

# КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ

**Ma Линь**

Магистрант, Московский государственный  
технический университет им. Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)  
malin5050@outlook.com

**Афанасьев Арсений Геннадьевич**

Ассистент, Московский государственный  
технический университет им. Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)  
wolfram\_zn@mail.ru

**Афанасьев Геннадий Иванович**

К.т.н., доцент, Московский государственный  
технический университет им. Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)  
gaipcs@bmstu.ru

## COMPUTER VISION IN INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS

**Ma L.**

**A. Afanasyev**

**G. Afanasyev**

*Summary.* With the advent of new scientific and technological achievements, the technical level of vehicle equipment is rapidly increasing. The intelligent transformation of transport systems is a new direction in the use of information technology, which will greatly contribute to improving management efficiency. The inclusion of computer vision technology in intelligent transport systems makes them more automated and of higher quality. This article analyzes the key components of intelligent transport systems in relation to computer vision technology.

*Keywords:* artificial intelligence, computer vision, intelligent transport system, car navigation, GLONASS, GPSS.

*Аннотация.* С появлением новых научно-технических достижений быстро повышается технический уровень оснащения транспортных средств. Интеллектуальная поддержка транспортных систем — это новое направление по использованию информационных технологий, которое в сильной степени будет способствовать повышению эффективности управления. Включение в интеллектуальные транспортные системы технологии компьютерного зрения делает их более автоматизированными и качественными. В этой статье проводится анализ ключевых составляющих интеллектуальных транспортных систем в их взаимосвязи с технологией компьютерного зрения.

*Ключевые слова:* искусственный интеллект, компьютерное зрение, интеллектуальная транспортная система, автомобильная навигация.

## Интеллектуальные транспортные системы (ITS)

**В** настоящее время количество автомобилей в мире значительно увеличилось, что делает проблему наличия пробок еще более серьезной. В целях предотвращения заторов на дорогах и снижения вероятности аварий начаты соответствующие исследования в области создания интеллектуальных систем для управления вождения автомобилей. В процессе исследования и разработки транспортных систем управления используются результаты анализа соответствующих текущих проблем, а затем делают интеллектуальную технологию их основной частью.

Появление интеллектуальных транспортных систем создало хорошую транспортную среду для развития современной социальной среды и повысило качество управления. По сравнению с прошлым транспортным движением, интеллектуальный транспорт представляет собой систему нового типа, которая в основном включает в себя: информационную подсистему, подсистему взимания платы, подсистему управления, подсистему аварийно-диспетчерской службы и т.д. В системе интеллектуального транспорта наиболее важными являются информационные данные, на основе анализа которых появляется возможность улучшения оперативности и качества управления транспортными средствами и дорожным движением [5].

Ключевые технологии  
интеллектуальной  
транспортной системы

### ГЛОНАСС/GPS

Компьютерные технологии в интеллектуальных транспортных системах используют технологии ГЛОНАСС/GPS в качестве основного компонента. Эти технологии используются для навигации транспортных средств. Компьютер может анализировать данные, сгенерированные ГЛОНАСС/GPS, а затем использовать вспомогательные модули для улучшения работы автоматизированной информационной системы, позволяя управлению дорожным движением контролировать дорогу в режиме реального времени на основе этого и отслеживать подозрительные транспортные средства на дорогах.

Основным элементом технологии ГЛОНАСС/GPS являются облачные вычисления, которые могут быть связаны с серверами, системами позиционирования транспортных средств, компьютерами и виртуальными машинами. Использование технологии облачных вычислений позволяет значительно увеличить объем области сбора данных о дорожном движении, что приводит к большему диапазону и точности информации о дорожной сети города. Кроме того, использование облачных вычислений позволяет увеличить объем и скорость обработки информации на основе модуля ГЛОНАСС/GPS для обеспечения точности. Модуль ГЛОНАСС/GPS можно использовать для определения местоположения транспортных средств с высокой эффективностью и информативностью, так что система может обеспечивать динамическую навигацию в зависимости от дорожной ситуации.

### Компьютерное зрение

Усовершенствования и оптимизация компьютерных технологий позволяют осуществлять мониторинг транспорта, тем самым значительно расширяя возможности управления транспортным сектором. При использовании интеллектуальных транспортных систем функция мониторинга сосредоточена на технологии компьютерного зрения, которая используется для автоматической идентификации динамичных транспортных средств, аварийных ситуаций и определения наличия заторов на дорогах. Персонал управления дорожным движением в результате этого может наглядно судить о конкретных ситуациях на дорогах и принимать соответствующие оперативные управляющие решения. Например, чтобы быстро определить, что произошло в результате аварии и каким образом можно быстро добраться до ее места.

