

Автономная навигация мобильного робота в условиях смоделированной городской среды

И. В. Савицкая, А. П. Семёнова, Е. В. Греков
Донецкий национальный технический университет
i.v.savitskaya@mail.ru, nastena-semenova19@rambler.ru,
grekovegorushka@yandex.ru

Аннотация

Статья посвящена разработке и практической реализации алгоритма управления мобильным роботом для автономной навигации в условиях модели городской среды – в рамках хакатона «Движение по городу» соревнований «Кубок РТК Высшая лига». В работе описана интегрированная система, сочетающая методы компьютерного зрения (на базе свёрточной нейронной сети YOLOv8) для распознавания дорожных знаков и разметки, а также механизмы планирования маршрута (с учётом ПДД) на основе данных от разнородных датчиков. Представлена аппаратная архитектура робота и программная реализация на Python с использованием библиотек OpenCV и ROS. Приведены параметры производительности системы. Описана схема интеграции компонентов: от детекции знаков нейросетью до формирования команд управления движением.

Введение

В рамках хакатона «Движение по городу» международных молодёжных робототехнических соревнований «Кубок РТК Высшая лига», который проходил в г. Санкт-Петербург 5–6 июля 2025 г., участникам предлагалось решить актуальную инженерную задачу: разработать систему управления мобильным роботом для автономной доставки условных пассажиров в условиях городской среды с обязательным соблюдением правил дорожного движения.

Современные достижения в области робототехники и искусственного интеллекта открывают новые перспективы для развития автономных транспортных систем. Однако их успешное внедрение в городскую инфраструктуру требует надёжной реализации двух базовых компонентов:

- высокоточной навигации в условиях мегаполиса с его сложной и динамически изменяющейся средой;
- строгого соблюдения правил дорожного движения (ПДД), включая реагирование на дорожные знаки, разметку, временные ограничения и опасные зоны.

Актуальность задания обусловлена растущим спросом на автономные транспортные решения и необходимостью отработки ключевых технологий в контролируемых условиях соревнований. Успешное выполнение задания демонстрирует готовность команды к решению реальных инженерных задач в сфере беспилотного транспорта.

Цель работы – разработка и экспериментальная проверка алгоритма управления мобильным роботом, способного

выполнить задание хакатона «Движение по городу» с соблюдением всех регламентированных требований. В рамках работы особое внимание уделено интеграции методов компьютерного зрения и алгоритмов навигации для обеспечения корректного распознавания дорожных знаков и разметки, а также безопасной и эффективной прокладки маршрута в условиях, имитирующих реальную городскую среду.

Постановка задачи

В соответствии с регламентом хакатона [1] робот должен автономно доставить условных пассажиров из зон посадки в зону высадки, строго соблюдая ПДД на всём маршруте. Система управления должна обеспечивать:

1. Распознавание дорожных знаков и разметки:
 - идентификация знаков «Остановка» (зона для посадки) и «Парковка» (зона для высадки);
 - учёт иных дорожных знаков («Движение направо», «Движение налево», «Движение прямо», «Поворот направо запрещен», «Поворот налево запрещен» и т.д.);
 - анализ дорожной разметки для определения разрешённых траекторий движения.
2. Корректное поведение в зонах посадки и высадки:
 - остановка на 2 секунды у знака «Остановка» перед началом движения (имитация посадки пассажиров);
 - достижение зоны высадки и финальная остановка непосредственно перед знаком «Парковка».

3. Безопасную навигацию:
– объезд или остановка перед пропускными пунктами и ограждениями опасных объектов;

– адаптация маршрута в реальном времени с учётом текущих условий и ограничений.

4. Использование картографических данных:

– применение предварительно построенной карты города для планирования маршрута;

– обновление карты в процессе движения (при обнаружении новых препятствий или изменений в инфраструктуре).

5. Гибкость маршрута:

– возможность произвольного перемещения по полигону при условии строгого соблюдения ПДД;

– выбор оптимального пути с учётом текущей дорожной ситуации.

