

Научная статья
УДК 625.855.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В РАЗРАБОТКЕ И ИСПЫТАНИЯХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Даниил Владимирович Сперанский¹, Никита Юрьевич Мокрушин²,
Нина Андреевна Гриневич³

^{1, 2, 3} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ greatto69@gmail.com

² mokrushinnikita621@mail.ru

³ grinevichna@m.usfeu.ru

Аннотация. Активное развитие искусственного интеллекта и нейронных сетей в последние годы упоминается в различных средствах массовой информации. Идут постоянные обсуждения о внедрении этих технологий в привычные процессы нашей жизни. Особенно важно внедрение искусственного интеллекта в сферу строительства, которая является постоянно растущей и внедряющей новые технологии в различные процессы. В частности, дорожно-строительные организации, которым необходимы новые составы асфальтобетонных смесей для оптимизации рабочих процессов.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нейронные сети, дорожное строительство, асфальтобетон

Original article

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND NEURAL NETWORKS IN THE DEVELOPMENT AND TESTING OF ASPHALT CONCRETE MIXTURES

Daniil V. Speransky¹, Nikita Yu. Mokrushin², Nina A. Grinevich³

^{1, 2, 3} Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ greatto69@gmail.com

² mokrushinnikita621@mail.ru

³ grinevichna@m.usfeu.ru

Abstract. The active development of artificial intelligence and neural networks in recent years has been mentioned in various media. There are constant discussions about the introduction of these technologies into the usual processes of our lives. It is especially important to introduce artificial intelligence into the

construction industry, which is constantly growing and introducing new technologies into various processes. In particular, road construction organizations that need new compositions of asphalt concrete mixtures to optimize their work processes.

Keywords: artificial intelligence, neural networks, road construction, asphalt concrete

При стандартной разработке нового состава асфальтобетонной смеси лаборатории предприятия требуется большое количество человеко-часов.

Стандартные этапы разработки асфальтобетонной смеси:

- определение характеристик исходных материалов (щебень и т. п.);
- первичный расчет состава (на основе предыдущих испытаний);
- подбор дополнительных составов (для выявления закономерностей);
- первичный замес и формовка первичных образцов;
- первые испытания;
- анализ полученных данных;
- дополнительные испытания (с измененным составом на основе первичных испытаний);
- повторный анализ полученных данных;
- назначение номинального состава смеси после испытаний и анализа.

Каждый этап сопровождается большим количеством затраченного времени, а также материала. Эти работы могут быть выполнены только высококвалифицированным персоналом, который все равно может совершить ошибки на любом этапе (нельзя забывать про человеческий фактор). Также есть вероятность того, что при испытаниях образцы могут быть повреждены из-за внешнего воздействия.

Также стоит отметить, что данные лабораторных испытаний приближены к идеальным и могут отличаться от действительности. На качество укладки асфальтобетонной смеси влияют различные факторы. От окружающей среды (атмосферное давление, влажность воздуха, атмосферные осадки и прочее) до рабочих, которые могут совершить ошибку при укладке (она может не сразу дать о себе знать).

Огромное количество переменных может приводить к большому количеству ошибок при проектировании асфальтобетонной смеси. Обработать такой объем данных рабочему или даже группе рабочих задача выполнимая, но сопровождаемая риском совершить ошибку в расчетах. В таком случае допустимо прибегнуть к помощи искусственного интеллекта, на которого можно переложить монотонные вычисления, что и требуется в проектировании асфальтобетонных смесей на предприятиях дорожно-промышленной отрасли.

Стандартный сервер, на котором разрешается проводить нейронные вычисления, может обладать мощностью в 3,69 ТФЛОПС, что означает приблизительно 3,7 триллиона операций в секунду с точностью до 64 знака после запятой (рис. 1).

В случае разработки асфальтобетонной смеси на искусственный интеллект допускается возложить обязанности по анализу данных, полученных после испытаний. Однако для начала нужно обучить его.

