

Railroad Semantic Segmentation

ITS



fast, modern, safe

О компании its.xyz



Компания its.xyz была основана в городе Санкт-Петербург, в 2015 году.

Группа инженеров – выпускников ведущих технических вузов со всей страны объединилась онлайн с целью совместной работы над наукоемкими задачами, возникающими в современном бизнесе.

Мы оптимизируем рутинные задачи и используем бережливое производство, с целью минимизации издержек на проверку гипотез. В работе над проектами мы комбинируем научный подход и современные управленческие практики, что позволяет достигать целей заказчика в кратчайшие сроки, одновременно сохраняя вовлеченность и мотивацию сотрудников.



В этих и многих других компаниях живет и работает код, написанный инженерами its.xyz

Экспертиза

DataScience, Machine Learning, Algorithm Development, Due Diligence, Architecture, Support, WEB Development, DevOps, Frontend

Технологии

Python, JavaScript, TypeScript, C++, C#
OpenSearch, AWS, Linux, AstraLinux, Yandex.Cloud, Tensorflow, Keras, NextJS, ReactJS, VueJS, NuxtJS, Flask, FastAPI, TelegramAPI, Redis, Kafka, Celery, Redash, Postgres, Avro, Pandas и многие другие

Сайт и витрина проектов

<https://its.xyz>

Описание бизнес задачи

Проблема

Важной частью беспилотного электропоезда GoA4 – является модуль принятия решений в критической ситуации. В большинстве нештатных ситуаций на ЖД путях нельзя полагаться на электронную навигацию подвижного состава. Необходим модуль определяющий препятствия на путях, неверную работу стрелок и прочих экстренных ситуаций.

Цель

Разработать решение, позволяющее определять препятствие на путях, в отсутствие связи или при любых других неполадках, иными словами модуль принимающий экстренные решения остановки, работающий независимо от прочих систем или каких-либо внешних взаимодействий.

Точка внедрения

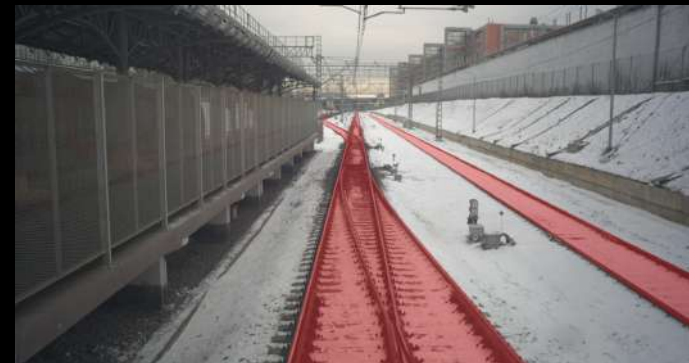
Независимый вычислительный комплекс в кабине электропоезда, разработка нейронной сети с учетом оптического потока, для распознавания железнодорожного полотна на удалении более 150 метров от локомотива, с целью локализации области обнаружения нештатных ситуаций.

ДЕМО:

<https://mlsh.its.xyz/rzd>

Научная статья:

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9294722>



Ценность для бизнеса и экспертиза

Область применения:

Разработанные в рамках проекта алгоритмы применимы для распознавания препятствий на железнодорожных путях. Решение позволяет автоматизировать распознавание железнодорожного полотна, распознавать препятствия, а также служить основой для обнаружения прочих нестандартных ситуаций.

Ценность для бизнеса:

Разработанное решение позволяет реализовать модуль принятия решений в экстренных ситуациях для беспилотного электропоезда GoA4, что позволяет пройти сертификацию, что является необходимым для запуска и эксплуатации беспилотного подвижного состава.

Экспертиза:

Инженеры компании its.xyz могут произвести разработку и наладку решений задач распознавания железнодорожного полотна, как на одном изображении, так и в видеопотоке с применением алгоритмов машинного зрения. Для эксплуатации решений могут быть использованы embedded операционные системы

КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ

AI

СЕМАНТИЧЕСКАЯ СЕГМЕНТАЦИЯ

АЛГОРИТМЫ

CNN

ПУТНОМ

ОПТИЧЕСКИЙ ПОТОК

МЕХАНИЗМ ВНИМАНИЯ

GoA4

БЕСПИЛОТНИКИ

Распознавание железнодорожного полотна



Проблематика: Средняя скорость низкоскоростных поездов составляет примерно 60-70 км/ч. Таким образом, тормозной путь стремится к 118 метрам при скорости движения 60 км/ч и 157 метрам — при 70 км/ч. При расчетной скорости экстренного торможения 1.2 м/с. До начала проекта не было найдено решения, которое бы гарантировало дальность обнаружения железной дороги не менее 150 метров для самоуправляемых низкоскоростных поездов.

Цель проекта: разработать и реализовать алгоритм обработки изображений и/или видеопотока для распознавания железнодорожного полотна на дальности не менее 150 метров с задержкой не более 50 мс.

