



SECR

Система распознавания автомобильных номеров
«с нуля»: от теории к развёрнутой системе

MERA

Более 1500 человек



Automotive



Telecom



Unified Communications



Internet of Things



Industry 4.0



FinTech



Artificial Intelligence



Security & Safety



С чего начать?



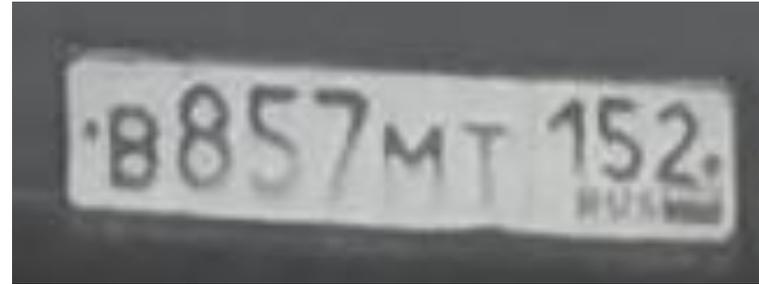
Распознавание номера:

- **Выделение номера**
- Нормализация номера
- Распознавание символов



Распознавание номера:

- Выделение номера
- **Нормализация номера**
- Распознавание символов



Распознавание номера:

- Выделение номера
- Нормализация номера
- **Распознавание символов**



B857MT152

Выделение номера

- Выделение прямых линий и анализ цвета символов и фона
- Обработка заранее подобранными фильтрами
- Нейронные сети индивидуальной архитектуры
- Стандартные архитектуры нейронных сетей (single-shot, region-based, сети сегментации)



Нормализация номера

- Алгоритмический анализ формы номера
- Обработка фиксированными фильтрами
- Нейронные сети собственной разработки
- Выделение контуров
- Не проводить нормализацию (для некоторых типов задач и сетей распознавания)



Распознавание номера

- Посимвольное распознавание
- Распознавание номера целиком

Существует ли общая теория?

Выделение номера

- Выделение прямых линий и анализ цвета символов и фона
- Обработка заранее подобранными фильтрами
- Нейронные сети индивидуальной архитектуры
- Стандартные архитектуры нейронных сетей (single-shot, region-based, сети сегментации)

Нормализация номера

- Алгоритмический анализ формы номера
- Обработка фиксированными фильтрами
- Нейронные сети собственной разработки
- Выделение контуров
- Не проводить нормализацию (для некоторых типов задач и сетей распознавания)

Распознавание номера

- Посимвольное распознавание
- Распознавание номера целиком

Выделение
символов на
изображении

Распознавание
символов

Выделение
номера

Распознавание
номера в один
проход

Выделение и
распознавание
номера в один
проход

Существует ли общая теория?

Выделение номера

- Выделение прямых линий и анализ цвета символов и фона
- Обработка заранее подобранными фильтрами
- Нейронные сети индивидуальной архитектуры
- Стандартные архитектуры нейронных сетей (single-shot, region-based, сети сегментации)

Нормализация номера

- Алгоритмический анализ формы номера
- Обработка фиксированными фильтрами
- Нейронные сети собственной разработки
- Выделение контуров
- Не проводить нормализацию (для некоторых типов задач и сетей распознавания)

Распознавание номера

- Посимвольное распознавание
- Распознавание номера целиком

Выделение
символов на
изображении

Распознавание
символов

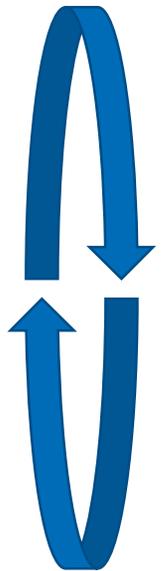
Выделение
номера

Распознавание
номера в один
проход

Выделение и
распознавание
номера в один
проход

Подходы регулярно сменяются

Процесс разработки решения



1. Выбрать общую схему распознавания и какими подходами будут решаться её подзадачи
2. Оптимизировать каждый из выбранных подходов под конкретное **применение** (распознавание номеров на фотографиях, в потоке машин, на въезде на парковку, с камеры смартфона и т.п.)
3. Проверить на соответствие целевым характеристикам, в случае неуспеха перейти на шаг 1

Статья компании Recognitor от 29 мая 2017:

