

0.1. Кононов М.Н., Парыгина Ю.В., Новикова М.К. Математическая каскадная модель квадрокоптера

Рассмотрим математическую модель квадрокоптера, основанную на теории каскадного моделирования с использованием пассивного управляющего решения [1, 2]. Каскады вращения и перемещения сначала разделяются, моделируются математически и моделируются отдельно для проверки отдельных решений управления и стабильности, после чего выполняется моделирование и симуляции всей системы для проверки решений управления и стабильности всей системы. Как отдельные системы, так и система в целом могут отслеживать как фиксированные положения, так и положения, меняющиеся со временем, например, отслеживание по кругу, спирали и путевой точке. Результаты моделирования для отслеживания спиральной траектории показывают рост ошибки позиционирования по мере увеличения радиуса окружности, что свидетельствует о том, что управляющие решения борются с увеличением ускорения, но исправляются дополнительными условиями компенсации.

Представленную математическую каскадную модель квадрокоптера с пассивным управлением, можно рассматривать как вращательный каскад и поступательный каскад, где вращение кватерниона от каркаса тела к кадру NED в каскаде вращения генерирует матрицу вращения, который служил входом в каскад перемещения, позволяя квадрокоптеру направлять тягу в нужном направлении и заставляя квадрокоптер принимать необходимое положение. Контроллеры вращения и поступательного движения разработаны в соответствии со схемой пассивного управления GAS PD+. Сначала каскады были разделены, чтобы можно было проверить индивидуальную стабильность двух каскадов в соответствии с теориями устойчивости каскадов, прежде чем они были объединены вместе и была проверена вся каскадная система.

Результаты моделирования для разделенных каскадов вращения и перемещения, а также математические описания и результаты систем показывают, что вращение и перемещение стабильны. В каскаде вращения квадрокоптер быстро и стабильно вращается в направлении желаемого кватерниона, а в каскаде перемещения квадрокоптер быстро и надежно достигает желаемого положения, используя как контроллер высоты, так и контроллер вектора.

Были получены результаты численного моделирования для проверки модели управления динамикой квадрокоптера. На основе динамической модели квадрокоптера разработана модель управления квадрокоптером в среде MATLAB Simulink. В ходе тестового моделирования квадрокоптер полетел из начального местоположения в заданное местоположение и завис в заданной точке.

Модель управления была дополнительно протестирована на задаче перемещения квадрокоптера из состояния покоя по пути, заданному множеством точек и приземления в конце пути.

Предложенное численное моделирование продемонстрировало, что квадрокоптер может перемещаться в любые желаемые точки пути и следовать любой желаемой траектории.

Список литературы

- [1] Моисеев В. С., Гуцдина Д. С. Основы теории создания и применения информационных беспилотных авиационных комплексов / Казань: Издательство МОиН, 2010. 196 с
- [2] Павлушенко М. И., Евстафьев Г. М. БПЛА: история, применение, угроза распространения и перспективы развития / Москва: Права человека, 2015. 612 с