

Карцев Никита Владимирович

магистрант

Салыкова Ольга Сергеевна

канд. техн. наук, заведующая кафедрой

Костанайский государственный

университет им. А. Байтурсынова

г. Костанай, Республика Казахстан

ПЛАНИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ ПОЛЕТА БПЛА

Аннотация: в данной статье рассматривается инновационный метод, с помощью которого беспилотные летательные аппараты становятся более независимыми от оператора. В заключение авторы подводят итоги проделанному исследованию и дают практические рекомендации.

Ключевые слова: квадрокоптер, БПЛА, траектория полета, планирование.

Одной из основных целей мехатроники является создание автоматических устройств, которые могут заменить человека-оператора в опасных для жизни условиях. В связи с этим существенно возрастает роль беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Это связано с успешностью их внедрения для выполнения сложных технологических процессов и операций, таких как мониторинг, фотограмметрия фасадов зданий, инспекция мостов и отслеживание мобильных агентов. Для реализации этих технологических процессов необходимо управлять полетом. В настоящее время управление полетом осуществляется в полуавтоматическом режиме по командам оператора с использованием навигации по опорным точкам или в дистанционном режиме с помощью пульта управления. Наряду с этим существенно возрастает роль программного управления БПЛА на базе интеллектуальных автопилотов. Это связано с мировой тенденцией увеличения уровня автономности БПЛА при решении поставленных целевых задач, таких как планирование и автоматическое управление полетом по заданной траектории.

Анализ источников отечественной и зарубежной литературы по БПЛА показывает, что к настоящему времени отсутствует системный подход к разработке и применению. Данной проблемой занимаются ученые по всему миру, такие как Л.А. Мизорян, Т.П. Цепляева, О.В. Морозова, Г. Хакен, М.В. Андерсон, С. Балас и другие. Так, например, российские ученые А.Н. Канатиков, А.П. Крищенко, С.Б. Ткачев разработали алгоритм планирования пространственного разворота БПЛА. Австралийские ученые Б.М. Миллер и А.Б. Миллер работают над проблемой планирования траектории БПЛА в сложных условиях при наличии угроз.

Планирование траектории – это нахождение геометрических координат движения в зависимости от поставленных критериев до целевого положения. Для этого нужно успешно реализовать процесс одометрии (от греческого *hodos* – перемещение, *metron* – мера), конечным результатом которого является сопоставление информации об окружающей среде исходя из положения робота (БПЛА). На данный момент существуют следующие основные методы планирования траектории полета беспилотных летательных аппаратов:

Задачей глобального планирования является полет по контрольным точкам. Этот подход уже был применен в определении положения квадрокоптера и управлении высотой с помощью цвета статического ярлыка. Отличием предлагаемого алгоритма от известных методов управления квадрокоптером с помощью системы технического зрения является то, что для автономной локализации автопилот квадрокоптера определяет проходимое расстояние путем расчета количества оборотов роторов и стороны вращения, то есть, находит отношения между пиксельной системой и связанной системой отсчета координат [1].

В данном случае возникает вопрос по части особенности локализации в концепции автономности полета: как квадрокоптер, миниатюрный летательный робот, определяет, на какое расстояние ему двигаться? Обычно для определения местонахождения летательного аппарата, в данном случае квадрокоптера, используются информация, поступающая от системы глобальной локализации и бортовых датчиков. Здесь предлагается решить задачу с помощью системы тех-

нического зрения и метода оптической одометрии, позволяющего определять местонахождение и ориентацию движения исходя из последовательности оптической информации (изображений) в каждом такте времени.

Главной задачей является отслеживание неизвестного мобильного агента. Следовательно, алгоритм генерирует траекторию, которая отслеживает центр масс мобильного агента. Центр масс является пиксельным центром мобильного агента. Это осуществляется с помощью распознавания агента по какому-то критерию, например, гистограмме координат движения агента относительно съёмного кадра, с дальнейшим заданием этих координат на вход автопилота в качестве задачи управления. Следовательно, эти расписанные этапы локального планирования делятся на две группы: распознавания и отслеживания (англ. *find and track*).

Процесс формирования команд управления объясняется следующим образом: при включении режима локального планирования, автопилот регистрирует текущие состояния квадрокоптера, то есть положение по фиксированной оси координат, значению углов Эйлера и скорости поступательного полета квадрокоптера. Алгоритм предлагает новое положение. Генератор траектории определяет декартовую разность между сохраненным и желаемым значениями. Эту разность можно представить в виде полярных координат, где каждая точка определяется радиусом к центру отсчета и полярным углом. Следовательно, формируется разность углов, что задает угловую скорость, которая вместе с регистрируемой линейной скоростью формирует критерии новой команды управления, то есть, на сколько перемещаться вдоль осей. Следовательно, формируются новые требования, которые определяют следующие режимы полета: нависание, крен, тангаж и рыскание. Процесс повторяется до тех пор, пока автопилот доведет квадрокоптер к желаемому положению [2].

Для выполнения алгоритма необходимо сначала определить положение мобильного агента. Это осуществляется с помощью алгоритма технического зрения, HSV. Предположим, что агент уже определен – простой цветной шарик, где критерием распознавания является цвет агента. Существуют различные приёмы

технического зрения, служащие распознаванием цвета, среди них алгоритм преобразования RGB-HSV, который является оптимальным по нахождению точности цвета, что устраняет проблемы отслеживания другого мобильного агента, имеющего близкий цвет. Это обосновывается точностью математической модели цветного режима и его геометрического представления, где цветовой тон определяется полярным углом и изменяется при движении вдоль окружности цилиндра, насыщенность изменяется вдоль радиуса, а яркость вдоль высоты.

Алгоритм превращения работает следующим образом. В каждом кадре картинка преобразуется из режима RGB в режим HSV. Для каждого пикселя определяются три основные значения: тон, насыщенность и яркость. Цветовой тон может быть красным, зелёным или синим. Он варьируется в пределах 0–360 град. В случае шарика зеленого цвета значение цветового тона располагается в диапазоне [60, 180] град. Насыщенность или чистота цвета варьируется в пределах 0–100%. Чем больше этот параметр, тем «чище» цвет. Так как патрулирование осуществляется в городе, могут присутствовать многие варианты зеленого цвета, выбираем значение насыщенности равное 100%, то есть чисто зеленый цвет, принимая во внимание, что чем меньше насыщенность, тем ближе зеленый цвет к серому. Яркость изменяется от 0 до 100%. Используем комбинацию 120 град цветного тона, 100% насыщенности и 70% яркости в качестве идентификаторов мобильного агента.

Таким образом, можно осуществлять патрулирование в городе, например, настроив на поиск определенных объектов, или следование за ним. Можно вести автономный поиск объектов или настроить на поиск огня. Робот будет сам корректировать свое движение, при этом освобождая оператора.

Список литературы

1. Казьмин В.Н. Объемное зрение в системе навигационного обеспечения беспилотного летательного аппарата / В.Н. Казьмин, В.П. Носков. – М., 2012. – 218 с.
2. Янкевич Ю. Применение беспилотных авиационных комплексов в гражданских целях / Ю. Янкевич // Аэрокосмический курьер. – М. – 2006. – 57 с.