



ТРУДЫ

34^й Международной научно-технической конференции
"ЭКСТРЕМАЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА"

23-24 ноября 2023, Санкт-Петербург, Россия

PROCEEDINGS

of the 34th International Scientific and Technological Conference
"EXTREME ROBOTICS"

November 23-24, 2023 Saint Petersburg, Russia

ER.RTC.RU

Выпускается с 2013 года

РОБОТОТЕХНИКА И ТЕХНИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Включен в базу Russian Science Citation Index (RSCI)
на платформе Web of Science

Подписной индекс в каталоге «Роспечать» - **59896**

Уважаемые коллеги!

Хорошая новость для наших авторов

Журнал «Робототехника и техническая кибернетика» включен в базу данных Russian Science Citation Index (RSCI) на платформе Web of Science. Цель RSCI - создать базу научных статей из лучших и авторитетных российских журналов на платформе Web of Science. Научные журналы, принятые в эту базу по результатам экспертизы, а также статьи российских учёных, опубликованные в журналах, индексируемых в Web of Science Core Collection и Scopus, и составляют ядро РИНЦ.

Данные об издании публикуются в реферативном журнале Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН) (серия «Машиностроение», выпуск «Робототехника»). Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 29.05.2017 г.

Коды специальностей: 1.2.1., 1.2.2., 2.3.5., 2.3.6., 2.5.4., 2.5.9., 2.5.13.

ISSN 2310-5305 (Print)
ISSN 2312-6612 (Online)

Издатель



РТК

Журнал издается Государственным научным центром Российской Федерации федеральным государственным автономным научным учреждением «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК)

Адрес редакции: Россия, 194064, Санкт-Петербург, Тихорецкий пр., 21



ТРУДЫ

34^{-й} Международной научно-технической конференции
«ЭКСТРЕМАЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА»

23-24 ноября 2023 года,
Санкт-Петербург, Россия

PROCEEDINGS

of the 34th International Scientific and Technological Conference
«EXTREME ROBOTICS»

November 23-24, 2023,
Saint Petersburg, Russia

УДК 004.896:007.5

ББК 32.813

Э41

Э41 ЭКСТРЕМАЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА. Труды 34-й Международной научно-технической конференции «ЭКСТРЕМАЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА», 23-24 ноября 2023 г. – Санкт-Петербург: Изд-во: ЦНИИ РТК, 2023. – 512 с. – 10.31776/ConfER.34.2023.

Материалы сборника отражают круг актуальных проблем и задач в сфере робототехнических систем и средств безопасности, представленных на 34-й Международной научно-технической конференции «ЭКСТРЕМАЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА». Доклады опубликованы в авторской редакции.

УДК 004.896:007.5

ББК 32.813

Труды опубликованы в авторской редакции

Proceedings of the International Scientific and Technological Conference EXTREME ROBOTICS. — 512 p. — 10.31776/ConfER.34.2023

Proceeding's materials highlight an array of challenging issues and tasks in the sphere of robotic systems and safety facilities discussed at the 34th International Scientific and Technological Conference «EXTREME ROBOTICS». Papers are published with author's edition.

Proceedings are published with author's edition

ROUNDTABLE DISCUSSION «INDUSTRIAL AND LOGISTICS ROBOTICS»

Роботизированный комплекс для обследования подстанций

Е.Д. Малаева, А.А. Любисhev

ФГБОУ ВО КГЭУ, г. Казань, Россия,

malaeva_eva01@mail.ru, s.lyubishev@yandex.ru

Аннотация

Роботизированный комплекс для инфракрасной диагностики электрооборудования подстанций предназначен для автоматического мониторинга и контроля состояния различных компонентов электрической сети. Он включает в себя набор датчиков, камер и аналитического программного обеспечения, который позволяет обнаруживать повреждения, перегревы, износы и другие проблемы на ранней стадии, что повышает надежность и безопасность работы подстанции.

Ключевые слова

Роботизированный комплекс, инфракрасная диагностика, электрическая подстанция.

Robotic complex for inspection of substations

Eva D. Malaeva, Alexander A. Lyubishev

Kazan State Energy University, Kazan, Russia,

malaeva_eva01@mail.ru, s.lyubishev@yandex.ru

Abstract

Robotic complex for infrared diagnostics of electrical equipment in substations is designed for automatic monitoring and control of various components of the electrical network. It includes a set of sensors, cameras, and analytical software that allows detecting damages, overheating, wear and other problems at an early stage, which increases the reliability and safety of the substation operation.

