

ПРОГРАММНО-АППАРАТНАЯ СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ ПОЛЕТА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Пржелясковская В.Д., студент группы 050501

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Луцик Ю.А. – доцент, канд. технических наук

Объектом исследования являются беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Предметом исследования является технология стабилизации полета квадрокоптера. Цель исследования: разработать квадрокоптер с внедренной системой стабилизации полета, которая обеспечит устойчивый полет и эффективное управление полетом в различных условиях, таких как изменение направления и скорости ветра, механические воздействия на беспилотный летательный аппарат, изменение температуры и давления в окружающей среде. Для достижения поставленной задачи была выполнена доработка контроллера полета для реализации возможности ориентации квадрокоптера в пространстве и разработан вариант программного обеспечения для управления стабилизацией летательного аппарата.

Беспилотные летательные аппараты набирают все большую популярность в различных областях, таких как разведка, доставка, аэрофотосъемка и многие другие. Квадрокоптеры являются одними из самых распространенных типов беспилотных летательных аппаратов благодаря своей маневренности и компактности. Однако, для эффективного использования квадрокоптеров в различных условиях, необходимо обеспечить их стабильный полет. В данном исследовании рассмотрена проблема стабилизации полета квадрокоптера при помощи программно-аппаратной системы, основанной на использовании таких датчиков, как гироскоп, акселерометр и барометр.

Гироскоп – устройство, способное реагировать на изменение углов ориентации тела, на котором оно установлено, относительно инерциальной системы отсчета.

Оси вращения гироскопа с тремя степенями свободы обеспечиваются двумя рамками карданова подвеса. Центральный элемент гироскопа вращается по своей вертикальной оси, при этом он фиксируется в рамке, которая способна поворачиваться только по горизонтальной оси. Она закрепляется в еще одной рамке, которая может оборачиваться вокруг третьей оси. Такая конструкция прибора позволяют его центральному элементу всегда находиться в вертикальном положении, вне зависимости от того, как будет поворачиваться корпус гироскопа [1].

Три оси, вокруг которых может вращаться гироскоп, имеют определенные названия: крен, тангаж и рысканье. Ось крена проходит через гироскоп перпендикулярно продольной оси квадрокоптера. Ось тангажа проходит через гироскоп параллельно продольной оси квадрокоптера. Ось рысканья проходит через гироскоп перпендикулярно горизонтальной плоскости.

Несбалансированность моторов может вызвать вращение вокруг своей оси при движении квадрокоптера в определенном направлении, что может привести к нарушению устойчивости и падению. Гироскоп измеряет изменение угла поворота, что позволяет определить, как сильно и в каком направлении квадрокоптер начал данное вращение. Эти данные затем передаются микроконтроллеру, который использует их для корректировки движения моторов и стабилизации полета.

Акселерометр – прибор для измерения ускорения тела в трех направлениях (вперед/назад, влево/вправо и вверх/вниз), который работает как датчик изменения положения устройства в пространстве [2].

Акселерометр в квадрокоптерах позволяет определить текущую скорость, а также положение БПЛА в пространстве. Его показания применяют для стабилизации полета и управления им. Например, когда пилот наклонил джойстик пульта управления вперед, акселерометр измеряет ускорение в этом направлении, и микроконтроллер использует эту информацию для корректировки движения моторов и удержания квадрокоптера в горизонтальном положении.

Кроме того, акселерометры также используются для измерения вертикальной скорости взлета и посадки квадрокоптера, что позволяет контроллеру полета автоматически регулировать мощность моторов и обеспечивать плавную посадку.

Барометр – прибор, используемый в БПЛА для измерения высоты полета. Он фиксирует изменения атмосферного давления, которые микроконтроллер использует для автоматического регулирования мощности моторов и поддержания нужной высоты полета.

Цель данной работы заключается в разработке квадрокоптера, оснащенного системой стабилизации полета. Для эффективного тестирования данной системы на 3D принтере был разработан вспомогательный стенд, представленный на рисунке 1 (а), позволяющий зафиксировать квадрокоптер и безопасно наблюдать за результатами балансировки БПЛА, а также следить за его реакцией на определенные сигналы от пульта управления.

