

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК _____004.86_____

Болошенко
Степан Витальевич

МОДЕЛИ И СРЕДСТВА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗАГРУЖЕННОСТИ
ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-40 80 06 «Искусственный интеллект»

Научный руководитель
Захаров Владимир Владимирович
кандидат технических наук

Минск 2022

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Миллионы людей по всему миру пользуются транспортными средствами и для них в настоящее время является актуальной проблемой перегруженность проезжих частей. Результаты различных опросов показывают, что водители прилагают большие усилия для поиска менее загруженной дороги.

Многие современные города страдают от избыточного дорожного трафика. Особенно это проявляется в будние дни, когда утром значительное количество людей стремится в офисы, а в конце дня — возвращаются домой. Проблема избыточного трафика приводит к тому, что оптимальные по расстоянию маршруты, проходящие через загруженные участки дорог, часто оказываются неоптимальными по времени, что в свою очередь приводит к тому, что срываются какие-либо сроки доставки транспортом. Выходом из сложившейся ситуации может стать разработка средства прогнозирования загруженности проезжей части города при помощи нейронных сетей, чтобы сделать это решение более гибким и приспособленным к большому количеству задач. Сервис поможет оптимизировать использование проезжей части, сокращая время движения автомобиля в городе и тем самым снижая загруженность дорог. Уменьшение количества автомобилей на дорогах в свою очередь поможет сократить выбросы углекислого газа в атмосферу, что положительно скажется на экологической обстановке.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель и задачи исследования

Целью работы является повышение качества прогнозирования загруженности проезжей части. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать существующие методы, модели и технологии прогнозирования;
- выбрать или реализовать нейронную сеть;
- сформировать тестовую выборку для обучения нейронной сети;
- обучить искусственную нейронную сеть на основе тестовой выборки;
- провести вычислительные эксперименты по анализу ошибки обучения и точности прогнозирования загруженности.

Объектом исследования являются системы городских проезжих частей.

Предметом исследования является ситуационное прогнозирование загруженности городских проезжих частей.

Основной *гипотезой*, положенной в основу данной работы, является возможность использования современных методов машинного обучения, облачных платформ, а также методологии интернет-вещей для прогнозирования загруженности городских проезжих частей.

Новизна полученных результатов

В данной работе впервые был применен подход прогнозирования загруженности проезжих частей на основе показаний IoT датчиков с помощью нейронных сетей с долгой краткосрочной памятью.

Опубликованность результатов исследования

По теме диссертации опубликована статья на 57-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники"

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников.

В первой главе представлен анализ методов, моделей и технологий прогнозирования, анализ существующих систем, а также анализ программных средств, применяющихся для разработки средств прогнозирования.

Вторая глава посвящена проектированию средств загрузки проезжих частей, описанию функциональных требований, подготовке и анализу статистических данных, выбору облачной платформы для развертывания приложения.

В третьей главе рассмотрен пример реализации средств прогнозирования загрузки проезжих частей.

В четвертой главе дана интерпретация и оценка результатов прогнозирования.

Общий объем работы составляет 75 страниц, из которых основного текста 72 страниц, 32 рисунка, 2 таблицы и список использованных источников из 23 наименований на 3 страницах.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первая глава диссертации посвящена анализу предметной области. Глава начинается с анализа существующих навигационных приложений и систем. Среди них Яндекс.Навигатор и Карты Google. В ходе изучения представленных систем было выяснено, что они предоставляют неточный функционал прогнозирования, либо прогнозируют с большим количеством ошибок, предоставляя неверный маршрут водителям - это делает разработку средств прогнозирования актуальной.

Далее в главе приведен анализ моделей прогнозирования временных рядов, описаны преимущества и недостатки использования моделей авторегрессионных скользящих средних и искусственных нейронных сетей.

Искусственные нейронные сети для прогнозирования временных рядов являются хорошей альтернативой, поскольку они помогают избежать многих ограничений семейства моделей авторегрессионных скользящих средних: стационарности и линейности - характеристик, которые чаще всего нарушаются в реальных временных рядах в транспортных задачах. Нейронные сети, в свою очередь, предоставляют возможность построения моделей краткосрочного прогнозирования, более адаптированных к внезапным изменениям данных. В главе описано использование некоторых разновидностей нейронных сетей, среди которых многослойный персептрон, рекуррентные сети и сети с долгой краткосрочной памятью (LSTM). В отличие от традиционных рекуррентных нейронных сетей, LSTM-сеть хорошо приспособлена к обучению на задачах классификации, обработки и прогнозирования временных рядов в случаях, когда важные события разделены временными лагами с неопределённой продолжительностью и границами. Относительная невосприимчивость к длительности временных разрывов даёт LSTM преимущество по отношению к альтернативным рекуррентным нейронным сетям и другим методам обучения для прогнозирования последовательностей в различных сферах применения и

делает их подходящим инструментом для прогнозирования загруженности проезжих частей.

