

**ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В
СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМИ РОБОТАМИ НА
ОСНОВЕ ВНЕШНЕГО ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ**

Литаврин Я.И., Пелевин В.Н.

ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
Екатеринбург, Россия

IaroslavLitavrin@yandex.ru

Аннотация. Рассматривается применение методов машинного обучения для создания системы управления мобильными роботами (МР) на основе внешнего видеонаблюдения. Предлагается подход, основанный на применении алгоритмов детекции и определения ключевых точек библиотеки YOLOv8.

Ключевые слова: машинное обучение, мобильные роботы, внешнее видеонаблюдение, YOLOv8.

**APPLICATION OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS
IN CONTROL SYSTEMS OF MOBILE ROBOTS
BASED ON EXTERNAL VIDEO SURVEILLANCE**

Litavrin Y.I., Pelevin V.N.

Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

Abstract. The application of machine learning methods to create a control system for mobile robots (MR) based on external video surveillance is considered. The approach based on the application of detection and pose estimation algorithms of YOLOv8 library is proposed.

Keywords: machine learning, mobile robots, external video surveillance, YOLOv8.

1. Введение

Существуют различные подходы к организации системы управления мобильными роботами. Один из них основан на размещении сенсоров (видеокамер) и управляющего модуля вне робота [1, 2, 3]. Его плюсами являются: упрощение конструкции робота и его программного обеспечения, уменьшение энергопотребления, появление возможности управлять согласованными действиями группы МР с использованием одного сенсорно-вычислительного узла, использование для управления бóльших вычислительных мощностей, невозможных по эргономическим причинам для эксплуатации в мобильном варианте и т. д. Особый интерес подобный подход представляет с учётом повсеместного развития сетей видеонаблюдения и возможности интеграции с ними указанных систем управления. Целью данной работы является определение концептуальных основ системы управления МР на основе внешнего видеонаблюдения с применением специализированных алгоритмов машинного обучения для обработки видео.

2. Основная часть

Методы машинного обучения можно использовать при создании системы управления МР на основе внешнего видеонаблюдения для решения ряда отдельных подзадач: определения целей для робота, локализации МР в кадре, расчета маршрута передвижения, выявления случаев аварийного состояния и т. д. При этом управляющую программу можно значительно упростить путём реализации возможности подключения необходимых предобученных моделей машинного обучения для отдельного робота или отдельной задачи, не изменяя основной программный код, а просто добавляя соответствующие файлы. К примеру, в случае решения задачи обслуживания тротуаров, модели целей используются для определения конкретных событий (выпадение снега, появление мусора и т. п.) и их локализацию для опреде-

ления контрольных точек маршрута МР, а модели роботов – для подключения соответствующей уборочной техники (робот-снегоуборщик, робот-подметальщик и т. д.).

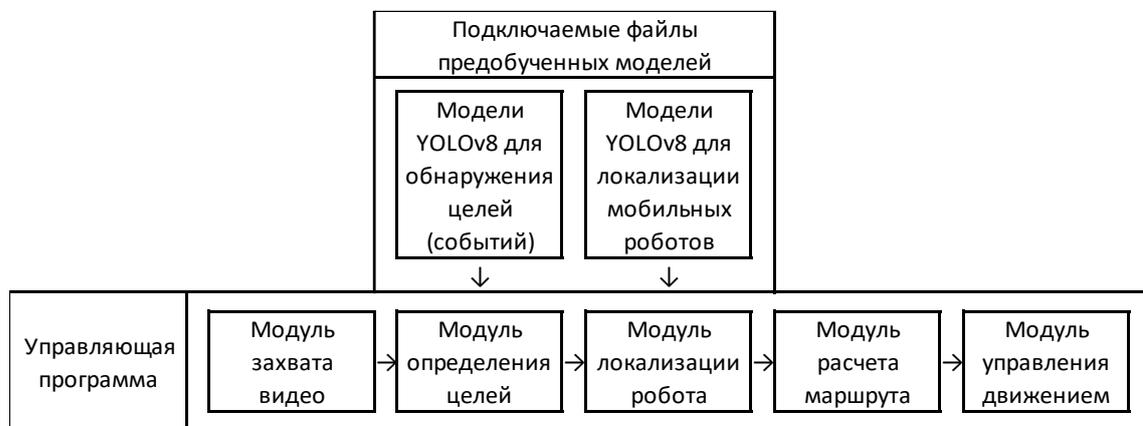


Рисунок 1 – Архитектура управляющей программы



Рисунок 2 – Подключение моделей к управляющей программе

Управление движением мобильного робота основывается на его обнаружении в кадре, затем нахождении некоторой фиксированной контрольной точки локализованной области, например, центральной точки ограничивающей рамки при использовании алгоритма детекции YOLOv8, определении вектора её смещения от кадра к кадру. В качестве метрики правильности текущего курса вычисляется угол между вектором смещения контрольной точки и вектором направления до целевой точки – курс корректируется в целях минимизации модуля данного угла. Ниже в левой части рисунка 3 это отображено схематически. В правой части рисунка показан трек центральной точки ограничивающей рамки при управлении МР с помощью данного алгоритма в симуляторе CoppeliaSim. Видно, что несмотря на небольшие

рысканья, связанные с подруливанием при корректировке курса, в целом робот движется достаточно прямолинейно.

