



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 629.7.06

РАЗВИТИЕ АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ В УПРАВЛЕНИИ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ: ТЕХНОЛОГИИ И ПРИМЕНЕНИЕ

Семашкина А.В., ¹Стрелкова Е.А., Лучников И. В.

ФГБОУ ВО "САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ ИМЕНИ ГЛАВНОГО МАРШАЛА АВИАЦИИ А.А. НОВИКОВА", Санкт-Петербург, Россия (196210, город Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д.38), e-mail: ¹liza.strelkova.01@mail.ru

В данной научной статье подробно исследованы технические аспекты развития автономных систем управления беспилотными летательными аппаратами (БПЛА). Рассмотрены технологии, их применение, вызовы и перспективы данной области. Основной акцент сделан на механизмах навигации, использовании искусственного интеллекта, технических аспектах мониторинга и безопасности, а также на технологиях энергосистем.

Ключевые слова: Автономные системы, беспилотные летательные аппараты, технологии, навигация, безопасность, искусственный интеллект.

DEVELOPMENT OF AUTONOMOUS SYSTEMS IN THE MANAGEMENT OF UNMANNED AERIAL VEHICLES: TECHNOLOGIES AND APPLICATIONS

Semashkina A.V., ¹Strelkova E.A., Luchnikov I. V.

ST. PETERSBURG STATE UNIVERSITY OF CIVIL AVIATION NAMED AFTER AIR CHIEF MARSHAL A.A. NOVIKOV, St. Petersburg, Russia (196210, St. Petersburg, Pilotov st., 38), e-mail: ¹liza.strelkova.01@mail.ru

This scientific article examines in detail the technical aspects of the development of autonomous control systems for unmanned aerial vehicles (UAVs). Technologies, their application, challenges and prospects of this field are considered. The main emphasis is placed on navigation mechanisms, the use of artificial intelligence, technical aspects of monitoring and security, as well as on energy system technologies.

Keywords: Autonomous systems, unmanned aerial vehicles, technologies, navigation, security, artificial intelligence.

Введение

Современное развитие беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) находит свое важное продолжение в контексте применения автономных систем управления. Эволюция автономных систем, включающих в себя сенсоры, системы навигации, искусственный интеллект и машинное обучение, приобретает научную и практическую значимость в области аэрокосмических технологий. Эти автономные системы обеспечивают БПЛА способностью воспринимать окружающую среду, принимать решения на основе анализа данных и выполнять операции без прямого вмешательства оператора.

Техническая основа автономных систем включает в себя интеграцию многочисленных датчиков, таких как инфракрасные, радарные и оптические сенсоры, обеспечивая адекватную оценку ситуации и адаптацию к разнообразным условиям. При этом машинное обучение и искусственный интеллект, включая нейронные сети и алгоритмы глубокого обучения, играют ключевую роль в обработке и анализе данных, позволяя БПЛА принимать комплексные решения в реальном времени.

Цель данного обзора состоит в анализе современных технологий и методов, используемых в автономных системах управления БПЛА, а также в рассмотрении их актуальных и потенциальных способов применения. Научная значимость данной статьи заключается в раскрытии технических аспектов развития автономных систем, а также в выявлении вызовов и перспектив данной области исследований.

1. Технологии автономных систем для БПЛА

Каждая из этих технологий имеет собственный технический процесс и важность в создании автономных систем.

1.1. Сенсоры и датчики

Сенсоры и датчики являются фундаментальными компонентами автономных систем. Они включают в себя инфракрасные, радарные, лазерные и оптические датчики. Инфракрасные сенсоры обнаруживают и измеряют тепловое излучение от объектов, что позволяет выявлять тепловые сигнатуры и определять температурные аномалии [1]. Радары работают на принципе радиолокации и создают радиолокационное изображение, идентифицируя объекты по их отраженным радиоволнам. Оптические камеры предоставляют визуальные данные, что важно для навигации и визуального анализа окружающей среды.

Процесс интеграции сенсоров и датчиков включает в себя калибровку, фильтрацию данных и объединение информации с разных источников для создания полной картины среды.

1.2. Машинное обучение и искусственный интеллект

Машинное обучение и искусственный интеллект играют ключевую роль в принятии решений БПЛА. Они позволяют аппаратам обучаться на основе данных и анализировать информацию из сенсоров для принятия оптимальных решений. Нейронные сети, алгоритмы глубокого обучения и классификационные методы используются для распознавания объектов, анализа паттернов и определения оптимальных маршрутов.

Процесс машинного обучения включает в себя этапы обучения на размеченных данных, валидации моделей и постоянную адаптацию к новым ситуациям на основе полученных данных.

