

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра радиофизики и нелинейной динамики

**Исследование возможностей нейронной сети прямого распространения для
распознавания цифровых сигналов**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента(ки) 4 курса 421 группы
направления 03.03.03 «Радиофизика»
физического факультета

Салыкина Евгения Павловича

Научный руководитель

профессор, д.ф.-м.н.

А.В. Шабунин

Зав. кафедрой

профессор, д.ф.-м.н.

В.С. Анищенко

Саратов 2016

ВВЕДЕНИЕ

Искусственные нейронные сети (ИНС) основаны на принципах функционирования биологических нейронных сетей (упрощенной модели нервной системы). Нейронные сети применяются для исследования и нахождения огромного числа задач распознавания, управления, оптимизации и т.д. Свойства нейросетей были изучены достаточно давно нейрокибернетиками, в то время как программы, позволяющие создать искусственную нейронную сеть появились относительно недавно. Данное определение сформировалось в середине 50-х годов XX века. Вся нервная система человека состоит из достаточно сложных элементов “нейроны”. Огромное количество принимают участие в передающих связях. Длина нейрона достигает порядка метра и более. Уникальность нейрона заключается в том, что он способен принимать, обрабатывать и передавать сигналы по нервным путям, которые в свою очередь образуют систему нашего мозга, также они имеют способность передавать импульсы между соседними нейронами через различные связи и могут принимать различную форму в зависимости от местоположения в системе. В целом и целом, теория появилась в ходе исследований в области искусственного интеллекта, хотя основой исследований в 60 – 80 гг. стали экспертные системы. Они основывались на моделировании процесса мышления, но далее установилось, что такие системы хоть и принесут пользу в отдельных областях, но совершенно не отвечают свойствам человеческого интеллекта. Существует мнение, что они не воспроизводят структуру мозга. Ведь для того, чтобы создать искусственный интеллект, требуется создать систему с идентичной структурой схожей с строением мозга.

Функции нейронной сети, определяются связями между элементами. Ее можно обучить для выполнения определенной задачи, подстраивая значения весов связи. В частности, сети обучаются таким образом, чтобы входные значения, которые мы подаем, преобразовывались в конкретную цель на выходе.

Обучение проходит до тех пор, пока значение на выходе не будет соответствовать цели, для этого необходимо использовать множество пар значений сигналов. На данный момент есть возможность построить сети для решения такого рода задач, что они будут являться сложными как для компьютеров, так и для человека. Актуальность изучения нейронных сетей обуславливается тем, что обработка информации человеческим мозгом отличается от методов цифровой обработки, поскольку человеческий мозг работает как громоздкое, нелинейное вычислительное устройство.

Цель работы – синтезировать оптимальную нейронную сеть для распознавания импульсных сигналов. Провести исследования возможности использования нейронной сети для детектирования цифровых сигналов при наличии шума.

Задачи:

- С помощью средства программной среды matlab создать одно- и двуслойную нейронную сеть прямого распространения.
- Провести процесс обучения по методу обратного распространения ошибки.
- Провести исследование вероятности ошибки в зависимости от амплитуды шума.
- Определить структуру сети, наиболее устойчивую к шуму.
- Для двуслойной нейронной сети определить оптимальное количество нейронов в скрытом слое.
- Сопоставить результаты работы двуслойной нейронной сети с однослойной.

ВКР состоит из введения, 2-х разделов, заключения и списка литературы, содержащего 20 ссылок.

Названия разделов:

1. Искусственные нейронные сети (обзор литературы);
2. Исследование возможностей нейронной сети прямого распространения для распознавания цифровых сигналов.

