

Санкт-Петербургский Национально Исследовательский Университет
информационных технологий, механики и оптики
Кафедра систем управления и информатики

РЕФЕРАТ

Электромеханические системы

Система автоматического управления квадрокоптера Parrot
ARDrone 2.0

Выполнили студенты группы Р3335

А.М. Зенкин

К.В. Карпов

Принял к.т.н., доцент кафедры СУиР

_____ М.С. Чежин

Оценка: _____

«__» _____ 2017г.

Санкт-Петербург

2017

Содержание

Введение	3
1. Обзор литературы по области применения САУ	4
1.0.1. Микро класс	4
1.0.2. Маленький класс	4
1.0.3. 250 класс	4
1.0.4. 350 класс	5
1.0.5. 450 класс	5
1.0.6. 550-700 класс	5
2. Объект управления САУ и его технические характеристики	6
2.1. Объект управления САУ	6
2.2. Технические характеристики САУ	6
3. Принцип работы САУ и его функциональная схема	8
3.1. Принцип работы квадрокоптера	8
3.2. Функциональная схема и ее описание	10
4. Основные элементы САУ и требования к ним	12
Заключение	14
Список использованных источников	15

Введение

В наши дни все большую популярность набирают беспилотные летательные аппараты, а именно мультикоптеры или, как их чаще всего называют, квадрокоптеры - это летательный аппарат построенный по вертолётной схеме с тремя и более несущими винтами. Обычно данные устройства имеют грузоподъемность от 500г до 2-3 кг, что позволяет поднять в воздух небольшую фото или видеокамеру (обычно экшн-камера в более дешёвых моделях, либо зеркальные камеры в профессиональных). Но сейчас всё больше и больше начинают использовать квадрокоптеры в технических сферах, например, для построения карты местности, используя монокулярную камеру или слежения за выбранным объектом. В связи с этим в интернете появляется довольно много материала по данной тематике, так как это с одной стороны занимательная, а с другой достаточно перспективная отрасль. Как следствие всего вышесказанного, была поставлена задача стабилизации квадрокоптера в заданной точке пространства, облёт препятствия, слежение за выбранным объектом и построение 3D карты местности используя S.L.A.M. В данной работе необходимо подобрать непосредственно сам квадрокоптер и рассмотреть возможную систему автоматического управления+ беспилотным летательным аппаратом.

1. Обзор литературы по области применения САУ

В настоящее время квадрокоптеры используются в самых различных сферах. Рассмотрим некоторые отрасли применения квадрокоптера и его разновидности. В настоящее время существуют следующие классы квадрокоптеры

1.0.1. Микро класс

Начнем с самых маленьких представителей данных БЛА. И первым таким представителем является DHD D1. Самый маленький на сегодняшний день квадрокоптер, который уместается в ладонь. Создан в основном для развлечений, но также можно приобрести базовые знания об управлении коптерами.[6]

1.0.2. Меленький класс

Переходим к следующему квадрокоптеру – старшему брату для нашего DHD D1 – Eachine H8 Mini. С его помощью уже можно ощутить вес квадрокоптера. Как можно заметить, на данной игрушке уже установлены защитные ограничители для лопастей, а это значит, что повреждений от такого квадрокоптера (а точнее, от его винтов) ждаты практически не придется. Дальность действия всего 30 метров, но для дома этого вполне хватит. Еще немного больше в размере, и стабильнее в полете. Размер такого квадрокоптера около 170 мм.[6]

1.0.3. 250 класс

Размер такого аппарата уже около 250 мм по диагонали. Хочу заметить, что диагональ коптера именно от двигателя до двигателя и защита пропеллеров сюда не входит. Данная модель не только способна летать в хорошую

(а именно практически безветренную) погоду, но и вдобавок может доставить дополнительное удовольствие, т.к. на ней установлена миниатюрная камера. Однако радиус действия так же ограничен и составляет около 50 м. Для улицы это, конечно, немного, но на первое время как раз.[6]

