

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ И АНАЛИЗА ДОРОЖНОГО ТРАФИКА

Вадим Александрович Петрушин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, обучающийся, тел. (999)462-05-93, e-mail: vadikpetrushin@gmail.com

Петр Юрьевич Бугаков

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры картографии и геоинформатики, тел. (383)343-18-53, e-mail: peter-bugakov@yandex.ru

В статье приведено исследование роли информационных и геоинформационных технологий в дорожной отрасли. Обоснована актуальность разработки программного обеспечения. Представлены содержание и структура создаваемого программного обеспечения. Разработана формула оптимального времени таймера светофора. Собраны статистические данные, которые используются в данном программном обеспечении.

Ключевые слова: нейросеть, дорожные заторы, время светофора, дорожный трафик, перекресток.

DEVELOPMENT OF SOFTWARE BASED ON NEURAL NETWORK FOR OPTIMIZATION AND ANALYSIS OF ROAD TRAFFIC

Vadim A. Petrushin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Student, phone: (999)462-05-93, e-mail: vadikpetrushin@gmail.com

Petr Yu. Bugakov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Cartography and Geoinformatics, phone: (383)343-18-53, e-mail: peter-bugakov@yandex.ru

The article presents a study of the role of information and geographic information technologies in the road industry. The relevance of software development is justified. The content and structure of the created software are provided. The formula for the optimal time of the traffic light timer is developed. Collected statistics that are used in this software.

Key words: neural network, traffic congestion, traffic light, traffic, intersection.

Введение

В последнее время в крупных городах отмечается увеличение количества автомобилей на душу населения. Это приводит к тому, что люди в дорожных заторах ежегодно тратят около 500 часов своего времени.

Одним из решений оптимизации дорожного пространства может стать применение нейросетей. За последние 5 лет нейросети нашли применение практиче-

ски в каждой отрасли. В медицине несложные операции выполняются нейросетями [9]. В Китае существуют магазины, которые работают автономно. Нейросеть считывает через камеры и датчики какие продукты взял человек и списывает у него соответствующую сумму с карты, которую он прикладывает, когда входит в магазин. Контроль дорожной обстановки также переходит к нейросетям [16]. Они обеспечивают автоматическое считывание номеров, определение типа автомобиля, выявление нарушений дорожного движения [13–15].

Нейронная сеть, управляя светофором, может увеличить пропускную способность перекрестков [17]. Такая оптимизация может существенно сократить количество дорожных заторов, а также уменьшить количество аварийных ситуаций, вызванных перегруженностью дорожной сети [8, 10–12]. Для функционирования нейронные сети должны быть обучены с использованием большого количества статистических данных [4–7]. В настоящее время в связи с введенным режимом самоизоляции для предотвращения распространения COVID 2019 плотность транспортного потока существенно снизилась. Поэтому в качестве достоверных были взяты открытые статистические данные за 2019 год, а также данные, собранные авторами статьи в период с января по март 2020 года.

Методы и технологии

Для начала, чтобы говорить о работе нейросети нужно дать ей определение. Искусственная нейронная сеть (сокращенно «нейросеть») – математическая модель, а также ее программное или аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей – нервных клеток живого организма (рис. 1). Она прогоняет входные данные через систему «нейронов» - более простых программ, взаимодействующих между собой, после чего выдает некий результат вычислений на основе этого взаимодействия, а также опыта и ошибок прошлых запусков программы [16]. Это значит, что любая нейросеть является самообучаемой системой «искусственного интеллекта». При решении задачи нейроны реагируют на поступающий на них сигнал. Например, если задачей нейросети является определение желтого цвета на изображении, то отдельные нейроны возбуждаются и сообщают, что на данном изображении есть желтый цвет. Результат работы нейросети это сложение всех реакций нейронов. Если количество возбужденных нейронов больше, то нейросеть сообщает пользователю о том, что на данном изображении точно присутствует желтый цвет.

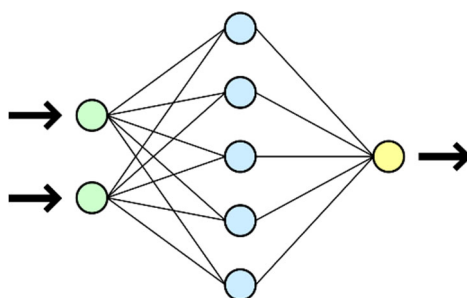


Рис. 1. Простая модель нейронной сети

В программном обеспечении на основе нейросети для оптимизации дорожного трафика используется три блока. Блок нейросети, математический блок и блок с интерпретатором.