### Применение технологии компьютерного зрения в интеллектуальных транспортных системах

В настоящее время транспортная среда в городе относительно сложная и заторы между различными участками дорог могут быть серьезными. Использование интеллектуальной транспортной системы в основном направлено на обеспечение «плавности/гибкости» вождения. Впоследствии ее работа совместно с навигационной информацией о транспортном средстве позволяет обеспечить наиболее удобный гибкий маршрут для движения транспортных средств с улучшенными различными аспектами управления транспортными средствами. Так же можно использовать технологию компьютерного зрения для подробного анализа соответствующего контента, чтобы сформировать данные для интеллектуальной системы управления автомобилем.

При создании системы управления городским автотранспортным движением необходимо контролировать динамическую ситуацию об окружающей среде, чтобы конкретная информация о транспортных средствах соответствовала содержанию соответствующей информации о них в центре управления движением. При этом технология компьютерного зрения хорошо подходит для идентификации и отслеживания транспортных средств, движущихся по дорогам. Эта технология позволяет дать обратную связь общей системе управления, чтобы эффективно координировать работу составляющих подсистем управления [7].

### Мониторинг окружающей среды

Мониторинг дорожной ситуации в режиме реального времени позволяет конкретному состоянию района отражать конкретную ситуацию в этом районе, уменьшая задержки в процессе управления и повышая общую эффективность управления. Прежде системы мониторинга трафика имели плохое качество передачи и обработки данных. Использование интеллектуальных систем и технологии компьютерного зрения позволяет решить эту проблему не только за счет сокращения временного цикла анализа трафика в процессе использования, но и за счет эффективной интеллектуальной обработки информации об окружающей среде с использованием локальных компьютерных и облачных вычислений.

### Автомобильная навигация

Основное преимущество управления данными навигационной информации транспортного средства заключается в отличной своевременности, полноте информации и т.д., а также в соответствии данных раз-

личным участкам дорог в режиме реального времени, в алгоритмическом выборе путей движения или для остановки движения.

Технология компьютерного зрения может работать в трехмерной перспективе. В этом случае она создает удобство для водителей транспортных средств и персонала, контролирующего движение с использованием трехмерных изображений.

Управление данными навигационной информации транспортного средства представляет собой двустороннюю модель управления, которая включает в себя не только динамическую информацию, генерируемую транспортным средством в процессе движения, но также и систему управления трафиками города. Фактическая ситуация на каждом участке дорог обновляется в разные периоды времени, что позволяет в определенной степени снизить плотность транспортных в зафиксированных участках дорог и обеспечить хорошую основу для развития интеллектуального управления дорожным движением городов.

#### Оплата за проезд

Интеллектуальная обработка процедуры взимания платы за проезд транспортных средств в основном предназначена для оптимизации и улучшения работы системы взимания платы за проезд на скоростной автомагистрали, что позволяет перейти от ручной идентификации и извлечения информации при считывании с карт к извлечению информации из изображений.

На основе проверки моделей транспортных средств, записей о вождении транспортных средств и т.д. интеллектуальная обработка используется в качестве основы для проведения обработки и идентификации информации из изображений. Эта работа по проверке полученных данных делается с использованием стандартов управления начисления платы за проезд и содержания платежной информации, а также с использованием бинокулярного компьютерного зрения.

Для эффективной проверки транспортного средства в соответствии с вышеуказанным необходимо теоретически решить проблему недостаточной эффективности в прошлом. В то же время интеллектуальное управление элементами транспортных средств может значительно повысить уровень управления работой платных систем.

Используя технологию компьютерного зрения в качестве ключевой платформы для извлечения и идентификации информации могут быть созданы или улучшены базы данных по визуальной идентификации

транспортных средствах, чтобы заложить прочную техническую основу для продвижения и применения интеллектуального управления транспортными средствами в будущем.

#### Интеллектуальное вождение

Операционная среда работы искусственного интеллекта в процессе управления транспортным средством обуславливает определенные скрытые проблемы, связанные с человеком, оборудованием и другими моментами. Все это оказывает серьезное влияние на безопасность вождения.