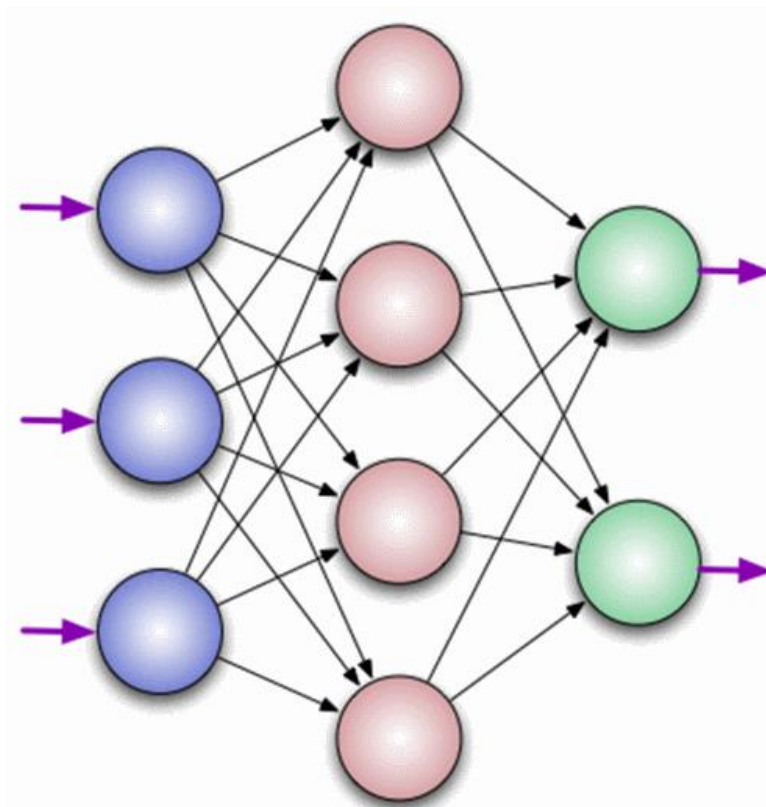


Рис. 1. Нейронная модель искусственного интеллекта

Для обучения искусственного интеллекта необходимо сначала разобраться с нейронными сетями. Их работа представляет упрощенную модель работы мозга человека. Нейросети делятся на три части: входные поля (которые считывают информацию), скрытые слои (на которых производится анализ полученной информации) и выходной слой (предназначенный для вывода информации после вычислений). И суть обучения нейросетей состоит в том, что сначала мы даем ей базу данных испытаний, которые были проведены, и чьи результаты полностью известны [1].

В случае разработки асфальтобетонных смесей мы сначала должны дать искусственному интеллекту понимание того, что он должен рассчитать и как это сделать. Говоря по-простому, перевести человеческий язык, научные термины и физические величины на понятный компьютеру машинный

код. Помимо этого, искусственный интеллект должен иметь логику поведения через систему наказаний и поощрений принятых им решений [2].

Процессы обучения искусственного интеллекта можно разделить на несколько этапов:

- анализ искусственным интеллектом имеющихся данных испытаний, проведенных человеком;
- составление системы оценки правильности подбора состава асфальтобетонной смеси на основе имеющихся данных;
- анализ полученных данных, составленных искусственным интеллектом;
- введение новых переменных в расчеты;
- анализ полученных данных, составленных искусственным интеллектом уже с новыми переменными;
- введение испытаний в расчеты асфальтобетонной смеси для оценки правильности подобранного состава.

Например, нам необходимо научить нейросеть тому, что размер зерен щебня в асфальтобетонной смеси А8ВЛ должен быть в пределах от 5,6 до 0,063 мм. Это необходимо для того, чтобы искусственный интеллект правильно подбирал состав для каждого конкретного типа асфальта. Для этого необходимо сначала дать нейросети данные прошлых испытаний, проведенных человеком, как правильных, так и неправильных, а также указать почему один расчет верный, а другой нет. Затем мы вводим для систему оценивания результатов испытания. Чем ближе полученные данные к стандартам ГОСТ, тем больше получит этот вариант, и наоборот, больше расхождений – меньше баллов. После этого искусственный интеллект должен сам рассчитать асфальтобетонную смесь. Первые ответы могут быть бессмысленными, но с увеличением числа подобранных составов и автоматизированным процессом оценки правильности вероятность подбора правильного состава будет неуклонно расти.

Правильно подобранный состав щебня в асфальтобетонной смеси типа А8ВЛ, сделанный искусственным интеллектом после сотен попыток, представлен в табл. ниже.

Состав асфальтобетонной смеси А8ВЛ

Фракция, мм	22,4	16,0	11,2	8,0	4,0	2,0	0,063
Содержание, %	100	100	64,4	44,6	28,4	21,2	9,3
ГОСТ Р 58406–2020	100	90–100	50–75	35–50	23–38	18–28	7–12

После того как искусственный интеллект вместе с нейросетями научится подбирать состав щебня для асфальтобетонной смеси, мы можем

добавлять для него больше переменных в вычисления, ибо он знает лишь малую часть того, что ему предстоит делать.

С введением новых переменных в расчеты, например физических свойств битума, используемых в асфальтобетонной смеси, искусственному интеллекту предстоит учиться каждый раз новому на основе уже имеющихся у него алгоритмов поведения и базы знаний. Примером могут служить добавление в привычные для искусственного интеллекта вычисления объемов битума в смеси, стабилизирующих добавок и прочего.

Со временем искусственный интеллект научится самостоятельно подбирать состав асфальтобетонной смеси для каждого требуемого типа. Когда это случится, его предстоит обучить тому, что такое испытания и как он должен их проводить в своей симуляции. Для этого нужно составить математическую модель работы научного оборудования, используемого в лаборатории, и перевести ее в машинный код. Затем искусственный интеллект предстоит научить проводить испытания по аналогии с тем, как он был обучен подбирать состав асфальтобетона.

Поэтапно, вводя новые переменные и понятия, искусственный интеллект будет обучаться тому, как ему нужно разрабатывать новые составы асфальтобетонных смесей для каждой конкретной задачи в зависимости от имеющихся в его распоряжении материальной и производственной базы.

Список источников

1. Модель нейросетей // IBM Documentation : [сайт]. URL: <https://goo.su/aPw9K> (дата обращения: 03.10.2023).
2. Нейронные сети для начинающих [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/articles/312450> (дата обращения: 03.10.2023).