Блок с нейросетью отвечает за определение количества транспортных средств на дорожном полотне и классификацию автомобилей. Основной библиотекой для организации такой нейросети является ImageAI (рис. 2). Также для работы с нейросетью необходимы такие библиотеки, как TensorFlow, OpenCV, Keras [3]. В нейросети, построенной на основе данных библиотек, будет использоваться классификация: car (легковые автомобили), bus (общественный транспорт), truck (грузовые автомобили от 3 тонн) и motorcycle (мотоциклы).

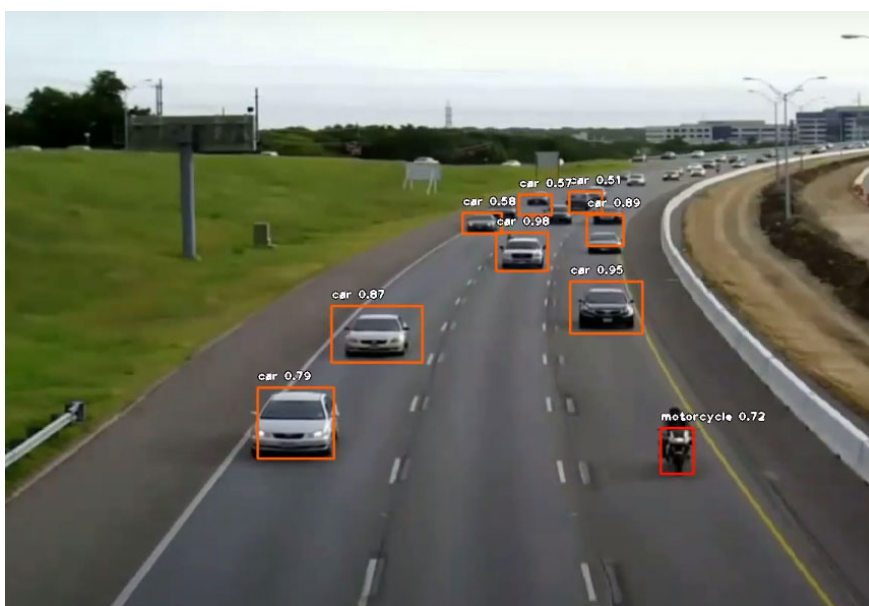


Рис. 2. Работа нейросети ImageAI

Математический блок нейросети отвечает за расчет времени светофорного таймера T (1). Для составления формулы для расчета данного параметра необходимо было определить факторы, описывающие обстановку на перекрестке: i – место в ряду относительно камеры видеонаблюдения, j – тип транспорта (легковые автомобили, общественный транспорт, грузовой и мотоциклы), r – время реакции, t – время за которое проезжает данный вид транспорта, s – запас времени для следующего транспорта, p – возможная помеха, T – время для потока, $p_{(ij)-1}$ – создаваемая помеха транспортом, который стоит впереди просчитываемой машины.

$$T = (r_{ij} + t_j + s_j) + (r_{i,j} + p_{(ij)-1} + s_j) \dots n \leq 10 \quad (1)$$

В табл. 1 представлены усредненные данные для каждого параметра. Мотоциклы не были учтены, так как чаще всего они встают перед машинами и ими было решено пренебречь. Для заполнения таблицы 1 были использованы статистические данные за 2019 год и личные наблюдения начала 2020 года.

Таблица 1

Усредненные данные параметров

i/j	r_i	r_j	t_j	p_i	s_j
1	0,3	1,1	3	0,2	1,5
2	0,4	1,7	4,5	0,7	2,4
3	0,4	2,3	5,5	5,5	3,5
4	0,4	-	-	-	-
5	0,5	-	-	-	-
6	0,5	-	-	-	-
7	0,5	-	-	-	-
8	0,5	-	-	-	-
9	0,5	-	-	-	-
10	0,5	-	-	-	-

Блок нейросети с интерпретатором отвечает за изменение времени в светофоре. Логическая конструкция у этого блока проста. Если время светофора меньше времени которое посчитано в математическом блоке то, таймер светофора остается со своим значением. Если же больше, то таймер меняется на значение математического блока. Практическая реализация данного блока затрудняется неблагоприятной санитарно-эпидемиологической обстановкой, связанной с пандемией вируса COVID 2019.

Результаты

На данный момент в проекте определены важные параметры для работы нейросети, а также вычислена скорость прохождения перекрестка одним транспортным средством. В табл. 2 представлена статистика, собранная с 15.01.2020 по 12.03.2020.

Таблица 2

Скорость прохождения перекрестка транспортным средством

Транспортное средство	Легковой транспорт	Грузовой транспорт	Общественный транспорт
Количество, шт.	27000	13000	15000
Время, сек.	5	8	7

Перекрестки различаются конфигурацией дорожных частей числом полос, а также способами регулирования [1–2]. В связи с этим для каждого перекрестка требуется подбор параметров для расчета времени работы светофора Т.

