

*Д.Е. Жаравин, Д.Ю. Козин, Д.Ю. Фомичев,
С.Б. Федотовский*
Вологодский государственный университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Задачей данной работы является исследование методики обучения искусственной нейронной сети при помощи генетического алгоритма. Проверена скорость и качество обучения на примере компьютерной модели. Определены положительные и отрицательные моменты алгоритма, а также перспективы его развития.

Искусственные нейронные сети, генетическое программирование, генетические алгоритмы, задачи оптимизации, поиск решения.

Теория искусственных нейронных сетей была известна ещё с 1993 года, но на то время невозможно было реализовать эту теорию технически. Сегодня, в век цифровых технологий, уже никого не удивит распознаванием отпечатков пальцев, определением лиц и картинок. Мы за считанные секунды можем распознать играющую в торговом центре мелодию или узнать любую информацию у голосового помощника [1].

Все это заслуга искусственных нейронных сетей, будущее уже наступило, каждый день сети становятся умнее и эффективнее. Улучшаются не только существующие архитектуры и алгоритмы обучения, но и создаются новые.

На сегодняшний день существует большое количество моделей нейронных сетей, а также методов для их обучения [3]. Задачи, которые могут выполнять сети, зависят от выбранной архитектуры. Также большую роль в нейросети играет её внутренняя организация, алгоритм обучения и так называемая функция активации или передаточная функция нейрона [5]. Комбинирование, перестановки и совокупность этих факторов влияют на работоспособность и функционирование всего алгоритма. Это подтверждается исследованиями, для разных целей используют разные алгоритмы и структуры сетей. Например, чтобы распознать музыку или изображение, принято использовать глубокие сверточные сети, а если нужно сгенерировать текст, то лучше всего с этой задачей справятся нейросети с обратными связями, и так далее. Сети с обратными связями называются также рекуррентными [4].

Таким образом, зная цель, для которой создаётся нейронная сеть, можно опытным путём подобрать её структуру, функцию активации и алгоритм обучения. Последний необходимо правильно настроить, так как с каждым циклом выполнения программы он будет корректировать свои веса до тех пор, пока результат не будет нас удовлетворять.

Но что делать, если задача неконтролируемая и ошибка на выходных слоях сети неизвестна, а также неизвестна конечная цель сети? В таком случае

обучить и подобрать её удачную архитектуру не удастся. Именно для таких целей придуманы генетические алгоритмы, чтобы решать задачи на оптимизацию и поиск решений для неконтролируемой функции.

Цель оптимизации с помощью генетических программ и алгоритмов состоит в том, чтобы найти лучшее возможное решение задачи [2].

Суть алгоритма основана на моделировании эволюционного процесса биологических организмов. Популяции животных в реальной жизни развиваются в течение нескольких поколений, подчиняясь законам естественного отбора, в результате действия которого в популяции увеличивается количество особей, обладающих максимальной приспособленностью, в то время как число особей с неблагоприятными признаками уменьшается [2].

Задачей проекта было создать такие условия эксперимента, при которых невозможно было бы обучить искусственную нейронную сеть никакими другими способами, кроме как при помощи генетического алгоритма.

Для реализации была выбрана интегрированная среда разработки Unity, так как она удобна в использовании, имеет простой интерфейс, который можно настроить индивидуально под любого пользователя, и имеет бесплатную лицензию типа "Personal". К преимуществам также относят наличие визуальной среды разработки, а в качестве скриптовых языков программирования используются JavaScript и C#, последний был выбран при разработке нашего проекта.

В среде разработки Unity была спроектирована компьютерная модель автомобиля, а также случайным образом сгенерирован трек, по которому он может свободно перемещаться. Полный контроль над органами управления транспортного средства предоставлен нейронной сети, которая состоит из пяти слоёв, три из них скрыты (рис. 1). Нейроны в сети управляют параметрами автомобиля, отвечают за рулевое управление, регулируют скорость и направление движения.

