

Метод распознавания автомобилей с аэрофотоснимков в инфракрасном диапазоне с использованием нейронных сетей

Студент: Андрей Германович Алахов

Группа: ИУ7-82Б

Руководитель: Кирилл Леонидович Тассов

Актуальность

Применимость:

- Интеллектуальное видеонаблюдение
- Анализ автомобильных аварий
- Автономное вождение

Показатели:

- Умных камер видеонаблюдения в мире на 2020 год – **42,5 млн**
- Число ДТП в России на участках с камерами на 2022 год – **2834**
- В 2021 году на развитие беспилотного транспорта в России выделяется более **800 млрд** рублей

Цель: разработка метода распознавания и автомобилей с аэрофотоснимков в инфракрасном диапазоне.

Задачи:

- Проанализировать существующие методы сегментации изображений
- Разработать метод распознавания автомобилей с аэрофотоснимков в инфракрасном диапазоне
- Разработать программное обеспечение, реализующее метод распознавания автомобилей
- Исследовать характеристики разработанного метода при обучении с использованием кросс-валидации и без нее

Постановка задачи

Ограничения:

- Изображение в градации серого
- Изображение в тепловом инфракрасном диапазоне
- Изображение в формате PNG или JPG
- Разрешение входного изображения не менее 416×416 пикселей
- Минимальный размер объекта 25×25 пикселей
- Угол съемки 30-90 градусов
- Высота съемки 60-130 метров



Существующие решения

	Требования к вычислительным ресурсам	Настройка и обучение	Требования к входным данным
Neurala	Высокие	Требуется	Низкие
Pix4D	Низкие	Не требуется	Высокие
ENVI	Средние	Требуется	Высокие

Метод распознавания автомобилей



Нейронные сети по характеру связей

	Обработка единичных изображений	Сохранение пространственной информации	Устойчивость к шумам
Полносвязные	+	-	+
Рекуррентные	-	+	+
Сверточные	+	+	+
Капсульные	+	+	-

Методы распознавания объектов в инфракрасном диапазоне

	Входное изображение	Число параметров, млн	Требуемый размер выборки	Длительность обучения
MMFCNN	75 × 75	1	Низкий	Низкая
YOLOv3	416 × 416	20	Средний	Средняя
MNET	640 × 512	60	Высокий	Высокая
CompNet	224 × 224	30	Средний	Средняя
YOLOv8	640 × 640	70	Крайне высокий	Крайне высокая

Улучшенная сеть YOLOv3

Функция активации: $LeakyRELU(x) = \begin{cases} x & \text{если } x > 0, \\ a \cdot x & \text{иначе.} \end{cases}$

