

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК _____

Ятченя
Алексей Викторович

Архитектура сети на основе беспилотных летательных аппаратов и алгоритмы
взаимодействия её узлов

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-39 81 03 – Информационные радиотехнологии

Научный руководитель
Половения Сергей Иванович
к.т.н., доцент кафедры ИРТ
УО БГУИР

Минск 2018

ВВЕДЕНИЕ

Традиционно беспилотные летательные аппараты (БПЛА) успешно применяются в ходе военных операций по всему миру.

Стимулом к развитию беспилотной авиации во всем мире послужила потребность в легких, относительно дешевых летательных аппаратах обладающих высокими характеристиками маневренности и способных выполнять широкий круг задач.

Основной тенденцией к увеличению роли БПЛА в интересах рыночной экономики связано с успешностью их внедрения для выполнения сложных технологических процессов и операций, таких как мониторинг, инспекция зданий и сооружений и отслеживание мобильных агентов. С ростом подъемной силы и уменьшением веса оборудования и энергопотребления рассматривается возможность для организации линий связи на основе БПЛА.

Большинство существующих сетей связи позволяют обеспечить качественную и высокоскоростную передачу сообщений на заданной территории.

Современные сети связи, такие как сети подвижной радиосвязи, спутниковые сети связи, широкополосные сети связи, пассивные оптические сети имеют устоявшуюся организацию построения и базируются на сетевых протоколах, которые определяют правила и действия, позволяющие осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включёнными в сеть узлами.

Однако, несмотря на ряд неоспоримых преимуществ известных сетей связи, они обладают некоторыми недостатками. Например, системы подвижной радиосвязи имеют фиксированное количество радиоканалов на каждую базовую станцию, что ограничивает емкость станции. Кроме того, всегда на территории любого государства существуют территории, не охваченные системами подвижной радиосвязи, также существует ухудшение качества услуг на границе соты. Существенным ограничением применимости спутниковых систем связи является принципиальная сложность их применения при ухудшении погодных условий. К недостаткам сетей связи также следует отнести стоимость строительства, выделения и использования радиочастотного спектра, скорость развертывания сети, неустойчивость к стихийным бедствиям.

В настоящее время управление полетом БПЛА осуществляется в полуавтоматическом режиме по командам оператора с использованием навигации по опорным точкам или в дистанционном режиме с помощью пульта управления. Также существенно возрастает роль автономности БПЛА при решении поставленных целевых задач, таких как работа в заданной точке пространства и автоматическое управление полетом по заданной траектории.

В литературе достаточно хорошо освещены вопросы автономного движения одного БПЛА по заданной траектории .

В современных условиях уровень развития коммуникационных систем позволяет создавать альтернативные динамические сети связи в целях повышения качества услуг и обеспечения зоны покрытия на заданной территории, что подразумевает увеличение объема выполняемых технологических процессов на группу БПЛА и разработку алгоритмов группового взаимодействия и совместной работы.

Группа БПЛА с централизованным, децентрализованным или комбинированным управлением может организовать сеть связи, способную к быстрому развертыванию, адаптации к существующим сетям, с устойчивыми к изменению в пространстве под действием внешних факторов узлами сети.

Цель работы: разработать набор правил, определяющих экономическую эффективность полета и выполнения заданной миссии, а также алгоритм управления группой БПЛА.

В работе решаются следующие задачи: анализ существующих алгоритмов управления БПЛА, постановка требований к качеству управления, разработка методов организации эффективной связи, синтез алгоритма мониторинга динамической сети связи на основе группы БПЛА.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с научными программами, темами

Тема диссертации соответствует приоритетным направлениям «Методы математического и компьютерного моделирования, компьютерные технологии и интеллектуальные системы поддержки принятия решений» (пункт 5.1), «Системные решения, архитектура, методологическое и аппаратно-программное обеспечение высокопроизводительных параллельных и распределенных информационно-коммуникационных процессов, сетей и систем, их информационная безопасность» (пункт 5.2), «Средства контроля параметров систем и средств связи и телекоммуникаций» (пункт 5.6), «Аппаратно-программное обеспечение измерительно-управляющих систем, приборов и датчиков, цифровая обработка сигналов, средства автоматизации промышленных предприятий, транспорта и испытательных центров» (пункт 5.12), которые приведены в Перечне приоритетных фундаментальных и прикладных научных исследований Республики Беларусь на 2016–2020 гг., утвержденном Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 12 марта 2015 г., № 190, а также направлениям «Робототехника, интеллектуальные системы управления» (пункт 3.3), «Скоростные и высокоскоростные транспортные системы и коммуникации» (пункт 3.8), «Транспортные технологии, технологии транспортной безопасности, транспортно-логистические системы и инфраструктура» (пункт 3.9), «Информационные авиационно-космические технологии» (пункт 7.2), «Технологии развития информационного общества» (пункт 7.6), которые приведены в Указе Президента Республики Беларусь № 166 от 22 апреля 2015 г. «О приоритетных направлениях научно-технической деятельности в Республике Беларусь на 2016–2020 годы».