Заключение

Полученное в результате разработки программное обеспечение можно использовать для оптимизации дорожного трафика. В дальнейшем представляется возможным реализовать дополнительные функции автоматического сбора ста-

тики и передачи ее в базу данных. В частности, реализовать конструктор для каждого перекрестка, чтобы настройку светофора мог сделать каждый пользователь.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексиков С. В., Волченко С. В. Оптимизация длины перегона городских дорог регулируемого движения : научно-практические рекомендации. – Волгоград : ВолгГАСУ, 2011. – 51 с.
2. Алексиков С. В., Волченко С. В. Повышение пропускной способности УДС путем регулирования скоростного режима транспортных потоков Волгоград : ВолгГАСУ, 2012. – 33 с.
3. Бхарат Р., Реза Бозаг Заде TensorFlow для глубокого обучения. – ВHV-Петербург, 2019. – 253 с.
4. Власов А. А. Модели транспортного потока в задачах управления движением в городских условиях // сб. : Транспортное планирование и моделирование Сборник трудов IV Международной научно-практической конференции. – СПб, 2019. – С. 55-61.
5. Волченко С. В. Повышение пропускной способности городских дорог на основе оценки скоростного режима транспортных потоков // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – Волгоград, 2013. – № 32 (51). – С. 153-159.
6. Енин Д. В., Зеликов В. А. Совершенствование методики определения выделенной пешеходной фазы светофорного регулирования // сб. : Математическое моделирование, компьютерная оптимизация технологий, параметров оборудования и систем управления лесного комплекса Межвузовский сборник научных трудов. Министерство образования Российской Федерации. Воронежская государственная лесотехническая академия. – Воронеж, 2005. – С. 287-293.
7. Использование искусственных нейронных сетей для прогнозирования транспортных процессов / В. Н. Басков, С. А. Гусев, Ж. А. Золотушкина // сб. : Актуальные вопросы инновационного развития транспортного комплекса Материалы 2-ой Международной научно-практической конференции. – Орел, 2012. – С. 96-100.
8. Лаптев А. Н., Федоров, И. В. Разработка системы учета автотранспорта на перекрестках // сб. : Информационный бюллетень Омского научно-образовательного центра ОмГТУ и ИМ СО РАН в области математики и информатики Материалы IX Международной молодежной научно-практической конференции с элементами научной школы «Прикладная математика и фундаментальная информатика». – Омск, 2019. – С. 199-202.
9. Марценюк М. А. Компьютерное зрение. – Пермь: Пермский гос. ун-т, 2007. – 204 с.
10. Методы оценки эффективности координированного регулирования дорожного движения [Электронный ресурс] / Ю. А. Врубель, Д. В. Капский, Д. В. Навой, Д. В. Мозалевский. Режим доступа: <http://www.waksman.ru/Russian/Konference/2010/V.pdf> (дата обращения: март 2013 г.).
11. Методы системного моделирования транспортных потоков на перекрестке / И. Г. Богданова, Д. А. Михайлов, С. В. Михеев // сб.: ITIDS+RRS'2014. – Уфа, 2014. – С. 38-43.
12. Петров В. В. Автоматизированные системы управления дорожным движением в городах : учебное пособие. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2007. – 104 с.
13. Повышение безопасности участников движения на пересечении транспортных и пешеходных потоков / Г. А. Денисов, В. П. Белокуров, Д. В. Лихачев // сб. : Прогрессивные технологии в транспортных системах Десятая Международная научно-практическая конференция. – Воронеж, 2011. – С. 67.

14. Повышение эффективности управления движением в транспортных узлах путем применения адаптивных исполнительных элементов / Г. А. Денисов, В. П. Белокуров, Д. В. Лихачев // Автотранспортное предприятие. – М., 2012. – № 6. – С. 16-18.

15. Пыталев И. А., Пыталева О. А. Анализ и систематизация факторов, оказывающих влияние на уровень загрузки улично-дорожной сети [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.sworld.com.ua/index.php/en/transportation-411/transport-and-logistics-411/11437-411-0967> (дата обращения: март 2020 г.).

16. Сидняев Н. И., Храпов П. В. Нейросети и нейроматематика. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. – 83 с.

17. Совершенствование современных программных пакетов планирования работы маршрутного пассажирского транспорта городов / Е. В. Нагорный, П. Ф. Горбачов, А. П. Киркин // Вестник Приазовского государственного технического университета. Серия: Технические науки. – Мариуполь, 2013. – № 26. – С. 228-234.

© В. А. Петрушин, П. Ю. Бугаков, 2020