Критерии успешного выполнения задания хакона:

– робот проехал по городу, соблюдая все правила дорожного движения;

– выполнена остановка на 2 секунды перед знаком «Остановка» в зоне посадки;

– робот достиг зоны высадки и остановился перед знаком «Парковка»;

– в процессе движения корректно учтены все встреченные дорожные знаки, разметка, пропускные пункты и ограждения опасных объектов.

Практическая значимость решения задачи заключается в:

– демонстрации возможностей современных робототехнических платформ;

– отработке технологии автономного вождения в контролируемых соревновательных условиях;

– развитии навыков командной работы и быстрого прототипирования у участников.

Разработанный алгоритм может послужить основой для дальнейших разработок в области:

– роботов-курьеров;

– беспилотных такси;

– автономных шаттлов в закрытых кампусах и жилых комплексах.

Описание полигона для проведения испытаний

Полигон представляет собой масштабную модель городского квартала, предназначенную для тестирования алгоритмов навигации и соблюдения правил дорожного движения мобильными роботами. Конструкция полигона имеет модульную структуру и состоит из 25 плотно соединённых квадратных ячеек, организованных в виде большого квадрата со стороной 5 ячеек (5×5).

Основные геометрические параметры:

размер стороны одной ячейки: 800 мм;

общий размер стороны полигона: 4000 мм (4 м);

общая площадь полигона: 16 м².

По периметру полигон ограничен ограждением из белых пластиковых панелей, плотно соединённых между собой. На внутренней поверхности панелей наклеена матовая плёнка с изображениями, имитирующими элементы городской среды (зелёные насаждения, здания и т.д.). Цветовая гамма изображений выполнена в приглушённых тонах без использования ярких цветов, что минимизирует визуальный шум при работе алгоритмов компьютерного зрения (см. рис. 1).

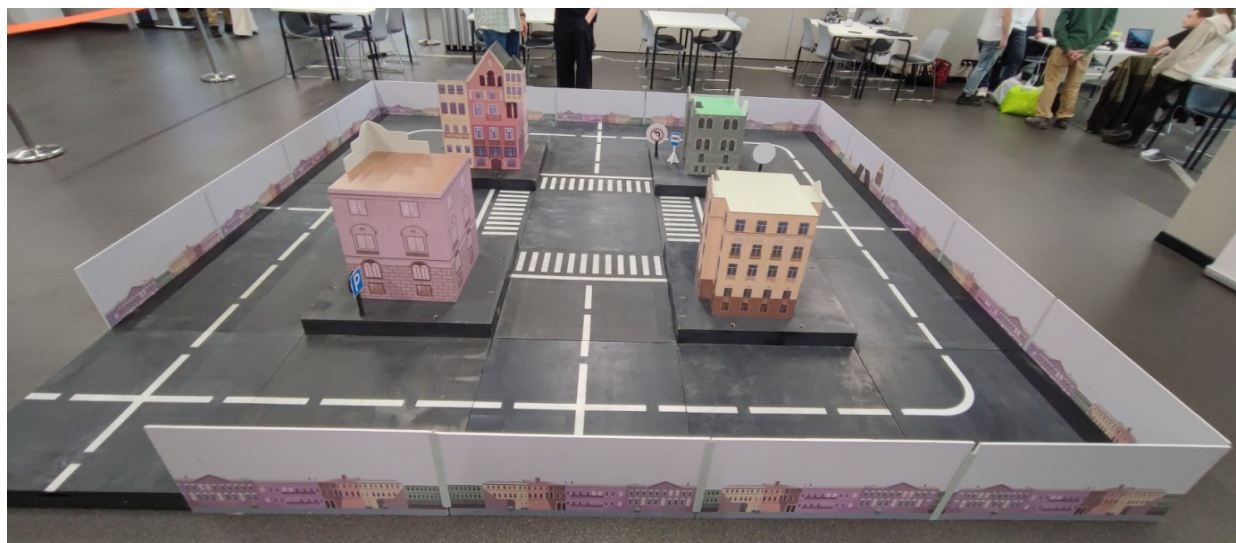


Рисунок 1 – Полигон

Дорожная сеть полигона выполнена из окрашенной фанеры тёмно-серого цвета с матовой поверхностью (см. рис. 2). На поверхности нанесена дорожная разметка белого цвета (матовая поверхность), обеспечивающая достаточный контраст для распознавания системами технического зрения.

