечение существенных данных из избыточной информации.

Нейронные сети могут менять свое поведение в зависимости от состояния окружающей их среды. После анализа входных сигналов они самонастраиваются и обучаются, чтобы обеспечить правильную реакцию. Обученная сеть может быть устойчивой к некоторым отклонениям входных данных, что позволяет ей правильно «видеть» образ, содержащий различные помехи и искажения.

Сегодня существует большое число различных конфигураций нейронных сетей с различными принципами функционирования, которые ориентированы на решение самых разных задач. В качестве примера рассмотрим многослойную полносвязанную нейронную сеть прямого распространения, которая широко используется для поиска закономерностей и классификации образов. Полносвязанной нейронной сетью называется многослойная структура, в которой каждый нейрон произвольного слоя связан со всеми нейронами предыдущего слоя, а в случае первого слоя - со всеми входами нейронной сети. Прямое распространение сигнала означает, что такая нейронная сеть не содержит петель.

**Обучение.** Способность к обучению является основным свойством мозга. Для искусственных нейронных сетей под обучением понимается процесс настройки архитектуры сети (структуры связей между нейронами) и весов синаптических связей (влияющих на сигналы коэффициентов) для эффективного решения поставленной задачи. Обычно обучение нейронной сети осуществляется на некоторой выборке [3]. По мере процесса обучения, который происходит по некоторому алгоритму, сеть должна все лучше и правильнее реагировать на входные сигналы.

Выделяют три парадигмы обучения: с учителем, самообучение и смешанная. В первом способе известны правильные ответы к каждому входному примеру, а веса подстраиваются так, чтобы минимизировать ошибку [5]. Обучение без учителя позволяет распределить образцы по категориям за счет раскрытия внутренней структуры и природы данных. При смешанном обучении комбинируются два вышеизложенных подхода.

Существует большое число алгоритмов обучения, ориентированных на решение разных задач [4]. Среди них выделяет алгоритм обратного распространения ошибки, который является одним из наиболее успешных современных алгоритмов. Его основная идея заключается в том, что изменение весов синапсов происходит с учетом локального градиента функции ошибки. Разница между реальными и правильными ответами нейронной сети, определяемыми на выходном слое, распространяется в обратном направлении - навстречу потоку сигналов. В итоге каждый нейрон способен определить вклад каждого своего веса в суммарную ошибку сети. Простейшее правило обучения соответствует методу наискорейшего спуска, то есть изменения синаптических весов пропорционально их вкладу в общую ошибку.

Конечно, при таком обучении нейронной сети нет уверенности, что она обучилась наилучшим образом, поскольку всегда существует возможность попадания алгоритма в локальный минимум. Для этого используются специальные приемы, позволяющие «выбить» найденное решение из локального экстремума. Если после нескольких таких действий нейронная сеть сходится к тому же решению, то можно сделать вывод о том, что найденное решение, скорее всего, оптимально.

**Использование.** Уже сегодня искусственные нейронные сети используются во многих областях, но прежде чем их можно будет

применять там, где на карту поставлены человеческие жизни или значительные материальные ресурсы, должны быть решены важные вопросы, касающиеся надежности их работы. Поэтому уровень допустимых ошибок следует определять исходя из природы самой задачи. Некоторые проблемы с анализом вопросов надежности возникают из-за допущения полной безошибочности компьютеров, тогда как искусственные нейронные сети могут быть неточны даже при их правильном функционировании. На самом же деле компьютеры, как и люди, тоже могут ошибаться. Первые - в силу различных технических проблем или ошибок в программах, вторые - из-за невнимательности, усталости или непрофессионализма. Следовательно, для особо критических задач необходимо, чтобы эти системы дублировали и страховали друг друга. А это значит, при решении таких задач нейронные сети должны выступать не в качестве единственных средств, а в качестве дополнительных, предупреждающих особые ситуации или берущих на себя управление, когда проблема не решается стандартным образом и какие-либо задержки могут привести к катастрофе.

Другая трудность использования нейронных сетей состоит в том, что традиционные нейронные сети неспособны объяснить, каким образом они решают задачу. Внутреннее представление результатов обучения зачастую настолько сложно, что его невозможно проанализировать, за исключением некоторых простейших случаев, обычно не представляющих интереса.

В последнее время предпринимаются активные попытки объединения искусственных нейронных сетей и экспертных систем. В такой системе искусственная нейронная сеть может реагировать на большинство относительно простых случаев, а все остальные передаются для рассмотрения экспертной системе. В результате сложные случаи

принимаются на более высоком уровне, при этом, возможно, со сбором дополнительных данных или даже с привлечением экспертов.

Нейросетевые прикладные пакеты, разрабатываемые рядом компаний, позволяют пользователям работать с разными видами нейронных сетей и с различными способами их обучения. Они могут быть как специализированными (например, для предсказания курса акций), так и достаточно универсальными.

