

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИММУННОГО И ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

В.В. Голенков, О.М. Гергет
(г. Томск, Томский политехнический университет)
E-mail: valery.golenkov@gmail.com

IMMUNE AND GENETIC ALGORITHMS IN NEURAL NETWORK'S TRAINING

Golenkov V.V., Gerget O.M.
(Tomsk, Tomsk Polytechnic University)

Abstract. Nowadays, computer technologies are widely implemented and used in all areas of human activity, including in medicine. They can significantly improve the quality of healthcare by modeling a pathological process in a particular disease. A neural network can be trained to determine diseases, but training may take a long time because of the large number of indicators of human health, as well as increased demands on the accuracy of recognition. Training time can be reduced by using optimization algorithms presented in this article.

Keywords: artificial intellect, neural network, immune algorithm, genetic algorithm

Иммунные алгоритмы

Модели, основанные на принципах функционирования системы иммунитета, применяются в различных областях науки и техники. Одна из таких моделей основана на Соматической Гипермутации. Соматическая гипермутация – это клеточный механизм, являющийся частью адаптации иммунной системы для отражения угрозы от еще неизвестных чужеродных элементов. Соматическая гипермутация является не чем иным, как генерацией большого количества случайных вариантов антител за счет изменения генных сегментов и отбора лучших из них [1].

Ключевой идеей такой иммунной системы являются мутация и клонирование. Иммунная система состоит из нескольких иммунных детекторов, представляющих собой нейронную сеть.

Обучение каждого детектора осуществляется с целью минимизации суммарной квадратичной ошибки детектора. Суммарная квадратичная ошибка i -го детектора определяется следующим образом :

$$E_i = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^L \sum_{j=1}^2 (Z_{ij}^k - l_{ij}^k)^2, \quad (1)$$

где Z_{ij}^k – значение j -го выхода i -го детектора при подаче на вход его k -го образа.

Общий алгоритм функционирования нейросетевой иммунной системы можно представить в виде следующей последовательности:

1. Генерация начальной популяции иммунных детекторов, каждый из которых представляет собой искусственную нейронную сеть со случайными синаптическими связями:

$$D = \{D_i, i = \overline{1, r}\},$$

где D_i – i -й нейросетевой иммунный детектор, r – общее количество детекторов.

2. Рассчитывается суммарная квадратичная ошибка каждого детектора по всему набору исходных данных, и выбирается детектор с минимальной ошибкой.

3. Проверяется, является ли эта ошибка меньше заданной величины E . Если она меньше, то поиск заканчивается, и данный детектор используется как основной до внесения новых данных. В ином случае, выполняются шаги 4-5.

4. Удаляются все детекторы кроме выбранного. Выбранный детектор копируется N раз до восстановления размеров начальной популяции.

5. Каждый из новых детекторов-клонов проходит этап мутации, который изменяет весовые коэффициенты детектора на случайную величину. Далее, производится переход на шаг 2.

Несмотря на большую значимость случайности весовых коэффициентов, данный алгоритм позволяет получить детектор с хорошей точностью распознавания за сравнительно небольшое время, при небольшой популяции.

Генетический алгоритм

Генетический алгоритм – это эвристический алгоритм поиска, используемый для решения задач оптимизации и моделирования путём случайного подбора, комбинирования и вариации искоемых параметров с использованием механизмов, аналогичных естественному отбору в природе. [2]

Грубо говоря, генетический алгоритм можно рассмотреть, как вариант иммунного, описанного в предыдущем разделе, с дополнением этапа скрещивания. Таким образом, можно выделить следующие этапы генетического алгоритма:

- 1) Задать целевую функцию (приспособленности) для особей популяции
- 2) Создать начальную популяцию
- 3) (Начало цикла)
 - Размножение (скрещивание)
 - Мутирование
 - Вычислить значение целевой функции для всех особей
 - Формирование нового поколения (селекция)
 - Если выполняются условия остановки, то (конец цикла), иначе (начало цикла).

Под целевой функцией понимается функция, оценивающая качество распознавания детектора. К примеру: суммарная квадратичная ошибка детектора, описанная формулой 4.1.