Характеристики дорожной разметки:

- тип основной линии: прерывистая;
- ширина линии: 40 мм;
- назначение: навигация робота внутри полигона;
- особенности конфигурации: на угловых ячейках предусмотрены скругления разметки (всего 4 элемента);
- в зонах Т-образных перекрёстков линии разметки пересекаются под прямым углом.

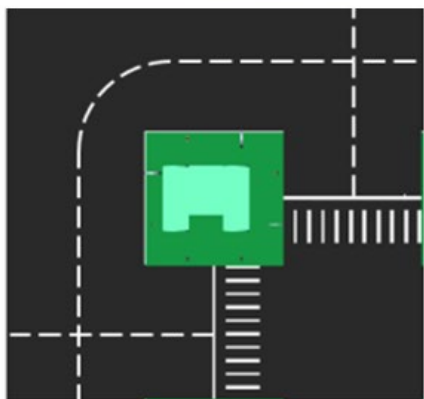


Рисунок 2 – Фрагменты дорожной разметки

В структуре полигона размещены модели зданий, имитирующие городскую застройку. Параметры элементов застройки:

- количество моделей зданий: 4;
- расположение: по центру специальных постаментов в отдельных ячейках полигона;
- размеры постамента (Д×Ш×В): 800×800×80 мм;
- размеры основания здания (Д×Ш): не более 500×500 мм;
- высота здания (от верхней части постамента): 500–600 мм.

В углах каждого постамента предусмотрены отверстия для установки дорожных знаков (см. рис. 3).

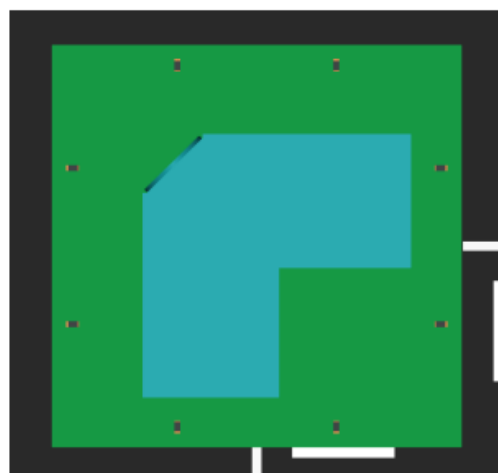


Рисунок 3 – Макет ячейки здания (вид сверху) с травой и отверстиями под знаки

Для регулирования движения робота используются пропорционально уменьшенные копии дорожных знаков, соответствующие требованиям ГОСТ Р 52289–2019.

Технические характеристики знаков:

- диаметр знака: 100 мм;
- высота стойки от поверхности дорожного покрытия: не менее 150 мм;
- способ крепления: фиксация в отверстиях ячеек зданий;
- лицевая сторона: оклеена матовой бумагой с изображением направления движения;
- обратная сторона: окрашенная фанера (тёмно-серый или белый цвет, матовая поверхность).

Знаки устанавливаются по правую сторону проезжей части по направлению движения робота. Такое расположение знаков позволяет создать разветвлённую сеть маршрутов с различными сценариями движения – например, с обязательными поворотами, ограничениями манёвров или прямыми участками, – что повышает сложность и реалистичность

испытаний для роботов. Полный перечень и внешний вид знаков представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Виды дорожных знаков

Предписывающие	Запрещающие
	
	

Маршрут движения робота формируется с учётом заданных стартовых условий и требований к конечной точке. Стартовая позиция определяется организаторами перед началом испытаний: робот размещается в одной из угловых ячеек полигона. При этом начальная ориентация робота (направление, в котором он обращён перед стартом) также задаётся организаторами в начале соревнований.