Выделение номера

- Выделение номера сетью **закрытой** архитектуры

Нормализация
номера

- Нормализация номера сетью **закрытой** архитектуры

Распознавание
номера

- Распознавание номера скользящим окном

<https://habr.com/ru/company/recognitor/blog/329636/>



Recognitor
Computer Vision and Machine Learning

Vasyutka 29 мая 2017 в 01:56

Нейронные сети в детектировании номеров

Блог компании Recognitor, Алгоритмы, Обработка изображений, Машинное обучение

Статья компании RIA.COM от 24 января 2019:

- Выделение номера **стандартной** сетью сегментации

- Нормализация номера через контуры с помощью **открытого** исходного кода

- Распознавание номера с помощью OCR инструмента Tesseract

<https://habr.com/ru/post/432444/>

apelsyn 24 января 2019 в 08:05

Распознавание номеров. Практическое пособие. Часть 1

Python, Машинное обучение, Искусственный интеллект



- **Выделение номера с помощью сети сегментации (на выходе маска)**
- Нормализация номера по контуру маски
- Посимвольное распознавание номера





- Выделение номера с помощью сети сегментации (на выходе маска)
- **Нормализация номера по контуру маски**
- Посимвольное распознавание номера

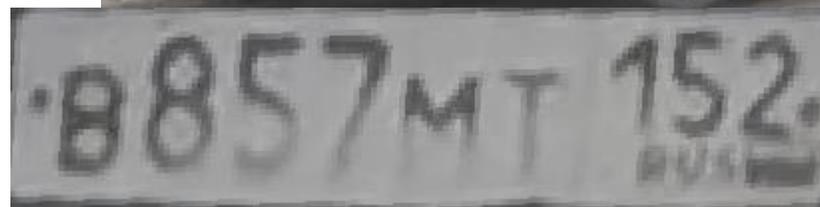
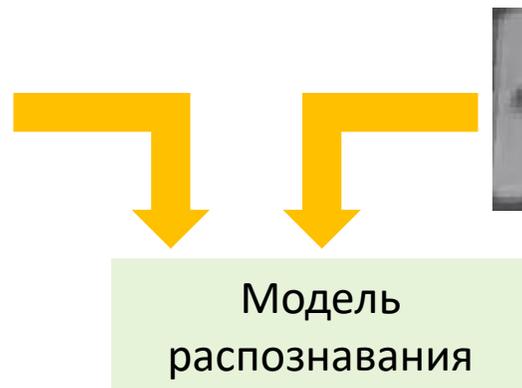




- Выделение номера с помощью сети сегментации (на выходе маска)
- Нормализация номера по контуру маски
- **Посимвольное распознавание номера**



