Ле Ч.А., Литвинов Ю.В., Бушуев А.Б.
Алгоритм управления парой квадрокоптеров

*Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/lj-05-2019-35

idsp: ljjournal-05-2019-35

Аннотация

В статье рассматривается задача управления парой квадрокоптеров при проведении поисково-спасательных операций. Предложены методы идентификаций объекта поиска по видеоизображению и способы обмена информацией между квадрокоптером и компьютером. Разработана функциональная схема и алгоритм управления. Выполнено математическое моделирование полета по заданной траектории в среде Gazebo и проведён эксперимент на реальном квадрокоптере.

Ключевые слова: Квадрокоптер, алгоритм, пакет, БПЛА, изображение, идентификация, обработка, детектирование, проверка.

Abstract

The article deals with the problem of controlling a pair of quadrocopters during search and rescue operations. Methods of identification of object of search on video image and methods of information exchange between the quadrocopter and the computer are offered. The functional scheme and control algorithm are developed. Mathematical modeling of flight on the given trajectory in the environment of Gazebo is executed and experiment on the real quadrocopter is carried out.

Keywords: Quadcopter, algorithm, package, UAV, image, identification, processing, detection, verification.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время беспилотные летательные аппараты (БПЛА) начинают широко применяться в разных областях, где трудно или опасно выполнять поставленную задачу человеку. БПЛА используется для картирования местности, инвентаризации сельхозугодий, оперативного мониторинга состояния различных трубопроводов и т.п. [1]. С помощью БПЛА можно выполнять поиск определённых объектов или пропавших людей в зоне техногенных катастроф или стихийных бедствий. Существует решение, при котором один квадрокоптер одновременно находит искомый объект и доставляет груз в нужную точку. Такое решение имеет эффективность в случае, когда уже заранее известно местоположение объекта. Если в ходе полета один квадрокоптер не смог найти искомый объект, тогда одновременность поиска и доставки грузки становится неэффективным. В данной работе рассматривается лёгкий квадрокоптер AR.Drone 2.0, запас энергий которого недостаточен для длительного поиска. Использование пары квадрокоптеров позволяет расширить как площадь исследуемой области, так и решить доставку массивного груза. Квадрокоптер AR.Drone 2.0 имеет 2 камеры: фронтальную нижнюю, передающие видеопоток на компьютер оператора. Кроме того, он поддерживает ROS, с помощью которого можно управлять квадрокоптером и выполнять поставленные задачи. В настоящее время существуют алгоритмы управления БПЛА для решения типовых задач, однако остаётся очень много задач, для которых алгоритм выполнения еще не найден. В данной работе предлагается алгоритм управления парой квадрокоптеров для обнаружения объекта по заданным параметрам, определение его координат и передачу данных в компьютер оператора. Задача второго квадрокоптера – по полученным координатам найденного объекта доставить груз в заданную точку. Такой алгоритм найдет широкое применение в проведении поисково-спасательных операций [2].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Разработка алгоритма управления парой квадрокоптеров при поисково-спасательной операции.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Первой задачей при разработке алгоритма управления парой квадрокоптеров при поисковой операции является выбор канала связи. Для реализации алгоритма в реальных условиях канал связи должен обеспечивать способность обмена информацией между компьютером и квадрокоптером. Объектами управления в данной работе является пара квадрокоптеров, один из которых выполняет задачу поиска объекта по заданному изображению и определения координаты искомого объекта, а второй получив информацию от первого, начинает свое движение к найденному объекту. Канал связи должен удовлетворять требованиям обеспечения работоспособности алгоритма в реальных условиях. Например, радиус действия канала достаточен для общения между компьютером и квадрокоптером в ходе полета. Кроме того, канал связи должен обеспечивать маневренность квадрокоптера при выполнении задачи. В настоящее время существуют многие каналы, обеспечивающие общение между компьютером и квадрокоптером, но для данной задачи беспроводная сеть становится самым оптимальным и подходящим каналом связи. В технологии передачи информации часто используются беспроводную сеть (Wi-Fi) и радиоволну. Чаще Wi-Fi используется для передачи информации на расстояние меньше 100 метров, а радиоволна – для передачи информации на большое расстояние. Но с развитием технологий Wi-Fi постепенно становится популярным. В данный момент почти все электронные устройства имеют способность подключения к Wi-Fi сети. Так в квадрокоптере Ar.Drone 2.0 обмену информацией происходит через Wi-Fi к которому и подключается компьютер [3,4].