x – выходное значение нейрона

a – гиперпараметр, определяющий наклон

Определение класса: $Softmax(z_i) = \frac{e^{z_i}}{\sum_{j=1}^K e^{z_j}}$

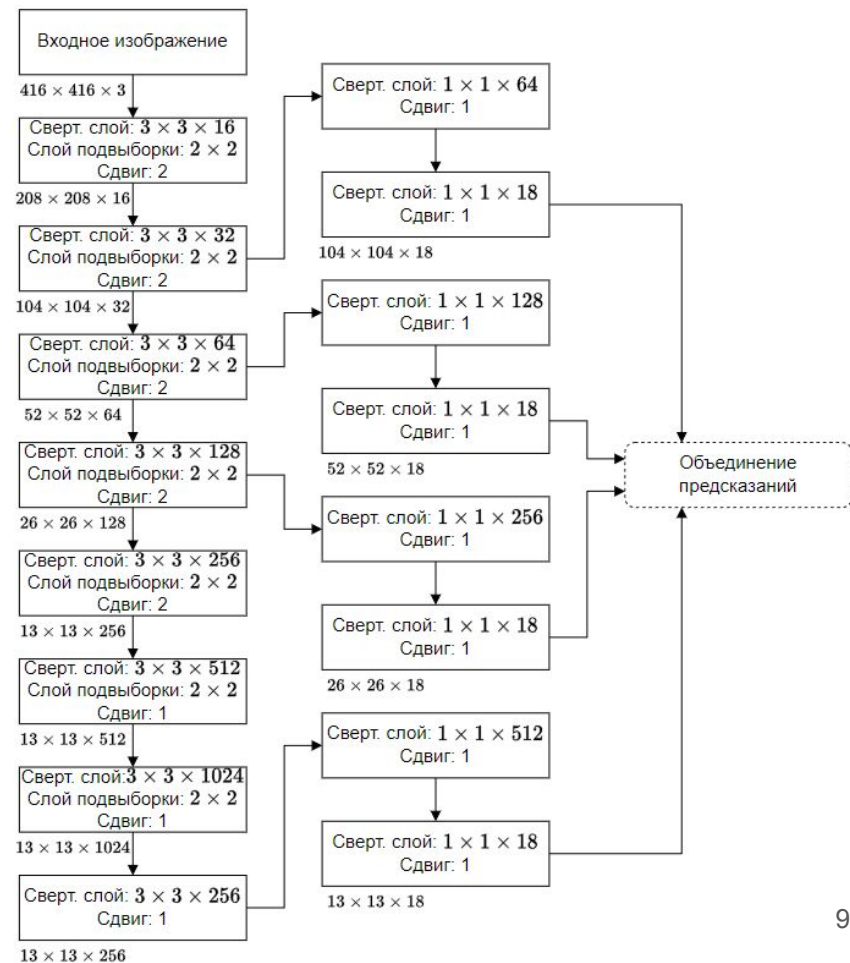
