

УДК 004.89

<https://doi.org/10.31854/2307-1303-2025-13-1-40-46>

EDN: ZZGRGL

Разработка интеллектуальной системы помощи водителю

Виницкий М. А., Дусталев Е. В., Минин Д. А. [✉], Бабич В. Н., Бобровский В. И.

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация

Постановка задачи. Методы машинного обучения и нейронные сети являются перспективным инструментом для прогнозирования и определения объектов в режиме реального времени, что позволяет найти применение подобным технологиям в обеспечении безопасности дорожного движения. **Целью работы** является разработка решения, способного с помощью методов искусственного интеллекта детектировать и классифицировать объекты, реализующее функции интеллектуальной системы помощи водителю на борту транспортного средства. **Используемые методы:** создание сервиса интеллектуального ассистирования на основе сверточных нейронных сетей. Элементом **новизны** представленного решения является реализация сервиса помощи принятия решения водителю на основе компактной малоомощной вычислительной базы. **Результат:** выбранный сервис интеллектуальной системы помощи принятия решений водителю реализован на компактном малоомощном вычислительном устройстве с точностью 87 % по оценке показателя средней точности (mAP) при средней частоте 32 кадра в секунду. **Практическая значимость:** представленное решение позволяет внедрить систему с использованием алгоритмов искусственного интеллекта на базу транспортного средства благодаря низкому энергопотреблению и нейропроцессорному модулю, способному работать с видеопотоком в режиме реального времени.

Ключевые слова: Advanced Driver's Assistance System, сверточные нейронные сети, искусственный интеллект, машинное обучение, интеллектуальные транспортные системы, определение объектов

Введение

Современные дорожно-транспортные системы сталкиваются с рядом проблем, возникающих вместе с ростом числа транспортных средств. К ним относятся: высокое количество дорожно-транспортных происшествий, загруженность городской дорожной инфраструктуры, загрязнение воздуха и окружающей среды. Для решения упомянутых проблем международным сообществом совместно с крупнейшими автотранспортными производителями, технологическими компаниями и стандартизирующими организациями был разработан комплекс средств, при помощи которых транспортное сообщения можно сделать более безопасным, эффективным и комфортным, а также уменьшить влияние на

Библиографическая ссылка на статью:

Виницкий М. А., Дусталев Е. В., Минин Д. А., Бабич В. Н., Бобровский В. И. Разработка интеллектуальной системы помощи водителю // Информационные технологии и телекоммуникации. 2025. Т. 13. № 1. С. 40–46. DOI: 10.31854/2307-1303-2025-13-1-40-46. EDN: ZZGRGL

Reference for citation:

Vinitsky M., Dustalev E., Minin D., Babich V., Bobrovsky V. Development of an Advanced Driver Assistance System // Telecom IT. 2025. Vol. 13. Iss. 1. PP. 40–46 (in Russian). DOI: 10.31854/2307-1303-2025-13-1-40-46. EDN: ZZGRGL

окружающую среду [1]. Интеллектуальная транспортная система (ИТС) – комплекс систем, направленный на взаимодействие участников движения, дорожной и вычислительной инфраструктуры. Внедрение ИТС позволяет решить большинство существующих проблем в дорожно-транспортной области [2].

Важной частью подобных систем являются бортовые устройства с поддержкой функций ADAS (*аббр. от англ. Advanced Driver's Assistance System* – интеллектуальная система помощи принятия решений водителю). Внедрение бортовых систем с функциями ADAS – ключевой этап в развитии ИТС, так как именно такие системы позволяют на основе получаемых данных о дорожной обстановке обеспечивать транспортные средства своевременными управляющими или информирующими действиями для обеспечения безопасности, эффективности и комфорта вождения [3]. Основными технологиями подобных систем являются компьютерное зрение и обработка данных в режиме реального времени [4].

Интеллектуальная система помощи водителю состоит из трех основных модулей:

- устройства ввода информации;
- устройства вывода информации;
- устройства обработки информации.