1.0.4. 350 класс

Данная модель уже оснащена камерой и способна транслировать видео прямо на ваш смартфон. Однако дальность действия управления также ограничена 50 м. Также ждать качества от стандартной камеры не стоит. Кроме того, камера на таких моделях крепится на жесткий кронштейн, поэтому стабилизации ждать не приходится.[6]

1.0.5. 450 класс

Класс обладает самой ремонтноспособной рамой. Также данный коптер лучше сопротивляется ветру чем 350-ый и более мелкие классы. Единственный минус – в рюкзак его уже не положить. Ну и комплектовать оборудованием для видеосъемки придется самому. В готовых вариантах такие дроны не продаются. В основном такие коптеры используются для камер GoPro и аналогов.[6]

1.0.6. 550-700 класс

Классы от 550 до 700 вполне способны носить на борту небольшие зеркальные фотокамеры типа Sony nex 5n и аналогов с подвесами для стабилизации. Но тут в основном идут варианты с самостоятельной сборкой. За основу же например можно взять рамы Tarot 680, а остальное подбирать на основе ваших предпочтений.[6]

Вот основные классы коптеров на сегодняшний день. Говорить о ценах на каждый из данных устройств не имеет смысла, т.к. все зависит от того, что вы хотите установить на свой БЛА и какой бренд вы собираетесь

выбрать.[6]

2. Объект управления САУ и его технические характеристики

2.1. Объект управления САУ

Квадрокоптер Parrot AR.Drone 2.0 — представитель класса любительских квадрокоптеров небольших размеров, который предназначен для полета на небольшие расстояния в открытой местности, а также для использования данного беспилотного летательного аппарата, далее бла, в домашних условиях. Управлять дроном можно с любого устройства, поддерживающего wifi, для начинающих пользователей предусмотрено приложение на смартфоны - AR.FreeFlight, который ограничивает функционал, но позволяет немедленно приступить к непосредственному использованию данного бла без особых усилий. Дрон оснащен целым рядом встроенных датчиков и контроллером, которые позволяют стабилизировать квадрокоптер во время полета. Также для данного бла компания Parrot, как и для остальных своих продуктов, предоставляет открытую библиотеку - SDK2.0, которая позволяет пользователю напрямую программировать дрон. Поэтому он стал достаточно популярной исследовательской платформой для компьютерного зрения и робо разведки.

2.2. Технические характеристики САУ

Технические характеристики квадрокоптера приведены в таблице 2.1.[2][10][4]

Таблица 2.1

Технические характеристики квадрокоптера ARDrone 2.0

Характеристика	Описание
Электронное оснащение	
Процессор	Процессор: ARM Cortex A8 1 ГГц 32-разрядный процессор с видео DSP 800 МГц TMS320DMC64x
ОС	Linux 2.6.32
ОЗУ	DDR2 1 ГБ при 200 МГц
USB	Высокоскоростной USB 2.0 для расширений
Беспроводная связь	Wi-Fi b g n
Гироскоп	3 оси, точность 2000 °/ сек.
Акселерометр	3 оси, точность +/- 50 мг
Магнитометр	3 оси, точность 6 °
Датчик давления	Точность +/- 10 Па
Ультразвуковой датчик высоты	Измеряет высоту
Вертикальная камера	QVGA 60 FPS для измерения скорости движения
Запись HD-видео	
Фронтальная камера	720p камера с разрешением 30 кадров в секунду Широкоугольный объектив: диагональ 92 ° Основной профиль кодирования: H264 Формат фотографий: JPEG Подключение: Wi-Fi
Двигатели и вес	
Двигатели	4 бесколлекторных двигателя типа «inrunner» 14,5 Вт и 28 500 об/мин
Микро шариковый подшипник	Да
Бронзовые самосмазывающиеся шарикоподшипники	Да
Вес с внутренней рамой	380 г
Вес с внешней рамой	420 г

3. Принцип работы САУ и его функциональная схема

3.1. Принцип работы квадрокоптера

Здесь все довольно просто, хотя, сложность устройства во многом зависит от его класса. В целом, схема одна – дрон представляет из себя устройство, состоящее из:[9]

- Центрального корпуса, в котором находится защищенная оболочкой электроника;
- Рамы, на которой закрепляются пропеллеры;
- Крепления для камеры, и, собственно, самой камеры.