Key words

Robotic complex, infrared diagnostics, electrical substation.

Безопасность энергоснабжения является одним из важных вопросов стратегической энергетической безопасности. Подстанция является узловой точкой передачи и распределения электроэнергии. Поскольку подстанция в течение длительного времени находится на открытом воздухе, она подвергается воздействию внешних факторов, таких как пыль, грязь, удар молнии, сильный ветер, дождь, лед, снег, и так далее. Следовательно, многие факторы будут способствовать старению, усталости, окислению и коррозии энергетического оборудования и компонентов. Для предотвращения внезапных отказов энергооборудования и аварийных ситуаций необходимы регулярные и нерегулярные проверки важных подстанций и линий. Таким образом, потенциальные угрозы безопасности могут быть своевременно обнаружены, а несчастные случаи могут быть устранены на начальном этапе. Таким образом, повысится надежность работы электросетей.

Вся работа по патрулированию подстанционного оборудования может быть передана патрульному роботу подстанционного оборудования. Работникам необходимо только дистанционное управление или контроль за работой патрульного робота, что значительно снизит нагрузку на ручной труд. Более того, по сравнению с обычным осмотром человека, робот-инспектор может собирать данные в любое время, в любом месте и точно, а также своевременно и точно обнаруживать аномальные явления энергетического оборудования, такие как тепловые дефекты. Все виды датчиков, которыми оснащен инспекционный робот, оператор заранее ставит основную задачу проверки, и после того, как инспекционный робот принимает задание, он автоматически осуществляет планирование маршрута проверки на подстанции. По заданному маршруту электрические параметры каждого устройства получают поочередно различными датчиками. Например, камера завершает сбор изображений оборудования подстанции и автоматическую идентификацию оборудования. Оператору необходимо только получать данные. Этот метод может значительно повысить эффективность и качество работы, обеспечить гарантию безопасного и экономичного производства энергосистемы, а также ускорить процесс автоматического управления подстанцией. Разработка роботизированного комплекса для проверки подстанций является технологической революцией

КРУГЛЫЙ СТОЛ «ПРОМЫШЛЕННАЯ И ЛОГИСТИЧЕСКАЯ РОБОТОТЕХНИКА»

в электроэнергетике, и ее экономические и социальные выгоды будут иметь далеко идущие последствия.

Для реализации автоматической идентификации энергетического оборудования рассматривается метод, основанный на обработке изображений:

1. Изображение силового оборудования предварительно обрабатывается различными алгоритмами уменьшения шума и повышения резкости, чтобы устранить шум и искажения изображения и улучшить качество изображения.

2. Алгоритм масштабно-инвариантной трансформации признаков, предназначенный для извлечения объектов изображения, а алгоритм анализа главных компонент используется для уменьшения размерности данных, потеряв наименьшее количество информации.

3. Метод опорных векторов используется для классификации и распознавания изображений.

В процессе получения изображения существует множество причин шума, таких как внутренний шум чувствительных элементов, тепловой шум, интерференционный шум канала передачи и шум квантования. Причины шума определяют характеристики распределения шума и связь между шумом и изображением. Обычно шум можно разделить на аддитивный шум, мультипликативный шум, шум квантования и т. д. Эти шумы ухудшают качество изображения, размывают изображение, даже скрывают детали и затрудняют анализ изображения. Целью сглаживания изображения является уменьшение и устранение шума на изображении, улучшение качества изображения и облегчение извлечения особенностей объекта для анализа.

Метод шумового порога — это простой и осуществимый метод устранения шума. Он хорошо влияет на одноточечный шум с изолированным и дискретным распределением, вызванный датчиками или каналами. Когда для шумоподавления изображения используется метод порога шума, сначала устанавливается пороговое значение, а затем последовательно обнаруживается каждый пиксель изображения, и пиксель сравнивается с другими пикселями в его окрестностях, чтобы определить, является ли он точкой шума или нет. Если это точка шума, заменяется средний уровень серого всех пикселей в ее окрестностях. В противном случае выводится исходное значение серого.

В процессе получения, передачи и обработки изображения существует множество факторов, которые делают изображение размытым. Размытие изображения — распространенная проблема ухудшения качества изображения. Большое количество исследований показало, что суть размытия изображения заключается в том, что изображение подвергается операциям суммирования, усреднения или интегрирования. Поэтому нет необходимости изучать физический процесс и математическую модель ухудшения размытости изображения. Согласно общему мнению, размытие изображения имеет аддитивную или интегральную операцию, для уменьшения и устранения размытия используется противоположная операция. Этот метод улучшения, позволяющий уменьшить размытие изображения, называется повышением резкости изображения.