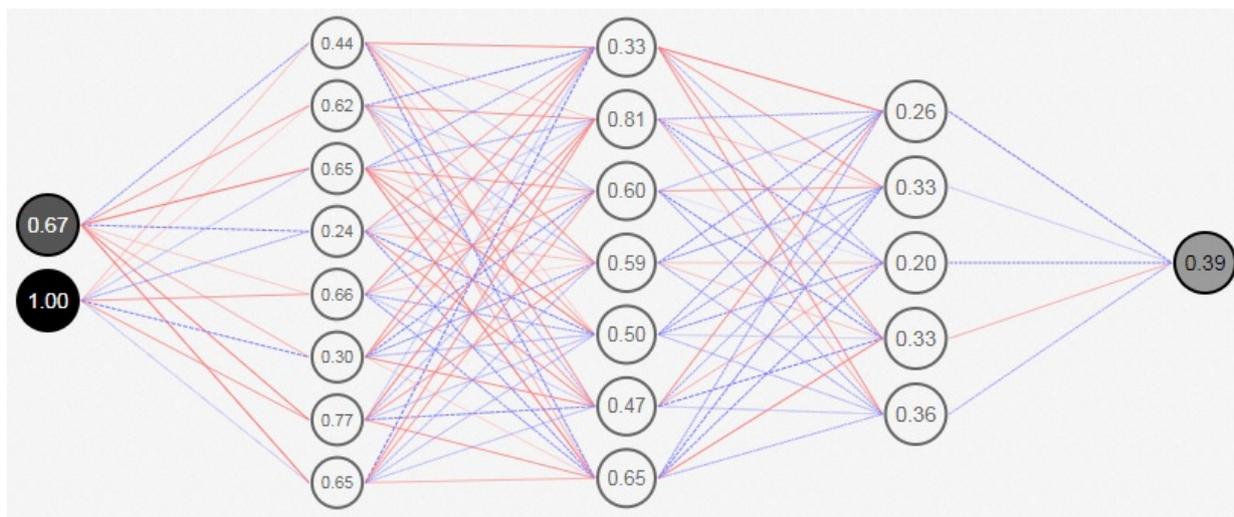


Рис. 1. Модель нейронной сети проекта

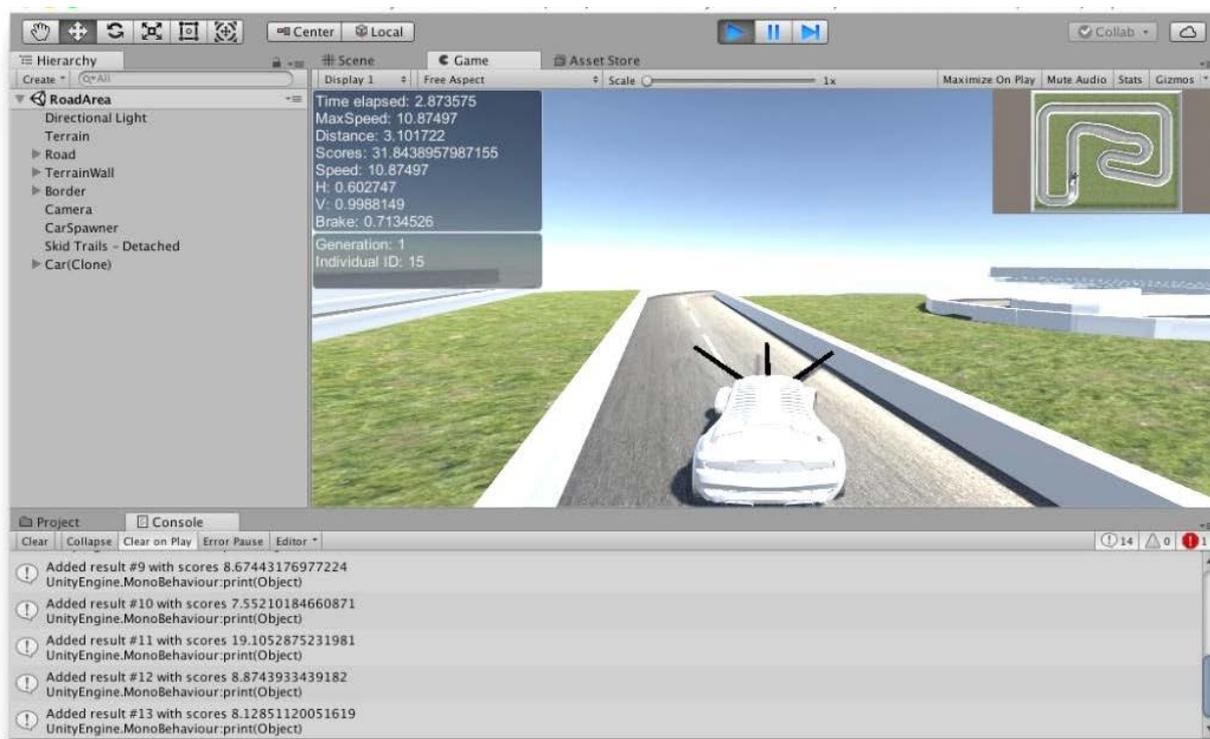


Рис. 2. Проект в Unity. Этап обучения нейронной сети

На вход нейронной сети подаются данные с датчиков, они закреплены на передней части автомобиля и определяют расстояние до бортиков трека, по которому движется машинка. На выходе получаются значения, которые передаются на определённые органы управления. Таким образом, автомобиль может перемещаться по треку, но только до тех пор, пока не произойдёт столкновение с бортиком, тогда эксперимент заканчивается.