После старта дальнейшее движение робота осуществляется автономно – в соответствии с расставленными на полигоне дорожными знаками. Робот должен анализировать знаки в процессе движения и выбирать траекторию, строго соблюдая предписанные ими правила (например, поворачивать в разрешённом направлении или двигаться прямо).

Конечная точка маршрута, соответствующая зоне высадки, идентифицируется по наличию знака «Парковка». Достигнув этой зоны, робот обязан полностью остановиться непосредственно перед указанным знаком. Выполнение данного условия считается обязательным для успешного завершения задания.

Полигон спроектирован с учётом требований к тестированию систем автономного вождения:

- масштабируемость: модульная структура позволяет при необходимости модифицировать конфигурацию;
- воспроизводимость условий: фиксированное расположение элементов обеспечивает повторяемость экспериментов;
- реалистичность: имитация городской среды (здания, разметка, знаки) приближает условия испытаний к реальным;
- безопасность: ограниченные размеры и ограждение исключают выход робота за пределы рабочей зоны.

Такая конфигурация полигона позволяет объективно оценивать:

- точность распознавания дорожных знаков и разметки;
- корректность интерпретации правил дорожного движения;
- эффективность алгоритмов навигации в условиях ограниченного пространства;
- способность робота адаптироваться к изменяющимся условиям маршрута.

Предлагаемое решение

Для реализации проекта использовались следующие технологии [2]:

- Python – основной язык программирования.
- OpenCV – для реализации алгоритмов компьютерного зрения.
- Orange Pi 5 – для обработки данных с камеры;
- самостоятельно спроектированный и сконструированный мобильный робот.

Конструктивная основа мобильного робота представляет собой жёсткую раму, выполненную из алюминиевого профиля сечением 20×20 мм. Верхняя часть конструкции закрыта листом оргстекла толщиной 2 мм, что обеспечивает защиту размещённых внутри компонентов и удобный визуальный доступ к ним при проведении отладки и тестирования.

В состав вычислительного блока входят:

- микроконтроллер Arduino Mega – для управления исполнительными механизмами и обработки данных с низкоуровневых датчиков;
- одноплатный компьютер Orange Pi 5 (с объёмом ОЗУ 8 ГБ) – для выполнения

ресурсоёмких вычислений, в т.ч. обработки видеопотока и работы нейросетевых алгоритмов;
– экран на базе Orange Pi – для визуализации данных и отладки программного обеспечения в режиме реального времени.

Сенсорная подсистема робота включает следующие компоненты:

1. Четыре ультразвуковых датчика, размещённых по периметру корпуса (датчики 1 и 2 – на правой стороне, датчики 3 и 4 – на левой). Предназначены для позиционирования робота на полигоне и обнаружения препятствий на ближней дистанции (до 2–3 м).

2. Два лазерных дальномера (на передней и задней частях корпуса) – обеспечивают высокоточное позиционирование и обнаружение препятствий на средней дистанции, а также позволяют строить локальную карту окружения.

3. Три датчика линии, расположенные в нижней передней части робота, – служат для определения положения робота относительно дорожной разметки, в т.ч. на перекрёстках и сложных участках траектории.

4. Камера – используется для обнаружения и классификации дорожных знаков с помощью алгоритмов компьютерного зрения.

Такое сочетание разнородных сенсорных модулей позволяет реализовать комплексную систему восприятия окружающей среды, обеспечивающую надёжную навигацию и безопасное движение робота в условиях полигона, имитирующего городскую среду (см. рис. 4).