Правда, последний пункт относится только к более продвинутым аппаратам.

Сбалансированность полета и хорошая управляемость дрона обеспечивается вращением пропеллеров в противоположные стороны – одна пара вращается по часовой стрелке, а одна – против нее.

С помощью пульта, человек может отдавать команды каждому из винтов, от чего и зависит, как квадрокоптер будет вести себя в воздухе:

- При вращении всех винтов с одной и той же скоростью, аппарат взлетает[3];
- Если один из пропеллеров вращается быстрее, чем остальные – коптер наклоняется и начинает двигаться в соответствующую сторону;
- Если одна пара пропеллеров начинает вращаться быстрее, квадрокоптер поворачивается в сторону.

Управления движениями квадрокоптера приведено на рисунке.3.1.[1]

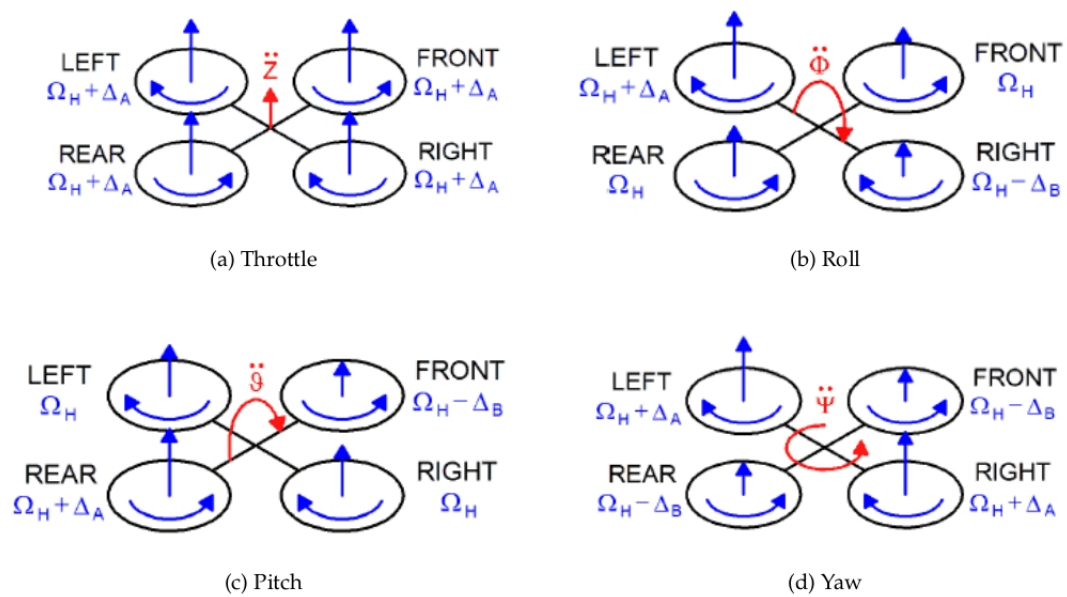


Рисунок 3.1. - Движения квадрокоптера

Маневры получаются путем изменения углов наклона, угла поворота и угла поворота вправо. Рисунок 3.2.[1]