В настоящее время в рекламируемых системах вспомогательного вождения человек используется в качестве основного компонента в системе. Среди остальных компонентов есть компьютерное зрение, инфракрасное зондирование, радар для радиолокационных волн. В результате этого способность обмена информацией в процессе вождения автомобиля слабая.

Операционные среды отдельных типов транспортных средств имеют отличия, которые не позволяют достичь глубокий уровень интеграции их в рамках общей системы автоматизированного вождения транспортными средствами, что приводит к достаточно значительному снижению значимости вспомогательных систем вождения.

Системы вспомогательного вождения в рамках системы управления только объединяют информацию в разных формах представления вместе и являются информационным интероперабельным целым.

Использование интеллектуальных транспортных систем с применением компьютерного зрения с использованием унификации контроля и управления различными типами транспортных средств помогает решить вышеуказанные проблемы. Интеллектуальная транспортная система при этом используется при этом в качестве платформы для информационного обмена для интеллектуальной системы более высокого уровня — интеллектуальной системы управления дорожного движения, предоставляя эффективные услуги управления для интеллектуального управления транспортными средствами и повышая безопасность вождения [9].

#### Статистика трафика

Статистика и обнаружение конкретных транспортных потоков на видеомониторинге для каждого перекрестка является важной предпосылкой для проведения соответствующего анализа трафиков и динамики их прогно-

зирования. Поэтому обнаружение транспортных средств на дороге является ключевым содержанием исследований в системах помощи при вождении и в интеллектуальных системах управления дорожным движением.

Работы по мониторингу, проводившиеся ранее на основе технологии компьютерного зрения, в основном включали два этапа: создание гипотезы и проверка.

В процессе генерации гипотезы необходимо выделить интересующую область на изображении. В процессе проверки содержания гипотезы можно использовать подходящие методы расчета для проверки транспортных средств в области интереса (ROI).

В целом методы генерации гипотез можно разделить на несколько категорий: основанные на знаниях, основанные на стереозрении и основанные на информации о движении.

Подходы с точки зрения знаний в основном используют симметрию, цвет, фокус, край, текстуру и т.д. Преимущество этих подходов состоит в простоте алгоритмов, интуитивно понятных результатах и простоте реализации на практике. В тоже время есть и недостатки, которые вытекают из необходимости знаний о пропорциях длины и ширины транспортных средств, конкретных размеров транспортных средств, контрастности с окружающей средой и т.д.

При использовании подхода стереозрения требуется несколько камер для захвата сцены с разных углов чтобы получить стереоскопическое изображение и информацию о глубине.

При применении метода движения используется информация между соседними кадрами на видео для определения области интереса (ROI). ROI определяется следующими методами расчета: методом разности кадров, методом анализа оптического потока [8].

Метода проверки в целом основаны на основе модулей и на основе внешнего вида. В последние годы в результате успехов в технологии глубокого обучения, повышения производительности оборудования, алгоритмы мониторинга сместились в сторону использования нейронных сетей типа R-CNN, Fast/Faste, SSD [1,2,3,4]. Упомянутые выше методы расчета на практике показали себя хорошо в решении задач по обнаружению и обработке ROI.

#### Статистика пассажиров

Общественные транспортные средства и железнодорожный транспорт всегда были важными видами

транспорта для жителей городов. Из-за неравномерности общественного пассажиропотока с точки зрения географии и времени часто возникают проблемы из-за переполненности в часы пик и малого количества транспортных средств, перевозящих пассажиров в часы пик, что приводит к серьезной трате ресурсов.

Автоматический метод подсчета количества пассажиров является важной технологией в интеллектуальных транспортных системах. Основываясь на подробной статистике конкретного времени и места посадки и высадки пассажиров, можно понять распределение и характеристики пассажиров, что обеспечивает важную основу для разработки расписания движения пассажирских транспортных средств.

На практике обнаружение людей не подходит для большинства типов сред, особенно в общественных местах с интенсивным движением. В этом случае из-за чрезмерной плотности людей, а также затемненности и других аспектов, произвести работу по наблюдению за отдельными целями исключительно сложно.

В регрессионном методе подсчета персонала по признакам характеристики текстуры области интереса извлекаются до выполнения работы, а затем функции ядра используются для завершения преобразования характеристик текстуры в отображение численности персонала.