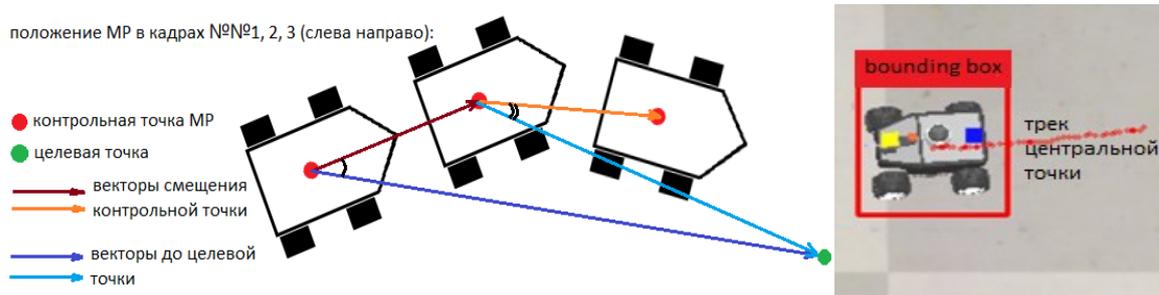


Рисунок 3 – Управление роботом путём отслеживания контрольной точки

Плюсом указанного алгоритма является простота и надежность, минусом – невозможность реализации механизма разворота на месте. Для этих целей можно отдельно использовать метод нахождения ключевых точек на корпусе робота и построения между ними соответствующего вектора. Разворот осуществляется до смены знака угла между вектором по ключевым точкам и вектором до целевой точки (момента перехода через угол, равный 0°), далее курс корректируется уже в движении.

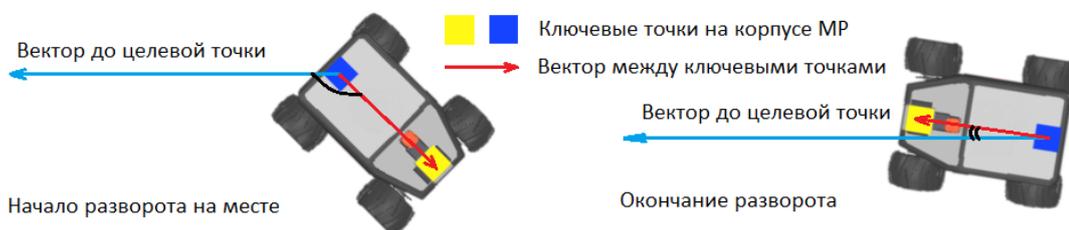


Рисунок 4 – Разворот на месте с использованием ключевых точек

Алгоритмы детекции объектов на изображении и обнаружения их ключевых точек имплементированы в открытой библиотеке машинного обучения YOLOv8, которая может применяться в задачах обработки видео в режиме реального времени [4].

4. Заключение

Была рассмотрена архитектура программы управления мобильными роботами на основе внешнего видеонаблюдения и возможности использования в её отдельных модулях методов и моделей машинного обучения.

Также были затронуты способы организации управления движением робота. Предварительная проверка в виртуальной среде прототипирования CoppeliaSim показала потенциальную реализуемость концепции, ведется разработка универсального аппаратно-программного комплекса на указанной основе.

Библиографический список

1. An Exploration of Moving Robot Localization Assisted with a Static Monocular Camera / Y. Zhang, J. Shi, Q. Wang [и др.]. – Текст : электронный // 2021 7th IEEE International Conference on Network Intelligence and Digital Content (IC-NIDC) 2021 7th IEEE International Conference on Network Intelligence and Digital Content (ICNIDC). – 2021. – С. 6-10. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9660409> (дата обращения: 09.03.2024).
2. Yasuda, S. Calibration-free Localization for Mobile Robots Using an External Stereo Camera / S. Yasuda, T. Kumagai, H. Yoshida. – Текст : электронный // 2020 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE) 2020 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE). – 2020. – С. 1-6. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9042969> (дата обращения: 09.03.2024).
3. Egortsev, M. V. Algorithmic support of the system of external observation and routing of autonomous mobile robots / M. V. Egortsev, S. a. K. Diane, N. D. Kaz // Российский технологический журнал. – 2021. – P. 15-23.
4. Shokri, D. A comparative analysis of multi-label deep learning classifiers for real time vehicle detection to support intelligent transportation systems / D. Shokri, C. Larouche, S. Homayouni // Smart cities (basel). – 2023. – Vol. 6. – № 5. – P. 2982-3004.