

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ ТОРГОВОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МОБИЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ С СИСТЕМОЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

Кравец Д.Т.¹, Прохорович С. С.¹, Мальцев В. Л.¹, Гриневич А. И.¹

1). УО «Национальный Детский Технопарк», Минск, Республика Беларусь

2). Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

Современное развитие логистики и складского хозяйства неразрывно связано с процессами цифровизации и автоматизации. Одним из наиболее трудоемких процессов на складах остается инвентаризация товаров, которая в традиционном виде требует значительных временных затрат и подвержена влиянию человеческого фактора. Внедрение автономных мобильных роботов (AMR) позволяет перейти на принципиально новый уровень контроля, обеспечивая автоматический объезд территории, фиксацию наличия продукции и интеграцию данных в системы управления складом (WMS).

Мировой рынок складской робототехники демонстрирует стабильный рост: по прогнозам, к 2030 году его объем может достичь 45 миллиардов долларов США. В рамках данного исследования была разработана функциональная модель мобильного робота-инвентаризатора, предназначенного для автономного сбора данных о товарах с использованием визуальных меток (QR и DataMatrix кодов).

Проектирование и конструкция Процесс создания робота начался с этапа 3D-моделирования в среде SolidWorks. Это позволило оптимизировать внутреннюю компоновку модулей, проверить проходимость платформы в узких складских проходах (шириной до 45 см) и подготовить детали для 3D-печати.

Основой конструкции послужила каркасная система на базе алюминиевого профиля 40×40 мм. Выбор данного материала обусловлен его высокой прочностью, устойчивостью к вибрациям и модульностью, что позволяет легко модифицировать робота под конкретные задачи. Тяжелые компоненты, такие как аккумуляторы и мотор-редукторы, были размещены в нижней части рамы для снижения центра тяжести и обеспечения устойчивости при движении по неровным поверхностям.

Электронная система управления В проекте реализована распределенная двухуровневая архитектура управления, разделяющая задачи обработки данных и физического перемещения:

Верхний уровень (Raspberry Pi 4): выступает в роли «мозга» системы. Отвечает за захват видеопотока с камеры Raspberry Pi Camera

Module v2, распознавание кодов, работу с локальной базой данных SQLite и планирование маршрута.

Низкий уровень (Arduino Uno): выполняет функции исполнительного модуля. Управляет драйвером L298N и двумя мотор-редукторами GM25-370, а также обрабатывает сигналы с датчиков препятствий (HC-SR04) и гироскопа (MPU6050) в режиме реального времени.

Связь между модулями осуществляется через последовательный интерфейс USB. Питание системы реализовано от Li-Ion аккумулятора (11.1 В) с использованием понижающих DC-DC преобразователей для стабилизации напряжения питания микрокомпьютера.

Программное обеспечение и техническое зрение Программный комплекс робота написан на языках Python (для Raspberry Pi) и C++ (для Arduino). Система технического зрения базируется на библиотеке OpenCV. Для декодирования идентификационных меток используются специализированные библиотеки: pyzbar для QR-кодов и pylibdmtx для DataMatrix.

Алгоритм работы включает:

Потоковый захват изображения и поиск визуальных меток.

Декодирование информации и автоматическую запись в базу данных с указанием временной метки сканирования.

Передачу управляющих команд на платформу Arduino для корректировки движения. Для оператора предусмотрен графический интерфейс на базе библиотеки tkinter, позволяющий просматривать историю сканирований и экспортировать данные для анализа.

Заключение Разработанный прототип мобильного робота-инвентаризатора подтвердил эффективность применения систем технического зрения для автоматизации складского учета. Использование открытых платформ (Raspberry Pi, Arduino) и модульной конструкции из алюминиевого профиля делает систему масштабируемой и доступной для внедрения в логистических центрах торгового сектора. Дальнейшее развитие проекта предполагает внедрение алгоритмов SLAM для более точной навигации в пространстве без использования внешних ориентиров.

1. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М. : Техно-сфера, 2019. – 1104 с..

2. Бромбах, Л. Практическая робототехника. C++ и Raspberry Pi / Л. Бромбах. – СПб.: БХВ-Петербург, 2023. – 448 с..