

АЛГОРИТМ ФИНИШНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ БПЛА ДЛЯ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИОННОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Е. Г. Гресский

ВВЕДЕНИЕ

Из всех режимов полета летательных аппаратов (ЛА) наиболее сложным и напряженным является режим захода на посадку и непосредственно посадки. Связано это, в первую очередь, с большой степенью аварийности ЛА на этом режиме, вследствие быстротечности процесса посадки и очень высокой нервно-психологической нагрузки экипажа. Данный режим имеет достаточно высокую скоротечность и требует от экипажа уверенных, слаженных действий, быстрой реакции на происходящие изменения. Время на заход на посадку и посадку занимает не более 1-2% всего времени полета, однако на этот режим приходится более 50% всех авиационных происшествий (АП). За последние 40 лет на этот режим пришлось около 55% всех потерь. Трудности управления особенно возрастают в условиях плохой видимости (туман, темнота), когда зрительное ориентирование затруднено или невозможно. [1]

Реализация автоматической посадки ЛА, что весьма актуально для беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), представляет еще более сложную задачу. В этом случае, вместо летчика бортовая система управления должна решать задачи планирования действий, оценки текущего состояния и управления исполнительными органами. При этом система управления (СУ) должна обеспечивать устойчивость, малое время отработки больших отклонений, адаптивность к воздействию возмущений и точность выхода в заданную точку приземления.

Целью данной работы является разработка алгоритма посадки БПЛА, основанного на технологии радиочастотной идентификации.

RFID ТЕХНОЛОГИЯ В ПОЗИЦИОНИРОВАНИИ

Активные радиочастотные метки используются при необходимости отслеживания предметов на относительно больших расстояниях. Рабочие частоты активных RFID – 455МГц, 2,4ГГц или 5,8ГГц, а радиус действия – до ста метров. Питаются активные метки от встроенного аккумулятора.

Существуют активные метки двух типов: радиомаяки и транспондеры. Радиомаяки используются в системах позиционирования реального времени. Радиомаяк отправляет пакеты с уникальным идентификацион-

ным кодом по команде либо с заданной периодичностью. Пакеты принимаются как минимум тремя приемниками, расположенными по периметру контролируемой зоны. Расстояние от маячка до приемников с фиксированными координатами определяются по углу направления на маячок Angle of arrival (AoA), по времени прихода сигнала Time of arrival (ToA) или по времени распространения сигнала от маячка до приемника Time-of-flight (ToF). [2]

Для апробации алгоритма используется беспилотный летательный аппарат со специальным оборудованием, изображение которого представлено на рис.1.



Рис. 1. Общий вид БПЛА

На борту летательного аппарата закрепляется RFID-reader. Который позволяет считывать информацию с радиочастотных меток. На месте посадки, в точках с известными координатами, устанавливаются радиочастотные активные метки с уникальным идентификатором представленные на рис. 2.



Рис. 2. Внешний вид активной RFID-метки

Летательный аппарат, с RFID-считывателем на борту, находясь в зоне покрытия, обменивается данными с RFID-метками. В процессе обмена измеряется время распространения сигнала от считывателя до трех меток. Далее посредством трилатерации вычисляем координаты ЛА. [3,4] В геометрии трехмерная проблема трилатерации представляет собой нахождение координат точки пересечения трех сфер, которые определяются путём решения системы уравнений. Чтобы упростить вычисления, полагаем, что центры всех трех сфер лежат в плоскости $z = 0$, один из них совпадает с началом координат второй - лежит на оси x .

$$r_1^2 = x^2 + y^2 + z^2, \quad (1)$$

$$r_2^2 = (x - d)^2 + y^2 + z^2, \quad (2)$$

$$r_3^2 = (x - i)^2 + (y - j)^2 + z^2, \quad (3)$$

Нужно найти точку (x, y, z) , удовлетворяющую всем трем уравнениям. Вначале вычтем второе уравнение из первого и найдем x :

$$x = \frac{r_1^2 - r_2^2 + d^2}{2d}, \quad (4)$$

Теперь найдем координаты y :

$$y = \frac{r_1^2 - r_3^2 - x^2 + (x - i)^2 + j^2}{2j} = \frac{r_1^2 - r_3^2 - i^2 + j^2}{2j} - \frac{i}{j}x, \quad (5)$$