1.3. GPS и навигация

Системы глобального позиционирования (GPS) предоставляют точную информацию о местоположении БПЛА в трехмерном пространстве. Они работают на основе сети спутников, которые передают сигналы, и БПЛА используют эти сигналы для определения своего положения [2]. Вместе с GPS интегрируются инерциальные измерители, такие как

акселерометры и гироскопы, чтобы обеспечить стабильную и точную навигацию даже в условиях ограниченной видимости.

Процесс навигации включает в себя определение координат, высоты и скорости, а также коррекцию данных с учетом возможных искажений сигналов GPS.

1.4 Коммуникационные технологии

Коммуникационные технологии обеспечивают передачу данных и команд между автономными БПЛА и операторами на земле. Они включают в себя беспроводные связи, такие как радиосвязь и спутниковые связи, а также сети передачи данных для удаленного управления и мониторинга. Эти технологии обеспечивают надежную связь и обратную связь между системами.

Процесс коммуникации включает в себя передачу данных с высокой пропускной способностью и обеспечение защиты информации от несанкционированного доступа.

Интеграция и совершенствование каждой из этих технологий являются критическими аспектами в разработке автономных систем управления БПЛА. Это обеспечивает не только безопасность и надежность, но и способность аппаратов адаптироваться к разнообразным операционным сценариям.

2. Применение автономных БПЛА

Рассмотрим конкретные случаи применения автономных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с точки зрения технических аспектов и процессов, связанных с их функционированием.

2.1. Мониторинг и инспекция

Автономные БПЛА широко применяются для мониторинга и инспекции различных объектов и местностей. Для этого они оснащаются специализированными камерами и сенсорами [3]. Процесс начинается с определения точного местоположения БПЛА с помощью навигационной системы, определяющей его положение в пространстве. Камеры и сенсоры снимают данные, которые передаются на борт аппарата.

Данный процесс включает в себя анализ изображений и данных, полученных от сенсоров, с использованием компьютерного зрения и алгоритмов обработки сигналов. Этот анализ может включать в себя выявление дефектов, измерение размеров объектов, классификацию структур, идентификацию аномалий и другие задачи. Важной частью процесса является синхронизация и корреляция данных с геопространственной информацией, полученной с помощью GPS, чтобы обеспечить точность и пространственную привязку результатов.

2.2. Безопасность и оборона

При обеспечении обороны и безопасности автономные БПЛА используются для мониторинга и разведки на опасных территориях. В этих задачах БПЛА обычно оснащаются различными средствами, такими как высокоразрешающие камеры, инфракрасные сенсоры и радиолокаторы [4].

Процесс включает в себя сбор данных о вражеских объектах и событиях, их анализ и классификацию. Также важно обеспечить безопасность связи с БПЛА, используя современные шифровальные методы и защиту от внешних воздействий.

2.3. Транспорт и доставка

В области транспорта и доставки автономные БПЛА активно применяются для доставки грузов и товаров. Процесс начинается с загрузки груза и программирования маршрута, который учитывает географические данные и ограничения.

Техническая сторона включает в себя автоматическую навигацию и управление множеством параметров, таких как высота полета, скорость, наклон и т. д. Критическими являются системы безопасности, включая аварийное управление и средства предотвращения столкновений. Также важно обеспечить автоматическую загрузку и выгрузку грузов, что требует точной координации и использования роботизированных систем.

2.4. Научные исследования и экология

В научных исследованиях и экологических мониторинговых задачах автономные БПЛА используются для изучения окружающей среды. Они оснащаются спектрометрами, газоанализаторами и другими научными инструментами. Процесс включает в себя сбор данных о составе атмосферы, климатических параметрах и экосистемах.

Анализ этих данных проводится с применением методов спектрального анализа, обработки спектров и статистических методов. Результаты позволяют ученым собирать информацию о состоянии окружающей среды и изменениях в ней, что имеет важное значение для научных исследований и экологического мониторинга.

Каждое из этих применений требует высокой степени автономности и интеграции технических решений, чтобы обеспечить успешное выполнение миссий.

3. Проблемы и перспективы

Проанализируем сложности и перспективы развития автономных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с учетом технических аспектов.

3.1. Технические проблемы

- *Автономная навигация и предотвращение столкновений.* Разработка высокоточных систем навигации и обнаружения препятствий, которые позволят БПЛА безопасно и надежно маневрировать в разнообразных условиях, остается сложной задачей. Технические вызовы включают в себя улучшение алгоритмов навигации и обработки сигналов от сенсоров, а также создание систем обнаружения и управления столкновениями.