Для работы устройств, реализующих функции ADAS, необходимо анализировать дорожную сцену – совокупность процессов, происходящих в окружении транспортного средства [5]. Необходимым и достаточным для реализации базовых функций является видеочамера высокого разрешения, вычислительное устройство, способное обрабатывать видеопоток в режиме реального времени, и устройство вывода для подачи сигнала оповещения [6]. Для вычислений (в зависимости от требований к транспортному средству, его габаритам и месту расположения головного устройства) существует как классический, применяемый во множестве автомобилей с ADAS вариант вычислений с использованием исключительно центрального процессорного устройства, так и на основе графического процессора или нейропроцессорного модуля [7]. Решения отличаются вычислительной мощностью, габаритам и стоимостью. Вывод информации для водителя происходит посредством звуковых сигналов, световой индикации или мультимедийной системы транспортного средства.

Решение

Для реализации интеллектуальной системы помощи принятия решений водителю выбран подход с использованием одноплатного вычислительного устройства, подключенного к аккумуляторной батарее транспортного средства (подключение осуществляется через USB-адаптер). На плате находится нейропроцессорный модуль, удовлетворяющий требованиям к компактности для внедрения на борт транспортного средства и высокой производительности для работы с видеопотоком в режиме реального времени (рисунок 1). В качестве базовой функции ADAS реализуется сервис по определению дорожных знаков (TSR, *аббр. от англ. Traffic Sign Recognition*) как основополагающий для дальнейшего развития системы.

В состав решения входят:

- одноплатное вычислительное устройство с NPU (нейропроцессорным модулем) RockChip3588;
- радиомодуль;
- веб-камера.

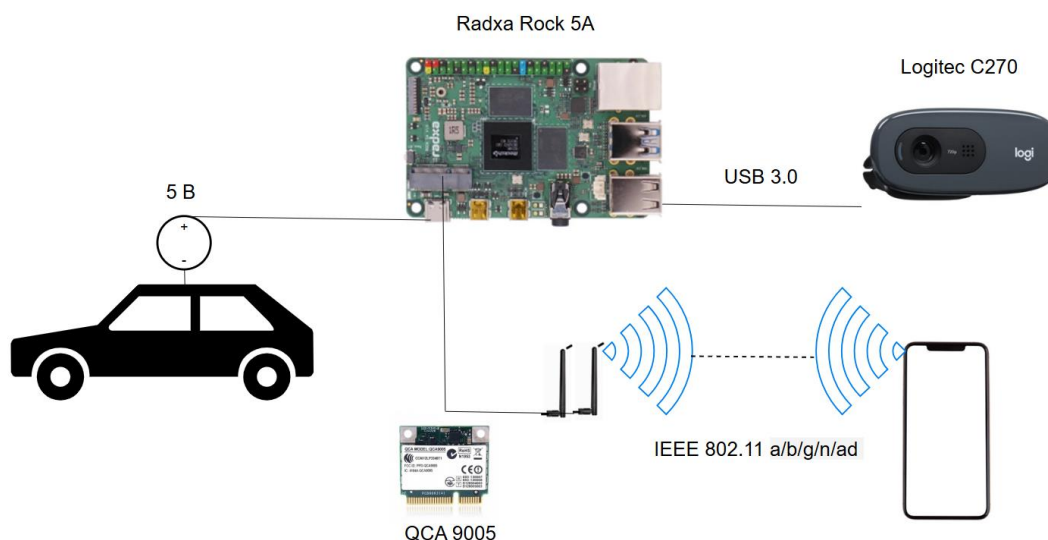


Рис. 1. Схема системы помощи принятия решений

В качестве инструмента определения и классификации объектов выбран алгоритм YOLO как наиболее подходящий для задач распознавания в режиме реального времени. Большинство моделей (RetinaNet, EfficientDet, R-CNN) не имеют возможности реализовать режим реального времени [8]. Классическая реализация программной части нейронной сети YOLO включает в себя язык программирования Python, библиотеку для компьютерного зрения OpenCV, фреймворк на основе тензорных вычислений Pytorch и весовые коэффициенты обучения модели YOLO.

Для внедрения функции определения и классификации объектов на испытываемом устройстве необходимо использовать NPU, для чего следует конвертировать файлы с нейронной сетью в формат «.rknn», подходящий для обработки в процессоре RockChip3588. На вычислительное устройство требуется добавить репозиторий с конфигурационными файлами rknn-toolkit2, который создает интерфейс для доступа к вычислительному устройству NPU. Кроме того, важным этапом установки всех требуемых программ для конвертации является удовлетворение условиям совместимости для всех программных продуктов, требуемых в документации RockChip (от производителя процессоров семейства Rockchip с описанием технических характеристик и способов работы с процессорами компании). Рекомендуется использовать операционную систему Ubuntu 20.04, Python версии 3.8. Далее необходимо импортировать два репозитория: rknn-toolkit2 и rknn_model_zoo.

