

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Агафонова Антона Александровича «**Методы и алгоритмы обработки гетерогенной информации и адаптивного управления в интеллектуальной транспортной системе**», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

1. Актуальность темы диссертационной работы

Исследования в области транспортных и космических систем входят в Перечень приоритетных направлений развития науки, технологий и техники Российской Федерации. Более того, в рамках стратегии Национальной технологической инициативы в качестве одного из приоритетных направлений развития отмечен как ключевой сегмент рынка телематических транспортных и информационных систем – в частности, беспилотных автомобилей и автомобилей высокой степени автоматизации.

В связи с этим диссертационная работа Агафонова А.А. «Методы и алгоритмы обработки гетерогенной информации и адаптивного управления в интеллектуальной транспортной системе», посвященная разработке автоматизированной системы управления дорожным движением в кооперативной интеллектуальной транспортной системе, включающей подключенные и управляемые водителями транспортные средства, несомненно, является актуальной.

2. Новизна проведенных исследований и полученных результатов

Целью проведенного в работе системного анализа является оптимизация комплексного критерия эффективности управления транспортным потоком с гетерогенным составом транспортных средств, включающего оптимизацию использования существующей транспортной инфраструктуры и минимизацию времени совершения транспортных корреспонденций.

Для достижения указанной цели в диссертации были сформированы ряд новых результатов (вынесенных как положения на защиту), широко использующих аппарат современного машинного обучения и методик обработки больших данных:

1) комплекс алгоритмических средств решения задачи краткосрочного прогнозирования параметров транспортного потока в транспортной сети с использованием графовых сверточных нейронных сетей и подходов к



обработке больших данных на основе гетерогенной информации о состоянии транспортного потока и движении отдельных транспортных средств.

2) комплекс алгоритмических средств решения задачи директивного управления транспортным потоком, включая:

- метод адаптивного светофорного управления транспортным потоком на основе максимизации взвешенного потока транспортных средств с использованием алгоритмов оценки транспортного потока на основе детерминированной модели прогнозирования движения транспортных средств и на основе обучаемой модели глубокой нейронной сети регрессионного вида;
- алгоритм адаптивного светофорного управления транспортным потоком с использованием подхода на основе машинного обучения с подкреплением, учитывающий как наблюдаемые, так и прогнозные параметры, описывающие состояние транспортного потока;
- метод адаптивного управления транспортным потоком на регулируемых перекрестках путем координированного управления сигналами светофоров и траекториями движения подключенных автономных транспортных средств в транспортной сети.

3) комплекс алгоритмических средств решения задачи косвенного управления транспортным потоком и информирования, включая:

- алгоритм определения надёжного пути в зависящей от времени стохастической (транспортной) сети, учитывающий информацию о пространственной и временной корреляции сегментов дорожной сети, текущую и прогнозную информацию о состоянии транспортного потока; ускоренная модификация алгоритма с использованием распределения Леви, до 40 раз превышающая по производительности стандартную реализацию;
- алгоритмы краткосрочного прогнозирования времени движения отдельных транспортных средств, учитывающие гетерогенную информацию о транспортной ситуации, прямо или косвенно влияющую на прогнозируемое время движения;
- алгоритм маршрутизации подключенных транспортных средств в транспортной сети на основе численного метода резервирования маршрутов, учитывающий стохастические свойства транспортной сети; модификация алгоритма для его применения в гетерогенном транспортном потоке;

4) архитектура кооперативной интеллектуальной транспортной системы, решающей задачи анализа, прогнозирования и управления транспортным потоком с гетерогенным составом транспортных средств с использованием наиболее современных подходов к обработке больших данных.

3. Обоснованность и достоверность положений, выводов и заключений диссертации

Приведенные в диссертации положения, выводы и заключения являются обоснованными и не вызывают сомнений, поскольку подтверждены значительным количеством публикаций в международных и российских рецензируемых журналах (75), выступлениями на авторитетных международных и российских конференциях (в том числе ряда конференций IEEE), рядом результатов интеллектуальной деятельности (8), значительным количеством научно-исследовательских грантов РФФИ и РНФ, а также 4-я актами внедрения, в том числе в деятельность предприятий, работающих по профилю исследования диссертации.