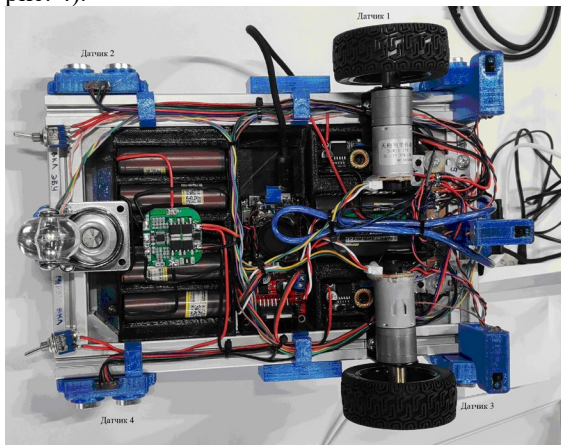


Рисунок 4 – Мобильный робот

Интеграция данных от всех датчиков повышает устойчивость системы к внешним помехам и ошибкам отдельных сенсоров, что критически важно для автономной работы в динамически изменяющейся среде. В рамках разработки системы автономного управления мобильным роботом реализован следующий последовательный план работ:

1. Анализ существующих методов распознавания дорожных знаков. Проведён обзор современных подходов к решению задачи

детекции и классификации дорожных знаков в условиях реального времени, с учётом специфики мобильного робота и условий полигона.

2. Выбор оптимального метода с учётом аппаратных ограничений платформы (вычислительная мощность, требования к скорости обработки данных) и специфики рабочей среды (ограниченная освещённость, возможные искажения перспективы, вариативность фона).

3. Разработка алгоритма обнаружения и классификации дорожных знаков, включая предварительную обработку изображений, выделение признаков и принятие решений на основе выбранных методов.

4. Реализация программного обеспечения для управления движением робота, интегрирующего модуль распознавания знаков с подсистемами навигации, планирования маршрута и управления исполнительными механизмами.

5. Тестирование и оценка точности работы алгоритма на экспериментальном полигоне с имитацией городской среды. В ходе испытаний измерялись ключевые метрики: точность распознавания, время обработки кадра, устойчивость к внешним помехам и способность адаптироваться к изменениям условий освещения и ракурса съёмки.

Анализ существующих решений [3-5] показал, что для задачи распознавания дорожных знаков наиболее распространены следующие подходы (см. таблицу 2):

1. Классические методы обработки изображений – включают алгоритмы выделения границ (например, оператор Собеля или Кэнни), цветовую сегментацию по заданным критериям и морфологические операции. Отличаются низкими требованиями к вычислительным ресурсам и высокой скоростью работы, но демонстрируют ограниченную устойчивость к изменениям освещения и перспективным искажениям.

2. Метод гомографии для поиска известного объекта – основан на сопоставлении текущего изображения с эталонным шаблоном с помощью вычисления проективного преобразования. Обеспечивает хорошую точность при наличии чётких геометрических признаков объекта, но требует заранее известных моделей знаков и может давать сбои при частичном перекрытии или сильном искажении.

3. Глубокие нейронные сети (в т.ч. свёрточные нейронные сети CNN, архитектуры YOLO и SSD) – позволяют достичь высокой точности распознавания за счёт автоматического извлечения иерархических признаков. Подходят для работы в сложных условиях с вариативностью освещения, ракурса и фона, но предъявляют повышенные требования к

вычислительным ресурсам и требуют значительного объёма размеченных данных для обучения.

Таблица 2 - Сравнительный анализ методов

Метод	Точность	Скорость	Требования к ресурсам
Классическая обработка	75–85 %	Высокая	Низкие
Метод гомографии для поиска известного объекта	85–90 %	Средняя	Средние
Свёрточные нейронные сети	90–95 %	Зависит от архитектуры	Высокие

Выполненный анализ перечисленных методов позволил обоснованно выбрать подход, который наилучшим образом соответствует поставленным задачам и ограничениям мобильной робототехнической платформы – свёрточную нейронную сеть YOLOv8 [6].

Обоснованность выбора обусловлена совокупностью ключевых характеристик архитектуры:

- высокой скоростью обработки видеопотока в режиме реального времени (достигается за счёт оптимизированной структуры сети и эффективного использования вычислительных ресурсов);
- высокой точностью детекции объектов даже при сложных условиях съёмки

(вариации освещённости, перспективные искажения, частичная окклюзия объектов);

- способностью одновременно выполнять детекцию и классификацию объектов без необходимости последовательного применения отдельных алгоритмов;
- поддержкой инференции на встраиваемых вычислительных платформах с ограниченными ресурсами, что критически важно для мобильных робототехнических систем.

