

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07101– «Автоматизация и управление»
Қалиева Данияра Исатайұлы

ОПТИМИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМАМИ ПОЖАРНОЙ РАЗВЕДКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ РОБОТИЗИРОВАННЫХ УСТРОЙСТВ

Актуальность работы. В настоящее время многими странами мира в том числе в Казахстан приняты и реализуются национальные программы по вопросам внедрения цифровизации в различные сферы жизни граждан. В Казахстане в 2017 году постановлением правительства утверждена государственная программа «Цифровой Казахстан», которая направлена на повышение уровня качества жизни казахстанцев за счет повсеместного внедрения в их жизнедеятельность цифровых технологий. Данная исследовательская работа отвечает одной из приоритетных направлений развития науки на 2024-2026 годы в Казахстане «Передовое производство, цифровые и космические технологии», а именно, разработке новых мер по борьбе с пожарами. В частности, разработке системы разведки и раннего обнаружения лесных пожаров, которая позволит в режиме реального времени выявлять очаги возгорания и оперативно передавать информацию уполномоченным органам. Исследования по этой проблеме были и остаются очень важными, поскольку пожары обычно выявляются только тогда, когда они уже распространились на большую площадь, что делает их остановку трудными и даже невозможными время от времени.

Автоматизированная система разведки пожаров необходима в Казахстане из-за его обширной территории и разнообразных экосистем, которые сложно охватывать вручную. Частые природные пожары, особенно в летний период, наносят значительный ущерб экологии и экономике, угрожают безопасности населения. Использование современных технологий, таких как БПЛА и методы машинного зрения, позволяет быстро обнаруживать и реагировать на пожары, минимизируя ущерб. Внедрение автоматизированных систем повысит эффективность управления природными ресурсами и защиту населения, а также снизит экономические затраты на тушение и восстановление пострадавших территорий.

Учитывая срочную необходимость борьбы с пожарами, существует настоятельная необходимость дальнейшей разработки и оптимизации современных автоматизированных систем разведки пожаров. Это означает, что для решения проблем обнаружения и идентификации признаков пожара в реальном времени необходимо разработать новые подходы, методы и алгоритмы, использующие перспективные области современной науки, связанные с робототехникой, информационными технологиями, такими как машинное зрение.

В данной работе рассматривается вопрос необходимости дальнейшего развития современных систем пожарной разведки, разработкой новых подходов, методов и алгоритмов с использованием перспективных направлений современной науки, связанной с информационными технологиями, таких как машинное зрение, а также необходимостью решения сложных задач обнаружения и идентификации пожаров в реальном времени.

Цель работы. Разработка автоматизированной системы разведки пожаров с использованием роботизированных устройств и совершенствования методов и алгоритмов обнаружения пожаров.

Основная идея диссертационной работы заключается в разработке и оптимизации методов обработки данных и управления БПЛА в системах пожарной разведки с применением роботизированных устройств для повышения эффективности борьбы с пожарами. Основной акцент сделан на разработке методов и алгоритмов обнаружения признаков пожара с цифровых данных, с использованием передовых технологий, таких как машинное зрение и нейронные сети.

Задачи исследования:

- разработать методы и алгоритмы обнаружения признаков пожара с использованием технологии компьютерного зрения и машинного обучения;
- оптимизировать методы управления и планирования пути покрытия БПЛА (квадрокоптер) для разведки пожаров;
- реализовать разработанные методы обработки данных с использованием алгоритмов машинного зрения и нейронных сетей для повышения точности и скорости работы системы;
- спроектировать и сконструировать роботизированное устройство (квадрокоптер) для проведения экспериментальных исследований и полевых испытаний на объектах с высокой пожароопасностью.

Объект исследования - системы пожарной разведки с применением роботизированных устройств.

Предмет исследования - методы и алгоритмы системы пожарной разведки с применением роботизированных устройств.

Основные методы исследования включают в себя теорию автоматического управления, математическое компьютерное моделирование, теория нейронных сетей, тестирование алгоритмов управления в программе и на модельных объектах.

