

## АЛГОРИТМ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ПРЕПЯТСТВИЙ БЕСПИЛОТНОГО МАНЕВРОВОГО ЛОКОМОТИВА

РАКОВ.Д.А. (АО «НИИАС»)

Научный руководитель – к.т.н. Попов П.А.

(АО «НИИАС»)

В рамках проекта создания беспилотного маневрового локомотива одной из основных задач является разработка системы обнаружения препятствий на железнодорожном полотне с использованием видеопотока с установленных камер, где основным объектом для обнаружения выступает человек. Для решения данной задачи был создан набор данных, разработаны специфические методики аугментации, разработан алгоритм обнаружения человека позволяющий обеспечить локализацию людей на расстоянии 300 метров на базе модифицированного алгоритма Yolov4.

### **Введение.**

Развитие прогресса в автоматизации и роботизации транспортных средств ведет к созданию различных образцов техники. Одним из таких средств является беспилотный маневровый локомотив, задача которого является транспортировка вагонов на сортировочной станции. Блок сенсоров, состоящий из камеры, лидаров и других сенсоров используется для получения информации об окружающей сцене. Базовым источником информации является видеопоток с установленных камер. К полученному видеопотоку применяются различные способы обработки, задача которых — получение информации об объектах сцены, которая в последующем используется системой принятия решений и системой управления маневрового локомотива. Одним из ключевых объектов из класса препятствий, ввиду требований, является человек на пути движения локомотива. Для процесса локализации данного препятствия установлены жесткие рамки — дальность нахождения не менее 200 метров, скорость работы алгоритма — не менее 20 к/с, вероятность ложного срабатывания —  $10^{-6}$ . Опираясь на данные требования основной задачей исследования, было создание алгоритма обнаружения человека.

### **Основная часть.**

Для решения поставленной задачи была выбрана область нейросетевых алгоритмов. Для обучения алгоритма из данной области был собран набор данных в размере 5000 тысяч уникальных изображений с камеры локомотива, полученных в разное время года, при разных погодных условиях и в разное время суток. Основные свойства такого набора данных, усложняющие обучение подобных алгоритмов — большое количество маленьких объектов, которые ввиду требований дальности необходимо хорошо локализовать, неравномерное распределение позиций объектов в зоне интереса, малое количество объектов, расположенных внутри железнодорожной колеи, большого количества объектов, имеющих схожий признак в виде ярко оранжевой жилетки, а также малое количество данных с плохими погодными условиями. Для решения проблемы неравномерного распределения позиций объектов и их малого количества внутри железнодорожной колеи был предложен алгоритм аугментации. Этот алгоритм позволяет автоматически на основе указанного расстояния и пиксельных координат дополнять представленные изображения объектами типа человек на базе желаемого распределения локаций. Особенность алгоритма — отсутствие требований к наличию сегментационной маски объектов в разметке данных.

Проблема схожести объектов по признаку наличия ярко оранжевой жилетки может сильно влиять на выученные нейронной сетью паттерны и приводить к ложным срабатываниям, так как на пути следования могут встречаться различные объекты окрашенные в ярко оранжевый цвет с высокой частотой. Для решения этой проблемы была

применена техника, основанная на поиске целевого цвета в пространстве HSV в области ограничивающей рамки объекта с последующей заменой цвета, эрозией и сглаживанием.

Малое количество сложных погодных условий ведет к неверной оценки качества финальной модели из-за отсутствия репрезентативных примеров в тренировочной и тестовой выборке. Для решения проблемы робастности к погодным условиям использовались погодные аугментации, полученные с помощью комбинации заранее подобранных паттернов осадков.

В качестве базового алгоритма для решения поставленной задачи был выбран алгоритм YOLOv4 в реализации на базе Pytorch под названием YOLOv5. В качестве базовой модификации была выбрана сеть YOLOv5m, удовлетворяющая критериям производительности при размере изображения 768x768. Полученные результаты обучения базового алгоритма не удовлетворили ожидания по дальности детектирования объектов. Анализ набора данных выявил более 1000 объектов размером 8x8 и менее, что стало предпосылкой к изменению архитектуры YOLOv5. Измененная архитектура позволяет получить репрезентацию каждого объекта размером не менее одного пикселя на уровне наибольшей по размеру карты признаков. Новая архитектура содержит следующие изменения:

- размеры карт признаков для предсказания изменен на 192x192, 96x96, 48x48;
- изменено количество блоков на разных стадиях энкодера;
- по подобию архитектуры Senet в каждый модуль Bottleneck добавлен модуль поканального внимания;
- для улучшенного понимания контекста и больших объектов на картинке в качестве последнего блока добавлен модуль содержащий dilation convolutions с разной величиной расширения, где связи между сверточными слоями построены по типу архитектуры DenseNet;
- начальная стадия Panet содержит блоки агрегации выходов из 4 блоков энкодера вместо 3;
- фьюзинг данных в Panet реализован за счет обучаемого взвешивания признаков при производстве операции конкатенации посредством модуля внимания.

Внесенные изменения позволили достичь значения 30 метрики MAP в промежутке площади пересечения 0.5 – 0.95 для датасета COCO в категории маленькие объекты (площадь которых менее чем 32x32 пикселя), что на 3 больше, чем базовая версия yolo5m. Для целевого датасета улучшения точности составило 8 пунктов метрики MAP при площади пересечения в 0.5. Количество вычислений необходимых для обработки одной картинке выросло до 57 гигафлопс против 52 у базовой версии.

### **Выводы.**

По итогам проведенного исследования был создан подходящий набор данных, соответствующие ему техники аугментации изображения, а также модификация базовой модели, которая позволила получить улучшенные результаты относительно базовых набора данных и архитектуры нейронной сети.

Раков Д.А. (автор)

Подпись

Попов П.А. (научный руководитель)

Подпись