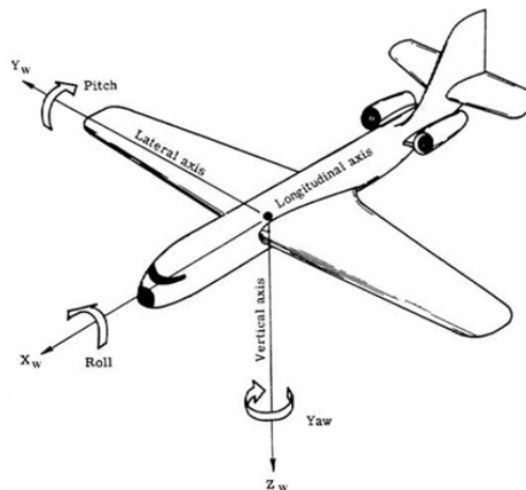


Рисунок 3.2. - Маневры квадрокоптера

3.2. Функциональная схема и ее описание

Функциональная схема квадрокоптера Parrot ARDrone 2.0 приведена на рисунке 3.3.

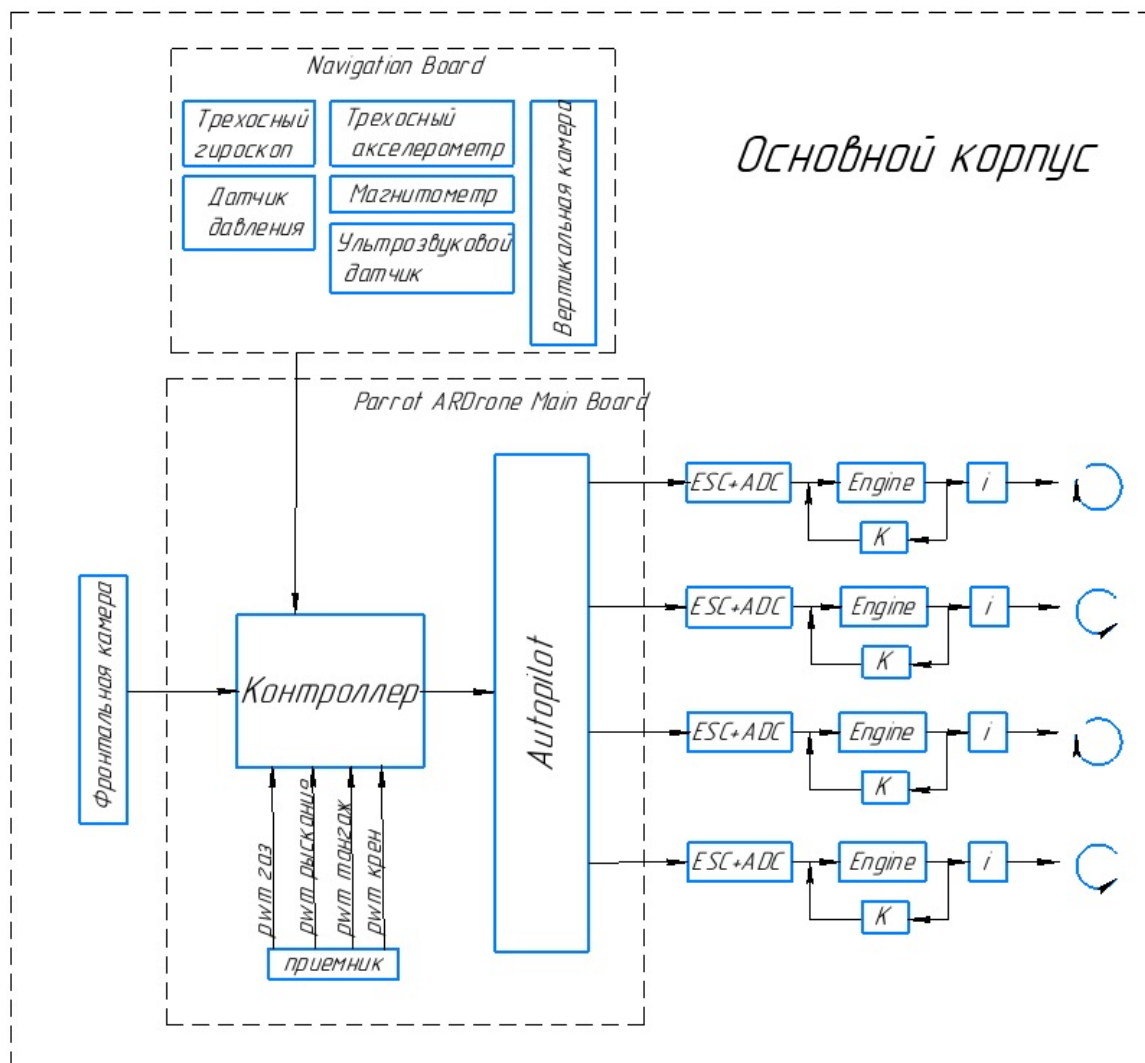


Рисунок 3.3. - функциональная схема

На материнской плате установлен контроллер и автопилот. Роль контроллера играет ARM Cortex A8 1 ГГц, 32-разрядный процессор с видео DSP 800 МГц TMS320DMC64x с операционной системой Linux 2.6.32

В роли платы навигации выступает Parrot AR.Drone Navigation Board PF070007AA, которая была специально разработана компанией Parrot для данного квадрокоптера. На нее установлены:

- Трехосный гироскоп(точность $2000^{\circ}/\text{сек}$);
- Трехосный акселерометр(точность ± 50 мг);
- Датчик давления(точность ± 10 Па);
- Магнитометр(точность 6°);
- Ультразвуковой датчик для измерения высоты до 5м(точность ± 0.5 см);

Также в данном устройстве вертикальная камера относится к плате навигации. Данная камера высчитывает оптический поток, на основе которого впоследствии высчитывается скорость квадрокоптера. Всё это необходимо для того, чтобы высчитывать одометрию, которая поступает на контроллер, а после на автопилот, где уже идет корректировка положения квадрокоптера.

На контроллере также установлен модуль Wifi, на который передаются данные о желаемом тангаже, газе, рысканье и крене. Подключить к нему может любое устройство, на котором установлен Wifi.

