

# РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ МОБИЛЬНОГО РОБОТА ДЛЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Пономарев А.В.<sup>1</sup>

Научный руководитель – доцент Нуждин К.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Университет ИТМО

[sasha-ponom@mail.ru](mailto:sasha-ponom@mail.ru)

## Введение

Автоматизация логистических и складских процессов требует от мобильных роботов сочетания гибкости в свободной зоне и высокой точности движения в местах, таких как операционные участки. В настоящее время распространены системы, реализующие либо навигацию по построенной карте, либо следование по фиксированным трассам, но часто в виде отдельных решений без единой программной архитектуры[1,2]. Как в зарубежных, так и в отечественных решениях системы навигации для мобильных роботов, как правило, разделяются на два класса: с одной стороны - навигация, основанная на показаниях одометрии, камер глубины, лидаров и др. датчиков, с другой - навигация по линиям (магнитным или цветным) как отдельный специализированный подход. При этом каждому из этих типов посвящаются независимые разработки, и в обеих традициях практически отсутствуют интегрированные комбинированные архитектуры, позволяющие одному роботу единым образом переключаться между свободной навигацией и движением по линиям в рамках одной системы.

## Основная часть

Суть предлагаемого решения заключается в разработке единой комбинированной системы навигации мобильного робота, позволяющей одному роботу переключаться между режимами движения по карте и следования по линии (поддерживается цветная и магнитная) в рамках одной программной архитектуры. В отличие от существующих решений, где свободная навигация и движение по линии реализуются отдельно, предлагаемая система объединяет оба подхода, повышая гибкость и универсальность робота при выполнении логистических задач. В работе использована экосистема ROS2 с пакетом Nav2 для лидарной локализации и навигации по карте, а также обработка изображения с камеры (или магнитные датчики) для режима следования по линии. Внедрена иерархическая архитектура управления: одноплатный компьютер выполняет задачи высокого уровня (локализация, планирование, компьютерное зрение, логика переключения режимов), а промышленный ПЛК обеспечивает детерминированное управление моторами, обработку датчиков и безопасность движения. Оригинальное решение является экономичным, поскольку опирается на уже существующую аппаратную базу промышленного AGV и добавляет современные программные компоненты, реализующие гибкую и интеллектуальную навигацию. Это позволяет использовать один и тот же робот для свободного движения по картам и точного следования по линии без дополнительных затрат на аппаратуру, что делает систему перспективной для масштабируемых логистических комплексов.

## Выводы

Предложенная комбинированная система навигации позволяет мобильному роботу эффективно работать как в условиях свободной навигации по карте, так и в режиме точного следования по магнитной или цветной линии, что повышает его универсальность и применимость в логистических задачах. В определённых зонах автоматически включается режим следования по линии, который компенсирует ошибку локализации, возникающую при навигации по карте, обеспечивая более высокую точность и стабильность движения в критичных участках маршрута. Это способствует

повышению безопасности движения робота и увеличивает вероятность успешного выполнения поставленной задачи.

### **Литература**

1. Михайлов Борис Борисович, Назарова Анаид Вартановна, Ющенко Аркадий Семенович Автономные мобильные роботы - навигация и управление // Известия ЮФУ. Технические науки. 2016. №2 (175). <https://cyberleninka.ru/article/n/avtonomnye-mobilnye-roboty-navigatsiya-i-upravlenie>
2. Ismail Thamrin, Zulkarnain Ali Leman, Nurhabibah Paramitha Eka Utami, Harun Arrashid, Leo Agustio; Line follower mobile robots with adaptive PID control utilizing kinematic model. AIP Conf. Proc. 7 June 2024; 2991 (1): 050067. <https://doi.org/10.1063/5.0199182>