Метод достижения цели:

1. Разработать архитектуру нейронной сети для распознавания железнодорожного полотна на изображении
2. Расширить архитектуру нейронной сети для работы с видеопотоком
3. Интегрировать инструмент для обработки изображений и видеопотока

Что было сделано:

- Организован процесс сбора данных для обучения с условиями кросс валидации
- Организован промышленный датасет 70000 снимков в различных условиях
- Проведен анализ рыночных решений промышленных камер машинного зрения
- Проведены математические расчеты параметров камеры и динамики систем слежения
- Разработано решение на основе нейронных сетей с учетом оптического потока
- Решение было протестировано на реальных данных и введено в эксплуатацию

Команда проекта (its.xyz):

- 1 – Старший разработчик
- 1 – Инженер разработчик
- 1 – Проектный менеджер

Таймлайн проекта:

Подготовка	Реализация	Тест / Интеграция	
Старт	1 год	1.5 года	2 года

Пример распознавания железнодорожного полотна:



Далее подробнее о проекте

Основные этапы работ

ITS

Подготовка

- Провели исследовательскую фазу за 1 месяц
- Разработали и запустили схему разметки данных, как внутренний сервис компании
- Собрали и проверили автоматическими методами датасет более 70000 снимков

Старт

Исследование

- Провели анализ существующих нейронных сетей
- Провели внутреннее соревнование нейронных сетей на полученных данных
- Провели 4 хакатона с целью получения новых идей
- Разработали и опубликовали методы стыковки изображений на видеопотоке с использованием механизма внимания к более удаленным участкам изображения для повышения точности на максимальном удалении путей от локомотива

3 месяца

Реализация

Реализовали архитектуру нейронной сети для распознавания железнодорожного полотна:

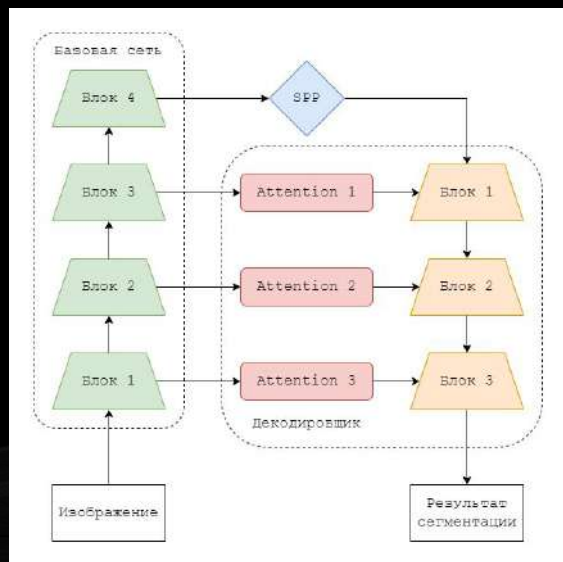
1 год

- Разработали U-Net-подобную архитектуру нейронной сети, дополненную модулями внимания (Attention) и spatial pyramid pooling (SPP) для обработки одного изображения.
- Расширили разработанную архитектуру для обработки изображения с помощью модуля распространения внимания (Attention Propagation Module, APM) от трёх предыдущих кадров для использования временной информации.
- Расширили разработанную архитектуру для обработки изображения с помощью модуля памяти, хранящем информацию о трёх предыдущих кадрах, для использования временной информации. (Видеопотока)
- Разработали, протестировали и внедрили итоговую архитектуру нейронной сети для распознавания железнодорожного полотна на изображениях и видеопотоке с использованием таких технологий, как Attention модули, взвешенный IoU, Temporally Distributed Networks и Space-Time Memory Networks.

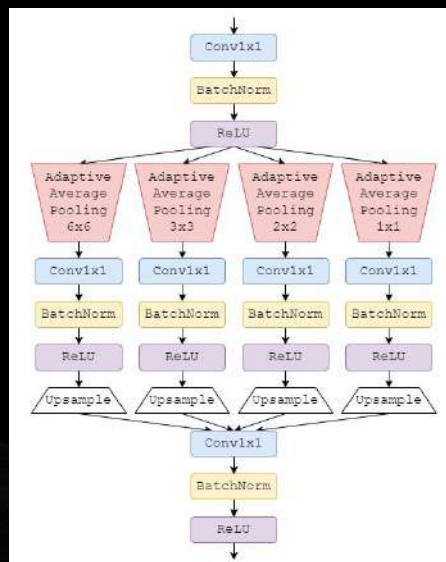
2 года

Технические особенности решения (1/2)