Применение YOLOv8 позволяет обеспечить надёжное распознавание дорожных знаков с учётом специфики рабочей среды полигона: ограниченного пространства, вариативности ракурса съёмки относительно знака, возможных помех и изменений условий освещённости.

В общем виде алгоритм управления мобильным роботом может быть представлен в виде иерархической схемы, включающей следующие взаимосвязанные модули (см. рис. 5):

- модуль захвата и предварительной обработки видеоданных;
- модуль детекции и классификации дорожных знаков на базе YOLOv8;
- модуль принятия решений и планирования траектории движения с учётом ПДД;
- исполнительный модуль управления движителями робота.

Такая архитектура обеспечивает полный цикл работы алгоритма, необходимого для автономной навигации робота в динамически изменяющейся среде полигона, имитирующей городскую инфраструктуру.



Рисунок 5 – Алгоритм управления мобильным роботом

Распознавание дорожных знаков

Предложенное решение базируется на трёхэтапном подходе, включающем подготовку обучающей выборки, разработку архитектуры нейронной сети и постобработку результатов классификации.

На первом этапе осуществлён сбор и предварительная обработка изображений дорожных знаков для формирования обучающего датасета. Исходная выборка содержала около 1000 изображений, отражающих различные уровни искажений:

- вариации освещённости;

- изменения экспозиции;
- перспективные искажения;
- различия в масштабе объектов.

Для разметки данных применялся онлайн-сервис Roboflow [7], обеспечивающий стандартизацию аннотаций в формате, совместимом с архитектурой YOLOv8. С целью увеличения объёма и разнообразия обучающего набора данных были использованы встроенные инструменты аугментации платформы, включающие:

- геометрические преобразования (поворот, масштабирование, сдвиг);

- фотометрические преобразования (регулировка яркости, контрастности, насыщенности);

- добавление шумов и имитация размытия.

В результате применения аугментации размер датасета был расширен до 5 000 размеченных изображений, что позволило повысить обобщающую способность модели и снизить риск переобучения (см. рис. 6).

Второй этап – разработка архитектуры нейронной сети. Обучение и оптимизация параметров модели выполнялись на вычислительном сервере, арендованном на облачной платформе Yandex Cloud и оснащённом высокопроизводительной видеокартой. Такая конфигурация обеспечила достаточную вычислительную мощность для обработки больших объёмов данных и проведения 50 итераций обучения.

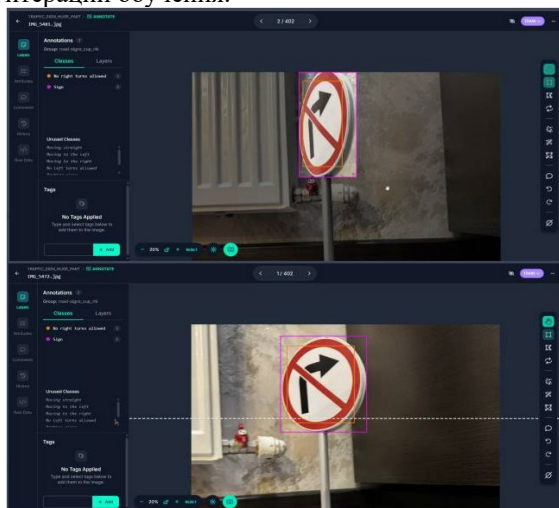


Рисунок 6 – Пример разметки

В результате была сформирована многослойная свёрточная нейронная сеть на базе архитектуры YOLOv8 со следующими характеристиками:

- количество слоёв: 72;
- общее число параметров: 11 млн;
- оптимизатор: AdamW;
- функция потерь: комбинированная (локализационная + классификационная + объектная);
- размер входного изображения: 640×640 пикселей.

