

Рис. 2. Внешний вид классификатора AutoCAD Map 3D

В связи с тем, что иногда требуется вносить изменения в классификатор, добавлять новые объекты и изменять оформление существующих объектов, в перспективе предстоит сделать приложение для упрощенного редактирования классификаторов AutoCAD Map3D.

Список литературы

1. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. Роскартография. – М.: ФГУП «Картгеоцентр», 2005.

АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАЮЩИМ РОБОТОМ ПРИ СЛЕЖЕНИИ ЗА ПОДВИЖНЫМ ОБЪЕКТОМ

В.Ш. Буй, Т.З. Чан

*(г. Санкт Петербург, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики; г. Томск, Национальный исследовательский Томский политехнический университет)
E-mail: bui.son1412@gmail.com*

THE CONTROL ALGORITHM FLYING ROBOT IN TRACKING MOVING OBJECTS

V.S. Bui, T.D. Tran

(Saint Petersburg, Saint Petersburg State University of Information Technologies, Mechanics and Optics; Tomsk, Tomsk Polytechnic University)

Abstract. Developed control algorithms Flying Robot (quadrocopter), solves the problem of formation control commands for the flight by arbitrarily defined path. The variants quadrocopter tracking of moving objects.

Key words: quadrocopter, trajectory control, UAVs, tracking, mobile unit.

Все большее распространение в различных сферах деятельности получают летающие роботы, они же беспилотные летательные аппараты (БПЛА), одним из примеров которых может быть квадрокоптер. Квадрокоптер представляет собой платформу с четырьмя несущими винтами, попарно вращающимися в противоположные стороны. Область применения квадрокоптеров достаточно широка. В настоящей работе предлагаются алгоритмы идентификации и анализа перемещения объектов на изображении, полученном с фронтальной камеры квадрокоптера, на основе которых могут быть сформированы команды управления полетом для идентификации препятствий и автоматической корректировки траектории, поиска конкретных объектов на маршруте, автономного сопровождения выбранной цели.

Идентификация объектов на изображениях

На сегодняшний день существует масса различных алгоритмов, которые решают задачу идентификации каких-либо объектов на изображении. Причина их существования состоит в отсутствии универсального метода, все они предназначены для распознавания лишь определенного класса объектов (лиц, рукописного текста, автомобильных номерных знаков и т. п.). Следовательно, для решения задачи слежения квадрокоптера, необходимо заранее определить за какими именно объектами оно будет производиться. Однако, любой из методов идентификации основан на базовых алгоритмах обработки и анализа изображений, которые прямо или косвенно опираются на наличие границы между фоном и распознаваемым объектом.

Анализ перемещения объекта слежения

Решение задачи слежения за подвижными объектами с помощью камеры всегда сводится к покадровому анализу видеопотока. Однако, существует два различных подхода. Один из них основан на сравнении двух последних кадров, полученных с камеры. Каждый новый кадр сравнивается с предыдущим, в результате чего на новом кадре выделяются области, в которых произошли изменения, что соответствует перемещению какого-либо объекта на изображении. Также к найденным областям можно применять алгоритмы идентификации и выделять нужные объекты. Данный алгоритм довольно прост в реализации и неплох в быстродействии, но применительно к подвижной камере квадрокоптера он мало эффективен, так как на даже незначительных скоростях полета отделить постоянно меняющийся фон от движущегося изображения довольно проблематично. Поэтому наиболее оптимальным решением задачи слежения за объектом с помощью подвижной камеры, будет поиск объекта слежения на каждом новом кадре и сравнение его положения с предыдущим снимком. При данном подходе можно пренебречь изменением фона, а привязка непосредственно к цели дает возможность сузить область поиска на новом кадре, опираясь на его положение в предыдущем, что положительно скажется на быстродействии всей системы в целом. Приведенный выше алгоритм позволяет обнаружить движение цели только в двумерной плоскости. Существующий метод анализа размера цели малоэффективен, так как определить на сколько приблизился или отдалился объект с достаточной точностью невозможно. В связи с этим, появляется проблема в измерении расстояния до объекта слежения.

Анализ расстояния до объекта слежения

Измерить расстояние до объекта с помощью камеры можно только используя метод стереоскопического зрения. Так как используемая в работе модель квадрокоптера оборудована только одной фронтальной камерой, реализовать данный метод возможно только с помощью двух снимков, сделанных с разных точек полета. Однако, учитывая жесткую связь камеры и квадрокоптера, а также особенностей его управления, точное перемещение камеры в горизонтальной плоскости довольно сложный процесс, который требует внесения изменений в систему стабилизации полета. Поэтому для измерения расстояния до каких-либо объектов на изображении был разработан алгоритм, который основывается на периодическом изменении высоты полета на заданную величину и сравнении двух снимков. Схематично работа данного алгоритма показана на рис. 1.