Аппарат приводится в движение четырьмя бесколлекторными 14.5 ваттными электродвигателями типа «inrunner» 28 500 об/мин, на которых имеется обратная связь.

Мотор подсоединяется к электронному контроллеру, созданному компанией Parrot специально для AR.Drone 2.0, который контролирует скорость двигателя:

- ESC(англ - engine speed controller). 8-битный микроконтроллер низкого напряжения(8 MIPS AVR CPU);
- 10-битный аналогово-цифровой преобразователь

На каждый из четырех моторов установлен редуктор с шестернями из нилатрона, которые на выходе выдают скорость 3300 PRM.

В основном корпусе установлена фронтальная HD камера с углом обзора в 92°[5]

4. Основные элементы САУ и требования к ним

Квадрокоптер компании Parrot ARDrone 2.0 состоит из следующих элементов:[8]

- Основной корпус с камерой Parrot AR.Drone 2.0;
- Материнская плата Parrot AR.Drone 2.0
- Корпус для полётов в помещении Parrot AR.Drone 2.0 (с защитой лопастей)
- Защита шестерней и двигателей квадрокоптера Parrot AR.Drone 2.0
- Навигационная плата Parrot AR.Drone 2.0
- Мотор Parrot AR.Drone 2.0
- Плата для заряда батарей Parrot AR.Drone 2.0
- Карбоновые пропеллеры для Parrot AR.Drone 2.0
- Подшипники для Parrot AR.Drone 2.0
- Набор цветных шестерней и валов Parrot AR.Drone 2.0

- Крестовина Parrot AR.Drone 2.0
- Аккумулятор повышенной ёмкости для Parrot AR.Drone 2.0 GiFi 2300 мАч