Конечная цель эксперимента состоит в том, чтобы машинка проехала весь путь целиком, не столкнулась с преградами и бортиками трека (рис. 2). Задача поставлена таким образом, чтобы модель нейронной сети было невозможно обучить стандартными методами, так как трек генерируется

случайным образом, и ошибка на выходных слоях сети неизвестна.

При обучении сети генерируется большое количество поколений со случайными значениями весовых коэффициентов. Автомобили друг за другом выпускаются на модель трека и начинают движение в зависимости от весовых коэффициентов. После каждого столкновения с объектами эксперимент для особи заканчивается. Результаты каждой попытки записываются, измеряется время и расстояние, которое преодолели машинки. В конце эксперимента выбираются лучшие особи, которые проехали дальше всех. Значения их весовых коэффициентов копируются и присваиваются остальным особям, но некоторые получают случайные значе-

ния весов – это называется мутация. Она нужна для того, чтобы популяция могла корректировать свои гены, иначе, через несколько поколений, сеть просто перестанет обучаться.

В результате эксперимента выяснилось, что требуется около 50 генераций для того, чтобы алгоритм подобрал необходимую комбинацию весовых коэффициентов для нейронной сети. Теперь, когда все весовые коэффициенты подобраны верно, можно генерировать трек любой сложности и длины, а нейронная сеть будет с ним справляться.

Таким образом, для обучения нейронных сетей в неконтролируемых задачах с неизвестной ошибкой на выходах, проще всего использовать алгоритмы генетического программирования.

Для того чтобы ускорить обучение сети, можно каждое поколение выпускать на трек одновременно, но при этом отключить столкновения между машинками – это нужно, чтобы упростить процесс сбора данных для определения длины пройденного расстояния. Также можно увеличить количество датчиков на передней части автомобиля, при этом увеличится количество входных нейронов в сети и её сложность, зато сеть будет совершать меньше ошибок. Внутреннюю структуру сети и функцию активации нейронов можно менять и модернизировать – это нужно для ускорения процесса обучения.

Генетические алгоритмы появились достаточно давно, но остаётся большое количество нерешенных проблем и задач в этой сфере [2].

Основной минус подобных систем, который создаёт трудности в решении прикладных задач, в том, что вычислительные машины требуют чёткой направленности, а природные системы, в основном, непредсказуемы и хаотичны [2].

Основной потенциал нейронных сетей в решении задач на оптимизацию и поиск решений состоит в том, чтобы комбинировать всевозможные структуры, архитектуры и методы построения сетей, связывать их с алгоритмами обучения. Тогда можно будет совместить природные системы с вычислительными, а также достигать хороших результатов в решении прикладных задач.

Литература

1. Жаравин, Д. Е. Обучение нейронных сетей при помощи генетических алгоритмов / Д. Е. Жаравин, Д. Ю. Козин, Д. Ю. Фомичев // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: сб. ст. по мат. LXXV междунар. студ. науч.-практ. конф. – Новосибирск: [б.и.], 2019. – № 3 (74) – С. 56.
2. Жаравин, Д. Е. Генетическое программирование / Д. Е. Жаравин, Д. Ю. Козин, Д. Ю. Фомичев // Наука, образование, общество: тенденции и перспективы развития: материалы XIII Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 8 февр. 2019 г.) / редкол.: О. Н. Широков [и др.] – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2019. – С. 159–162.
3. Каллан, Р. Основные концепции нейронных сетей / Р. Каллан; пер. с англ. – Москва: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 288 с.
4. Круглов, В. В. Искусственные нейронные сети: Теория и практика / В. В. Круглов, В. В. Борисов. – 2-е изд. стереотип. – Москва: Горячая линия-Телеком, 2002. – 382 с.
5. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин; пер. с англ. – 2-е издание. – Москва: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.

Zharavin D.E., Kozin D.Y., Fomichev D.Y., Fedotovskij S.B.
Vologda State University

USE OF GENETIC ALGORITHMS FOR TRAINING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

The objective of this work is to study the method of teaching an artificial neural network using a genetic algorithm. The speed and quality of training was tested on the example of a computer model. The positive and negative aspects of the algorithm, as well as the prospects for its development, are determined.

Artificial neural networks, genetic programming, genetic algorithms, optimization problems, search for solutions.