Области применения нейронных сетей весьма разнообразны - это распознавание текста и речи, семантический поиск, экспертные системы и системы поддержки принятия решений, предсказание курсов акций, системы безопасности, анализ текстов. Рассмотрим несколько особенно ярких и интересных примеров использования нейронных сетей в разных областях. Необходимо отметить, что мы старались по возможности выбирать наиболее ранние случаи применения нейронных сетей при решении соответствующей задачи.

**Техника и телекоммуникации.** В 1996 году фирмой «Accurate Automation Corp» [6], Chattanooga, TN по заказу NASA и «Air Force» был разработан экспериментальный автопилотируемый гиперзвуковой самолет-разведчик LoFLYTE (Low-Observable Flight Test Experiment). Самолет имел длину всего 2,5 м. и вес 32 кг., и был предназначен для исследования новых принципов пилотирования. LoFLYTE использовал нейронные сети, позволяющие автопилоту обучаться, копируя приемы пилотирования летчика. Поскольку самолет был предназначен для полетов со скоростью 4-5 махов, то быстрота реакции пилота-человека могла быть недостаточной для адекватного отклика на изменение режима полета. В этом случае на помощь приходили нейронные сети, которые перенимали опыт управления у летчика и за счет высокой скорости обработки

информации позволяли быстро находить выход в аварийных и экстремальных ситуациях [6,7].

Одна из важнейших задач в области телекоммуникаций, которая заключается в нахождении оптимального пути пересылки трафика между узлами, может быть успешно решена с помощью нейронных сетей. В данном случае необходимо принимать во внимание то, что, во-первых, предложенное решение должно учитывать текущее состояние сети, качество связи и наличие сбойных участков, а во-вторых, поиск оптимального решения должен осуществляться в реальном времени. Нейронные сети хорошо подходят для решения задач такого рода. Кроме управления маршрутизацией потоков, нейронные сети могут использоваться и при проектировании новых телекоммуникационных сетей, позволяя получать весьма эффективные решения.

**Информационные технологии.** Определение тематики текстовых сообщений — еще один пример успешного использования искусственных нейронных сетей. Так, сервер новостей Convectis (продукт компании «Aptex Software, Inc.») был выбран в 1997 году компанией «PointCast, Inc.», являвшейся лидером персонализированной доставки новостей в Интернете, для автоматической рубрикации сообщений по категориям. Определяя значения ключевых слов по контексту, сервер Convectis был способен в реальном времени распознавать тематику и автоматически рубрицировать огромные потоки текстовых сообщений, передаваемых по таким информационным сетям, как Reuters, NBC и CBS [2].

Нейросетевой продукт «SelectCast» от «Aptex Software, Inc.» позволял определять область интересов пользователей Интернета и предлагал им рекламу соответствующей тематики. Летом 1997 года компания «Excite, Inc.» лицензировала эту разработку для использования на своих поисковых

серверах. После установки на серверах Excite и Infoseek нейросетевой рекламой было охвачено около трети всех пользователей сети на тот момент. Проведенные исследования установили, что отклик на такую тематическую рекламу была в среднем в два раза выше, чем на обычную, а для отдельных ее видов эффективность увеличивалась до пяти раз.

**Экономика и финансы.** Нейронные сети активно применяются на финансовых рынках. Например, американский Citybank использует нейросетевые предсказания с 1990 года, и уже через два года после их внедрения, по свидетельству журнала «The Economist», автоматический дилинг показывал доходность 25% годовых. Chemical Bank применяет нейросетевую систему фирмы «Neural Data» для предварительной обработки транзакций на валютных биржах ряда стран, отслеживая подозрительные сделки. Автоматизированные системы ведения портфелей с использованием нейросетей имеются на вооружении и у «Deere & Co LBS Capital», причем экспертная система объединяется примерно с 900 нейронными сетями.

Несколько лет назад крупный канадский банк CIBC для управления рисками и идентификации злоумышленников установил программу «KnowledgeSeeker» фирмы «Angoss» [1]. С ее помощью специалисты банка решили выяснить, кто из их клиентов в будущем будет с высокой долей вероятности задерживать выплаты по залладным. Сначала предполагалось, что в первую очередь ими окажутся те, кто и прежде задерживал свои выплаты на несколько дней. Однако исследования показали, что в будущем проблемы с платежами возникнут у тех клиентов банка, которые на фоне регулярных выплат иногда якобы забывали заплатить. Как выяснилось, подобная «забывчивость» была связана с серьезными финансовыми трудностями.

**Реклама и маркетинг.** Компания «Neural Innovation Ltd» использовала при работе с маркетинговыми компаниями стратегию прямой рассылки. Вначале она осуществляла рассылку всего 25% от общего числа предложений и собирала информацию об откликах и реакциях потребителей. Затем эти данные поступали на вход нейронной сети, с помощью которой осуществлялся поиск оптимального сегмента потребительского рынка для каждого товара. После этого остальные 75% предложений рассылались уже с учетом найденных закономерностей в указанный сегмент, и эффективность второй рассылки значительно возрастала по сравнению с первоначальной.