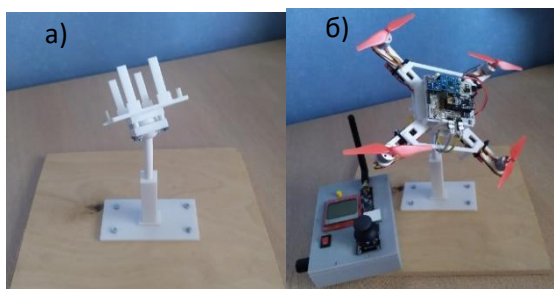


Рисунок 1 – а) Вспомогательный стенд для фиксации квадрокоптера в процессе стабилизации;
б) Квадрокоптер, установленный на вспомогательный стенд, а также пульт дистанционного управления

Разрабатываемый квадрокоптер в базовой комплектации оснащен управляющим микроконтроллером, моторами, контроллерами скорости, гироскопом, акселерометром, барометром и модулем связи для коммуникации с пультом управления [3]. Также был разработан пульт дистанционного управления, который имеет потенциометр для регулировки скорости моторов, джойстик для управления квадрокоптером в пространстве и ЖКИ-экран, на котором могут отображаться текущие характеристики полетов (скорости моторов, высота и т.д.).

Квадрокоптер, представленный на рисунке 1 (б) построен на легкой 7-дюймовой раме, которая была изготовлена на 3D принтере. Он оснащен четырьмя бесколлекторными моторами, способными развивать скорость до 4300 kV. Управление полетом и всеми датчиками квадрокоптера осуществляется с помощью микроконтроллера ATmega 328p из семейства AVR.

В качестве гироскопа и акселерометра был выбран модуль MPU-6050, который включает в себя данные датчики. Для измерения угла поворота используется технология MEMS и эффект Кориолиса. Выходные данные гироскопа измеряются в градусах в секунду, поэтому для получения углового положения необходимо интегрировать угловую скорость. С другой стороны, акселерометр MPU6050 производит измерения ускорения, которое может быть использовано для определения гравитационного ускорения по трем осям. Дополнительно, при использовании тригонометрических вычислений можно вычислить угол, под которым расположен датчик. При объединении данных акселерометра и гироскопа, возможно получить высокоточную информацию об ориентации датчика в пространстве. Модуль MPU6050 также называют устройством слежения за движением по шести осям или устройством с 6 степенями из-за его 6 выходов, или 3 выхода акселерометра и 3 выхода гироскопа.

Датчик барометра BMP180 возвращает значение атмосферного давления в единицах гектопаскаля (гПа), где 1 гПа равен 100 Паскалям. Уровень моря имеет стандартное давление около 1013 гПа, и каждый метр высоты уменьшает давление примерно на 0,11 гПа. Следовательно, высота над уровнем моря в метрах может быть вычислена путем вычитания 1013 из значения, возвращаемого датчиком BMP180, и деления оставшейся разницы на 0,11 [1].

Радиомодуль NRF24L01 отвечает за создание беспроводного соединения между квадрокоптером и пультом дистанционного управления.

В будущем планируется внедрить некоторые улучшения, включающие установку защиты на винты и аппаратную часть устройства. Кроме того, планируется добавление GPS-модуля для определения местоположения квадрокоптера. Это позволит осуществлять автономный полет и программирование маршрутов, а также GPS может использоваться для возвращения дрона в точку старта и предотвращения его потери в случае потери связи с пультом управления. Добавление камеры FPV (First Person View) позволит получать видео изображение с квадрокоптера в реальном времени и передавать его на экран управляющего устройства. Благодаря этому пилот сможет видеть окружающую среду с точки зрения камеры на борту дрона, что сделает управление более удобным и точным.

Возможно создание программных улучшений, таких как мобильное приложение для управления дроном с помощью смартфона или программа для отображения работы системы стабилизации БПЛА.

Таким образом будет получено устройство, пригодное для совершения безопасных и точных полетов.

Список использованных источников:

1. Родионов, Ю. А. Микроэлектронные датчики и сенсорные устройства: учеб. пособие / Ю. А. Родионов. – Минск: БГУИР, 2019. – 300 с.
2. Матвеев В.В. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем / Под ред. В.Я. Распопова. – СПб. ГНЦ РФ ОАО “Концерн “ЦНИИ “Электроприбор”, 2009. — С. 118–157.
3. Building a Quadcopter with Arduino / Vasilis Tzivaras – Packt Publishing, 2016. – 124 p.