Особое внимание уделю элементу, осуществляющему преобразование электрической энергии в механическую. В данном квадрокоптере стоит 4 бесколлекторных двигателя типа «inrunner», который был специально разработан компанией Parrot для ARDrone 2.0, с мощностью в 14.5 Ватт, который может развить скорость в 28 500 об/мин. Скорость каждого из двигателей контролируется 8 битным контроллером в сочетании с 10 битный аналогово-цифровым преобразователем. Также непосредственно в самом двигателе имеется обратная связь.[1][7] Данные двигатели позволяют развивать максимальную скорость полёта — 18 км/ч.[5]

Заключение

AR.Drone 2.0 компании Parrot является одним из самых доступных беспилотных летательных аппаратов на данный момент для осуществления S.L.A.M'a и изучения основ строения и управления квадрокоптерами. Также данный БЛА обладает открытой библиотекой - SDK 2.0, что позволяет производить все возможные настройки и улучшать точность стабилизации посредством усовершенствования ПИД регулятора и САУ в общем. Если брать во внимание растущую популярность квадрокоптеров, то улучшение программной и механической составляющей является очень перспективным направлением. Не смотря на все свои плюсы, квадатор имеет также и ряд минусов. Во-первых, это слишком малая грузоподъемность, которая ограничивается тремястами граммами. Во-вторых, достаточно небольшое время в полете, примерно 12 минут[1], в реальности при наличии множества внешних воздействий это значение падает до 7 минут. В-третьих, чтобы достичь стабилизации квадрокоптера в воздухе на протяжении всего полета необходимо приложить немало усилий и произвести дополнительные действия для более точной работы датчиков ARDrone 2.0. И это только одни из самых явных минусов. Но не смотря на это, данный квадрокоптер является одним из самых качественных продуктов в своей ценовой категории.

Список использованных источников

- [1] Company Parrot. AR.Drone Developer Guide / Ed. by Stephane Piskorski Nicolas Brulez Pierre Eline Frederic D'Haeyer. — М. : Developer Guide, 2012.
- [2] Jeurgens N.L.M., dr. ir. A.A.J. Lefeber. Identification and Control Implementation of an AR.Drone 2.0. — М. : Science Magazine, 2017.
- [3] Monzon Ivan. Developing a ROS Enabled Full Autonomous Quadrotor. — М. : Science Magazine, 2013.
- [4] Svendby Andreas. Evaluation of shared tuple spaces as communication model for semi-autonomous robots in a mobile environment. — М. : Computer Science Magazine, 2012.
- [5] Wikipedia. Квадрокоптер Parrot ARDrone. — 2012. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Parrot_AR.Drone (дата обращения: 08.04.2013).
- [6] geektimes. Классы квадрокоптеров – какие бывают и для чего используются. — 2006. — URL: <https://habrahabr.ru/post/160251/> (дата обращения: 25.01.2016).
- [7] habrahabr. Квадрокоптер дополненной реальности — обзор AR.Drone 2.0. — 2006. — URL: <https://habrahabr.ru/post/160251/> (дата обращения: 29.11.2012).
- [8] ivpstore. Запчасти для Parrot ARDrone. — 2014. — URL: <http://ivpstore.ru/katalog/robotyi-i-gadzhetyi/kvadrokoptery/komplektuyushhie/dvigatel-dlya-parrot-ar-drone-20.html> (дата обращения: 10.12.2017).
- [9] kvadrokopters. Мультикоптеры. — 2006. — URL: <http://kvadrokopters.com/ustrojstvo-kvadrokoptera/https://ru.wikipedia.org/wiki/Multicopters> (дата обращения: 16.05.2015).

- [10] хакер. Обзор возможностей и дополнений Parrot ARDrone. — 2008. — URL: <https://хакер.ru/2012/11/11/ar-drone-2-0/> (дата обращения: 08.12.2017).