Оптимизация гиперпараметров выполнялась методом байесовской оптимизации с целью максимизации метрики mAP@0.5 (mean Average Precision при пороге IoU = 0.5).

После завершения этапа обучения модель способна анализировать входные изображения и выдавать результаты детекции в

структурированном формате. Для каждого обнаруженного объекта нейронная сеть предоставляет следующие данные:

- номер класса (идентификатор типа дорожного знака) – целочисленный код, сопоставленный с конкретным классом знака;
- вероятность обнаружения (confidence score) – скалярное значение в диапазоне [0;1], отражающее уверенность модели в корректности детекции;
- координаты ограничивающей рамки (bounding box) в формате (xmin, ymin, xmax, ymax), где x и y – координаты пикселей на изображении.

Полученные данные передаются в модуль принятия решений системы управления мобильным роботом. На их основе формируются команды для навигации (остановка, поворот, движение с заданной скоростью), обеспечивающие соблюдение правил дорожного движения и безопасное перемещение по полигону.

Система управления мобильным роботом

Завершающий этап разработки заключается в интеграции нейросетевого модуля распознавания дорожных знаков с общей системой управления мобильным роботом. Реализованный механизм обеспечивает передачу результатов детекции в подсистему навигации и принятия решений.

Распознанные дорожные знаки поступают в модуль принятия решений, который:

- анализирует тип знака на основе полученного класса (идентификатора);
- оценивает приоритет знака – в текущей реализации приоритет определяется по площади ограничивающей рамки (bounding box): знак с наибольшей площадью считается приоритетным;
- формирует соответствующие команды управления движением с учетом показаний различных датчиков (остановка перед знаком «Автобусная остановка», поворот в разрешённом направлении, движение с заданной скоростью и т.д.).

Сформированные команды передаются в исполнительный модуль робота, который преобразует их в управляющие воздействия на движителя. Таким образом, алгоритм распознавания встраивается в общую архитектуру управления, обеспечивая автономную навигацию с учётом правил дорожного движения.

На рисунке 7 представлены типовые сценарии реагирования робота на различные дорожные знаки и ситуации на полигоне.



Рисунок 7 – Сценарии реагирования робота при появлении знаков «Движение направо», «Поворот направо запрещен» и «Автобусная остановка»

Программная платформа системы реализована на языке программирования Python 3.9. Для решения задач компьютерного зрения задействована библиотека OpenCV 4.5.4 [8], обеспечивающая предварительную обработку изображений и выполнение вспомогательных операций анализа визуальных данных. Интеграция компонентов системы, организация межмодульного взаимодействия и управление потоками данных осуществляются посредством Robot Operating System (ROS Noetic). Для эффективной работы с многомерными массивами данных и выполнения математических операций используется библиотека NumPy 1.21.0.

Аппаратная платформа включает несколько ключевых компонентов. Основным вычислительным узлом выступает одноплатный компьютер Orange Pi 5 с объёмом оперативной памяти 8 ГБ, который обеспечивает запуск нейросетевой модели и обработку видеопотока в режиме реального времени. Источником видеоданных для модуля распознавания дорожных знаков служит веб-камера Canon. Управление низкоуровневыми компонентами системы – включая моторы и датчики – возложено на микроконтроллер Arduino Mega, который также отвечает за реализацию жёстких временных требований к выполнению управляющих команд.

Оценка производительности разработанной системы показала следующие результаты. Время обработки одного кадра составляет 65–75 мс, что соответствует требованиям к работе в режиме реального времени и позволяет оперативно реагировать на изменения окружающей среды. Частота кадров достигает 25–30 кадров в секунду, обеспечивая плавность восприятия динамически

изменяющейся обстановки и непрерывность процесса распознавания. Потребление оперативной памяти при загрузке и выполнении модели свёрточной нейронной сети (CNN) составляет около 2200 МБ, что отражает ресурсоёмкость нейросетевого компонента в рамках общей архитектуры системы.

