

УДК 681.7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАССТОЯНИЯ ДО ОБЪЕКТА СЛЕЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ БПЛА

Холод П.В., аспирант (БНТУ)
г. Минск

Постановка задачи. Имеется информация об ориентации беспилотного летательного аппарата (БПЛА) в пространстве (углы тангажа, рысканья и крена), высоте его полёта и положении (координаты центра масс). БПЛА может выполнять наблюдение за подвижным либо неподвижным объектом с использованием целевой нагрузки. Необходимо рассмотреть и проанализировать различные способы определения расстояния до объекта наблюдения при помощи целевой нагрузки.

Актуальность. В настоящее время применение БПЛА осуществляется повсеместно как в гражданских, так и в военных целях. Задачи, решаемые с помощью БПЛА, определяются спецификой отрасли их применения. В гражданской области это патрулирование и охрана границ, построение карт местности и объёмных моделей объектов, исследование месторождений полезных ископаемых, полицейское патрулирование и преследование нарушителей правопорядка, контроль состояния промышленных объектов и объектов энергетики, контроль состояния сельскохозяйственных площадей, поиск пропавших людей МЧС и т.д. Многие из этих задач для реализации точных расчётов требуют данных о местоположении объекта наблюдения, которые далеко не всегда можно с достаточной точностью определить при помощи глобальных систем навигации (GPS, ГЛОНАСС, BeiDou, Galileo), особенно когда объект наблюдения является подвижным. В данном случае помогает применение целевой нагрузки БПЛА для определения расстояния. Также определение расстояния до объекта слежения актуально, когда необходимо реализовать автоматическое построение траектории полёта БПЛА [1].

Устройства для определения расстояния до объекта.

Устройства, с помощью которых можно реализовать определение расстояния до объекта наблюдения, установив их на БПЛА, можно разделить на следующие виды:

- 1) Активные дальномеры
 - а) активные
 - звуковые дальномеры;
 - световые дальномеры;
 - лазерные дальномеры;
 - радиодальномеры;
- 2) Одноосевые и многоосевые камеры
 - а) камеры видимого спектра

- б) камера инфракрасного спектра
- в) тепловизионные камеры.

Активные дальномеры используют принцип подачи излучения некоторой природы (свет, ультразвук, лазерное излучение, радиоволны) с известной скоростью распространения излучения (скорость света, скорость звука и т.п.) в направлении объекта наблюдения с последующим делением скорости на время, через которое отражённое излучение возвращается обратно к устройству измерения. Также существуют пассивные дальномеры, основанные на геометрических расчётах при наблюдении (в зависимости от типа необходимо либо регистрировать результаты наблюдений и выполнять расчёт по формулам для прямоугольного либо равнобедренного треугольника либо выполнять подсчёт делений по устанавливаемой около объекта наблюдения шкале), однако их применение в автоматическом определении расстояния с помощью БПЛА существенно ограничено, так как они либо требуют непосредственного взаимодействия с объектом измерения (установки шкалы и т.п.) либо дают существенную погрешность измерения, особенно при неравномерном рельефе [2].

Все активные дальномеры используют либо импульсный либо фазовый метод измерения расстояния.

При измерении импульсным методом на объект регулярно направляются импульсы некоторого излучения с относительно долгими паузами между импульсами и регистрируется время от испускания импульса излучателем до приёма отражённого импульса приёмником дальномера. Фазовый метод основан на том, что фаза гармонического колебания есть линейная функция времени, и, следовательно, изменение фазы за некоторый промежуток времени будет линейной функцией расстояния, пройденного за это время гармоническим колебанием [3].

Наиболее эффективными для применения в комплексе с БПЛА являются активные дальномеры лазерного типа, так как они обеспечивают высокий диапазон дальности измерения (более 20км) с относительно высокой точностью (единицы метров). В отличие от световых дальномеров, на их точность не оказывает существенного влияния освещённость объекта. Ультразвуковые дальномеры обладают высоким рассеянием и, как правило, применяются на небольшие расстояния для позиционирования БПЛА, как правило, мультироторного типа. Радиодальномеры требуют установки вспомогательного оборудования, что существенно ограничивает возможности их применения совместно с БПЛА.

Также для измерения расстояния до объекта можно использовать одноосевые или многоосевые камеры, которые уже изначально установлены на БПЛА. Такое решение даёт меньшую точность в сравнении с использованием дальномера, однако даёт экономическую выгоду ввиду немалой стоимости высокоточного лазерного дальномера и позволяет рассчитывать расстояния, используя «базовую» комплектацию БПЛА. Как правило, применяются двухосевые камеры (с перемещением по вертикали и горизонтали), которые закрепляются в нижней части корпуса БПЛА либо встраиваются внутрь передней части корпуса [4].

Камера наводится на подвижный либо неподвижный объект оператором БПЛА либо при помощи автоматической системы сопровождения.

Для нахождения расстояния таким образом необходимо закрепить за центром масс БПЛА две системы координат: неподвижную (перемещается вместе с БПЛА, но не вращается) и подвижную (совершает наклоны вместе с БПЛА). Третью систему подвижную координат необходимо закрепить за целевой нагрузкой (камерой). Так как беспилотные летательные аппараты обладают относительно малыми размерами, расстоянием между центром масс и целевой нагрузкой можно пренебречь. Тогда путём последовательного перехода от третьей системы координат (целевой нагрузки) к первой неподвижной системе координат центра масс БПЛА путём перемножения матриц поворотов можно получить искомый угол камеры относительно наблюдаемого объекта [1].

В соответствии с постановкой задачи, известна высота полёта БПЛА, определяемая датчиком. Тогда, зная высоту и угол наклона, можно определить расстояние до наблюдаемого объекта как произведение высоты на тангенс угла наклона.

При известных координатах БПЛА с использованием полученных данных могут быть рассчитаны координаты самого объекта.

Также рассмотренную методику определения координат объекта можно применять совместно с глобальными системами навигации для получения большей точности.

Список литературы:

1. Степанов Д.Н. Методы и алгоритмы определения положения и ориентации беспилотного летательного аппарата с применением бортовых видеокамер // Междунар. ж-л «Программные продукты и системы». – 2014. – № 1. – С. 150 – 157.
2. Геодезические инструменты // Большая советская энциклопедия : [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров. – 3-е изд. – М. : Советская энциклопедия, 1969 – 1978.
3. Оптико-электронные методы измерений : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-56 02 01 «Геодезия» / С. К. Товбас. – Новополоцк: ПГУ, 2012. – 156 с.
4. Микросистемная авионика: учебное пособие / В. Я. Распопов. – Тула «Гриф и К», 2010. – 248 с.

Информация об авторах:

Холод Павел Викторович, аспирант, БНТУ, Республика Беларусь, г. Минск, пр-т Независимости, д. 65, rts@bntu.by