

ПОСТРОЕНИЕ ФОРМ УПРАВЛЯЕМОЙ ГРУППЫ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Шашкина К.М.¹, Девитт Д.В.²

¹Шашкина Ксения Михайловна - руководитель лаборатории;

²Девитт Дмитрий Владимирович - научный сотрудник,
Центр технологий компонентов робототехники и мехатроники
Университет Иннополис,
г. Иннополис

Аннотация: продемонстрированы результаты решения задачи построения форм группы управляемых беспилотных летательных аппаратов мультироторного и самолетного типов с использованием централизованного алгоритма и системы управления динамическим перестроением, а также результаты апробации.

Ключевые слова: управление, летательный аппарат, формация, алгоритм, группа.

Многие задачи могут быть выполнены только в случае применения нескольких летательных аппаратов при условии их согласованного группового взаимодействия. При управлении группой, организованной беспилотными летательными аппаратами, одной из важных задач является построение и удержание форм [1], представляющих собой определенные конфигурации группы.

Рассматриваемая система управления группой летательных аппаратов подразумевает автоматическую выдачу полетного задания в виде необходимой для выполнения конфигурации формации в ближайшей зоне пролета. Формы (рис.1) представляют собой совокупность точек пространства, в каждой из которых должен находиться один летательный аппарат из группы. Указанная совокупность точек пространства не закреплена за конкретным летательным аппаратом. Распределение между беспилотными летательными аппаратами указанной совокупности точек пространства происходит в зависимости от ближайшего положения каждого аппарата. При реализации алгоритма задание формаций происходит потоком входящих сообщений с координатами формы.

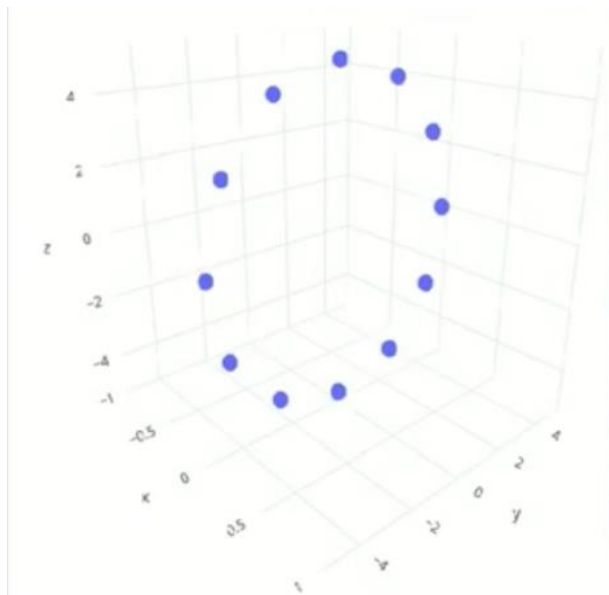


Рис. 1. Пример формации для 12 летательных аппаратов в форме “Окружность”

При переходе одного из аппаратов из зоны пролета в зону перестроения, формируется следующая необходимая для выполнения формаций в ближайшей зоне пролета по направлению движения. Далее происходит реконфигурирование группы, в процессе происходит интерполяция и предотвращение летательным аппаратом столкновения с другими объектами. При выполнении программы управления группой алгоритм повторяется на протяжении всего полета для сохранения устойчивости формации [2]. Алгоритм предотвращения столкновений реализован по методу потенциального поля [3]. Вектор интерполированной цели текущего беспилотного летательного аппарата является аттрактором, а корректирующие векторы – репеллерами. Рассматриваемый подход может быть использован для формирования группы БПЛА и дальнейшего совместного облета ими препятствий с сохранением заданной формации [1].

В каждый момент времени система пересчитывает данные, тем самым получая полную траекторию облета препятствия (в данном случае, другого беспилотного летательного аппарата).

Рассматриваемый алгоритм протестирован в среде-симуляторе с использованием цифровых двойников мультироторного беспилотного летательного аппарата с габаритами 0.52 x 0.7 x 0.11 м.

Трасса для тестирования в симуляторе была представлена в виде спортивного стадиона. Тестирование алгоритма и разработанной системы управления проведено с помощью скрипта судейской системы, оценивающей нарушения алгоритма. При полете группы беспилотного летательного аппарата учитывались время перестроения из одной формации в другую с прохождением зоны перестроения, суммарное среднее квадратичное отклонение между текущей точкой формации беспилотного летательного аппарата и его собственной координатой в каждый момент времени, количество вылетов, количество столкновений элементов группы беспилотных летательных аппаратов.

Проведенные тестовые модельные испытания продемонстрировали успешность выполнения данного алгоритма в предложенной нами системе тестирования.

Список литературы

1. *Muslimov T.Z. and Munasypov R.A.* "UAV Formation Flight Using Non-Uniform Vector Field and Fuzzy Self-Tuning PD-Control," 2018 International Russian Automation Conference (RusAutoCon), 2018. Pp. 1-6. doi: 10.1109/RUSAUTOCON.2018.8501769.
2. *Devitt D., Morozov R., Medvedev M., Shapovalov I. and Konovalov G.* "Implementation of the hybrid technology for quadcopter motion control in a complex non-deterministic environment", 2018. 18th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS), 2018. Pp. 451-456.
3. *Кирильченко А.А., Колганов М.А., Платонов А.К.* "Метод потенциалов в задаче выбора пути: история и перспективы", Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша, 2001. 040.
4. *Galvez R.L. et al.* "Obstacle avoidance algorithm for swarm of quadrotor unmanned aerial vehicle using artificial potential fields," TENCON 2017 - 2017 IEEE Region 10 Conference, 2017. Pp. 2307-2312, doi: 10.1109/TENCON.2017.8228246.
- 5.