Когда изображение увеличивается с помощью метода дифференциального оператора, шум и полосы на изображении также усиливаются, что приводит к появлению ложных краев и контуров при обработке изображения. Оператор Собеля в некоторой степени решает эту проблему [15].

Масштабно-инвариантная трансформация признаков - это алгоритм компьютерного зрения, предназначенный для обнаружения особых точек в изображениях. Он был разработан для решения проблемы инвариантности масштаба, то есть способности алгоритма работать одинаково хорошо на изображениях разного масштаба. Основным принцип работы масштабно-инвариантной трансформации признаков заключается в вычислении дескрипторов, которые представляют собой векторы признаков, описывающих окрестность особой точки. Эти дескрипторы затем сравниваются с другими дескрипторами, полученными из других изображений, для определения соответствия особых точек.

Метод опорных векторов - это подход в машинном обучении, который используется для классификации и регрессии. Он основан на разделении данных на классы с помощью гиперплоскости, которая максимизирует расстояние до ближайших точек в каждом классе. Одним из преимуществ данного метода является то, что он может работать с большими объемами данных и может быть адаптирован для работы с различными типами изображений. Кроме того, SVM может быть использован для создания моделей, которые могут работать в реальном времени, что делает его привлекательным для применения в различных областях, таких как робототехника и автономные системы.

Для достижения оптимальных результатов с учетом алгоритмов было решено использовать оптическую тепловую двухспектральную интеллектуальную систему «LTV-3TCNP30-F75-Z55 2 Мп» (рисунок 1).

ROUNDTABLE DISCUSSION «INDUSTRIAL AND LOGISTICS ROBOTICS»



Рисунок 1 — Оптическая тепловая двухспектральная интеллектуальная система

Оптическая тепловая двухспектральная интеллектуальная система имеет ряд преимуществ перед обычными IP-камерами с тепловизорами. Во-первых, она позволяет получать более точные и детализированные изображения благодаря использованию двух спектров - оптического и теплового. Это позволяет различать объекты с разной температурой, что может быть важно для обнаружения тепловых потерь или утечек. Во-вторых, двухспектральные камеры обладают более высокой чувствительностью и разрешением, что позволяет получать изображения с более высоким качеством и точностью. Это может быть полезно для анализа сложных объектов или сцен, где требуется высокая детализация.

Кроме того, оптическая тепловая интеллектуальная система может автоматически адаптироваться к различным условиям освещения и температуры, что делает ее более эффективной и надежной по сравнению с обычными камерами.

В качестве платформы для перемещения роботизированного комплекса было выбрано гусеничное шасси (рисунок 2).



Рисунок 2 — Гусеничная платформа для роботизированного комплекса

Гусеничная платформа для робота имеет ряд преимуществ перед другими видами платформ. Во-первых, она обеспечивает высокую проходимость и стабильность на различных типах поверхностей, включая грязь, песок и снег. Это делает гусеничные роботы идеальными для использования в условиях бездорожья или на пересеченной местности. Второе преимущество гусеничной платформы заключается в ее способности выдерживать большие нагрузки. Также гусеничная платформа обеспечивает роботу хорошую маневренность и возможность поворота на месте, что делает их более гибкими и эффективными в работе.

Благодарности

Исследования выполнены в рамках программы стратегического академического лидерства «Приоритет2030»: соглашение №075-15-2021-1087 от 30.09.2021, соглашение №075-15-2021-1178 от 30.09.2021

КРУГЛЫЙ СТОЛ «ПРОМЫШЛЕННАЯ И ЛОГИСТИЧЕСКАЯ РОБОТОТЕХНИКА»

Литература

1. Горячев, М. П. Определение механических нагрузок на воздушных линиях электропередачи / М. П. Горячев, М. Ф. Садыков // Электроэнергетика глазами молодежи - 2018 : Материалы IX Международной молодежной научно-технической конференции. В 3-х томах, Казань, 01–05 октября 2018 года / Ответственный редактор Э.В. Шамсутдинов. Том 2. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2018.

2. Хамидуллин, И. Н. Обзор роботов для диагностики и обслуживания высоковольтных ЛЭП / И. Н. Хамидуллин, М. Ф. Садыков // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве : Материалы VII Национальной научно-практической конференции, Казань, 09–10 декабря 2021 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022.

