

АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ И СОПРОВОЖДЕНИЯ РАЗЛИЧНОГО РОДА ЦЕЛЕЙ В БПЛА МАЛОРАЗМЕРНОГО ТИПА

Коваленко Александр Григорьевич

канд. техн. наук, преподаватель, Военная академия воздушно-космической обороны, РФ, г. Тверь

Тихонова Екатерина Анатольевна

курсант, Военная академия воздушно-космической обороны, РФ, г. Тверь

Бондарь Богдан Павлович

курсант, Военная академия воздушно-космической обороны, РФ, г. Тверь

ALGORITHM FOR DETECTION AND TRACKING OF DIFFERENT KINDS OF TARGETS IN SMALL-SIZE UAVS

Alexander Kovalenko

Candidate of Technical Sciences, Lecturer, Military Academy of Air and Space Defense, Russia, Tver

Ekaterina Tikhonova

Cadet, Military Academy of Air and Space Defense, Russia, Tver

Bohdan Bondar

Cadet, Military Academy of Air and Space Defense, Russia, Tver

Аннотация. В этой статье будет рассмотрена система, позволяющая обнаружить и опознать цель с помощью БПЛА и разработанной специально для него нейросети.

Abstract. This paper will discuss a system that enables target detection and identification using a UAV and a neural network developed specifically for it.

Ключевые слова: системы обнаружения и сопровождения объектов, нейронная сеть, беспилотный летательный аппарат, слежение, сопровождение, модель обнаружения.

Keywords: object detection and tracking systems, neural network, unmanned aerial vehicle, tracking, tracking, detection model.

В современном мире наблюдается неуклонное увеличение использования БпЛА различных типов. Как правило, они применяются для разведки и нанесения ударов. Одновременно с этим происходит развитие средств радиоэлектронного противодействия, созданных специально для борьбы с беспилотными летательными аппаратами. Эти средства отличаются небольшими размерами, относительно низкой стоимостью и простотой использования. Эти особенности способствуют распространению данных средств, что затрудняет применение беспилотных летательных аппаратов. Решением этой проблемы может стать разработка высокоавтоматизированной или автоматической системы управления беспилотными летательными аппаратами. В основу такой системы может быть положен алгоритм обнаружения и сопровождения различных целей.

Поскольку предполагается использовать алгоритм на различных типах беспилотных летательных аппаратов, было решено выбрать в качестве платформы для функционирования алгоритма малоразмерный беспилотный летательный аппарат. Затем встал вопрос о выборе аппаратного обеспечения, которое было бы достаточно компактным и лёгким для установки на борту малоразмерного беспилотного летательного аппарата, но в то же время достаточно мощным, чтобы обеспечить работу алгоритма с необходимой скоростью. Чаще всего для этих целей используются микрокомпьютеры. Проведя анализ различных моделей как отечественного, так и иностранного производства, я выбрал микрокомпьютер Orange Pi 4.

Обнаружение целей (объектов) — одна из основных задач направления компьютерного (машинного) зрения. Она решается различными методами. Для выбора, наиболее подходящего для обнаружения объектов с высоты полета беспилотного летательного аппарата, я провел анализ и оценку наиболее точных и эффективных из них. Таких как:

Гистограмма ориентированных градиентов (HOG). Метод извлекает гистограммы ориентации градиента из изображения и использует их в качестве признаков для обнаружения объектов.

Обнаружение объекта на основе шаблона. Метод заключается в сопоставлении небольших частей изображения с шаблоном. Шаблон двигается по каждому пикселю исходного изображения, при этом происходит вычисление значения на основе коэффициентов пикселей, которые попали в область шаблона. Далее это значение присваивается текущему пикселю, и шаблон двигается дальше.

Обнаружение объекта на основе деталей. Искомый объект представлен в виде набора специфических деталей. Для каждой детали определены относительные местоположения друг к другу. Обнаружение объекта происходит с помощью определения присутствия необходимых деталей и соответствующего расположения их относительно друг друга.

Обнаружение объекта с помощью разделения изображения на области. В этом методе исходное изображение преобразуется в ориентированный граф. Вершины и веса рёбер графа вычисляются на основе исходного изображения. Далее, путём обхода полученного графа, определяются области, в которых может находиться искомый объект.