Зная координаты x и y легко можно найти координату z :

$$z = \pm \sqrt{r_1^2 - x^2 - y^2} \quad z = \pm \sqrt{r_1^2 - x^2 - y^2}, \quad (6)$$

Зная координаты в каждый момент времени можем построить алгоритм, позволяющий контролировать угол наклона летательного аппарата, то есть решить задачу стабилизации. Но из законов динамики вращательного движения следует, что непосредственно управлять можно лишь его второй производной. Самый легкий способ повлиять на нужную величину — использовать PID (proportional-integral-derivative controller).

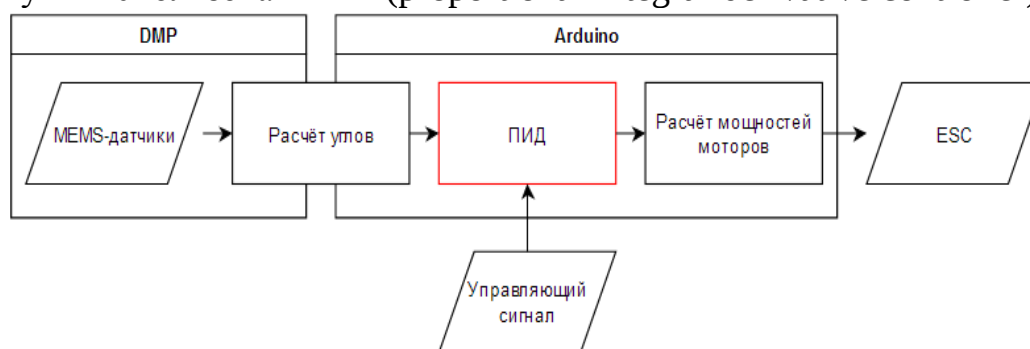


Рис. 3. Упрощенная схема функционирования алгоритма

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате был разработан и протестирован алгоритм посадки беспилотного летательного аппарата, основанного на технологии радиочастотной идентификации. Он позволяет осуществлять посадку БПЛА в автоматическом режиме, точность позиционирования при этом составляет 1 метр на расстоянии до 50-100 метров. Разработанный алгоритм протестирован на экспериментальном модуле БПЛА.

Литература

1. *Галушкин А.И.*, Нейрокомпьютеры в авиации (самолеты). Кн. 14.-М.: Радиотехника, 2003. 496 с.
2. *J. Na*, "The blind interactive guide system using RFID-based indoor positioning system," *Lecture Notes in Computer Science*, Springer Publications, vol. 4061, pp. 1298-1305, 2006.
3. *Kaplan N.*, *Understanding GPS Principles and Application* / N. Kaplan, M. Hegarty // Artech House, 2006. – 703 p.
4. *Titterton David H., Weston John L.*, *Strapdown Inertial Navigation Technology*, 2nd Edition. – 2004. –581 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ТОЧЕК

Е. С. Гусаков, А. М. Лисенкова

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время во всех промышленно развитых странах мира внедряются инновационные технологии увеличения биодоступности лекарственных препаратов. Разрабатываются методики и создается аппаратура эффективного введения лекарственных препаратов для оптимизации лечебного воздействия. Интенсивно разрабатываются теория и практика неинвазивных методов введения лекарственных препаратов. Проведенные нами ранее экспериментальные исследования показали, что воздействие низкоинтенсивным лазерным излучением (НИЛИ) на область биологически активных точек (БАТ) при введении некоторых лекарственных средств увеличивает эффективность их действия и, как следствие, позволяет снизить их дозировку, что особенно важно при лечении детей и пациентов с индивидуальными особенностями и ослабленным иммунитетом [1,2]. Воздействие на БАТ оказывает противовоспалительный эффект, вызывая расширение сосудов и увеличение их проницаемости, запускает метаболические процессы [3-6].