

ОБНАРУЖЕНИЕ И ОТСЛЕЖИВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ СВЕЯЩЕГОСЯ ОБЪЕКТА

DETECTION AND TRACKING THE TRAJECTORY OF A LUMINOUS OBJECT

**A. Werkner
K. Gorlova**

Summary. The article is devoted to the development of an effective system for tracking moving objects at night for use on unmanned aerial vehicles. The work implements Python code that uses the OpenCV library to detect bright objects on a video stream or webcam, and also tracks the trajectory of their movement. This code is an example of computer vision and video processing. The developed algorithm demonstrates high efficiency and accuracy in detecting and tracking objects, especially in conditions of limited visibility. The proposed system is recommended for integration with the global navigation satellite system, as well as use in conjunction with lidars and radars. A suitable combination of these technologies can provide reliable tracking of object trajectories, making the system suitable for applications in various fields. The proposed system can be used as a starting point for further research and development in this area.

Keywords: object detection, trajectory tracking, computer vision, video processing, OpenCV library, Python, neural network.

Веркнер Алексей Сергеевич

Аспирант, ассистент, МИРЭА —
Российский технологический университет
aleksverk@mail.ru

Горлова Ксения Олеговна

Аспирант, ассистент, МИРЭА —
Российский технологический университет
ko.gorlova@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена разработке эффективной системы отслеживания движущихся объектов в условиях ночного времени для применения на беспилотных летательных аппаратах. В работе реализован Python-код, который использует библиотеку OpenCV для определения ярких объектов на видеопотоке или веб-камере, а также отслеживает траекторию их движения. Этот код представляет собой пример компьютерного зрения и обработки видеоданных. Разработанный алгоритм демонстрирует высокую эффективность и точность в обнаружении и отслеживании объектов, особенно в условиях ограниченной видимости. Предложенная система рекомендуется для интеграции с глобальной навигационной спутниковой системой, а также использования в совокупности с лидарами и радаром. Подходящее сочетание этих технологий позволяет обеспечивать надежное отслеживание траекторий движения объектов, что делает систему подходящей для применения в различных областях. Предложенная система может быть использована в качестве отправной точки для дальнейших исследований и разработок в данной области.

Ключевые слова: обнаружение объекта, отслеживание траектории, компьютерное зрение, обработка видеоданных, библиотека OpenCV, Python, нейронная сеть.

Введение

Обнаружение светящихся объектов и отслеживание их траектории применяется в различных сферах и для решения различных задач. Например, в научных исследованиях для проведения опытов в области физики, химии или биологии с использованием светящихся материалов и маячков для отслеживания движения или взаимодействия объектов и оценки их траекторий. [1, 2] Также отслеживание световых маячков применяется при экспериментах в атмосфере, в таком случае происходит запуск светящихся объектов в атмосферу для исследования ветров, течений и других параметров в верхних слоях атмосферы. Такие системы применяются и в экологии и биологии при отслеживании ночных животных, тогда светящиеся маячки на животных или биологических объектах могут помочь отслеживать и изучать ночную активность и миграцию различных видов. В различных видах спорта, таких как футбол, гольф или теннис, светящиеся маячки на мячах могут облегчить их отслеживание в условиях плохой

видимости, а также использование световых маячков применяется для отслеживания траектории движения спортивных атлетов, таких как бегуны или велосипедисты. Такие системы применяются и при отслеживании объектов специального назначения.[3] Там отслеживание траектории светящихся объектов может использоваться для маркировки целей, а также специальные светящиеся маячки или маркеры могут использоваться для обозначения дружественных объектов. Отслеживание светящихся объектов используется для повышения видимости и мониторинга транспорта в условиях низкой освещенности или ночи. Еще одной сферой применения отслеживания светящихся объектов являются беспилотные летательные аппараты (БПЛА), наиболее актуальной в таких системах является задача предотвращения столкновений в ночное время и обеспечения безопасности полетов, в таком случае БПЛА оснащаются светящимися маркерами для легкой идентификации в воздухе. [4, 5]

Научная новизна данной работы выражается в разработке системы для комплексного применения в БПЛА

с использованием современных технологий и интеграцией методов компьютерного зрения для эффективного отслеживания объектов в условиях ограниченной видимости и ночного времени. Актуальность данного подхода заключается в улучшении безопасности, расширении областей применения беспилотных квадрокоптеров и разработке эффективных решений для условий ночного времени и ограниченной видимости, за счет простоты реализации системы, не требующей больших вычислительных ресурсов.

Целью данной работы является обнаружение светящегося объекта и отслеживание траектории его движения.