Согласованность сделанных выводов и заключений с качественными результатами, полученными в результате экспериментального анализа разработанных методов и алгоритмов на реальных данных и в системе микроскопического моделирования движения транспортных средств также обеспечивает высокий уровень достоверности полученных результатов.

4. Значимость результатов диссертации для науки и практики

Теоретическая значимость диссертационной работы состоит в разработке математических методов и алгоритмов для решения задач анализа, прогнозирования и управления транспортным потоком и движением отдельных транспортных средств в кооперативных интеллектуальных транспортных системах, применимые в различных условиях.

Практическая значимость полученных в работе результатов заключается в разработке ряда готовых к применению программных пакетов, защищенных интеллектуальной собственностью, в том числе внедренных в деятельность предприятий профильной отрасли согласно приложенным актам внедрения. Также разработанные методы и алгоритмы использовались при выполнении ряда НИР, проектов РФФИ и РНФ.

4. Замечания по диссертации и автореферату

Основным замечанием по работе является недостаточно четкая формализация и постановка целей и задач с точки зрения системного анализа.

Также указано, что диссертация соответствует всего 3 пунктам паспорта специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации» (4,9,10), хотя по мнению оппонента, диссертация содержит в себе значительное количество материалов, соответствующие дополнительно п.п. 3,5,9,11,12 и 15 паспорта специальности, особенно с учетом глубокого уклона исследований автора в тематики анализа больших данных и машинного обучения.

Ряд других замечаний по содержанию диссертации и автореферата:

1) В диссертации (особенно разделе 1) широко рассмотрен зарубежных систем ИТС и подключенных автомобилей, но практически не рассматриваются отечественные реализации.

2) Использование метода главных компонент (PCA) для снижения размерности дорожной сети принципиально важно, и тщательно расписано в диссертации (раздел 2), но практически не отражено в автореферате.

3) В диссертации для построения и анализа эффективности прогноза используются модели временных рядов ARIMA и VARMA (раздел 2). О данных моделях не упомянуто в автореферате.

4) Чем можно объяснить, что эффективность разработанной модели GCNN снижается на малом интервале прогнозирования (раздел 2)? С точки зрения автора - до каких максимальных интервалов прогнозирования возможно использовать эту модель?

5) Почему при моделировании в SUMO (раздел 3) использовалась дорожная сеть не г. Самары, а Кельна (Cologne), для всех трех сценариев?

6) Почему при таком масштабном снижении времени ожидания (раздел 3) (до 27%) в крупномасштабном эксперименте “Cologne-316” экономия топлива минимальна и составляет величину порядка 1%?

7) В группу OV (раздел 3) необходимо включать транспортные средства, оснащенные навигационными онлайн-системами: Яндекс.Картами и Навигатором, Google.Картами и другими - это в значительной мере снижает долю неопределяемых транспортных средств (NOV), как максимум - позволяет считать их CV.

8) Неясно, для чего в диссертации (разделе 4) рассматриваются вопросы информационной безопасности, как явно не входящие в паспорт специальности и т.к. вопросы проектирования системы связи подключенных автомобилей не

являются предметом исследований автора и не присутствуют, в частности, в выводах по 4 разделу.

При этом, считаю, что сделанные замечания не снижают научно-практической ценности представленных результатов и лишь подчеркивают сложность, многогранность и объемность проведенных исследований.

Таким образом, диссертационная работа Агафонова А.А. «Методы и алгоритмы обработки гетерогенной информации и адаптивного управления в интеллектуальной транспортной системе» является завершенным научным исследованием, автореферат диссертации также с достаточной полнотой отражает ее содержание.

Диссертация соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям (пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней от 24.09.2013 № 842 в действующей редакции), в ней изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Директор Института Искусственного интеллекта,
робототехники и системной инженерии,
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный
университет",
(420008, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, ул.
Кремлевская, д.18, корп.1),
доктор технических наук
(05.13.01 - Системный анализ, управление и
обработка информации (по отраслям))

26.11.2023


Чикрин Дмитрий Евгеньевич


ИНСТИТУТ
ИСКУССТВЕННОГО
ИНТЕЛЛЕКТА,
РОБОТОТЕХНИКИ
И СИСТЕМНОЙ
ИНЖЕНЕРИИ


ПОДПИСЬ
заврею