Первая глава завершается рассмотрением наиболее популярных технологий и программных средств, используемых для создания средств прогнозирования.

Вторая глава посвящена проектированию средств прогнозирования загруженности проезжих частей. Глава начинается с описания функциональных требований к системе и вариантов ее использования. Главным требованием к приложению является предсказание двух величин: количества прибывающих автомобилей и количества автомобилей, покидающих часть дороги в конкретный момент времени. Зная эти величины, а также отталкиваясь от текущего количества занятых мест, можно подсчитать примерное количество мест, которые освободятся или будут заняты и судить об общих тенденциях использования дорог. Эти данные позволят водителям понять, свободна ли в ближайшее время дорога - стоит ли потратить время на объезд.

Далее следует описание методологии прогнозирования, подробно рассматривается архитектура и принцип работы сетей с долгой краткосрочной памятью. Программное решение в своей архитектуре использует методологию интернета вещей. На месте каждого участка дороги находится беспроводной сенсор, который может находиться в двух состояниях: занят или свободен. Прогнозирование осуществляется на основе собранных статистических данных об использовании дорог с помощью сетей LSTM.

Во второй главе рассмотрен процесс подготовки и анализа данных. Приводятся графики об использовании дорог, выявляются тренды и тенденции. На основе полученных данных выбирается признаковое описание объекта прогнозирования.

В главе также осуществляется анализ моделей облачных вычислений, платформы для развертывания приложения.

Третья глава посвящена реализации средств прогнозирования. Глава

начинается с краткой характеристики процесса обучения модели прогнозирования и метрик качества. Далее следует описание реализации модели с приведением фрагментов кода.

В четвертой главе приводится интерпретация полученных результатов. На начальных этапах исследования обучение модели производилось на наборе данных, который не включал признаки характеризующие погодные условия, день недели и государственные праздники. Различные комбинации количества скрытых слоев и нейронов не позволяли добиться приемлемых результатов. После включения упомянутых признаков в набор данных наилучших результатов удалось добиться при 5 скрытых слоях. Оптимальный шаг обучения составил 0.01. Для сети с долгой краткосрочной памятью ошибка составила $RMSE_{LSTM} = 0,3124$.

Библиотека БГУИР

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования были изучены основные методы, модели и технологии, применяющиеся в системах прогнозирования, их достоинства и недостатки.

Актуальность данной задачи подтверждена наличием аналогичных систем и спросом со стороны крупных компаний. Решение данной задачи может быть достигнуто разными способами. Для проверки возможности решения задачи с помощью нейронных сетей были спроектирована и разработана модель.

В ходе сравнительного анализа существующих моделей и анализа данных об использовании дорог была выбрана наиболее подходящая модель для прогнозирования загруженности. Были подобраны оптимальные значения параметров модели для повышения качества прогнозов. Был проведен сравнительный анализ работы сетей RNN и LSTM.

Дано обоснование выбора программных средств реализации, обоснована структура сети.

В рамках работы были подготовлены функциональные требования к средствам прогнозирования загруженности, а также представлены варианты ее использования.

Были изучены основные возможности и ограничения облачных платформ. Была выбрана подходящая платформа для развертывания приложения.

Данная работа показала, что решение задачи предсказания загруженности дорог возможно с помощью нейронной сети. Для улучшения точности и полноты моделей требуется собрать или создать большое количество обучающих данных.

Результат данной работы показал возможность обучения на небольшой выборке данных для обучения. Размер и качество данных для обучения имеют самое большое влияние на результат.

На основе выполненной исследовательской и аналитической работы можно сделать вывод о том, что основная цель диссертации была достигнута.

Таким образом, в рамках магистерской диссертации был предложен подход к прогнозированию загруженности проезжих частей. Удалось добиться высокого качества прогнозов.

Библиотека БГУИР

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Болошенко, С.В. Модели и средства прогнозирования загруженности проезжей части. / Степан Болошенко // Интеллектуальные информационные технологии: материалы 57-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов. (Минск, 19 - 23 апреля 2021 года). – Минск: БГУИР, 2021. – С. 8.

Библиотека БГУИР