В разделе 1 дается краткая теория возникновения искусственной нейронной сети. В 1943 году появился термин “Искусственная нейронная сеть”. Первые экспериментальные изучения были проделаны нейрофизиологом Уорреном Мак-Каллоком, а также математиком Уолтером Питтсом. С их помощью были получены первые результаты в данном направлении, а именно была разработана компьютерная модель нейронной сети на базе математических алгоритмов. В 1949 году был разработан первый алгоритм обучения. Далее рассматривалась упрощенная модель биологического нейрона, ведь именно на базе биологической нейронной сети, построена искусственная нейронная сеть. Каждый нейрон имеет ответвление двух типов – первый тип *дендриты*, с их помощью принимаются импульсы от иных нейронов. В дальнейшем импульсы поступают в тело нейрона и после этого происходит распространение по ответвлению второго типа – *аксону*. Последний тип взаимодействует с дендритами других нейронов через специальные образования *синапсы*, которые в свою очередь влияют на импульс. Нейронные сети классифицируют по трем типам: Полносвязные, многослойные, слабосвязные. Задача *полносвязных* сетей состоит в том, что нейрон передает выходной сигнал другим нейронам и самому себе. Следующий тип сетей отличается тем, что в нём нейроны соединяются в слои, *многослойные*. Последний тип сетей *слабосвязные*. Нейроны имеют расположение прямоугольной решетки (также имеют расположение гексагональной решетки). Нейрон связывается с четырьмя, шесть и т.д. близко стоящими соседями. Описаны ряды проблем, которые решают нейронные сети и представляют огромный интерес для ученых и инженеров. В работе подробно описаны такие проблемы как: Проектирование сетей связи, бизнес (экономика), аппроксимация функции, оптимизация, классификация образов и медицина.

“Несмотря на значительное количество уже известных практических приложений искусственных нейронных сетей, возможности их дальнейшего использования для обработки сигналов не изучены окончательно, и можно высказать предположение, что нейронные сети еще в течение многих лет будут средством развития информационной техники.” [12].

В работе рассматривается сеть *прямого распространения*. Данная сеть содержит входной слой, при этом информация переходит на выходной слой нейронов, но не наоборот, такую сеть еще называют *ациклической сетью*. Подробно рассмотрена многослойная сеть, обучение с учителем и обучение без учителя. Метод обратного распространения ошибки был введен в 1986 году Румельхартом, Макклелландом и Вильямсом. Это подвигло к новому началу изучения нейронных сетей. Разность между выходом и совершенным выходом называется *функцией ошибки*. Данный метод позволяет корректно настроить веса связей между слоями. Принцип работы данного метода:

1. Набор данных подается на входной слой сети, сеть при этом функционирует в нормальном режиме (т.е. происходит вычисление выходных значений).
2. Следующий этап. Эти значения в дальнейшем производят сравнение с целевыми выходными данными, затем выполняется разность между полученными и целевыми данными – функция ошибки (была рассмотрена ранее).
3. Затем происходит модификация весовых коэффициентов, для того чтобы при последующей подаче идентичного набора входных данных, функция вектор ошибки уменьшилась.
4. Далее на основе предыдущего образа модифицируются коэффициенты скрытого слоя, теперь происходит сравнение выходных сигналов нейрона скрытого слоя и сигналы выходного слоя это делается для того, чтобы определить вектор ошибки для скрытого слоя.
5. Ну и в заключение стоит отметить, что если в данной сети имеется входной слой, то производятся подобные операции с ним.

В разделе 2 приводится описание практических результатов исследования искусственной нейронной сети. В данной работе с помощью программной среды matlab и встроенного интерфейса nntool рассмотрена однослойная, и двуслойная нейронная сеть прямого распространения для случая двух обучающих пар. Приведены две архитектуры нейронной сети с различными функциями активации. Также в разделе имеется краткое описание интерфейса nntool. Провели обучение каждой нейронной сети по методу обратного распространения ошибки. Получены результаты на выходе сети, после обучения значения $[0.99993 \ -0.99993]$ с функцией активацией гиперболический тангенс, для линейной $[1 \ -1]$, а также результаты при применении уже обученной сети для определение цифровых сигналов с добавлением шума. Поскольку на выходе сети были получено большое количество результатов, то необходимо было построить в зависимости от a : Среднее значение от Y и среднеквадратичное отклонение от Y для каждой сети. На рисунке 1 представлен один из результатов среднего значения от амплитуды шума для случая линейной функции активации.