Задачами являются: захват видео с встроенной камеры или видеофайла; определение самой яркой точки (объекта) в каждом кадре; отслеживание траектории движения этого светящегося объекта; вывод информации о координатах светящегося объекта и отображение траектории движения на видео.

В данной работе предложена система отслеживания с коптера движущегося в ночное время объекта и траектории его движения. Предложенный алгоритм наиболее эффективно применять в системах совместно с глобальной навигационной спутниковой системой, а также лидарами и радарами. [6,7]

Эти методы могут комбинироваться в зависимости от конкретных требований задачи и условий работы системы. Применение современных технологий машинного обучения, существенно улучшает точность и эффективность отслеживания светящихся объектов в различных приложениях.[8]

Реализация отслеживания движущихся светящихся объектов

На первом этапе была произведена инициализация переменных x и y , которые будут хранить координаты



Рис. 1. Картинка для исследования функционирования системы

самой яркой точки на каждом кадре. На следующем этапе была применена функция `find_brightest_point`, в результате которой были выполнены следующие действия: преобразование кадра в оттенки серого для упрощения последующей обработки изображения; пороговая обработка изображения, где все пиксели, яркость которых выше порогового значения 230, становятся белыми, а остальные черными, `cv2.threshold`, таким образом было получено бинарное изображение; поиск на бинарном изображении контуров объектов, `cv2.retr_external` указывает, что нужно извлекать только внешние контуры; среди найденных контуров выбирается контур с максимальной площадью, который считается самым ярким контуром; определяется ограничивающий прямоугольник вокруг найденного контура `cv2.boundingRect`. Центр ограничивающего прямоугольника определяется и добавляется в список траектории объекта.

Таким образом, в этой части кода реализован алгоритм следования границ, который находит самый яркий объект на кадре, строит ограничивающий прямоугольник вокруг этого объекта, отрисовывает его на кадре и сохраняет центр ограничивающего прямоугольника в траектории объекта.

Основной цикл начинается с открытия видеопотока со встроенной камеры. Затем производится инициализация пустого списка для хранения траектории движения объекта. На следующем этапе реализован бесконечный цикл для обработки каждого кадра видео `while True`. Для вывода координат самой яркой точки на изображение используется метод для добавления текста на изображение `cv2.putText`. Отображение текущего кадра с нарисованными прямоугольниками и траекторией задается функцией `cv2.imshow`. Затем прописано ожидание нажатия клавиши `Esc` для выхода из цикла. И на заключительном этапе реализовано завершение видеопотока `cap.release()` и закрытие всех окон `OpenCV cv2.destroyAllWindows()`.

На рисунках 1, 2 представлены картинки для оценки системы и с результатом функционирования системы.



Рис. 2. Результат функционирования системы



Рис. 3. Картинка для исследования функционирования системы

Рис. 2 демонстрирует функционирование системы, в результате чего системой было найдено светящееся пятно, которое обведено системой, что говорит о правильности функционирования системы.

В качестве еще одного примера функционирования системы была произведена проверка работоспособности на основании рис. 3, а результат продемонстрирован на рис. 4.

Из рис. 2 видно, что разработанная система распознала и выделила светящийся объект, что говорит о правильном функционировании системы.

Еще одной из функций системы является построение траектории движения светящегося объекта. Резуль-



Рис. 4. Результат функционирования системы

тат работоспособности системы продемонстрирован на рис. 5.

В результате проведения исследования работы системы, представленного на рис. 5, на видеофайле съемки с коптера автомобиля, движущегося с включенными фарами, системой была построена траектория движения автомобиля.

На рис. 6. Представлен случай недостоверного отображения системой траектории движения автомобиля.

Из рис. 6 следует, что при функционировании системы без связки с другими системами отслеживания светящихся объектов, в системе могут возникать сбои. В данном случае отображение траектории движения ав-



Рис. 5. Результат функционирования системы при отслеживании автомобиля с квадрокоптера