При ведении бизнеса в условиях конкуренции компаниям необходимо поддерживать постоянный контакт с потребителями, обеспечивая обратную связь. Для этого некоторые компании проводят опросы потребителей, позволяющие выяснить, какие факторы являются решающими при покупке данного товара или услуги. Анализ результатов подобного опроса — непростая задача, поскольку необходимо исследовать большое количество связанных между собой параметров и выявить факторы, оказывающие наибольшее влияние на спрос. Существующие нейросетевые методы позволяют выяснить это и прогнозировать поведение потребителей при изменении маркетинговой политики, а значит, находить оптимальные стратегии работы компании.

**Здравоохранение.** В медицинской диагностике нейронные сети нередко используются вместе с экспертными системами. Компанией «НейроПроект» была создана система объективной диагностики слуха у грудных детей. Общепринятая методика диагностики состоит в том, что в процессе обследования регистрируются отклики мозга в ответ на звуковой раздражитель, проявляющиеся в виде всплесков на электроэнцефалограмме. Для диагностики слуха ребенка опытному



эксперту-аудиологу необходимо провести около 2 тыс. тестов, нейронная сеть способна с той же достоверностью определить уровень слуха уже по 200 наблюдениям в течение всего нескольких минут, причем без участия специалиста.

Приведенные примеры показывают, что технологии нейронных сетей применимы практически в любой области, а в таких задачах, как распознавание образов и прогнозирование котировок акций, они стали уже привычным и широко используемым инструментом. Повсеместное проникновение нейронных технологий в другие области — только вопрос времени. Конечно, внедрение новых наукоемких технологий — процесс сложный, однако практика показывает, что инвестиции не только окупаются и приносят выгоду, но и дают тем, кто их использует, ощутимые преимущества.

**Перспективы.** В настоящее время искусственные нейронные сети являются важным расширением понятия вычисления. Они уже позволили справиться с рядом непростых проблем и обещают создание новых программ и устройств, способных решать задачи, которые пока под силу только человеку. Современные нейрокомпьютеры используются в основном в программных продуктах и поэтому редко задействуют свой потенциал «параллелизма». Эпоха настоящих параллельных нейровычислений начнется с появлением на рынке большого числа аппаратных реализаций - специализированных нейрочипов и плат расширений, предназначенных для обработки речи, видео, статических изображений и других типов образной информации.

Множество надежд в отношении нейронных сетей сегодня связывают именно с аппаратными реализациями, но пока время их массового выхода на рынок, видимо, еще не пришло. Они или выпускаются в составе

специализированных устройств, или достаточно дороги, а зачастую и то и другое. На их разработку тратится значительное время, за которое программные реализации на самых последних компьютерах оказываются лишь на порядок менее производительными, что делает использование нейропроцессоров нерентабельным. Но все это только вопрос времени - нейронным сетям предстоит пройти тот же путь, по которому еще совсем недавно развивались компьютеры, увеличивая свои возможности и производительность, захватывая новые сферы применения по мере возникновения новых задач и развития технической основы для их разработки.

Должен измениться и интерфейс взаимодействия пользователя с сетью, который будет основываться на интеллектуальных агентах (см. статью «Интеллектуальные агенты семантического Web'a» в № 10 за прошлый год) - новом виде программного обеспечения, получившем название «Agentware». Агенты будут взаимодействовать не только со своим пользователем, но и с другими такими же агентами и со специальными сервисами. Вследствие этого в сети появится своего рода новый социум с самообучающимися агентами, которые будут принимать решения от имени пользователя, и пока еще трудно сказать, к чему это приведет.

**Заключение.** В качестве подведения итогов хотелось бы сказать, что сегодня нейронные сети уже не являются уделом небольшой группы теоретиков. К нейросетевым приложениям подключаются инженеры и исследователи разных специальностей. Особенно радует прогресс в построении удачных нейросетевых моделей исследуемых явлений, полностью базирующихся на экспериментальных данных. Здесь наиболее полно проявляются замечательные свойства искусственных нейронных систем: массивная параллельность обработки информации,

ассоциативность памяти и способность к обучению на опыте. Это открывает новые перспективы для систематизации многочисленной экспериментальной информации в таких областях знаний, где традиционно трудно приживается математический формализм, например, в медицине, психологии и истории.

### Список литературы

1. Крисилов В.А., Олешко Д.Н., Трутнев А.В.. Применение нейронных сетей в задачах интеллектуального анализа информации.// Труды Одесского политехнического университета, Вып.2 (8). 1999, с. 134.
2. Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks.// М.: Горячая линия–Телеком, 2000 г. с.182.
3. Джеффри Е. Хинтон. Как обучаются нейронные сети.// В мире науки - 1992 - N 11 - N 12 - с. 103-107.
4. Садовой А. В., Сотник С. Л. Алгоритмы обучения нейронных сетей будущего. // <http://www.alicetele.com/~sergei/articles/algo/algo.htm>
5. Rumelhart В.Е., Minton G.Е., Williams R.J. Learning representations by back propagating error.// Wature, 1986. V. 323. p. 1016-1028.
6. <http://www.accurate-automtion.com/Technology/Loflyte/loflyte.html>.
7. <http://www.designation-systems.net/dusrm/app4/loflyte.html>.