

УДК 528.7

Система технического зрения беспилотного летательного аппарата для решения задач сегментации и детектирования объектов интереса

Кочеткова Анжелика Алексеевна^(*)

kochetkovaaa@student.bmstu.ru

Парфентьев Кирилл Викторович

parfentiev@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В работе рассматривается разработка системы технического зрения (СТЗ) для беспилотного летательного аппарата (БПЛА) с целью решения задач сегментации, детектирования и анализа объектов интереса. Основной акцент сделан на выборе аппаратной базы, интеграции сенсоров и камер, а также внедрении современных методов обработки изображений. Протестированы традиционные и современные подходы к обработке изображений, включая использование пороговых методов, алгоритмов на основе границ и искусственных нейросетевых моделей. Оценена точность детектирования, производительность вычислительных модулей и стабильность работы сенсоров в различных условиях освещенности и видимости.

Ключевые слова: локализация объектов, алгоритмы сегментации и детекции, квантизация искусственных нейронных сетей, Roofline, FOMO, YOLOv8s

Введение. Системы технического зрения, интегрированные с беспилотными летательными аппаратами (БПЛА), открывают новые возможности для решения задач сегментации и детектирования объектов интереса. Применение БПЛА позволяет экономично и быстро проводить съемку с высоким разрешением, включая труднодоступные и опасные для человека зоны [1].

Основу системы технического зрения (СТЗ) составляет модуль формирования изображений. Центральным элементом является вычислитель. Завершающим компонентом являются алгоритмы анализа изображений, которые решают задачи ориентации (например, SLAM), распознавания объектов и сцен, а также обнаружения и анализа людей, что делает СТЗ незаменимыми в робототехнике и автоматизированных системах.

Материалы и методы; результаты. Методы сегментации делятся на традиционные и основанные на глубоком обучении. К первым относятся пороговая обработка, методы регионов, градиентные операторы и кластеризация [2]. Современные нейросетевые модели, такие как U-Net и SegNet, семейство YOLO, трансформеры обеспечивают точную сегментацию, но требуют значительных ресурсов [3].

Предложенная система состоит из нескольких компонентов: камера OpenMV H7 Plus с микроконтроллером STM32H743II, центральный сервер Raspberry Pi 4 B; модуль ESP32 для разгрузки основного сервера. Дополняют систему лидары Benewake TFmini-S, ультразвуковые датчики (URM37, HC-SR04) и доплеровский радар.

Основное тестирование включало проверку производительности камеры при использовании различных алгоритмов: поиск связных компонент, сегментация Саллу, каскады Хаара и модели FOMO и квантованной YOLOv8(s) для детекции объектов.

Заключение. Проанализирована производительность оборудования и алгоритмов, выявлены ограничения встроенных систем и определены пути оптимизации. Качество моделей и точность детекций коррелируют с производительностью, они обратно пропорциональны. Приведена модель Roofline сравнения Orange Pi5 и Raspberry Pi4B, учитывающая вычислительную мощность и характеристики процессоров: Orange Pi5 за счет ГПУ оказывается намного производительнее и эффективнее.

Список источников

- [1] Неусыпин К.А., Селезнева М.С., Суркова А.Д. Навигационный комплекс возвращающегося в атмосферу ударного беспилотного летательного аппарата. *XLVII Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых — пионеров освоения космического пространства: сб. тез.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023, т. 3, с. 243–245.
- [2] Тумаков Д.Н., Каюмов З.Д., Егорчев А.А. *Алгоритмические методы сегментации изображений.* Казань, Изд-во Казанского университета, 2023, 40 с.
- [3] Vaswani A., Shazeer N., Parmar N. Attention Is All You Need. *31st Conference on Neural Information Processing Systems*, Long Beach, CA, USA, 2017, vol. 30, pp. 5998–6008.