Для клонирования репозитория использовались команды:

```
git clone https://github.com/airockchip/rknn-toolkit2.git -b v1.6.0
```

```
git clone https://github.com/airockchip/rknn_model_zoo.git -b v1.6.0.
```

Далее необходимо установить все требуемые программные файлы. Скрипт для их установки находится в репозитории rknn-toolkit2. Установка происходит с помощью исполнения команды:

```
pip install -r packages/requirements_cp38-1.6.0.txt -I https://mirror.baidu.com/pypi/simple u pip install packages/rknn_toolkit2-1.6.0+81f21f4d-cp38-cp38-linux_x86_64.whl
```

При успешной установке устройство готово для конвертации моделей нейронной сети. Все программные файлы сверточной нейронной сети семейства YOLO необходимо перевести в формат «.rknn» при помощи rknn-toolkit2. Конвертация происходит в несколько этапов: инициализации rknn, конфигурация файла, конвертация исходного файла нейронной сети в формат «.onnx», конвертация файла «.onnx» в формат «.rknn», экспорт файла (рисунок 2).

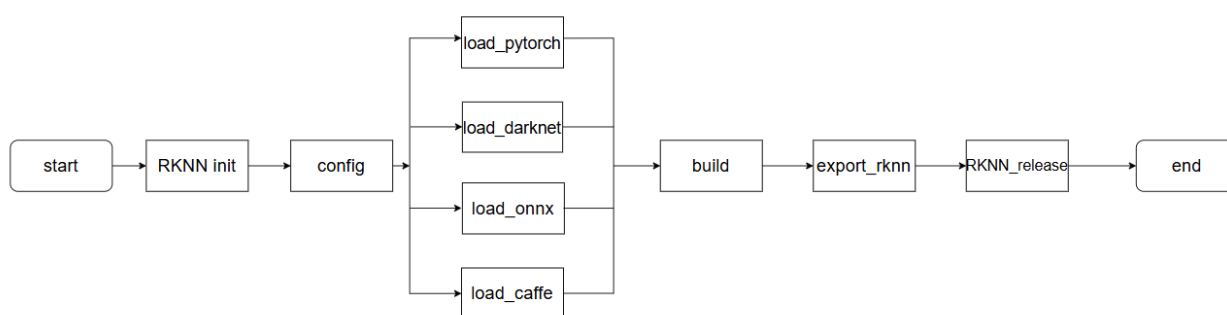


Рис. 2. Этапы конвертации нейронной сети

Работа с видеопотоком построена следующим образом: по протоколу RTSP камера отправляет видеопоток, сжатый кодеком H.264 на вычислительное устройство, на встроенном аппаратном декодере которого выполняется декодирование видеопотока и последующая передача для обработки алгоритмом YOLO.

Результаты

Система функционирует стабильно (рисунок 3), выполняя базовый сервис интеллектуальной системы помощи принятия решений (определение дорожных знаков). Условия проведения эксперимента – дневное время суток, ясная погода. Испытания проводились в Адмиралтейском районе Санкт-Петербурга.

Алгоритм YOLO показывает точность 87 % по метрике mAP (mean Average Precision – показатель средней точности):

$$mAP = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{k=n} AP_k,$$

где n – число классов; AP_k – средняя точность для каждого класса.



Рис. 3. Пример работы сервиса определения дорожных знаков

Среднее количество кадров в секунду на устройстве – 32. Полученный результат работы удовлетворяет условиям функционирования базового сервиса обеспечения водителя своевременной контекстной информацией о зоне действия дорожного знака.

В дальнейшем планируется развитие системы, включение в работу нескольких сервисов ADAS, а также обработка параллельных видеопотоков для мониторинга дорожной сцены в боковом и заднем направлениях.

