

ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ

Опацкая Вероника Васильевна

студентка 5-го курса кафедры «Автомобильные дороги»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

ad_ftk@bntu.by

Ремез Надежда Игоревна, старший преподаватель

кафедры «Автомобильные дороги»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

shishkoni@bntu.by

Актуальность точной оценки пропускной способности элементов транспортной инфраструктуры является фундаментальной задачей транспортной инженерии, непосредственно влияющей на эффективность, безопасность и устойчивость транспортных систем.

Ключевые слова: автомобильные дороги, транспортный поток, дорожное движение, искусственный интеллект.

Основными объектами исследований в моделировании транспортных потоков являются транспортный поток, поведение участников дорожного движения, транспортные сети, управление дорожным движением и оптимизация этих составляющих в зависимости от конкретных условий. Изучение транспортного потока включает в себя анализ его микро-, мезо- и макроскопических характеристик в зависимости от ряда факторов. Распространённые подходы включают статистическое и компьютерное моделирование, основанное на новых технологиях сбора данных.

Контроль и управление дорожным движением включает в себя проектирование устройств контроля дорожного движения и управление ими. Транспортная сеть состоит из транспортного потока, поведения участников дорожного движения и системы управления дорожным движением. При проектировании и оценке эффективности транспортной сети обычно используются комплексные модели планирования и эксплуатации.

Транспортные модели в целом можно разделить на микроскопические, мезоскопические, макроскопические и метаскопические модели. Микроскопические модели изучают отдельные элементы

транспортных систем, такие как динамика движения отдельных транспортных средств и поведение отдельных участников дорожного движения [1], [2].

Мезоскопические модели анализируют транспортные элементы в небольших группах, в которых элементы считаются однородными. Типичным примером является динамика движения транспортных средств в колонне.

Макроскопические модели трактуют поток как сплошную среду, описываемую обобщенными (агрегированными) параметрами: интенсивностью, плотностью и скоростью. Их методологическую основу составляют гидродинамические аналогии и фундаментальная диаграмма потока. Такого рода модели эффективны для экспресс-оценки пропускной способности линейных (перегонных) участков, но не применимы для анализа транспортных узлов со сложной конфигурацией.

Микроскопические имитационные модели представляют собой наиболее детальный уровень оценки. Каждое транспортное средство моделируется как автономный объект, чье поведение (следование, перестроение, принятие решений) описывается стохастическими психофизиологическими правилами. Это позволяет напрямую учесть наличие сложных объектов (пересечения и примыкания как в одном уровне, так и комбинированные транспортные узлы) в условиях нерегулярного потока, оценивать задержки во времени и формировать потенциально аварийно-опасные места [1].

Алгоритм оценки пропускной способности на основе моделирования транспортных потоков включает последовательные этапы [3]:

1. Формирование сценария и сбор данных: определение геометрии объекта, состава потока, параметров управления (циклы светофоров), а также сбор эмпирических данных для калибровки.

2. Калибровка и верификация модели: настройка параметров моделей (желаемые скорости) до достижения статистического соответствия между смоделированными и реальными наблюдаемыми показателями (скорость, интенсивность потоков).

3. Эксперимент на модели: постепенное увеличение входной интенсивности в моделируемой системе до момента достижения состояния «пиковой интенсивности», когда дальнейший рост числа участников движения приводит лишь к росту задержек, но не к увеличению пропускаемой интенсивности.

4. Анализ результатов: фиксация максимальной интенсивности, прошедшей через сечение (расчетная пропускная способность), и сопутствующих показателей: средней задержки во времени, длины очереди.

Восприятие дорожного движения – это способность интеллектуальной транспортной системы собирать и понимать сенсорную информацию о дорожном движении. Эта информация включает в себя визуальные данные с камер, данные о траектории движения с устройств на базе GPS, данные о движении с акселерометров и данные об окружающей среде, такие как погода и дорожные условия, а также другую информацию, связанную с дорожным движением, такую как присутствие других транспортных средств, пешеходов и дорожных знаков. Восприятие дорожного движения имеет важное значение для принятия эффективных решений в обеспечении дорожной безопасности.

Прогнозирование дорожного движения относится к оценке или прогнозированию будущих условий дорожного движения, охватывая различные аспекты, такие как спрос на поездки, время в пути, транспортный поток, а также движения и поведение как транспортных средств, так и отдельных лиц в транспортной системе.

В мире уже ведется разработка интеллектуальной системы управления дорожным движением (ITMS), которая будет работать на основе радарного мониторинга с использованием искусственного интеллекта. Одним из ключевых инструментов системы станут автоматизированные светофоры. Это поможет анализировать схемы движения, интенсивность и количество транспортных средств и собирать данные в облаке, которые затем будут использоваться для управления дорожным движением. Искусственный интеллект будет использовать прямые трансляции с камер, датчики и даже Google Maps, чтобы создать алгоритм прогнозирования и настроить автоматизированные светофоры соответствующим образом.

Подобное использование искусственного интеллекта для управления дорожным движением применяется по всему миру. К примеру, сервис City Brain использует облачные вычисления и машинное обучение для минимизации заторов на дорогах города.

City Brain использует интеллектуальный анализ данных, распознавание видео и изображений, а также другие процессы для прогнозирования и рекомендаций в режиме реального времени. Он способен рассчитать самый быстрый и наименее загруженный маршрут для

транспорта, используя данные в реальном времени, что в первую очередь используется для маршрутизации служб экстренного реагирования [4].

Внедрение технологий искусственного интеллекта в управление светофорными объектами позволяет адаптировать их работу к интенсивности движения, что обеспечивает оптимизацию транспортных потоков, снижение заторов и повышение эффективности городской улично-дорожной сети.

Литература:

1. Голубков А.С. Адаптивное управление дорожным движением на базе микроскопического моделирования // CyberLeninka, 2010.
2. Якимов М.Р. Транспортное планирование: учебное пособие / М.Р. Якимов. — Пермь: ПНИПУ, 2022. — 211 с. .
3. Чубуков Е.Б. Транспортное планирование: моделирование городских пассажирских перевозок. – М.: Академия, 2014.
4. Xage. Будущее, где городами будут управлять искусственный интеллект [Электронный ресурс]. – URL: <https://xage.ru/future-where-cities-could-be-controlled-by-ai/>.