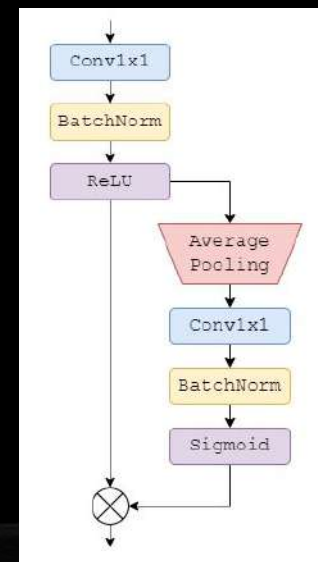
RailCNN — это UNet-подобная модель, дополненная модулями Attention и SPP. Модуль SPP собирает признаки, созданные кодировщиком, на нескольких слоях подвыборки (pooling) разных размеров фильтров, и создаёт представление с различным уровнем детализации. Модуль Attention использует слой средней подвыборки (average pooling) для захвата глобального контекста и вычисляет вектор внимания. Блок декодировщика выполняет смешивание признаков низкого уровня с выходом модуля Attention с помощью свёрточного слоя и увеличение размера полученной карты признаков в 4 раза. В RailCNN используется облегчённая базовая сеть, служащая для извлечения признаков из поступающего на вход изображения, ResNet-34, предварительно обученная на наборе данных ImageNet.



RailCNN



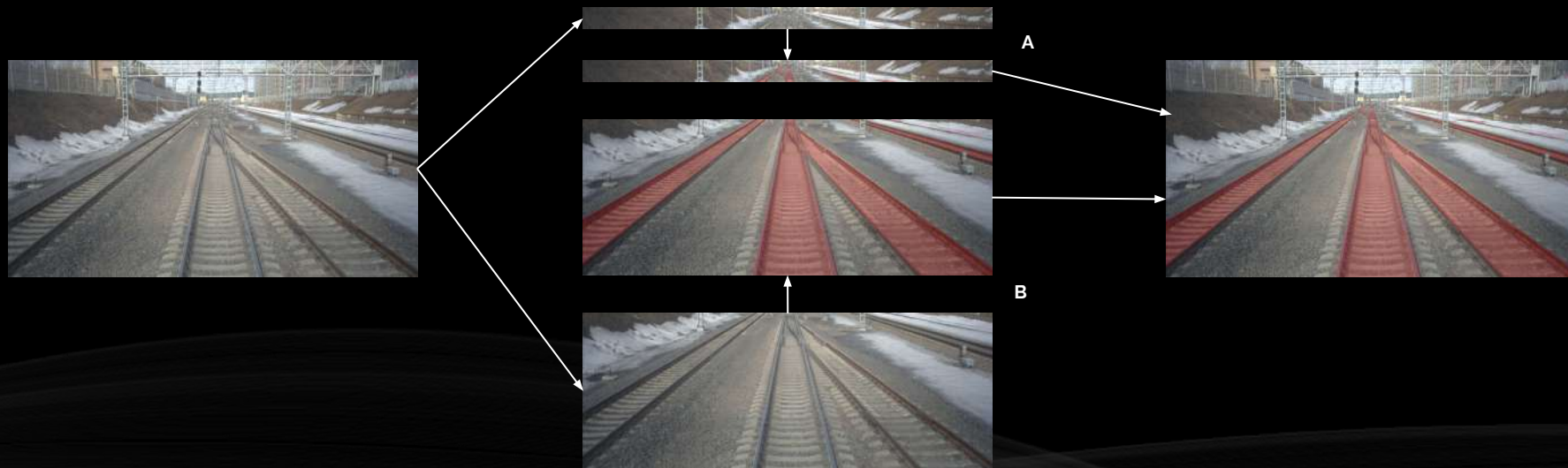
SPP



Attention

Технические особенности решения (2/2)

Для улучшения предсказания нейронной сети вдали и ускорения сегментации разделяется входное изображение на два региона: А и В. Верхняя граница региона А находится чуть выше линии горизонта, а его высота составляет 12% от высоты изображения ниже верхней границы региона А. Регион В является оставшейся нижней частью изображения



Стек ТЕХНОЛОГИЙ

Управление проектом



Инфраструктура



Программная среда



Библиотеки



Ключевые результаты



Было

👉 Промышленная задача, не имеющая опубликованных решений, удовлетворяющих требованиям

Стало

✅ архитектура нейронной сети, способной распознавать железнодорожное полотно далее 150 метров

Метрики	До	После	Δ
Дальность обнаружения	<118	>150	27.1%↑
IoU	0.898	0.983	9.5%↑
wIoU	0.875	0.955	9.1%↑
FPS	20	27	35%↑

Было

👉 Не существовало открытых датасетов по железнодорожному полотну по стандартам CHG

Стало

✅ Разработан, собран и опубликован датасет на 70000 снимков железнодорожного полотна, с элементами последовательного видеоряда

Разработали датасет для обучения, тестирования и валидации решений по распознаванию железнодорожного полотна

Разработали и интегрировали систему распознавания железнодорожного полотна на расстоянии более 150 метров

Опубликовали научную статью в журнале IEEE Xplore, впоследствии статья получила более 10 цитирований

Контакты



Заказать сервис или разработку

presales@its.xyz

Стать партнером

partners@its.xyz

Сайт компании

its.xyz

Спасибо!