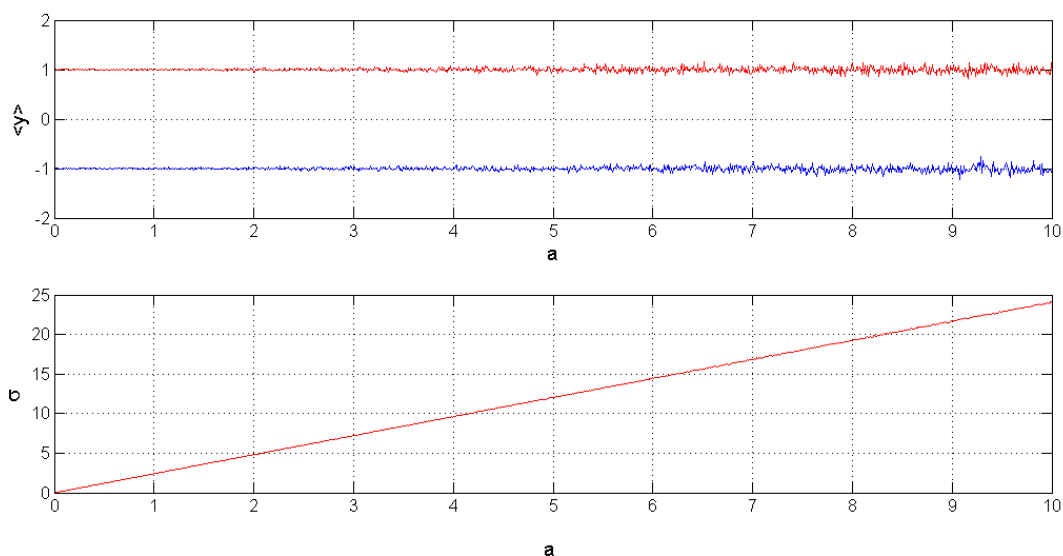


Рисунок 1 - Зависимость среднего значения и среднеквадратичного отклонения от амплитуды шума. Функция активации линейная.

После проведения всех необходимых операций для случая однослойной нейронной сети установлено, что сеть с тангенциальной функцией активации имеет устойчивость к шуму и в дальнейшем сеть с линейной функцией активацией не рассматривается. Это лишь простой случай нейронной сети с одним (входным) слоем. Затем добавлен один слой в нейронную сеть и для того, чтобы сеть правильно функционировала для конкретного случая, требовалось определить количество нейронов в скрытом слое. Для достижения данной цели обучено несколько нейронных сетей с различным количеством нейронов в скрытом слое. Исследования проводились для 10 нейронных сетей, постепенно увеличивая количество нейронов на 1 в скрытом слое, далее каждую сеть обучили по входным значениям. После проведения данной операции требовалось подать сигнал с фиксированной амплитудой шума a и проведя усреднение построить график $\langle Y \rangle$ от N – число нейронов в слое. Установлено, что оптимальное количество нейронов для использования сети равно 3. Чтобы убедиться в проигрыше или выигрыше данной сети, выполнены идентичные действия, что и в случае однослойной нейронной сети и проведено сопоставление. Сопоставление показало, что двуслойная нейронная сеть с 3 нейронами имеет огромный выигрыш по сравнению с однослойной сетью в плане устойчивости к шуму, более заметнее наблюдается на графике вероятности ошибки. При определении цифровых сигналов для случая двух обучающих пар необходимо использовать двуслойную нейронную сеть прямого распространения с 3 нейронами в скрытом слое.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нейронные сети в настоящее время играют важную роль в искусственном интеллекте и применяются они как для различных областей, так и для широкого круга задач. Данная работа подразумевает исследование нейронной сети как детектирование цифровых сигналов при наличии шума для двух обучающих пар. Поставленная перед нами цель и круг задач, для достижения данной цели выполнены. С помощью матричной лаборатории MATLAB версии R2013b были проведены исследования для однослойной и двухслойной нейронной сети. Установлено что сеть с гиперболической функцией активации имеет куда большую устойчивость к шуму по сравнению с линейной. Построены различные зависимости, которые подтверждают выше сказанное. В целом рассматривались зависимости среднего значения и среднеквадратичного отклонения от амплитуды шума, а также вероятность ошибки для различных сетей. После изучения двухслойной нейронной сети обнаружено количество нейронов для скрытого слоя, необходимого для того, чтобы сеть работала для данных значений и удостоверились в том, что двухслойная нейронная сеть работает во много раз лучше однослойной и имеет хорошую устойчивость к шуму. Это объясняет тот факт, что для каждого конкретного случая требуется устанавливать оптимальное число нейронов, затем применять ее в различных целях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Круглов, В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. – 2-е изд., стереотип. / В. В. Круглов, В. В. Борисов – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 382 с.
2. Медведев В.С. Нейронные сети. MATLAB 6 / Под общ. ред. к. т. н. В.Г. Потемкина. – М.: ДИАЛОГ – МИФИ, 2002. – 496 с.
3. Степанов Л.В. Моделирование конкуренции в условиях рынка / Л. В. Степанов. М.: Академия Естествознания, 2009.
4. Хайкин, Саймон. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание. : Пер. с англ. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2006. – 1104 с.
5. Овчинников П.Е. Применение искусственных нейронных сетей для обработки сигналов: учеб. пособие / П.Е. Овчинников – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. – 32с.
6. Борилов В.П. Нейронные сети. Методология и технологии современного анализа данных / под ред. В.П. Борилова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Горячая линия – Телеком, 2008. – 392 с., ил.
7. Лорьер Ж.-Л. Системы искусственного интеллекта: Пер. с франц. – М.: Мир, 1991. – 568 с., ил.
8. Ясницкий Л.Н. Введение в искусственный интеллект : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Л.Н. Ясницкий – 2-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 176 с.
9. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника. Теория и практика. / Ф. Уоссермен М.: 1992.
10. Портал искусственного интеллекта. История возникновения нейронных сетей [Электронный ресурс] : [сайт]. URL: <http://neuronus.com/history/5-istoriya-nejronnykh-setej.html> Опубликовано: 20 Август 2013. Загл. с экрана. Яз. рус.
11. Научная библиотека. Нейронные сети для обработки информации [Электронный ресурс] : [сайт]. URL: <http://stu.scask.ru> Загл. с экрана. Яз. рус.
12. Образовательный математический сайт. Моделирование процессов обучения в