Научные положения, выносимые на защиту:

- 1) методы и алгоритмы обработки изображений, полученных в режиме реального времени для обнаружения признаков пожара с цифровых данных по хроматическим, динамическим характеристикам.
- 2) методы управления квадрокоптером, с учётом приложенных сил и моментов на квадрокоптере и метод планирования пути покрытия БПЛА для эффективной разведки и мониторинга пожаров;
- 3) совокупность результатов апробации на модельных и реальных данных системы разведки и обнаружения пожаров с применением нового метода, базирующейся на использовании свёрточной нейронной сети.

Научная новизна работы.

– разработаны новые методы и алгоритмы обработки изображений, полученных в режиме реального времени для обнаружения признаков пожара с цифровых данных по различным критериям;

– оптимизированы методы управления квадрокоптером, учитывающие приложенные силы и моменты на квадрокоптере при разведке и мониторинге пожаров;

– получены результаты применения на тестовых и реальных видеоизображениях разработанных методов системы разведки пожаров, с применением передовых технологий, а именно нейронные сети для распознавания признаков пожаров при разведке и раннем обнаружении пожаров с применением БПЛА - квадрокоптера.

Достоверность и обоснованность. Обоснованность научных положений и выводов основываются на анализе научных публикаций по направлению диссертации, а также на применении комплекса общенаучных и специальных методов. Основные полученные результаты доложены на международных научных конференциях. Результаты теоретических расчетов, компьютерного моделирования и экспериментальных исследований показывают высокую сопоставимость, что говорит о достоверности представленных результатов диссертационной работы.

Практическая значимость работы. Полученные результаты, изложенные в диссертации, направлены на решение актуальной проблемы раннего обнаружения и мониторинга пожаров с помощью роботизированных устройств. Результаты исследования могут быть применены в системах разведки и обнаружения пожара в отраслях с большими территориями и повышенной угрозой возникновения пожаров, таких как лесные хозяйства, заповедники и т.д.

Результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс Восточно-Казахстанского технического университета имени Д. Серикбаева в образовательную программу для подготовки докторантов «Автоматизация и управление» для дисциплины «Нечеткие алгоритмы и управление» (акт внедрения приведен в приложении Б).

В ТОО «ОХМК» получен акт производственных испытаний, где подтверждено эффективность предлагаемой системы разведки и обнаружения пожаров с применением роботизированного устройства (акт испытаний приведен в приложении В).

Для внедрения в практику предлагается: свидетельство о государственной регистрации на объект авторского права № 34830 от 18 апреля 2023 года. Вид объекта авторского права: программа для ЭВМ. Название объекта: «Программа для обнаружения признаков пожара с видео/изображения».

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы обсуждены и доложены на международных конференциях:

1. 14th International Symposium on Applied Informatics and Related Areas (Секешфехервар, Венгрия, 2019).

2. 16th International Symposium on Applied Informatics and Related Areas (Секешфехервар, Венгрия, 2021).

3. МЛ-67 9-я Международная молодежная научная конференция «Юность и Знания — Гарантия Успеха-2022», (г. Курск, Россия, 2022).

4. Modern, relevant and popular research of world science. Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference. (Токио, Япония, 2022).

5. 17th International Symposium on Applied Informatics and Related Areas (Секешфехервар, Венгрия, 2022).

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 11 научных работ, в том числе 2 статьи в журнале индексированном в базе данных Scopus, 3 статьи в изданиях рекомендуемых Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования МНВО РК, 1 публикация в журналах индексируемых базой данных Russian Science Citation Index (RSCI), 5 работ в сборниках международных конференций, в том числе 4 статьи в изданиях дальнего зарубежья.

Структура и объем диссертации. Исследование состоит из введения, трёх основных разделов, заключения, списка использованных источников из 131 наименований на 112 страницах, включая 6 таблиц, 53 рисунков, 4 приложений.