



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»

Выпускная квалификационная работа бакалавра

Метод распознавания надводных объектов с аэрофотоснимков с использованием нейронных сетей

Студент: Миронов Григорий, ИУ7-83Б
Научный руководитель: Тассов Кирилл Леонидович

Москва, 2023 г.

Актуальность метода

- Осуществление автоматизированного плавания
- Отслеживание активности судов и кораблей
- Предотвращение столкновений
- Предотвращение прочих критических ситуаций

Цель и задачи

Цель — разработка метода распознавания надводных объектов с аэрофотоснимков с использованием нейронных сетей.

Задачи:

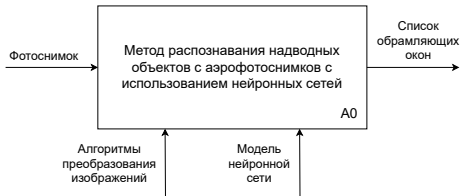
- Проанализировать нейросетевые методы распознавания объектов
- Разработать соответствующий метод распознавания
- Разработать программное обеспечение, реализующее метод распознавания надводных объектов
- Оценить результаты работы метода в зависимости от различных параметров системы

Существующие методы

Метод	Данные		Открытость метода
	Формат	Источник	
PHOTOMOD Radar	SAR	Спутник	—
YOLOv2 (Lee S.-J.)	Фото	Спутник	+
SBD & VBD (Marzuki M.)	SAR (SAFE)	Спутник	+
SSD (Nie, G.-H.)	Фото	Спутник	+

Постановка задачи

- Входное изображение является фотоснимком в формате PNG или JPG
- Разрешение входного изображения не менее 640×640 пикселей
- Фотоснимок сделан в дневное время суток
- Надводные объекты имеют размер не менее 50×50 пикселей



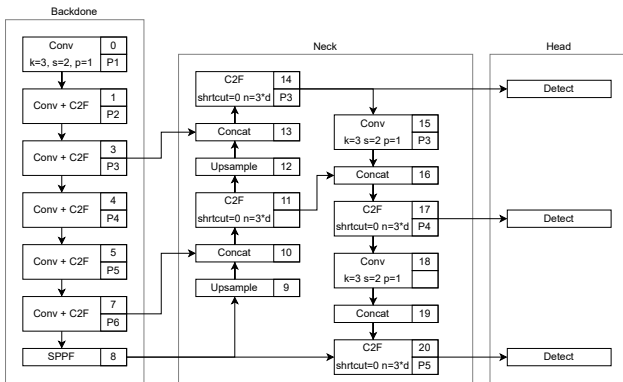
Сравнение нейронных сетей используемых для распознавания

Тип нейронной сети	Устойчивость к		
	искажениям	смещениям	шумам
Сверточная	+	+	+
Капсульная	+	+	—

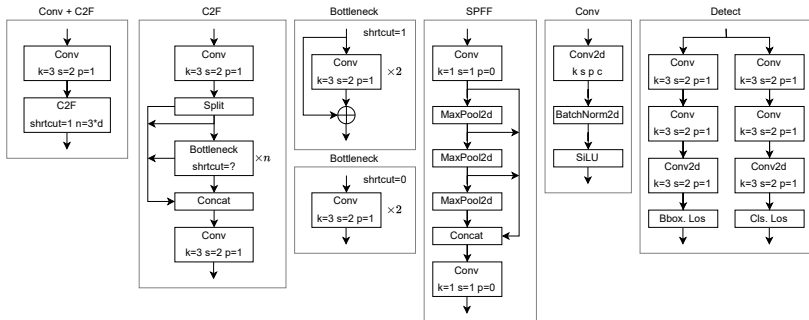
Методы распознавания объектов

CNN	mAP_{IoU}		Параметры, млн. шт.	FLOPs, млрд.	Кадр/сек.
	0.5	0.5 : 0.95			
Faster R-CNN	62.5	—	53	888	< 20
SSD512	28.8	48.5	24.7	$180 * 10^3$	—
YOLOv5n	45.7	28.0	1.9	4.5	934
YOLOv5x	50.7	68.9	86.7	205.7	252
YOLOv8n	37.3	50.4	3.2	8.7	1163
YOLOv8x	53.9	—	68.2	257.8	236

YOLOv8n (1/2)



YOLOv8n. Детали реализации (2/2)

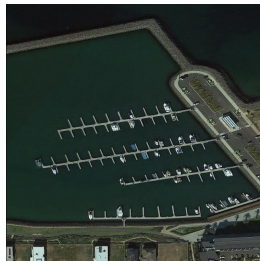


Выбор данных для обучения моделей

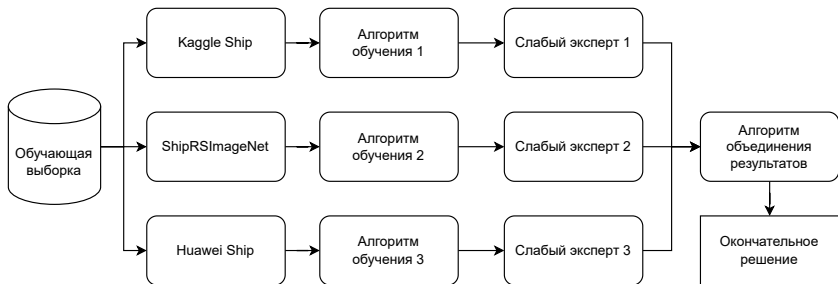
Информация о выбранных наборах данных:

- 10631 снимок
- 27632 размеченных объекта
- Снимки надводных объектов с разных ракурсов как в портовой зоне, так и на открытой воде

Набор данных разбивается на обучающую, тестовую и валидационную выборки в соотношении 85 : 10 : 5

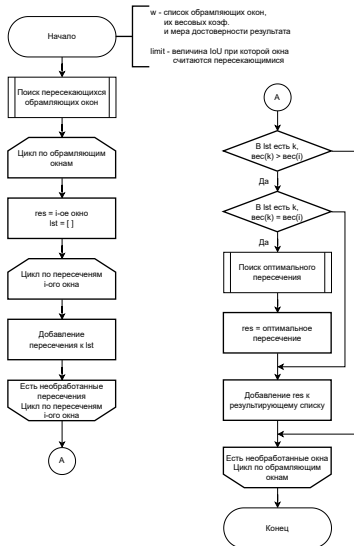


Ансамбль нейронных сетей. Бэггинг



Объединение обрамляющих окон

- Окно без пересечений
- Наиболее «тяжелое» окно
- Пересечение подмножества пересекающихся окон с минимальным расстоянием до геометрического центра



Полученные результаты

$$L_{CloU} = 1 - IoU + R_{CloU}$$

$$R_{CloU} = \frac{\rho^2(b, b^{gt})}{c^2} + \alpha v$$

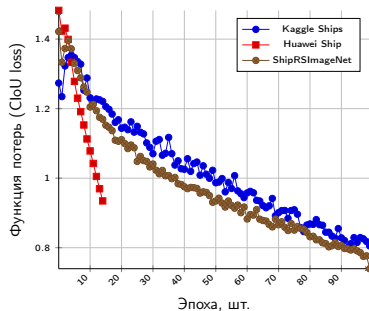
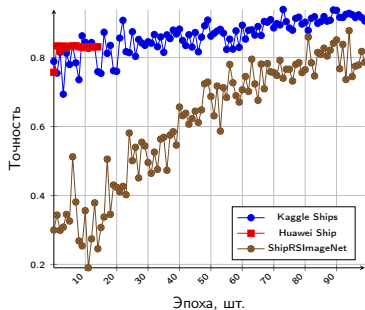
$$\alpha = \frac{v}{(1 - IoU) + v}$$

$$v = \frac{4}{\pi} \left(\arctan \frac{w^{gt}}{h^{gt}} - \arctan \frac{w}{h} \right)^2$$

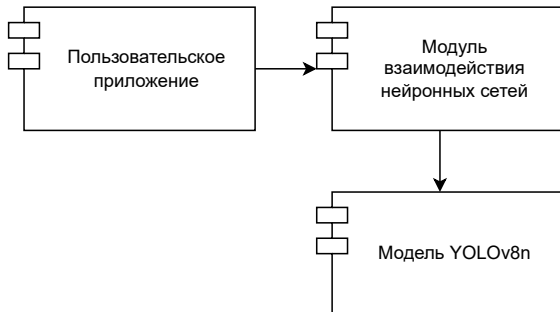
$$\text{Точность} = \frac{TP}{TP + FP}$$

TP — число истинно положительных распознаваний

FP — число ложноположительных распознаваний



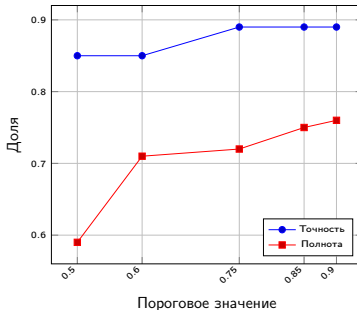
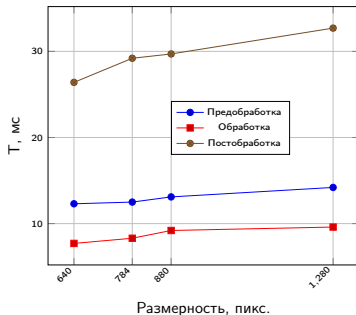
Структура программного обеспечения



Исследование

Технические характеристики:

- ЦП: Intel Core™ i7-4790
- ГП:
NVIDIA GeForce RTX 2060 6144M6
- ОЗУ: 16 Гб
- Операционная система:
Ubuntu 22.04 via WSL 2



Заключение

Был разработан метод распознавания надводных объектов с аэрофотоснимков с использованием нейронных сетей.

В ходе выполнения работы были выполнены следующие задачи:

- Проанализированы нейросетевые методы распознавания объектов
- Разработан соответствующий метод распознавания
- Разработано программное обеспечение, реализующее метод распознавания надводных объектов
- Проведена оценка результатов работы метода в зависимости от различных параметров системы

Дальнейшее развитие

- Распознавание надводных объектов с аэрофотоснимков в различных погодных условиях
- Классификация распознанных надводных объектов
- Исследование применимости метода для распознавания надводных объектов в видеопотоке