Второй задачей является выбор метода идентификации и обработки изображений. В данный момент имеется много различных методов обработки изображений, но контурный анализ представляет собой фундаментальный процесс в обработке изображений. Края включают в себя много информации о образе объектов. С помощью края можно определить местоположение объектов, их формы, размеры и информацию о их текстуре. Среди методов обработки изображений оператор Канни считается самым эффективным методом. Так как он обладает большим количеством преимуществ по сравнению с другими методами. Оператор Канни используется очень широко в системах технического зрения из-за его качественной работы. В рамках данной статьи этот оператор используется для детектирования объекта по изображению [5,6].

Функциональная схема представлена на рисунке 1. При этом,

- Задачи компьютера: Отправление сигнала управления на оба квадрокоптер, обработка видеопотоков и фиксирование координаты искомого объекта.
- Задачи первого квадрокоптера: Полет по заданной траектории, снятие видеопотока и отправка видеопотока с навигационными данными на компьютер.
- Задачи второго квадрокоптера: Полет к найденному объекту.

Рисунок 1 – Функциональная схема.

На основе выбора метода обмена информацией, метода детектирования объекта по изображению и функциональной схемы разработан алгоритм управления, представленный на рисунке 2. Ход выполнения алгоритма включает себя следующие шаги.

- Шаг 1: Загрузить в программу управления изображение искомого объекта и траекторию полета квадрокоптер.
- Шаг 2: Полет квадрокоптера по заданной траектории и получение видеопотока.
- Шаг 3: Обработка видеопотока и выделение изображения искомого объекта.

- Шаг 4: Если квадрокоптер приближается к точке невозврата или закончит свою траекторию, то он сам возвращается в исходную точку.
- Шаг 5: Если квадрокоптер обнаруживает искомый объект, он передает координаты объекта на компьютер. Компьютер запоминает координаты искомого объекта и отправляет сигнал управления на второй квадрокоптер. Получив сигнал управления от компьютера, второй квадрокоптер начинает движение к найденному объекту.

Рисунок 2 – Алгоритм управления парой квадрокоптеров.

После того как был разработан алгоритм управления, осталась задача проверки алгоритма на реальном БПЛА. Любой алгоритм имеет значение только тогда, когда он применяется практически. Для проверки разработанного алгоритма было проведено моделирование полёта по заданной траектории в среде Gazebo. При этом используются пакет *ardrone_autonomy*, *tum_ardrone* и система Robot Operating System. Пакет *ardrone_autonomy* представляет собой драйвер для квадрокоптера AR.Drone 2.0, с помощью которого можно отправлять сигналы управления, переключать камеру и устанавливать некоторые параметры полёта, такие как максимальная высота, частота обновления видео. Пакет *tum_ardrone* предназначен для автономного полета в среде без GPS датчика по заданной траектории. В результате применения указанных пакетов был выполнен экспериментальный полет реального квадрокоптера по заданной траектории. Результат эксперимента представлен на рисунке 3.

Рисунок 3 – Результат моделирования по заданной траектории.

При полете по заданной траектории нижняя камера передаёт видеопоток об исследуемой площади. При нахождении искомого объекта координата будет зафиксирована. Определение координат искомого объекта означает, что поставленная задача решена.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данной задачи разработан алгоритм управления парой квадрокоптеров. Правильность разработанного алгоритма утверждена тематическим моделированием полёта по заданной траектории и экспериментом на реальный квадрокоптере. Такой алгоритм найдет широкое применение в спасательных операциях, так и для решения других практических задач.

1. Беспилотники в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] - <https://russiandrone.ru/publications/bespilotniki-v-selskom-khozyaystve/>, свободный.
2. Второй Всероссийский научно-практический семинар «Беспилотные транспортные средства с элементами искусственного интеллекта (БТС-ИИ-2015)» (9 октября 2015г., г. Санкт-Петербург, Россия): Труды семинара. – Санкт- Петербург: Изд-во «Политехника-сервис», 2015. – 140 с.

3. WiFi Networking: Radio Wave Basics [Электронный ресурс] - <https://www.networkcomputing.com/wireless-infrastructure/wifi-networking-radio-wave-basics>, свободный.
 4. Wifi là gì? Wifi hoạt động như thế nào? [Электронный ресурс] - <https://quantrimang.com/wifi-la-gi-120057>, свободный.
 5. Сакович И.О., Белов Ю.С. Обзор основных методов контурного анализа для выделения контуров движущихся объектов. Инженерный журнал: наука и инновации, 2014, вып. 12.
 6. Canny J.F. Finding edges and lines in images. Master's thesis. MIT, Cambridge, USA, 2016, pp.50–67.
-