Литература

1. Accelerating the Future of Autonomous Vehicles // NVIDIA. URL: <https://www.nvidia.com/en-us/self-driving-cars> (Accessed 10.01.2025)
2. Аналитический отчет по итогам исследования состояния и перспектив развития рынка бортового оборудования и технологий ADAS. 2019 // ГЛОНАСС / ГНСС Форум. URL: <http://www.aggf.ru/projects> (дата обращения 10.01.2025)
3. Autonomous Driving and Driver Assist Solutions. 2023 // Mentor. URL: <https://www.mentor.com/mentorautomotive/autonomous> (Accessed 10.01.2025)
4. Бабич В. Н., Виноцкий М. А., Дусталев Е. В. Обзор существующих интеллектуальных бортовых систем помощи водителю транспортного средства // Студенческая весна-2023: Материалы 77-й региональной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Санкт-Петербург, 23–24 мая 2023 г.). СПб.: СПбГУТ, 2023. С. 77–82. EDN: OQXZRT
5. Explanation of Application Interface of AD/ADAS Vehicle Motion Control R23-11 // AUTOSAR URL: https://www.autosar.org/fileadmin/standards/R23-11/CP/AUTOSAR_CP_MOD_AISpecification.zip (Accessed 10.01.2025)
6. Computer Vision for Autonomous Driving: Keep an Eye on the Road // Intelias. URL: <https://www.intellias.com/computer-vision-keep-sharp-eye-road> (Accessed 10.01.2025)

7. Platform for ADAS. 2023 // Green Hills. URL: https://www.ghs.com/products/auto_adas.html (Accessed 10.01.2025)

8. Xu J. Распознавание образов с помощью искусственного интеллекта. 07.01.2023 // Хабр. URL: <https://habr.com/ru/articles/709432> (дата обращения 10.01.2025)

**Статья поступила 13 января 2025 г.
Одобрена после рецензирования 06 июня 2025 г.
Принята к публикации 09 июля 2025 г.**

Информация об авторах

Виницкий Михаил Александрович – студент 1-го курса магистратуры, (группа ИКВТ-491м) Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Дусталев Евгений Владимирович – студент 1-го курса магистратуры, (группа ИКВТ-491м) Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Минин Дмитрий Александрович – студент 1-го курса магистратуры, (группа ИКВТ-492м) Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. E-mail: minin.da@sut.ru

Бабич Василий Николаевич – студент 1-го курса магистратуры (группа ИКТМ-42м) Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Бобровский Вадим Игоревич – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры программной инженерии и вычислительной техники Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. E-mail: bobrovskii.vi@sut.ru

<https://doi.org/10.31854/2307-1303-2025-13-1-40-46>
EDN: ZZGRGL

Development of an Advanced Driver Assistance System

M. Vinitzky, E. Dustalev, D. Minin ✉, V. Babich, V. Bobrovsky

The Bonch-Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications,
St. Petersburg, 193232, Russian Federation

Problem statement. Machine learning methods and neural networks are a promising tool for forecasting and identifying objects in real time, which allows for the application of such technologies in ensuring road traffic safety. **The aim of the work** is to develop a solution capable of detecting and classifying objects using artificial intelligence methods, implementing the functions of an intelligent driver assistance system onboard a vehicle. **Methods used:** creating an intelligent assistance service based on convolutional neural networks. **An element of novelty** in the presented solution is the implementation of a decision support service for the driver based on a compact low-power computing platform. **Result.** The selected service of the intelligent decision support system for drivers is implemented on a compact low-power computing device with an accuracy of 87 % based on the mean average precision (mAP) at an average frame rate of 32 frames per second. **Practical significance.** The presented solution allows for the implementation of a system using artificial intelligence algorithms on a vehicle base due to low energy consumption and a neuroprocessor module capable of working with video streams in real-time.

Keywords: Advanced Driver's Assistance System, convolutional neural networks, artificial intelligence, machine learning, intelligent transportation systems, object detection

Information about Authors

Vinitzky Mikhail – a 1st-Year Master's Student (The Bonch-Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications)

Dustalev Evgeny – a 1st-Year Master's Student (The Bonch-Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications)

Minin Dmitry – a 1st-Year Master's Student (The Bonch-Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications). E-mail: minin.da@sut.ru

Babich Vasily – a 1st-Year Master's Student (The Bonch-Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications)

Bobrovsky Vadim – Dr. Habil. of Technical Sciences, Full Professor, Professor at the Department of Program Engineering and Computer Science (The Bonch-Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications). Email: bobrovskii.vi@sut.ru