Заключение

Разработанная система демонстрирует следующие характеристики:

- точность распознавания дорожных знаков – 89 %;
- надёжная передача данных от нейросетевого детектора в модуль принятия решений;
- корректное формирование команд управления на основе распознанных знаков и текущей дорожной ситуации;
- автономное движение робота с соблюдением правил дорожного движения на полигоне, имитирующем городскую инфраструктуру.

Достигнутые показатели подтверждают эффективность выбранной архитектуры и пригодность решения для задач автономной навигации в условиях, приближённых к реальным городским сценариям.

Литература

1. Описание хакатона «Движение по городу» Международных молодёжных робототехнических соревнований «Кубок РТК Высшая лига». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cup.rtc.ru/cup_rtc/lp/doc/vl/Nakaton_Gorod_V2025_1.pdf

2. Савицкая, И. В. Автономная навигация мобильного робота / И.В. Савицкая, А.П. Семёнова // Информатика и кибернетика. – 2025. – № 2 (40). – С. 28-34.

3. Голышевский, А.А. Распознавание дорожных знаков на видео с использованием YOLOv5 // Сборник материалов конференции «XXVII Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартковского государственного университета». – 2025. – С. 181-184.

4. Шульга, Т.Э. Распознавание дорожных знаков российского образца с использованием нейронных сетей / Т.Э. Шульга, Д.А. Солопекин // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2024. – № 2. – С. 85-95.

5. Распознавание и локализация дорожных знаков / В. В. Ковалев, Е. А. Масленникова, Д. М. Филатов, А. О. Федоркова // Международная

конференция по мягким вычислениям и измерениям. – 2024. – Т. 1. – С. 246-249.

6. Ляшева, М.М. Сравнение моделей YOLOv5, YOLOv8 и YOLOv11 для обнаружения автомобилей на кадрах видео-последовательности / М.М. Ляшева, М.П. Шлеймович // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и использования: Материалы международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2025. – С. 1584-1588.

7. RoboFlow: инструменты компьютерного зрения для разработчиков и организаций. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://roboflow.com/>.

8. Компьютерное зрение с OpenCV и Python: практическое руководство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.litres.ru/book/inzhener-33334081/komputernoe-zrenie-s-opencv-i-python-prakticheskoe-rukov-71881402>.

Савицкая И.В., Семёнова А.П., Греков Е.В. Автономная навигация мобильного робота в условиях смоделированной городской среды. Статья посвящена разработке и практической реализации алгоритма управления мобильным роботом для автономной навигации в условиях модели городской среды – в рамках хакатона «Движение по городу» соревнований «Кубок РТК Высшая лига». В работе описана интегрированная система, сочетающая методы компьютерного зрения (на базе сверточной нейронной сети YOLOv8) для распознавания дорожных знаков и разметки, а также механизмы планирования маршрута (с учётом ПДД) на основе данных от разнородных датчиков. Представлена аппаратная архитектура робота и программная реализация на Python с использованием библиотек OpenCV и ROS. Приведены параметры производительности системы. Описана схема интеграции компонентов: от детекции знаков нейросетью до формирования команд управления движением.

Ключевые слова: робототехника, хакатон, OpenCV, YOLO, компьютерное зрение, распознавание дорожных знаков.

Savitskaya I.V., Semenova A.P., Grekov E.V. Autonomous navigation of a mobile robot in a simulated urban environment. The article presents the development and practical implementation of a mobile robot control algorithm for autonomous navigation in a simulated urban environment – as part of the "City Traffic" hackathon of the "RTK Cup Higher League" competition. The paper describes an integrated system combining computer vision methods (based on the YOLOv8 convolutional neural network) for recognizing road signs and markings, and route planning mechanisms (taking into account traffic regulations) based on data from heterogeneous sensors. Presents the robot's hardware architecture and software implementation in Python using the OpenCV and ROS libraries. Provides system performance parameters. Describes a component integration scheme: from sign detection by a neural network to the generation of movement control commands.

Key words: robotics, hackathon, OpenCV, YOLO, computer vision, road sign recognition.

Статья поступила в редакцию 08.11.2025
Рекомендована к публикации профессором Мальчевой П. В.