z – вектор выходных значений нейронов

K – количество классов

Отсеивание ограничивающих рамок: $IoU = \frac{S(A \cap B)}{S(A \cup B)}$

$S(X)$ – вычисление площади фигуры X

A, B – ограничивающие рамки

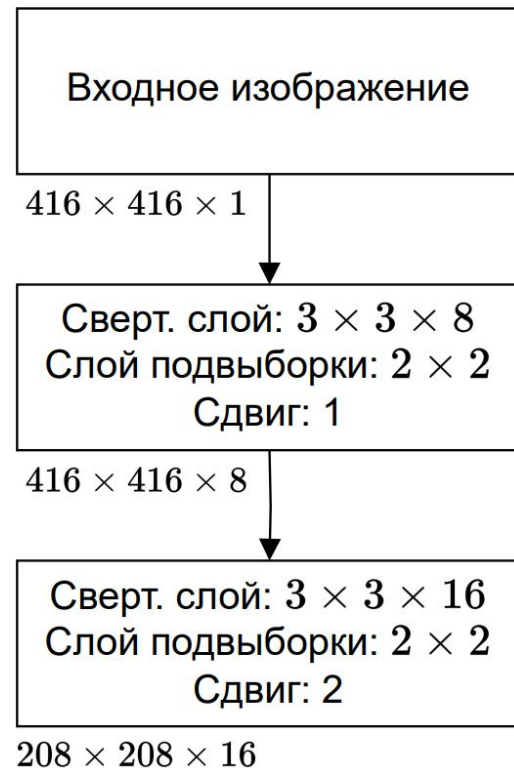


Модификация сети

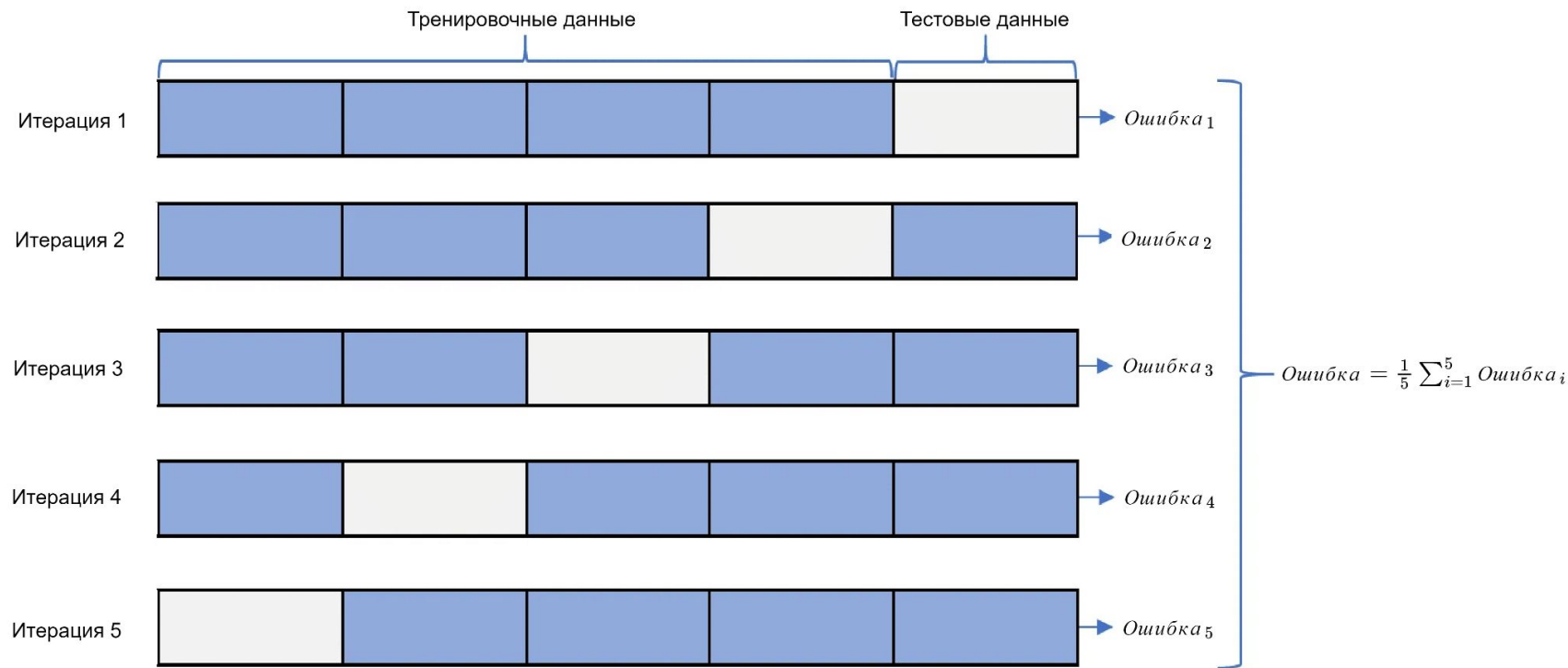
Было:



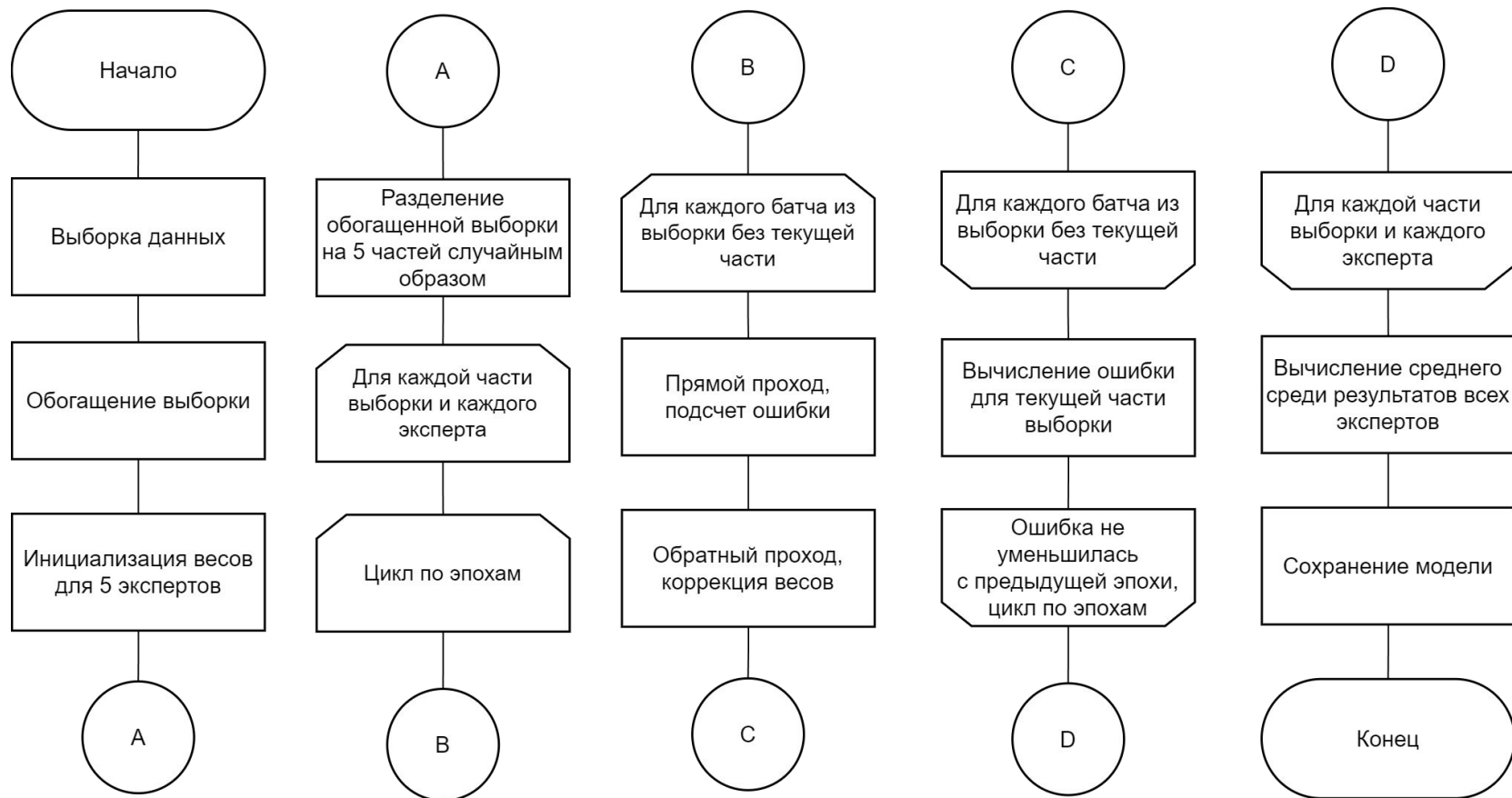
Стало:



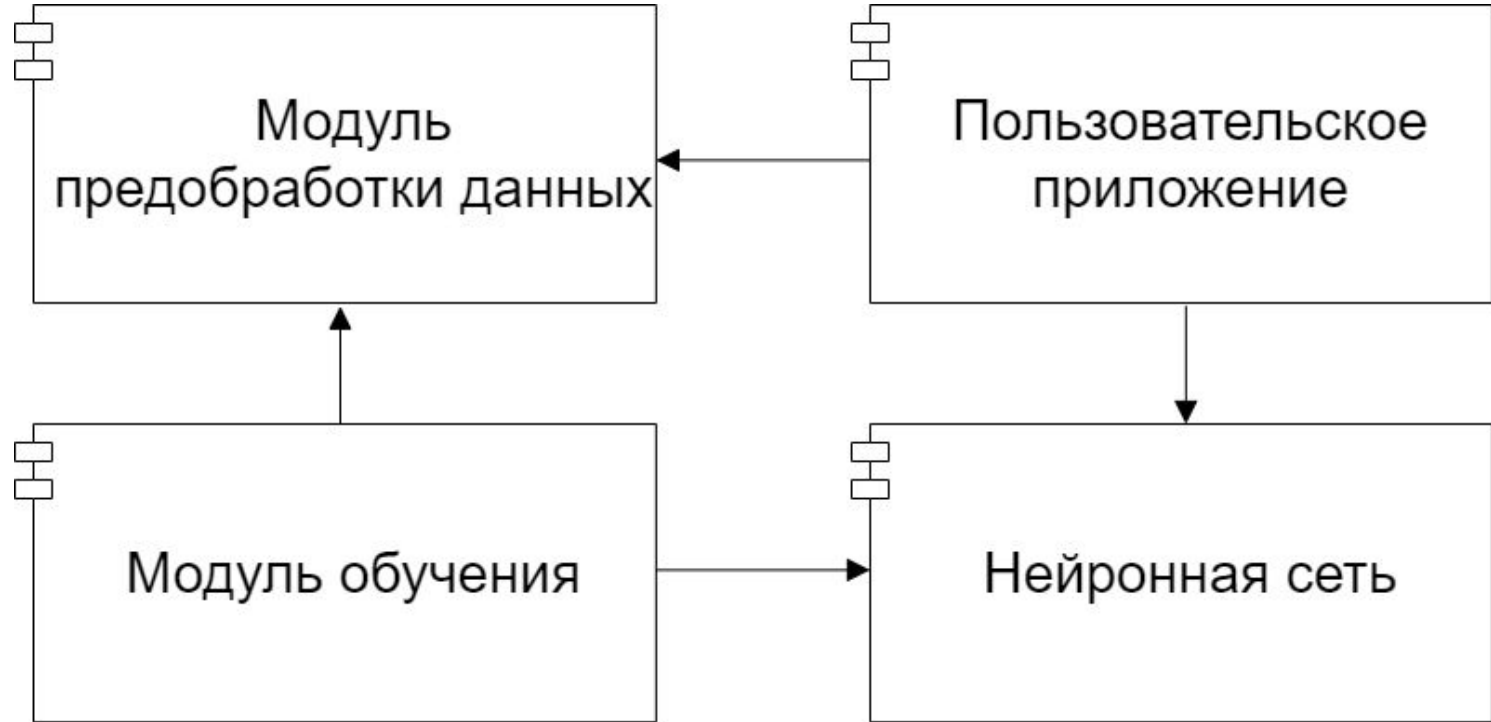
Метод кросс-валидации



Метод кросс-валидации



Структура программного комплекса



Описание выборки

Примеры изображений:

Характеристики:

- 2898 изображений
- Окружение: школы, парковки, дороги и т.д.
- Объекты: люди, велосипеды, авто, и т.д.
- Среднее число объектов на снимке: 8.59
- Высота полета: 60 – 130 метров
- Угол камеры: 30 – 90 градусов
- Дневное и ночное время суток



Полученные результаты

Точность: процент объектов, для которых IoU предсказанной ограничивающей рамки и истинной больше 0.5

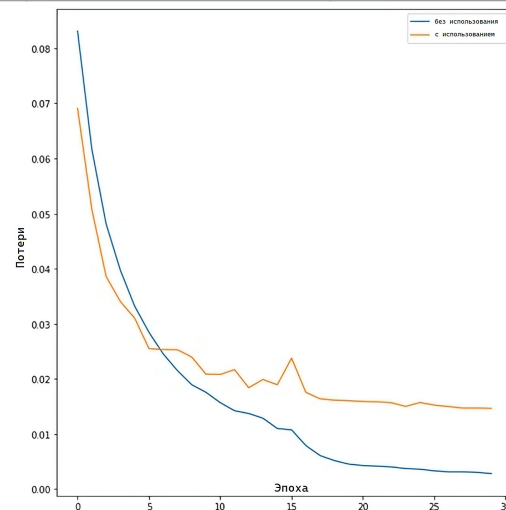
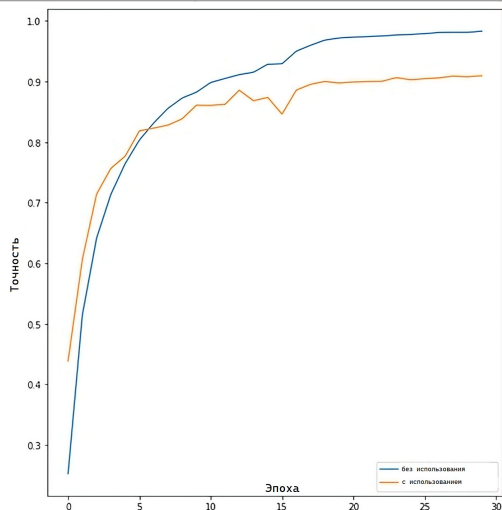
Потери: среднеквадратическая ошибка координат ограничивающих рамок



	Точность на тренировочной выборке	Точность на тестовой выборке	Потери на тренировочной выборке	Потери на тестовой выборке
До модификации	95.6%	87.7%	0.0061	0.0185
После модификации	98.5%	92.1%	0.0049	0.0143

Исследование

	Точность на тренировочной выборке	Точность на тестовой выборке	Потери на тренировочной выборке	Потери на тестовой выборке	Время на обучение, ч
Без использования кросс-валидации	89.7%	80.4%	0.0178	0.0284	6
С использованием кросс-валидации	98.5%	92.1%	0.0049	0.0143	30



Заключение

Был разработан метод распознавания и автомобилей с аэрофотоснимков в инфракрасном диапазоне.

Были решены задачи:

- Проанализированы существующие методы сегментации изображений
- Разработан метод распознавания автомобилей с аэрофотоснимков в инфракрасном диапазоне
- Разработано программное обеспечение, реализующее метод распознавания автомобилей
- Исследованы характеристики разработанного метода при обучении с использованием кросс-валидации и без нее

Дальнейшее развитие

- Классификация по категориям транспортных средств
- Определение, находится ли автомобиль в движении