- нейронных сетях. [Электронный ресурс] : [сайт]. URL: <http://www.exponenta.ru/soft/others/mvs/stud3/3.asp> Загл. с экрана. Яз. рус.
13. Студопедия. Типы многослойных нейронных сетей [Электронный ресурс] : [сайт]. URL: http://studopedia.ru/2_63142_tipi-mnogosloynih-neyronnih-setey.html Загл. с экрана. Яз. рус.
14. Электронная библиотека. Научно – образовательная литература. Классификация нейронных сетей [Электронный ресурс] : [сайт]. URL: <http://libraryno.ru/2-3-klassifikaciya-neyronnyh-setey-iis/> Загл. с экрана. Яз. рус.
15. Нейронные сети: на пороге будущего. Даниил Кальченко, “КомпьютерПресс” №1, январь 2005 [Электронный ресурс] : [сайт]. URL: http://www.neuroproject.ru/articles_dak_nn.php Загл. с экрана. Яз. рус.
16. Методы обучения искусственных нейронных сетей. Васенков Данила Валентинович [Электронный ресурс] : [сайт]. URL: http://www.ict.edu.ru/ft/005755/2007_1_20-29.pdf Загл. с экрана. Яз. рус.
17. Обучение сети – обратное распространение ошибки [Электронный ресурс] : [сайт]. URL: <http://www.gotai.net/documents/doc-nn-009-06.aspx> Загл. с экрана. Яз. рус.
18. Компьютерная графика и мультимедиа. Сетевой журнал [Электронный ресурс] : [сайт]. URL: <http://cgm.computergraphics.ru/content/view/57> Загл. с экрана. Яз. рус.
19. Все для программиста. Многослойные искусственные нейронные сети [Электронный ресурс] : [сайт]. URL: <http://www.codenet.ru/progr/alg/nks/14.php> Загл. с экрана. Яз. рус.
20. Портал искусственного интеллекта. Многослойные нейронные сети [Электронный ресурс] : [сайт]. URL: <http://www.aiportal.ru/articles/neural-networks/multilayer-networks.html> Загл. с экрана. Яз. рус.