В этом методе расчета ключевым показателем является плотность и количество людей. Оценка плотности скопления людей основана на классификации выделенных признаков плотности по шаблону, а оценка количества людей основана на идентификации отдельных сегментов или регрессионном анализе выделенных признаков, таких как площадь пикселей движения и текстуры. Метод в целом основан на расчете количества признаков, которые могут в определенной степени улучшить результаты, вызванные взаимностью. Метод также основан на расчете характеристик количества людей, которые могут в определенной степени улучшить влияние на результаты, вызванное взаимной окклюзией. Поскольку характеристики распределения населения чрезвычайно трудно охарактеризовать математически, точность этого метода ограничена. Это ограничивает точность данного метода.

#### Анализ видеотрафика

Анализ видеотрафика движения — это интеллектуальная часть транспортной системы обнаружения и прогнозирования событий. Прежде чем производить анализировать трафик на видео необходимо обнаружить статические транспортные средства или обнару-

жить и выполнить затем динамическое отслеживание траектории движущихся транспортных средств [8].

Отслеживание целей на основе технологии компьютерного зрения является одной из основных проблем в компьютерной области. В основном основная цель состоит в том, чтобы изучить контент, снятый камерой, чтобы выполнить отслеживание интересующего объекта. Алгоритм отслеживания целей фокусируется на поиске интересующего объекта и определения его местоположения в каждом кадре на основе параметров соответствия цели между соседними кадрами. В результате получается соответствующая полная траектория движения объекта (цели) [6].

## Выводы

Подводя итог, можно сказать, что интеграция интеллектуальной транспортной системы с техно-

логией компьютерного зрения вполне решает трудности в интегральном управлении данными, полученными от разных источников информации, и еще больше может повысить оперативность управления и контроля движения транспортных средств и дорожного движения. При этом компьютерное зрение является одной из ключевых технологий интеллектуальных транспортных систем. Хотя технология компьютерного зрения достаточно хорошо используется в управлении транспортными средствами и дорожным движением все еще есть большие возможности для улучшения этого управления с точки зрения точности, достоверности, качества и скорости обнаружения и отслеживания на ее основе. Многообещающим подходом в решении указанных задач является использование технологии глубокого обучения с использованием интегрального анализа видеоинформации с разных источников, влияющей на решение указанных задач.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аладин Д.В. и др. Подход к разработке модели цифрового двойника водителя высокоавтоматизированного транспортного средства на основе гибридной интеллектуальной информационной системы / Аладин Д.В., Горячкин Б.С., Варламов О.О., Афанасьев Г.И., Тимофеев В.Б. // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2022. № 2–2. С. 34–40.
2. Афанасьев Г.И., Абулкасимов М.М., Сурикова О.В. Алгоритмы оптимизации, используемые в нейронных сетях, и градиентный спуск // Аспирант и соискатель. 2019. № 6 (114). С. 81–86.
3. Галичий Д.А., Афанасьев Г.И., Нестеров Ю.Г. Распознавание эмоций человека при помощи современных методов глубокого обучения // E-Scio. 2021. № 5 (56). С. 316–329.
4. Крутов Т.Ю., Афанасьев Г.И., Нестеров Ю.Г. Оптимизационные методы нейронных сетей для решения задачи бинарной классификации изображений // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2021. № 5–2. С. 68–76.
5. Chen Chen, Guo Jinwei, Yang Kaixin, et al. Research on Intersection Signal Control Strategy Based on Computer Vision // Computer Knowledge and Technology. 2020.16 (07). P. 194–196.
6. Jiang Tao, Chen Chong, Pu Haoqing. Application of precise positioning and computer vision technology in intelligent mooring of Three Gorges and Gezhouba ship locks. // Water Transport Engineering. 2020 (2). P. 52–56.
7. Su Bo. Algorithm Research on Computer Vision-Based Computer Vision-Based Electronic Police Capture Violations of Violations of Red Lights // Microcomputer Applications. 2020.36 (1). P. 106–111.
8. Szeliski R. Computer Vision: Algorithms and Applications // Springer. 2nd ed. 2022. — 947 p.
9. Zhang Dongmei, Lu Xiaoping, Zhang Hang, et al. A Traffic Flow Statistics Algorithm Based on UAV Video Images // Remote Sensing Information. 2020 (1). P. 142–146.

© Ма Линь ( malin5050@outlook.com ),

Афанасьев Арсений Геннадьевич ( wolfram\_zn@mail.ru ), Афанасьев Геннадий Иванович ( gaipcs@bmstu.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»