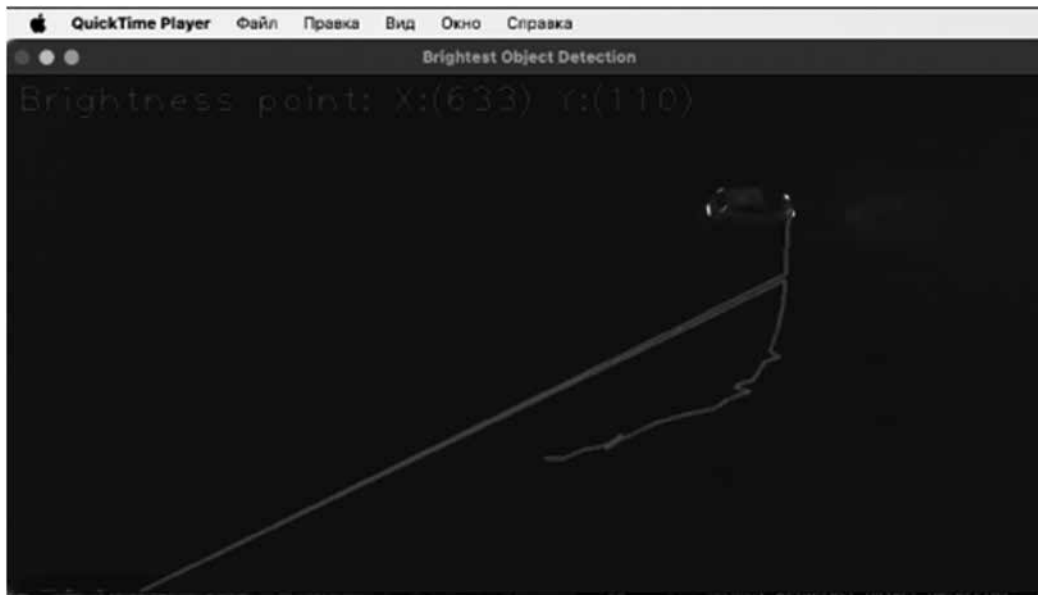


Рис. 6. Результат функционирования системы при отслеживании автомобиля с квадрокоптера

томобиля с квадрокоптера было построено системой не достоверно, что обусловлено засвечиванием исходного видеофайла, таким образом система распознала засвечивание, как светящийся объект, что и привело к некорректному отображению траектории.

Заключение

В статье предложена эффективная система отслеживания движущихся объектов в условиях ночного времени для применения на беспилотных летательных аппаратах. Для определения ярких объектов на видеопотоке или веб-камере, а также отслеживания траектории их движения в работе реализован Python-код, который использует библиотеку OpenCV, который представляет

собой пример компьютерного зрения и обработки видеоданных. Разработанный алгоритм демонстрирует высокую эффективность и точность в обнаружении и отслеживании объектов в условиях ограниченной видимости. Применение предложенной системы рекомендуется совместно с глобальной навигационной спутниковой системой, а также в совокупности с лидарами и радарам.

Благодаря сочетанию этих технологий обеспечивается надежное отслеживание траекторий движения объектов, что делает систему подходящей для применения в различных областях. Предложенная система может быть использована в качестве отправной точки для дальнейших исследований и разработок в данной области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Форсайт Д., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход.: Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. — 928 с.: ил.
2. Rowan-Robison M. Night Vision: Exploring the Infrared Universe. — NY.: Cambridge University Press, 2013. — 288 p.
3. Охтилев М.Ю. Интеллектуальные технологии мониторинга и управления структурной динамикой сложных технических объектов. / М. Ю. Охтилев, Б.В. Соколов, Р. М. Юсупов. — М.: Наука, 2006. — 410с.
4. Веркнер А.С. Математическая модель динамики беспилотного летательного аппарата (БПЛА) для задачи стабилизации / А.С. Веркнер, Е.О. Гурьянова // XXIV Туполевские чтения (школа молодых ученых) Материалы Международной молодёжной научной конференции. Сборник докладов. — В 6 т.; Т. 5. — Казань: изд-во ИП Сагиева А.Р., 2019. — 734 с.: ил.
5. Веркнер А.С. Система стабилизации движения геофизической ракеты в вертикальной плоскости для цели точного измерения / А.С. Веркнер, Е.О. Гурьянова // XXXI Международная инновационная конференция молодых ученых и студентов (МИКМУС — 2019): Сборник трудов конференции (Москва, 4–6 декабря 2019) / М: Изд-во ИМАШ РАН, 2020 — 911 с.
6. Шакирьянов Э.Д. Компьютерное зрение на Python. Первые шаги / Э.Д. Шакирьянов. — Электрон. Изд. — М.: Лаборатория знаний, 2021. — 163 с.
7. Молодяков С.А. Применение функций OpenCV в компьютерном зрении (60 примеров на Python) / С.А. Молодяков. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2022. — 296 с.
8. Бураков, М.В. Нейронные сети и нейроконтроллеры: учеб. пособие / М.В. Бураков. — СПб.: ГУАП, 2013. — 284 с.: ил.

© Веркнер Алексей Сергеевич (aleksverk@mail.ru); Горлова Ксения Олеговна (ko.gorlova@yandex.ru)
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»