

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАССТОЯНИЯ ДО ОБЪЕКТА СЛЕЖЕНИЯ БПЛА

Холод П.В.

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

Многие из задач, решаемых с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), 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 таких случаях помогает применение целевой нагрузки БПЛА для определения расстояния, нахождение которого также нужно при реализации автоматического построения траектории полёта БПЛА.

Устройства, с помощью которых можно реализовать определение расстояния до объекта наблюдения, установив их на БПЛА, можно разделить на следующие виды: 1) активные дальномеры: звуковые световые, лазерные, радиодальномеры; 2) одноосевые и многоосевые камеры (камеры видимого и инфракрасного спектров, тепловизионные камеры)

Активные дальномеры используют принцип подачи излучения некоторой природы (свет, ультразвук, лазерное излучение, радиоволны) с известной скоростью распространения излучения в направлении объекта наблюдения с последующим умножением скорости на половину времени, через которое отражённое излучение возвращается обратно к устройству измерения. Также существуют пассивные дальномеры, основанные на геометрических расчётах при наблюдении (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].

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 влияния освещённость объекта. Ультразвуковые дальномеры обладают высоким рассеянием и применяются на небольших расстояниях для позиционирования БПЛА 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. 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 [3].

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 частное от деления высоты на косинус 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.

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. Микросистемная авионика: учебное пособие / В. Я. Распопов. – Тула «Гриф и К», 2010. – 248 с.