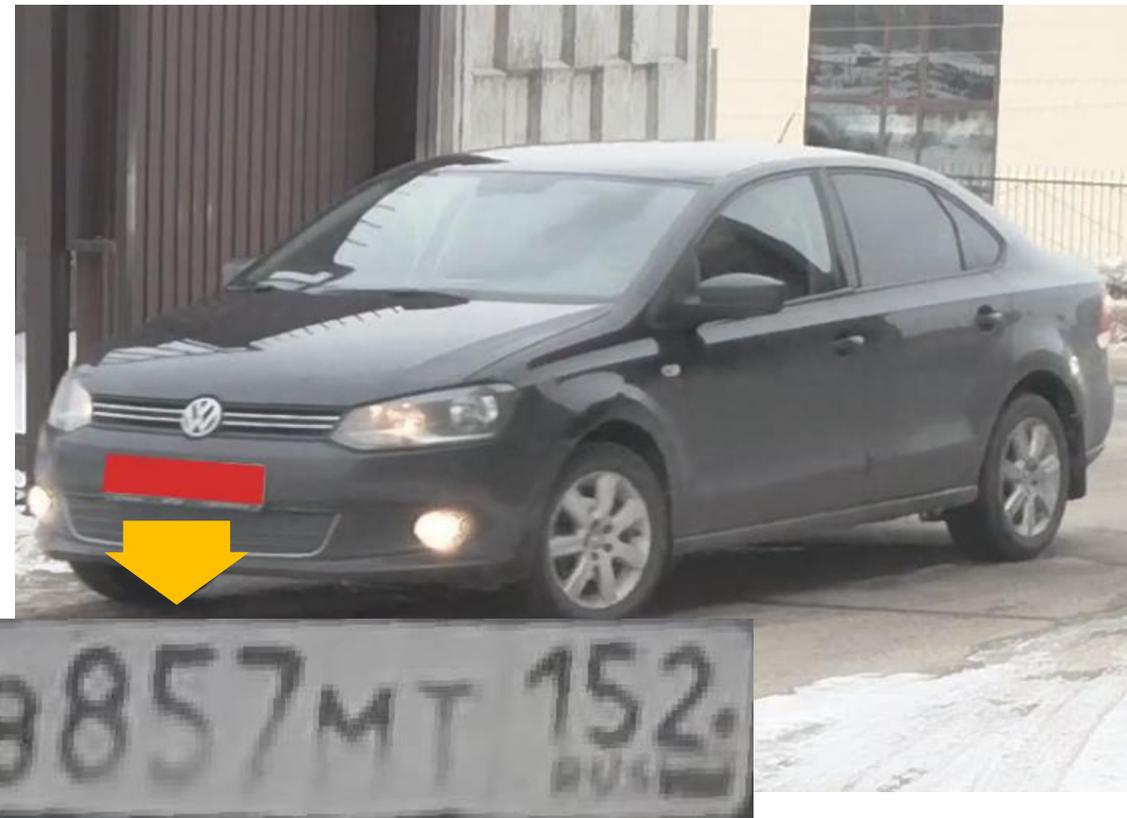
Датасет от компании Recognitor



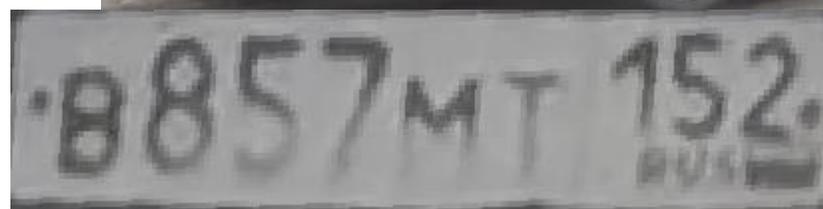
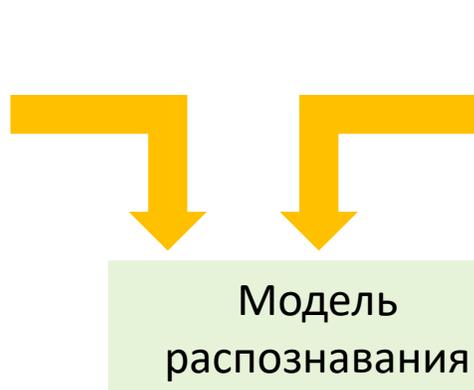
Первый прототип решения



- Выделение номера с помощью сети сегментации (на выходе маска)
- Нормализация номера по контуру маски
- **Посимвольное распознавание номера**



