

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет прикладной математики и информатики

Кафедра информационных систем управления

Аннотация к магистерской диссертации

«Применение методов машинного обучения для детекции малых объектов»

Каптуров Александр Васильевич

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент
Лукашевич М. М.

Минск, 2025

Реферат

Магистерская диссертация, 56 страниц, 30 рисунков, 33 источника, 10 формул

Ключевые слова: МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ, КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ, ДЕТЕКЦИЯ МАЛЫХ ОБЪЕКТОВ, YOLO, МЕТРИКИ, НЕЙРОННЫЕ СЕТИ, ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ, ДАТАСЕТ, ФУНКЦИИ ПОТЕРЬ, SOTA, CVAT, РАСПОЗНАВАНИЕ ОБЪЕКТОВ, ВИДЕОАНАЛИТИКА.

Объектом исследования в данной работе являются плавающие объекты на водной поверхности для целей видеоаналитики с помощью моделей семейства YOLO. Модель, с целью предотвращения гибели людей на море и в океане, должна преодолеть порог в 0.9 по метрике mAP50, а также 0.9 по precision, т.к. ложные срабатывания не приведут к спасению человеческих жизней, но принесут экономические убытки службам по спасению.

Предметом исследования является применение алгоритмов компьютерного зрения для детекции малых объектов на водной поверхности.

Целью работы является исследование и анализ проблемы детекции малых объектов, а также разработка моделей, способных распознавать малые объекты на водных поверхностях для водно-спасательных задач. Современные детекторы объектов демонстрируют высокую производительность в задачах общего назначения, но их эффективность снижается при обработке малых объектов, площадь рамок вокруг которых составляет всего 0.1-5% изображения.

В ходе работы был проведён обзор теоретических подходов к детекции малых объектов, включая функции потерь и метрики, обоснован выбор mAP50 и mAP50-95. Рассмотрена эволюция методов детекции и развитие моделей семейства YOLO. Обучены модели для выявления малых объектов в задачах спасения на водной поверхности по данным со спутников и дронов. Выполнена оценка ложных срабатываний, реализована стратегия подготовки датасета и проанализированы результаты обучения трёх моделей с обозначением направлений для дальнейших исследований.

Полученные результаты могут быть внедрены в МЧС или иные ведомства, ведущие поисково-спасательные операции на территории Республики Беларусь.

Abstract

Master's thesis, 56 pages, 30 figures, 33 sources, 10 formulas

Keywords: MACHINE LEARNING, COMPUTER VISION, SMALL OBJECT DETECTION, YOLO, METRICS, NEURAL NETWORKS, ARTIFICIAL INTELLIGENCE, DATASET, LOSS FUNCTIONS, SOTA, CVAT, OBJECT RECOGNITION, VIDEO ANALYTICS.

The object of the research in this paper is floating objects on the water surface for the purposes of video analytics using the YOLO family of models. The model, in order to prevent loss of life at sea and in the ocean, must overcome the threshold of 0.9 for the mAP50 metric, as well as 0.9 for precision, since false positives will not save human lives, but will cause economic losses to rescue services.

The subject of the research is the use of computer vision algorithms for detecting small objects on the water surface.

The aim of the work is to study and analyze the problem of detecting small objects, as well as to develop models capable of recognizing small objects on water surfaces for water rescue tasks. Modern object detectors demonstrate high performance in general-purpose tasks, but their efficiency decreases when processing small objects, the area of the frames around which is only 0.1-5% of the image.

In the course of the work, a review of theoretical approaches to detecting small objects was conducted, including loss functions and metrics, the choice of mAP50 and mAP50-95 was substantiated. The evolution of detection methods and the development of YOLO family models are considered. Models for detecting small objects in water rescue tasks using satellite and drone data were trained. An assessment of false positives was performed, a dataset preparation strategy was implemented, and the training results of three models were analyzed, indicating areas for further research.

The obtained results can be implemented in the Ministry of Emergency Situations or other agencies conducting search and rescue operations in the Republic of Belarus.