Обнаружение объекта на основе контура. В этом методе для каждого класса объекта создаётся изображение-прототип с набором признаков контура этого объекта. Процесс обнаружения объекта состоит из двух этапов. На первом этапе определяются местоположения объектов на изображении и уточняются их контуры и расположение относительно сторон изображения. На втором этапе найденные контуры сравниваются с контуром на изображении-прототипе, с помощью чего определяются объекты, которые соответствуют классу искомого объекта.

Обнаружение объекта с помощью отделения заднего фона. В этом методе объекты отделяются от заднего фона изображения. Для выделения заднего фона используются различные техники: разность кадров, медианный фильтр, фильтр линейного предсказания. После выделения заднего фона метод использует его для определения объектов на изображении.

Корреляционный метод. Основной принцип заключается в сопоставлении функции яркости изображения с некоторым фрагментом поля яркости, содержащим искомый объект. При реализации процедуры обнаружения эталон последовательно перемещается по полю

изображения, и в каждом положении исследуется его сходство с реальной функцией яркости на фрагменте.

Обнаружение объектов при помощи обученных моделей нейронных сетей. Они представляют собой набор последовательно и параллельно расположенных связанных между собой слоёв нейронов, каждый из которых выполняет некоторые преобразования полученного изображения и передаёт его в следующий слой. Таким образом, подавая на вход нейронной сети изображение, на выходе мы получаем координаты, класс и вероятность точного распознавания интересующих нас объектов.

Несмотря на необходимость обучать модель нейронной сети, этот метод позволяет добиться наиболее высокого качества обнаружения объектов на изображении.

Предлагаю более подробно рассмотреть принцип работы, выбранной мною модели нейронной сети.

Метод работает так: исходное изображение сжимается таким образом, чтобы получить квадратную матрицу, в каждой клетке которой записана информация о наличии объекта и классе этого объекта на соответствующей части картинки. Для каждой ячейки выводится вероятности определяемого класса. Ячейки, имеющие вероятность класса выше порогового значения, выбираются и используются для определения местоположения объекта на изображении. То есть YOLO просматривает картинку один раз, что существенно увеличивает скорость обработки. Несмотря на необходимость обучать модель нейронной сети, этот метод позволяет добиться наиболее высокого качества обнаружения объектов на изображении.

В ходе работы над проектом был создан набор данных, предназначенный для обучения модели нейронной сети. Набор данных включает в себя пары: изображение, содержащее интересующие нас объекты, и файл с разметкой, в котором обозначена область интереса на данном изображении.

Разработанный алгоритм может быть успешно интегрирован в беспилотные летательные аппараты, обеспечивая автоматизацию процесса оптической разведки местности.

Список литературы:

1. Тарасов, А. С., Никифоров, М. Б., Беляков, П. Б. Системы обнаружения и сопровождения подвижных объектов [Электронный ресурс] - Рязан. гос. радиотехн. ун-т. – Рязань, 2021. – 48 с. URL: https://dblib.rsreu.ru/data/publications/9114_text.pdf (дата обращения: 30.09.2023).
2. Черников, А. А., Пуртов, А. И., Прокофьев, И. В. Алгоритм обнаружения беспилотного летательного аппарата на неоднородном фоне [Электронный ресурс] – Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск, 2020. – 6 с. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/algoritm-obnaruzheniya-bespilotnogo-letatel'nogo-apparata-na-neodnorodnom-fone> (дата обращения: 02.10.2023).
3. Алпатов, Б. А., Бабаян, П. В., Балашов, О. Е., Степашкин, А. И. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление [Электронный ресурс] – М.: Радиотехника, 2008. – 176 с. URL: https://disk.yandex.ru/i/t_2MC-d63SBTP5 (дата обращения: 01.10.2023).
4. Обучение модели обнаружения объектов YOLO на пользовательском наборе данных [Электронный ресурс]. URL: <https://proglab.io/p/obuchenie-modeli-obnaruzheniya-obektov-yolo-na-polzovatelskom-nabore-dannyh-2020-01-21> (дата обращения: 02.10.2023).