

Особенности применения открытых платформ конструирования квадрокоптеров для решения задач мониторинга открытых пространств.

И.А. Калинов

Московский физико-технический институт (государственный университет)

В последнее время огромное число взглядов приковано к созданию собственных беспилотных летательных аппаратов. Самым широко распространенным из них является квадрокоптер, летательный аппарат с четырьмя несущими винтами, вращающихся диагонально в противоположных направлениях. В связи с широкой популярностью квадрокоптеров многие исследовательские группы, институты и компании взялись за создания своих собственных квадрокоптеров с учетом конкретных целей. Немалая часть этих проектов носит открытый характер, что дает нам возможность сравнить и на основании проведенного анализа подобрать оптимальные параметры комплекта оборудования и программного обеспечения необходимого для выполнения конкретно поставленных задач, а именно мониторинг открытых пространств (с плотной застройкой и без). В качестве базы для анализа были выбраны восемь открытых проектов:

1. Arducopter - проект по разработке автопилота на платформе Arduino, который разрабатывается индивидуальным коллективом инженеров. Графический интерфейс пользователя базируется на программном обеспечении наземного управления, позволяющего осуществлять управление и получать информацию о полете на дисплее;
2. Openpilot - это открытый проект, который ведется компанией любителей радиоэлектроники, основной особенностью данного проекта является то, что его операционная система реального времени базируется на модифицированной системе FreeRTOS;
3. Pararazzi - это проект системы автопилота, изначально разрабатываемый для управления небольшими частными самолетами с зафиксированным крылом, теперь он поддерживает управление квадрокоптером;
4. Pixhawk – это проект, основным отличием которого от всех остальных является то, что у него на борту используются алгоритмы компьютерного зрения в режиме разработанные ETHZ Computer Vision Group;
5. Mikrokopter – проект, который представляет собой разработку автопилота для квадрокоптера. Проект характерен тем, что некоторые интернет магазины уже используют его для доставки своих продуктов удаленно;
6. KKmulticopter - проект создавался независимым коллективом радио электронщиков, для получения аэрофотоснимков с квадрокоптера. Он примечателен тем, что в основе его автопилота лежит только трех осевой гироскоп для получения данных и восьми битный микроконтроллер для их обработки;

7. Multiwii - проект построен на базе Arduino, но в различных комплектациях использует различные сенсоры. Основной целью проекта является создание системы настолько простой, чтобы ей можно было управлять с помощью обучающего джойстика для игровой приставки;
8. Aeroqua - это еще одна вариация автопилота на базе Arduino, отличается от остальных проектов интересным подходом к визуализации данных.

Данным проектам характерна общая структура - широкий набор параметров, по которым можно провести обширный сравнительный анализ, начиная с различных спецификаций магнетометров, барометров, радио приемников и передатчиков, средств коммуникации, системы управления, заканчивая принципами навигации, различными фильтрами, такими как: фильтр Калмана и нелинейным сложным фильтром, основанном на ортогональной группе, применяемыми в алгоритмах управления квадрокоптера[1], также были рассмотрены различные схемы реализации пропорционально-интегро-дифференцирующего (ПИД) регулятора[2]. Таким образом был проведен полный сравнительный анализ и обзор публично доступных проектов с открытым исходным кодом с точки зрения аппаратного и программного обеспечения для последующего использования в подборе оптимальных характеристик для создания и использования своего собственного дрона для выполнения задачи мониторинга открытых пространств. Наиболее адаптивными платформами для задачи мониторинга открытых пространств на данный момент является Pixhawk, Openpilot и Mikrokopter, используя некоторые решения, представленные в данных проектах, можно существенно сократить время разработки своего дрона.

В заключительной части представлены выводы, полученные в результате сравнительного анализа, общие рекомендации при разработке собственного квадрокоптера, а также принципиальные схемы его построения. На основе полученных результатов создан эскизный проект системы мониторинга открытых пространств в условиях характерных размеров препятствий и пролетов около 1 метра и площадью стенда порядка 100 квадратных метров.

#### Литература

[1] *Матвеев В.В., Распопов В.Я.* Основы построения беспилотных инерциальных навигационных систем / Под ред. В.Я. Распопова. — СПб.: ГНЦ РФ ОАО “Концерн “ЦНИИ “Электроприбор”, 2009. — с. 118–157.

[2] *D. Mellinger, N. Michael, and V. Kumar*, “Trajectory generation and control for precise aggressive maneuvers with quadrotors,” in Proc. Int. Symp. Experimental Robotics, Dec. 2010.