Цель и задачи исследования

Целью диссертационной работы является разработка архитектуры сети связи на основе беспилотных летательных аппаратов, методов её организации и алгоритмы группового взаимодействия её узлов.

Положения, выносимые на защиту

1. Правило децентрализованного управления движением группы БПЛА, с соблюдением заданной геометрической структуры строя в ходе полета, а также аналитическое доказательство работоспособности правила управления, предусматривающего оказание управляющего воздействия на ускорение агента,

в случае удовлетворения параметров управления определённым критериям. Правила предназначены для решения задачи управления при условии оказания управляющего воздействия на ускорение.

2. Алгоритм взаимодействия группы БПЛА, на основе управления одним БПЛА

3. Архитектура сети БПЛА, для определения маршрута движения БПЛА от узла-источника к узлу-цели и координирование движения в воздушном пространстве. Создание доступной расширяемой платформы для общих текущих или будущих услуг.

Личный вклад магистранта

Все основные выводы по диссертации получены автором лично при непосредственном участии научного руководителя в части осуществления выбора направления исследований и анализа полученных результатов. Программы мониторинга информации написаны в соавторстве.

Опубликованность результатов диссертации

По материалам диссертации опубликовано 2 печатные работы суммарным объемом 1.8 авторского листа, 2 работы – в сборниках статей по материалам конференций.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из перечня условных обозначений, введения, общей характеристики работы, четырех глав с выводами по первой, второй и четвертой главе, заключения, библиографического списка и двух приложений.

Общий объем диссертационной работы составляет 83 страниц, из них 69 страниц основного текста, 33 рисунков на 26 страницах, 2 таблиц на 3 страницах, библиографический список из 76 наименования на 5 страницах (в том числе 2 авторских публикаций).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введение какую роль играют БПЛА в современной жизни. Основной тенденцией к увеличению роли БПЛА в интересах рыночной экономики связано с успешностью их внедрения для выполнения сложных технологических процессов и операций, таких как мониторинг, инспекция зданий и сооружений и отслеживание мобильных агентов.

В современных условиях уровень развития коммуникационных систем позволяет создавать альтернативные динамические сети связи в целях повышения качества услуг и обеспечения зоны покрытия на заданной территории, что подразумевает увеличение объема выполняемых технологических процессов на группу БПЛА и разработку алгоритмов группового взаимодействия и совместной работы. Формируется архитектура сети связи БПЛА.

В главе 1 описывается правило децентрализованного управления движением группы БПЛА, с соблюдением заданной геометрической структуры строя в ходе полета, а также аналитическое доказательство работоспособности правила управления, предусматривающего оказание управляющего воздействия на ускорение агента, в случае удовлетворения параметров управления определённым критериям. Правила предназначены для решения задачи управления при условии оказания управляющего воздействия на ускорение.

В главе 2 описываются алгоритмы взаимодействия строя БПЛА. Рассмотрены методы окружностей, сфер. Производится описание этих методов и алгоритмов..

В главе 3 описывается широкополосный канал связи БПЛА. Цифровая обработка данных позволит применять различные способы кодирования и увеличит количество полученной информации с БПЛА.

ВЫВОДЫ

Основной научный результат диссертации заключается в решении актуальной научной задачи – разработке методов формирования целевого строя произвольной конфигурации в группе БПЛА. В диссертационном исследовании решен ряд задач и получены следующие результаты.

Проведен анализ известных подходов к решению строевой задачи в группах БПЛА, на основе которого выявлено, что применение традиционных методов теории управления затруднено из-за высокой вычислительной сложности решения строевой задачи этими методами, что делает эти методы практически неприменимыми в группах БПЛА, а другие известные подходы к решению строевой задачи ориентированы, в основном, на решение частных случаев этой задачи, таких как поддержание строя, формирования строя некоторой определенной конфигурации.

Модифицирован метод окружностей для формирования в группе БПЛА плоского строя произвольной конфигурации, отличающийся совмещением процедур определения координат целевых положений и определения назначений БПЛА по ним.

Модифицирован метод сфер для решения строевой задачи в группе БПЛА, отличающийся формированием строя произвольной конфигурации в трехмерном пространстве;

Предложена модификация метода совмещения центров для решения строевой задачи в группе БПЛА, отличающийся процедурой поиска координат целевых положений, при которых обеспечивается минимальное из максимальных расстояний между текущими положениями БПЛА группы и целевыми положениями формируемого строя, в том числе с учетом ориентации строя в пространстве.

Разработана архитектура сети для БПЛА.

Представлен передатчик для формирования сети связи в БПЛА.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

[1-А] Ятченя А.В. Алгоритм управления БПЛА как основа управления группой БПЛА. / Ятченя А.В., Половения С.И.// 21-ая международная научно-техническая конференция « Современные средства связи» - Минск. 2016.

[2-А] Ятченя А.В. Правило управления по ускорению группой БПЛА с голономной моделью связи./ Ятченя А.В., Половения С.И.// 53-ая научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР.