

# ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Потараев В.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Серебряная Л.В. – канд. техн. наук

Автоматизированная обработка текстовой информации применяется при решении различных задач, к которым относятся выбор текста для изучения, поиск информации в тексте и др. Один из инструментов для решения этих задач – нейронные сети. В данной работе рассмотрены недостатки обучения искусственной нейронной сети методом градиентного спуска. Предложен генетический алгоритм построения и обучения нейронной сети. Он может быть использован для получения нейронной сети, которая выдаёт результаты с меньшей среднеквадратичной ошибкой, чем сеть, обученная методом градиентного спуска.

За последние десятилетия человечеством создано большое количество текстов, в том числе книг, журналов, сайтов и др. При работе с информацией довольно часто возникает необходимость найти некоторую информацию во множестве документов. Например, студент может искать подходящую книгу по изучаемой теме, искать определение некоторого понятия в учебниках и др. Многие книги и учебники представлены в цифровом виде.

Для автоматизированной обработки текстовой информации, её классификации, а также для решения приведённых задач можно использовать алгоритмы, которые основаны на применении искусственных нейронных сетей. При построении нейронной сети важным является подбор таких её параметров, которые являются оптимальными для решения поставленной задачи. Как правило, множество вариантов структуры и параметров нейронной сети очень велико.

При поиске оптимальных решений в условиях невозможности полного перебора вариантов довольно часто применяют генетический алгоритм [1].

Целью данной работы является разработка методов оптимального построения нейронной сети, основанных на генетическом алгоритме.

Искусственная нейронная сеть (ИНС) - это математическая модель, а также её программное или аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма [2].

Применение нейронной сети состоит из следующих основных этапов:

1. Выбор структуры сети.
2. Обучение сети (подбор весов связей).
3. Использование сети.

На этапе обучения сети обычно происходит подбор весов связей, которые позволяют минимизировать значение некоторой функции (например, среднеквадратичного отклонения выходных сигналов от эталонных значений). Для выбора значений весов, при которых функция минимальна, может быть использован метод градиентного спуска. В случае нейронной сети «многослойный персептрон» (рисунок 1) для минимизации ошибки обычно используется метод обратного распространения ошибки (англ. backpropagation) [3].

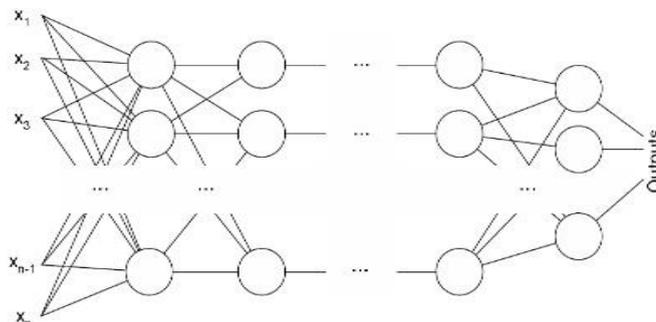


Рисунок 1 – Многослойный персептрон

Метод обратного распространения ошибки подразумевает осуществление градиентного спуска вниз по поверхности функции ошибки, непрерывно подстраивая веса в направлении к минимуму.

Поверхность функции ошибки сложной сети может содержать множество впадин. В связи с этим одним из основных недостатков градиентного спуска является то, что в процессе обучения значения весов связей в сети могут попасть в локальный минимум (неглубокую долину), когда имеется гораздо более глубокий минимум (рисунок 2) [3].

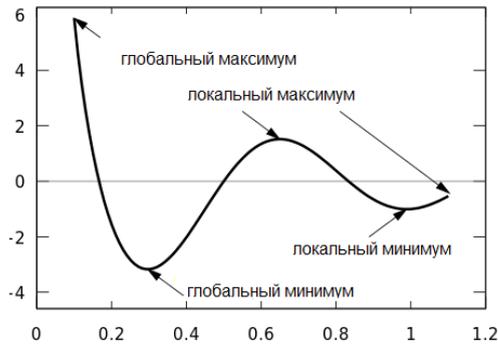


Рисунок 2 – Два минимума функции ошибки нейронной сети

Рассмотрим альтернативу применения градиентного спуска при обучении сети – генетический алгоритм. Генетический алгоритм в общем случае предполагает выполнение следующих шагов [4]:

1. Случайным образом сгенерировать набор пробных решений.

2. Оценить приспособленность текущего поколения. Если приспособленность достаточна, то прекратить выполнение алгоритма.

3. Сгенерировать новое поколение посредством селекции, скрещивания и мутаций.

Рассмотрим генетический алгоритм построения ИНС. Пусть каждый ген содержит информацию об индексах начального и конечного нейрона в связи, а также вес связи.

Для формирования новых и удаления имеющихся нейронов можно использовать следующие правила:

1. Удаление входного или выходного нейрона не допускается;

2. Новые нейроны получают минимальные из возможных индексов;

3. При удалении нейрона индексы остальных нейронов корректируются с учетом удаленного для предотвращения появления пробелов в индексах.

Для скрещивания используются две особи, производящие двух потомков при помощи двухточечного кроссинговера. Общие нейроны и связи наследуются потомками, а различающиеся элементы наследуются одним из потомков (потомок выбирается случайным образом).

Для мутации введём несколько операторов: добавление нейрона в скрытый слой; удаление случайно выбранного нейрона вместе с его связями; добавление связи между нейронами; удаление связи между нейронами; изменение веса случайно выбранной связи.

За счёт использования скрещивания и мутаций генетический алгоритм способен превзойти метод градиентного спуска. Для полученных в результате потомков рассчитывается значение среднеквадратичной ошибки на выходе сети – приспособленность поколения.

Итак, последовательность шагов применения генетического алгоритма для построения нейронной сети может быть представлена следующим образом:

1. Случайным образом сгенерировать набор нейронных сетей.

2. Оценить приспособленность текущего поколения. Если приспособленность одной или более сетей достаточна, то прекратить выполнение алгоритма. Сеть с наибольшей приспособленностью является результатом работы алгоритма.

3. Сгенерировать новое поколение посредством селекции, скрещивания и мутаций.

При оценке эффективности применения генетического алгоритма в сравнении с применением метода градиентного спуска можно использовать значения таких параметров как среднеквадратичное значение ошибки на нейронах выходного слоя сети и время обучения.

Таким образом, структура и веса связей нейронной сети могут быть сгенерированы с использованием генетического алгоритма. Такой подход позволяет снизить вероятность нахождения неоптимального решения по сравнению с методом градиентного спуска. Нейронная сеть, построенная описанным способом, может быть использована для классификации текстовой информации, поиска литературы по теме и др.

Основным недостатком генетического алгоритма является относительно высокая длительность его работы.

**Список использованных источников:**

1. Бураков, М. В. Генетический алгоритм: теория и практика: учеб. пособие / М. В. Бураков. – СПб. : ГУАП, 2008. – 64 с.

2. Рот, В. И. Система распознавания символов с помощью искусственной нейронной сети / В. И. Рот // XIV Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Молодёжь и современные информационные технологии». – Томск : Изд-во ТПУ, 2016. – С. 54– 55.
3. Метод обратного распространения ошибки [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: [https://www.wikiwand.com/ru/Метод\\_обратного\\_распространения\\_ошибки](https://www.wikiwand.com/ru/Метод_обратного_распространения_ошибки). Дата доступа: 26.03.2020.
4. Генетический алгоритм [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: [http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Генетический\\_алгоритм](http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Генетический_алгоритм). Дата доступа: 26.03.2020.