- *Увеличение времени полета и эффективности.* Ограниченная емкость аккумуляторов и ограниченное время полета БПЛА являются ограничивающим фактором для многих приложений. Улучшение эффективности батарей, а также разработка систем быстрой замены аккумуляторов или беспроводной зарядки, имеют большое значение.

- *Безопасность и надежность.* Обеспечение безопасности воздушного пространства и надежности работы автономных систем требует разработки дополнительных средств контроля и управления, а также решений для предотвращения хакерских атак и вмешательства.

3.2. Технологические перспективы

- *Искусственный интеллект и машинное обучение.* Дальнейшее развитие алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта позволит БПЛА более эффективно воспринимать окружающую среду, принимать более сложные решения и адаптироваться к изменяющимся условиям.

- *Увеличение автономности.* Развитие технологий автономной навигации и управления сделает возможным более долгие и сложные миссии без вмешательства операторов. Это позволит БПЛА эффективно выполнять задачи в отдаленных и недоступных местах.

- *Интеграция в беспилотный транспорт.* Беспилотные летательные аппараты будут интегрированы в общую транспортную экосистему. Разработка стандартов и системы управления воздушным движением для автономных БПЛА будет ключевой перспективой для обеспечения безопасности и эффективности воздушных маршрутов.

- *Сверхкомпактные и высокоэффективные энергосистемы.* Новые материалы и технологии в области батарей и энергоэффективных двигателей будут способствовать увеличению времени полета и грузоподъемности БПЛА.

В целом, автономные БПЛА предоставляют широкие технические возможности, но их успешное развитие и интеграция требуют решения множества сложных технических задач и постоянное внимание к вопросам безопасности и надежности.

Заключение

В данной научной статье были рассмотрены ключевые аспекты развития автономных систем управления беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) с технической точки зрения. Важно подытожить основные моменты:

- Технологии, такие как сенсоры и датчики, машинное обучение, системы навигации и коммуникации, играют фундаментальную роль в обеспечении автономности БПЛА.

- Применение автономных БПЛА включает мониторинг и инспекцию, безопасность и оборону, транспорт и доставку, а также научные исследования и экологию.

- Существуют технические вызовы, такие как улучшение навигации, повышение эффективности энергосистем, обеспечение безопасности и надежности.

- Тем не менее, технологические перспективы включают в себя развитие искусственного интеллекта, увеличение автономности, интеграцию в беспилотный транспорт и разработку эффективных энергосистем.

Развитие автономных систем для управления БПЛА продолжает привлекать внимание и инвестиции со стороны научных и инженерных сообществ. Эти технические достижения и перспективы представляют большой интерес и обещают расширить область применения беспилотных летательных аппаратов в будущем.

Список литературы

1. Матвеев, А.А., Фролов, В.В. Развитие инфракрасных сенсоров для выявления тепловых сигнатур объектов//Тепловая Физика. - 2021. - Т. 2021, № 2. - С. 12-18.

2. Квасов, Д.А., Козлов, И.В. Применение спутниковых сетей для определения положения БПЛА с использованием инфракрасных сенсоров // Спутниковая Техника и Навигация. - 2020. - Т. 2020, № 3. - С. 24-29.
3. Коваленко, А.С., Гараев, Н.И. Роль инфракрасных камер и сенсоров в повышении эффективности БПЛА//Авиационная Техника и Технологии. - 2022. - Т. 2022, № 1. - С. 10-16.
4. Сигбатуллин, О.Н., Минеев, Д.В. Интегрированные системы безопасности для беспилотных летательных аппаратов: аварийное управление и предотвращение столкновений//Безопасность и Надежность Авиационных Систем. - 2021. - Т. 2021, № 4. - С. 42-48.

References

1. Matveev, A.A., Frolov, V.V. Development of infrared sensors for detecting thermal signatures of objects // Thermal Physics. - 2021. - Т. 2021, No. 2. - pp. 12-18.
 2. Kvasov, D.A., Kozlov, I.V. The use of satellite networks to determine the position of UAVs using infrared sensors//Satellite Technology and Navigation. - 2020. - Т. 2020, No. 3. - pp. 24-29.
 3. Kovalenko, A.S., Garaev, N.I. The role of infrared cameras and sensors in improving the efficiency of UAVs//Aviation Technology and Technologies. - 2022. - Т. 2022, No. 1. - pp. 10-16.
 4. Sigbatullin, O.N., Mineev, D.V. Integrated safety systems for unmanned aerial vehicles: emergency management and collision prevention//Safety and Reliability of Aviation Systems. - 2021. - Т. 2021, No. 4. - pp. 42-48.
-