В зависимости от расстояния до цели объектив камеры будет захватывать различное расстояние по вертикали на линии объекта, которое определяется формулой:

$$x = s_x \cdot \operatorname{tg}(\varphi). \quad (1)$$

Так как камера, которой оборудован квадрокоптер, имеет формат съемки 1280×720 , каждому пикселю на изображении эквивалентна реальная высота $\frac{x}{360}$. Изменение высоты Δh полета квадрокоптера вызовет соответствующее перемещение Δx объекта слежения на изображении, а следовательно эквивалент одному пикселю по высоте будет равен отношению $\frac{\Delta h}{\Delta x}$. Приравняв эти два соотношения, получим:

$$1 \text{ pixel} \Leftrightarrow \frac{x}{360} = \frac{\Delta h}{\Delta x} \Rightarrow x = 360 \frac{\Delta h}{\Delta x}. \quad (2)$$

Подставив (2) в (1) получим формулу для вычисления расстояния до объекта слежения:

$$s_x = \frac{360 \cdot \Delta h}{\text{tg}(\varphi) \cdot \Delta x} \quad (3)$$

Изменение высоты будет вычисляться разностью показаний высотомера на высотах h_1 и h_2 , Δx рассчитывается на основе анализа кадров K_1 и K_2 .

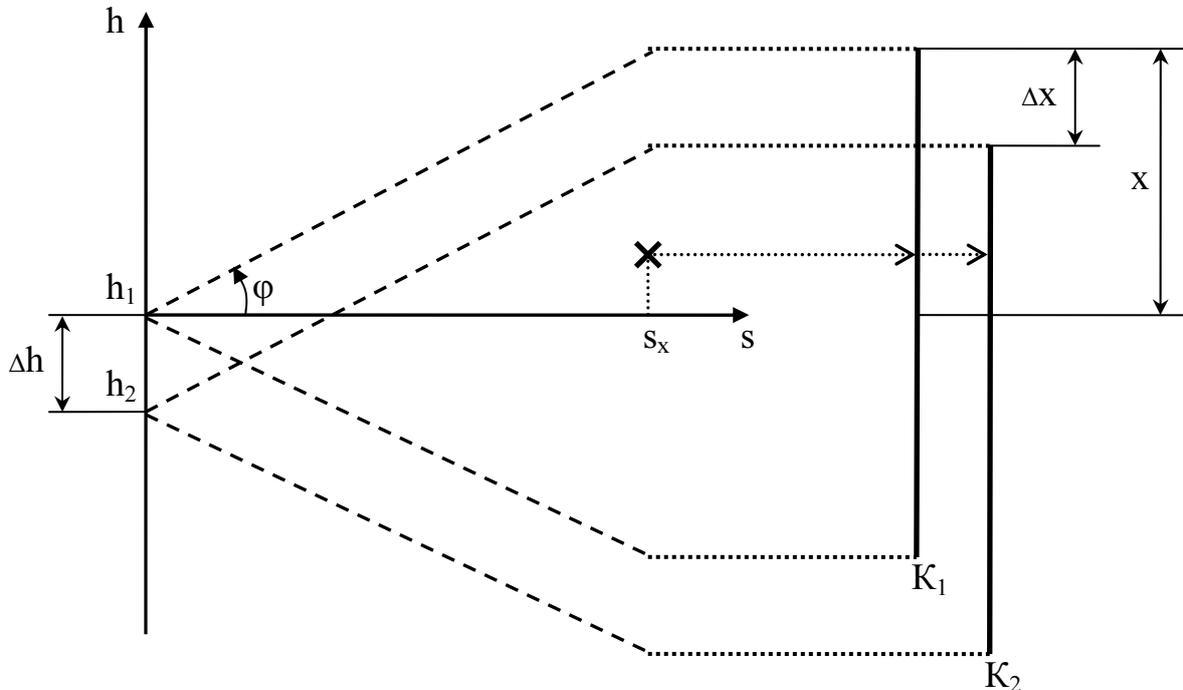


Рис. 1. Схема процесса съемки объекта из двух разных точек, где h_1 и h_2 – высота полета в метрах, Δh – изменение высоты в метрах, φ – половина угла обзора в градусах, s_x – расстояние до объекта в метрах, K_1 и K_2 – кадры, полученные с камеры на разной высоте, x – захватываемая объективом камеры высота в метрах, Δx – изменение положения цели на изображении в пикселях

Список литературы

1. С.А. Белоконь, Ю.Н. Золотухин, А.А. Нестеров, М.Н. Филиппов. Управление квадрокоптером на основе организации движения по желаемой траектории в пространстве состояний // Труды XIII Международной конференции «Проблемы управления и моделирования в сложных системах». Самара: Самарский научный центр РАН, 2011. – С. 217–222.
2. Puls, T.; Hein, A. 3D trajectory control for quadcopter // Intelligent Robots and System (IROS), IEEE/RSJ International Conference on, 2010. – P. 640–645.
3. Бланшет Ж., Саммерфилд М., QT4 программирование GUI на C++, Второе издание, 2008. – 738 с.
4. Литвинов Ю.В., Бушуев А.Б., Гриценко П.А., Шмигельский Г.М. Полет квадрокоптера по произвольно задаваемой траектории. Сб. материалов IX МНПК «Современные научные достижения – 2013». – Часть 77. Технические науки: Прага. Издательский дом «Образование и наука» – 96 с.