Информация об авторах

Малаева Ева Денисовна, студент, лаборант каф. ТОЭ ФГБОУ ВО «КГЭУ», 420066, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51, ответственный автор.

Любишев Александр Александрович, аспирант, ассистент каф. ТОЭ ФГБОУ ВО «КГЭУ», 420066, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51.

ТРУДЫ

34-й Международной научно-технической конференции
«ЭКСТРЕМАЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА»

23-24 ноября 2023 года,
Санкт-Петербург, Россия

PROCEEDINGS

of the 34th International Scientific and Technological Conference
«EXTREME ROBOTICS»

November 23-24, 2023,
Saint Petersburg, Russia

“ЭКСТРЕМАЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА”

34-я Международная научно-техническая конференция

СЕКЦИИ



Наземная робототехника

- Наземные робототехнические комплексы
- Робототехнические платформы высокой проходимости
- Технологии и компоненты робототехнических комплексов (системы управления, приводы, системы энергоснабжения, системы технического зрения, навигация, связь, пульта дистанционного управления)
- Тенденции развития отечественной компонентной базы в интересах робототехники
- Биомеханические робототехнические системы



Морская робототехника

- Технологии и компоненты подводной связи и навигации
- Технологии разработки робототехнических систем и оборудования безэкипажных катеров, необитаемых подводных и надводных аппаратов
- Роботизированные комплексы для подводно-технических и аварийно-спасательных работ
- Перспективные области применения подводной робототехники



Роботизация атомной отрасли

- Автоматизированный радиационный мониторинг
- Оборудование для аварийных служб в атомной отрасли
- Робототехника для вывода из эксплуатации объектов использования атомной энергии (ОИАЭ)
- Автоматизированные и робототехнические решения для радиохимической промышленности
- Робототехнические системы для диагностики и неразрушающего контроля ОИАЭ
- Радиационно-стойкие компоненты робототехнических систем



Технологии искусственного интеллекта в экстремальной робототехнике

- Ситуационный анализ и формирование поведения автономных роботов
- Самодиагностика, самообучение и самоорганизация роботов
- Автоматизация разметки данных, машинного обучения и формирования структурированных баз данных
- Интеллектуализация робототехнических комплексов на базе распределенных вычислительных ресурсов
- Человеко-машинные интерфейсы для мультиагентных робототехнических систем
- Перспективные технологии и компоненты обеспечения взаимодействия робота и оператора



Медицинская робототехника

- Ассистирование при хирургических операциях
- Робототехника в диагностике, неинвазивной терапии и других медицинских приложениях
- Экзоскелеты для восстановительной медицины (реабилитационные, протезирующие, вспомогательные)



Космическая робототехника

- Орбитальные и планетные роботизированные базы и планетоходы
- Средства робототехники в пилотируемой космонавтике

КРУГЛЫЕ СТОЛЫ



Цифровые технологии разработки в робототехнике

- Инструменты и опыт применения цифрового моделирования при проектировании и отработке робототехнических комплексов
- Подходы к повышению надежности и характеристик аппаратуры на основе цифрового моделирования
- Моделирование работы приемо-передающих трактов активных излучающих сенсорных устройств различной физической природы
- Перспективные материалы в робототехнике, подходы к моделированию, потенциал использования



Образовательная робототехника

- Молодежные соревнования по робототехнике как способ вовлечения школьников и студентов в техническое творчество по направлению «Мехатроника и робототехника»
- Профориентационная и проектная деятельность со студентами и школьниками по робототехнике
- Виртуальная реальность: новые возможности для изучения робототехники
- Робототехнические конструкторские бюро и кружки на базе образовательных организаций
- Методическое обеспечение образовательной деятельности в области робототехники



Робототехника специального назначения (по приглашениям)



Беспилотные авиационные системы

- Актуальные решения в средствах связи, мониторинга и навигации беспилотных летательных аппаратов
- Проблемные вопросы навигации и управления беспилотными летательными аппаратами
- Цифровое проектирование беспилотных авиационных систем



Промышленная и логистическая робототехника

- Роботы на производстве
- Технологии обеспечения взаимодействия робота и оператора
- Технологии искусственного интеллекта в логистике
- Промышленные экзоскелеты

Организаторы конференции



ГНЦ РФ «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики» (ГНЦ РФ ЦНИИ РТК)



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ОРГАНИЗАТОРЫ



ГНЦ РФ «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики»



Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации



+7(812)552-45-21



mrspb@rtc.ru



er.rtc.ru



9 772658 764009