

ОТЗЫВ

на автореферат **Белова Никиты Вадимовича** на тему: «Методы и алгоритмы сортировки ферромагнитных деталей промышленным манипулятором с использованием компьютерного зрения», по специальности
2.5.4 – «Роботы, мехатроника и робототехнические системы»

Актуальность диссертационного исследования Белова Н.В. определяется необходимостью решения научно-технической проблемы в области робототехники – обеспечения автономного адаптивного управления манипуляционными системами в условиях неструктурированной среды. Задача автоматической сортировки произвольно расположенных деталей, традиционно решаемая с помощью ручного труда или специализированных дорогостоящих устройств, является одной из ключевых проблем в данной области. Разработка формализованных методов и алгоритмов для задач сегментации, точного позиционирования и захвата объектов в сложных сценах позволяет разрабатывать гибкие производственные системы.

Основное достоинство исследования заключается в комплексном подходе, объединяющем разработку оригинальной архитектуры системы дистанционного управления, новых алгоритмов 3D-зрения, метода классификации и захвата объектов, а также конструкции специализированного захватного устройства.

Теоретическая значимость работы заключается в развитии научных основ создания интеллектуальных систем управления промышленными манипуляторами. Разработанные автором архитектурные решения, методы и алгоритмы (в частности, алгоритм определения пространственных координат и ориентации объектов) вносят вклад в теорию адаптивного и интеллектуального управления робототехническими системами.

Практическая значимость работы заключается в создании готового к внедрению программно-аппаратного комплекса, включающего систему дистанционного управления манипулятором KUKA, алгоритмы автоматического распознавания и точного позиционирования, а также специализированное захватное устройство с демпфирующим механизмом, что в совокупности позволяет автоматизировать трудоёмкий процесс сортировки ферромагнитных деталей.

Автором получены следующие научные результаты:

- предложена модульная архитектура системы управления промышленным манипулятором для сортировки, интегрирующая подсистему дистанционного управления и подсистему компьютерного 3D-зрения;
- разработана архитектура подсистемы дистанционного управления, обеспечивающая двустороннюю потоковую передачу данных между контроллером робота и удаленным устройством;
- разработан метод классификации и захвата произвольно расположенных деталей, обеспечивающий работу в сложных сценах, включая захват объектов у стенок накопителя;
- создан алгоритм определения пространственных координат и ориентации объекта на основе интеграции нейросетевого метода и облака точек с использованием алгоритма ICP;
- разработана конструкция пневматического магнитного захвата с подпружиненным демпфером, повышающая надежность захвата.

Вместе с тем, в работе присутствуют некоторые аспекты, требующие дополнительного внимания и проработки:

1. Производительность системы в реальном времени. В автореферате указана скорость обработки ~7 кадров в секунду на конкретном оборудовании. Для некоторых высокоскоростных производственных процессов этого может быть недостаточно. Следовало бы более подробно рассмотреть пути оптимизации вычислительных алгоритмов

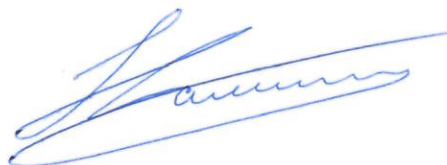
и требования к аппаратному обеспечению для достижения более высокой скорости обработки.

2. Обобщаемость подхода. Исследование сфокусировано на сортировке трех конкретных типов ферромагнитных деталей с использованием специализированного магнитного захвата. Возникает вопрос о применимости предложенных методов и алгоритмов для сортировки неферромагнитных объектов или с использованием захватов иного типа.

Вышеуказанные замечания по работе не влияют на полученный результат и общую положительную оценку работы.

Диссертационная работа Белова Никиты Вадимовича на тему «Методы и алгоритмы сортировки ферромагнитных деталей промышленным манипулятором с использованием компьютерного зрения» является законченной научно-квалификационную работой. Полученные научные результаты содержат научную новизну, теоретическую и практическую значимость. Диссертационная работа Белова Никиты Вадимовича удовлетворяет требованиям ВАК и соответствуют паспорту специальности 2.5.4. «Роботы, мехатроника и робототехнические системы». Диссертационная работа соответствует всем требованиям п. 9 - 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Белов Никита Вадимович заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.4. «Роботы, мехатроника и робототехнические системы».

к.т.н., доцент, заместитель директора
института информационных технологий
и компьютерных наук
Калитин Денис Владимирович



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

«20» ноября 2025 г.

Почтовый адрес: 119049, Москва, Ленинский пр-кт, д. 4, стр. 1
Тел: +7 (916) 690 50-53, +7 (495) 955-00-32

Электронная почта: kalitindv@misis.ru



Подпись Калитин Д.В.
веряю
м. начальника
отдела кадров
Кузнецова А.Е.
«10» 11 2025 г.