

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.62

Станкевич Андрей Валерьевич

Методы ускорения обучения нейронных сетей в задачах автоматизации

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-40 80 02 «Системный анализ, управление и обработка
информации»

(цифр и название специальности согласно учебному плану)

(подпись магистранта)

Научный руководитель
Заведующий кафедрой ИТАС
Навроцкий Анатолий Александрович

(фамилия, имя, отчество)

кандидат ф.-м. наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

(подпись научного руководителя)

Минск 2019

ВВЕДЕНИЕ

С момента создания первых искусственных нейронных сетей они используются как для решения различных прикладных задач, так и для изучения возможных правил функционирования мозга. Нейронные сети успешно применяются в широком спектре приложений, таких как распознавание образов, прогнозирование, сжатие данных, задачи управления и другие.

Одним из важных направлений практического использования искусственных нейронных сетей являются задачи автоматизации, такие как прогнозирование. К задачам прогнозирования относятся задачи прогнозирования курса валют, прогнозирования курса ценных бумаг на фондовом рынке, прогнозирования цен на сырье и другие товары, задачи выявления страхового мошенничества и мошенничества при банкротствах, задачи определения свойств новых материалов по их структуре, прогнозирование нагрузок энергетических систем и другие.

Обобщая области применения искусственных нейронных сетей, можно утверждать, что искусственные нейронные сети могут применяться при решении любых задач для решения которых, отсутствует адекватная математическая модель, в том числе недостаточно данных для эффективного применения статистических методов их анализа. Таким образом, применение искусственных нейронных сетей в задачах прогнозирования является актуальным.

Формально, задача обучения нейронной сети в задачах прогнозирования, формулируется как задача аппроксимации. Необходимо построить нейронную сеть (аппроксимирующую функцию), которая будет принимать совпадающие значения (с заданной точностью) не только на данных участвовавших в обучении (задача приближенной интерполяции), но и на данных контрольного множества не участвовавших в обучении.

Задача распознавания образов также может быть формально поставлена как задача аппроксимации. В задачах аппроксимации используется обучение с учителем, то есть для каждого обучающего входного вектора имеется обучающий выходной вектор.

Для решения задач прогнозирования (аппроксимации) используются нейронные сети прямого распространения сигнала такие как многослойный персептрон, сети радиальных базисных функций, машины опорных векторов. Наиболее часто в задачах аппроксимации используется многослойный персептрон. При обучении многослойного персептрона, как правило, используется хорошо зарекомендовавший себя на практике метод обратного распространения ошибки. Этот метод используется для численного определения

градиента целевой функции (суммы квадратов ошибок), что позволяет использовать для обучения сети направленные методы спуска, в том числе метод наискорейшего спуска.

Использование такого подхода к обучению многослойного персептрона на практике показало высокую эффективность, однако имеются и существенные недостатки. Прежде всего, это возможность паралича обучения при попадании в локальный минимум целевой функции.

Выход из локального минимума без существенного ухудшения значений целевой функции, что фактически означает обучение заново, в некоторых случаях затруднителен. Второй проблемой обучения многослойного персептрона с использованием любых направленных методов минимизации суммы квадратов ошибок является зависимость архитектуры сети от начальных данных.

При малом количестве нейронов скрытого слоя персептрон невозможно обучить на данных обучающего множества, причем причина неудачи обучения не всегда ясна. В ряде случаев такой причиной может быть малое время обучения. При избыточном числе нейронов скрытого слоя возможно избыточное обучение, при котором сеть успешно обучается на данных обучающего множества, но показывает плохие результаты на данных контрольного множества.

В этих случаях необходимо увеличение или уменьшение числа нейронов скрытого слоя, а затем обучение сети заново, что приводит к дополнительным временным затратам на обучение сети. Эти проблемы обучения многослойного персептрона делают актуальным разработку новых нейронных сетей прямого распространения обучающихся с учителем.

Наряду с многослойным персептроном в данной работе рассматривается двухслойная сеть линейной аппроксимации, которая обеспечивает разбиение входных обучающих данных n -мерными симплексами и их аппроксимацию гиперплоскостями на каждом симплексе.

Обучение сети линейной аппроксимации происходит одновременно с формированием её структуры, когда в процессе обучения в сеть добавляются новые нейроны и изменяются веса связей остальных нейронов. Такой подход позволяет полностью решить проблему зависимости архитектуры сети от обучающих данных.

Для обучения нейронной сети существует так называемый последовательный метод обучения сети линейной аппроксимации, и он показывает достаточно приемлемые результаты в сравнении с многослойным персептроном. Значительным недостатком сети линейной аппроксимации

является существенно большее количество нейронов по сравнению с многослойным персептроном.