На втором этапе нужно случайным образом создать начальную популяцию; даже если она окажется совершенно неконкурентоспособной, вероятно, что генетический алгоритм всё равно достаточно быстро переведёт её в жизнеспособную популяцию. Итогом первого шага является популяция H , состоящая из N особей. [2]

Размножение в генетических алгоритмах обычно половое –! чтобы произвести потомка, нужны несколько родителей, обычно два. Главное требование к размножению –! чтобы потомок или потомки имели возможность унаследовать черты обоих родителей, «смешав» их каким-либо способом. [2]

К мутациям относится все то же самое, что и к размножению: есть некоторая доля мутантов m , являющаяся параметром генетического алгоритма, и на шаге мутаций нужно выбрать mN особей, а затем изменить их в соответствии с заранее определёнными операциями мутации. [2]

На этапе отбора нужно из всей популяции выбрать определённую её долю, которая останется «в живых» на этом этапе. Вероятность выживания особи h должна зависеть от значения целевой функции. По итогам отбора из N особей популяции H должны остаться sN особей, которые войдут в итоговую популяцию H' . Остальные особи погибают. [2]

Реализация алгоритмов

Алгоритм был реализован на языке Python с использованием библиотеки PyBrain. Библиотека PyBrain –! библиотека машинного обучения, переставляет собой гибкий и легко-настраиваемый инструмент. Содержит в себе множество алгоритмов, касающихся искусственного интеллекта.

Реализация иммунного алгоритма

Для проверки алгоритмов, касающихся машинного обучения, обычно проверяют работу системы на обучение операции XOR. Тогда, набор данных для обучения представлен в табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные для теста на XOR

Вход 1	Вход 2	Выход
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Зададим точность по MSE равное 0.01, и размер популяции, равный 10.

В результате, программа вывела детектор, с $MSE = 0.009796$, за 56 эпох (шагов алгоритма) и 1.365 секунд. Результат прогонки детектора представлен в табл. 2.

Таблица 2

Результат работы детектора, полученного иммунным алгоритмом

Вход 1	Вход 2	Выход
0	0	0.0825699
0	1	0.9029184
1	0	0.8830009
1	1	0.0961846

Реализация генетического алгоритма

Данный алгоритм уже имеется в используемой библиотеке PyBrain. На исходных данных, представленных в таблице 1, с той же точностью, равной 0.01 и размере популяции, равной 20, данный алгоритм вывел детектор с $MSE=0.00898$ за 70 эпох (шагов алгоритма) и 2.118 секунд. Результат прогонки детектора представлен в таблице 3.

Таблица 3. Результат работы детектора, полученного генетическим алгоритмом.

Вход 1	Вход 2	Выход
0	0	0.09708
0	1	1.00456
1	0	0.84367
1	1	0.04524

Заключение

Использование оптимизационных алгоритмов существенно ускорило обучение нейронной сети, ведь для обучения сети алгоритмом с обратным распределением ошибки потребовалось 57.427 секунд. Оба алгоритма хорошо показали себя для обучения сети на небольшом наборе данных, однако, при существенном увеличении выборки обучение может занимать много времени.

Список литературы

1. Искусственные иммунные системы: обзор и современное состояние. Программные продукты и системы [Электронный ресурс] // Григорьев Г.В., Чернышев Ю.О., Венцов Н.Н.. URL [Доступ свободный: <http://swsys.ru/index.php?page=article&id=3911>]
2. Генетический алгоритм. Википедия [Электронный ресурс] // URL [Доступ свободный: <http://goo.gl/WxLhqG>]

МЕХАНИЗМЫ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ЗАЩИТ И СОЦИАЛЬНАЯ ТРЕВОЖНОСТЬ СТУДЕНТОВ УНИВЕРСИТЕТА

*Е. В. Гребенникова, И. Л. Шелехов, Т. А. Булатова, Е. А. Филимонова
(г. Томск, Томский государственный педагогический университет)*

В статье рассматривается проблема социальной тревожности студентов образовательного учреждения через её взаимосвязь с механизмами психологических защит, участвующих в сохранении психологического гомеостаза. Исследование проводилось в рамках реализации комплексной программы социально-психологической помощи студентам, оказавшимся в условиях дезадаптации.

Ключевые слова: социальная тревожность, социофобии, психологические защиты, студенты.

Обучение в вузе тесно связано с социальным взаимодействием и такое явление, как социальная тревожность, способно оказать негативное влияние на процесс социальной и эмоциональной адаптации, качество жизни студентов.