

Название кейса

Компьютерное зрение для предотвращения разрушения цепи на конвейерах горячекатаных рулонов

Номинация

Промышленность

Компания, которая реализовала кейс:

Северсталь, "Северсталь диджитал"

Руководитель по реализации кейса от компании с должностью:

Светлана Потапова, директор ООО «Северсталь Диджитал»

Исходные данные

Опишите бизнес-процессы или специфику индустрии, которые были ранее (до того, как вы приняли решение их трансформировать):

Конвейеры горячекатаных рулонов (КГКР) перемещают горячекатаные рулоны со стана 2000 - самого производительного стана горячей прокатки в РФ - на следующие переделы технологической цепочки.

Проблема:

(В чем именно заключалась проблема/сложность существующего процесса/подхода/системы)

Стан 2000 – один из ключевых агрегатов ЧерМК: из 10,4 млн тонн выпуска горячекатаных рулонов 6,3 проходит через стан 2000, поэтому простой сопутствующей инфраструктуры из-за разрушения цепей конвейера или их звеньев несут за собой крупные производственные потери. По конвейерам, которые частично располагаются в подземных тоннелях, перемещается металл с температурой поверхности до 800 градусов, что не позволяет безопасно осуществлять наблюдение за состоянием цепей со стороны производственного персонала. Остановка конвейеров для осмотра подразумевает освобождение их от металла и сопряжена с проведением планово-предупредительных ремонтов на стане 2000, что в свою очередь

не позволяет проводить периодические осмотры чаще без потерь для производства. Объем осмотра цепей в плановые ремонты достаточно велик, так как суммарная длина цепей, охваченная системой машинного зрения превышает 2 километра и включает более 5000 звеньев, что в свою очередь требует значительного человеческого ресурса. Таким образом, до внедрения системы машинного зрения провести качественное определение состояния КГКР, а тем более оперативно реагировать на возникающие отклонения не представлялось возможным.

Кейс:

(Как вы решили проблему, какие инструменты использовали?)

Для повышения эффективности ремонтной деятельности и реагирования на критичные отклонения в работе КГКР была внедрена система компьютерного зрения, оценивающая состояние цепей конвейеров в режиме 24/7 с автоматическим определением трех основных отклонений в работе оборудования: отсутствие шплинта пальца цепи, образование трещины на звеньях цепи и непосредственно сам обрыв цепи КГКР.

Для определения расшплинтовки пальца используется комбинированный подход: с помощью первой нейросети предсказываются координаты и размеры звеньев цепи и пальцев. Чтобы уменьшить нагрузку на операторов, каждый объект отслеживается трекером, это позволяет отправлять оператору только один фрагмент видео с движением проблемного звена / пальца. Затем с помощью классификационной нейросети производится классификация ситуаций на расшплинтовки и нормальные. Также в решении присутствует "датчик" движения: детектирование объектов происходит только в момент движения конвейера.

Для определения трещин звена цепи модель анализирует данные изображений с камер и проводит сегментацию на предмет поиска трещин по двум классам: фон и трещина.

Всего системой охвачено 26 камер, отслеживающих расшплинтовки и трещины на всех цепях КГКР.

Еще 13 камер следят за обрывами цепи. Решение для определения обрыва цепи состоит из нескольких компонентов: датчик движения, детектор звеньев цепи и детектор аномалий. Изображения, на которых найдены аномальные звенья, проходят постобработку для определения события «обрыв цепи». Если количество аномальных звеньев за определенный промежуток времени, превышает порог, событие выводится оператору через веб-интерфейс. Если цепь отсутствует в предполагаемом месте, такие ситуации также выводятся на интерфейсе. Для повышения точности работы модели определения обрыва цепи реализовано онлайн переобучение. Модель хранит историю звеньев цепи, регулярно делит их на обучающую выборку и выборку для подбора порогов, и без участия специалистов

подстраивается под меняющиеся условия, например - изменение натяжения цепи, появление посторонних предметов.

Технологический стек: Docker, Kubernetes, Apache Kafka, InfluxDB, Grafana, Gitlab, Hadoop, Graylog

Языки: Python, JavaScript, Java

Алгоритмы: Собственные разработки, Metric Learning, Сверточные сети (детекция, классификация, сегментация), Isolation Forest, SORT

Сайт кейса при наличии:

–

Основное решение:

Комплекс моделей компьютерного зрения позволяет в режиме реального времени распознавать расшплинтовку пальцев и трещины звеньев цепи, а также обрыв цепи на конвейерах горячекатаных рулонов для своевременного устранения нежелательных событий и сокращения простоев стана 2000. С момента внедрения системы удалось полностью уйти от аварийных простоев из за расшплинтовки пальцев цепей, трещин звена и снизить время реагирования на обрыв цепи КГКР.

Сроки реализации (с / по):

январь 2021 - апрель 2022

Результаты до и после:

За период с 01.10.2021 по 30.06.2022 было обнаружено и устранено по сигналам от системы 60 расшплинтовок и 4 трещины звена, обнаружен один порыв цепи, что сократило простои стана 2000 на 7 часов, что означает экономический эффект около 70 млн рублей.

Ссылка на дополнительный материал с подробностями:

(необязательно)

–

В чем вы видите уникальность вашего кейса?

(Почему вы считаете, что кейс достоин стать победителем в своей номинации?)

Уникальность кейса заключается в использовании компьютерного зрения на агрегатах, ранее не оборудованных камерами. Это значит, что нейросети учили в условиях недостатка примеров, имея менее 200 расшплинтовок, всего 8 различных трещин и 4 примера обрывов цепи. Чтобы учить нейросети в таких условиях, применялись уникальные подходы, включающие создание наборов синтетических данных, масштабные эксперименты во время плановых ремонтов, few-shot подходы, а также подходы без учителя для поиска аномальных событий. Также важен масштаб решения - централизованно в онлайн-режиме обрабатывается поток данных с 39 камер.

Подрядчик (поставщик решения) при наличии:

–

Сайт компании подрядчика (поставщика решения) при наличии:

–

Руководитель по реализации кейса от подрядчика с должностью:

–