Для сети линейной аппроксимации актуальна разработка более эффективных методов обучения, обеспечивающих функционирование сети с меньшим количеством нейронов. В настоящей работе предлагается пакетный метод обучения сети линейной аппроксимации, который показал лучшие результаты по сравнению с последовательным методом обучения.

Диссертационная работа выполнена самостоятельно, проверена в системе «Антиплагиат». Процент оригинальности соответствует норме, установленной кафедрой. Цитирования обозначены ссылками на публикации, указанные в «Списке использованных источников».

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Актуальность данной работы заключается в создании улучшенного, более быстрого метода обучения нейронной сети линейной аппроксимации для задач автоматизации, в частности, для задач прогнозирования, который обеспечит более быстрое обучение нейронной сети с меньшим количеством нейронов.

Цель и задачи исследования

Целью настоящей магистерской диссертации является совершенствование алгоритмов обучения нейронных сетей для решения задач аппроксимации.

Для достижения выше упомянутой цели в настоящей работе ставятся следующие задачи:

1 Формулирование основных проблем обучения нейронной сети, а именно, многослойного персептрона.

2 Создание компьютерной модели многослойного персептрона, в которой будут реализованы уже существующие методы.

3 Разработка улучшенного метода обучения нейронной сети линейной аппроксимации.

4 Реализация улучшенного метода обучения нейронной сети линейной аппроксимации.

5 Проведение вычислительного эксперимента.

Объектом исследования является нейронная сеть многослойного персептрона. Предметом исследования выступает метод ускорения обучения многослойного персептрона. Содержание диссертационной работы соответствует образовательному стандарту высшего образования второй

ступени (магистратуры) специальности 1-40 80 02 «Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям)».

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработке нового метода ускорения обучения нейронной сети многослойного персептрона.

Основные положения, выносимые на защиту

1 Разработанный автором, улучшенный метод обучения нейронной сети линейной аппроксимации.

2 Полученные в ходе вычислительного эксперимента результаты работы обучения нейронной сети линейной аппроксимации.

Структура и объем работы

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, библиографического списка, включающего 26 наименований и 2 приложений. Работа изложена на 68 листах машинописного текста, содержит 19 рисунков, 1 таблицы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении рассмотрено современное состояние проблемы использования нейронных сетей в различных задачах автоматизации предприятий, а также дается обоснование актуальности темы диссертационной работы.

Сформулированы ее цель и задачи, даны сведения об объекте исследования и обоснован его выбор, представлены положения, выносимые на защиту, а также, структура и объем диссертации.

В первой главе рассматривается научно-техническая литература по теме диссертационной работы. Рассматриваются основные направления использования алгоритмов и методов обучения нейронных сетей, принципов их работы и использования в различных программных продуктах.

Во второй главе производится моделирование предметной области, которое включает в себя функциональное моделирование и разработку спецификации функциональных требований.

В третьей главе рассматриваются вопросы разработки архитектуры алгоритма обучения нейронной сети многослойного персептрона.

В четвертой главе производится верификация и анализ результатов работы. В приложениях приведены схема работы нового метода ускорения обучения нейронной сети многослойного персептрона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом выполнения диссертационной работы является разработанный модифицированный алгоритм обучения нейронной сети многослойного персептрона.

В ходе написания данной работы были поставлены и решены следующие задачи:

- проведено исследование теоретической области в сфере нейронных сетей и их обучения;
- проведено исследование технических основ разработки и использования алгоритмов обучения нейронных сетей;
- разработан модифицированный алгоритм обучения многослойного персептрона;
- произведена проверка работы модифицированного алгоритма для задачи линейной аппроксимации и задачи распознавания образов.

На защиту выносятся следующие результаты диссертационной работы:

- модифицированный алгоритм обучения многослойного персептрона, основанный на обратном распространении ошибки, обеспечивающий возможности борьбы с параличом обучения и избыточным обучением нейронной сети;
- тестирование модифицированного алгоритма для решения задачи линейной аппроксимации и задачи распознавания образов.

Предложенный в диссертационной работе алгоритм показал себя надежным, быстрым и оптимальным в области обучения нейронных сетей.

Также данный алгоритм позволяет существенно сократить время обучения нейронной сети, тем самым повысить эффективность работы нейронной сети.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

[1] Станкевич, А. В. Методы ускорения обучения нейронных сетей в задачах автоматизации. / А. В. Станкевич // Информационные технологии и управление: материалы 55-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов. – Минск : БГУИР, 2019. – 103 с.