Датасет от компании Recognitor



B857MT152

Точность на датасете от Recognitor: > 80%

Точность на отдельных кадрах с камеры: 10-20%

Точность на видео с машинами: >50%

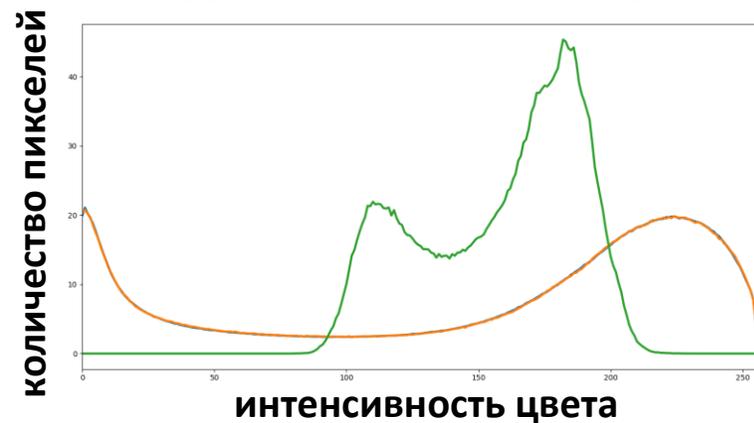


Часть карикатуры MONKEYUSER.COM

Датасет компании Recognitor



Исходная гистограмма яркости



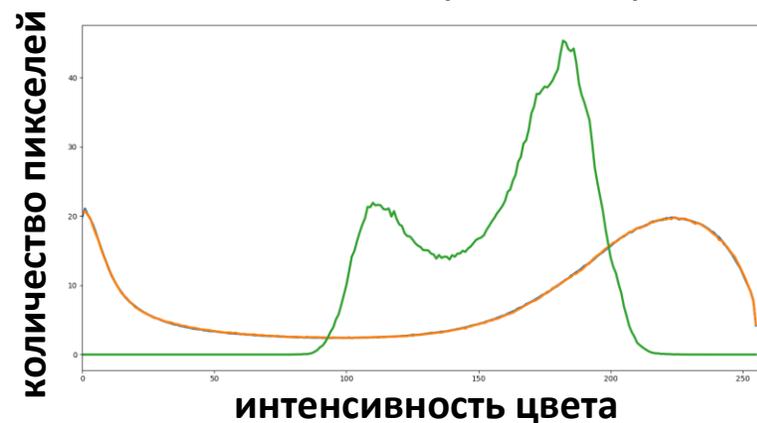
Датасет собственных символов



Датасет компании Recognitor



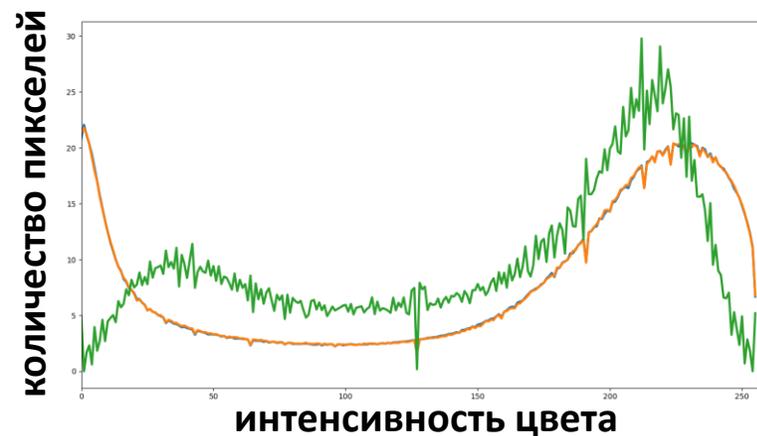
Исходная гистограмма яркости



Датасет собственных символов



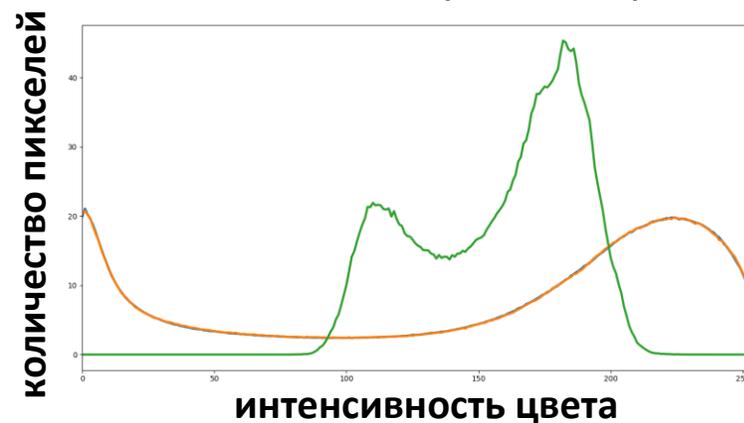
Простое выравнивание контраста



Датасет компании Recognitor



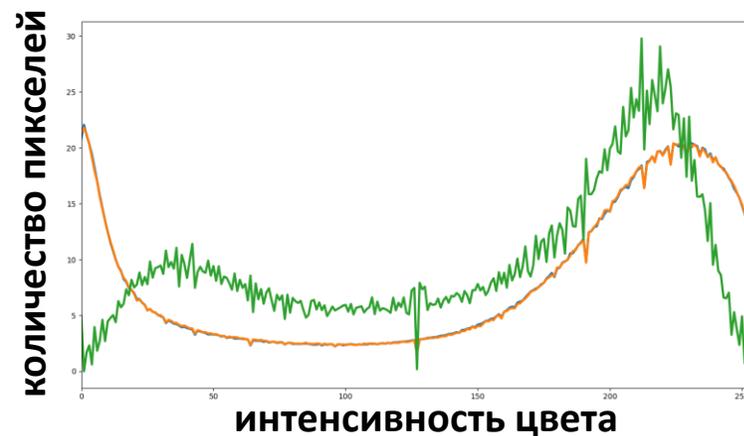
Исходная гистограмма яркости



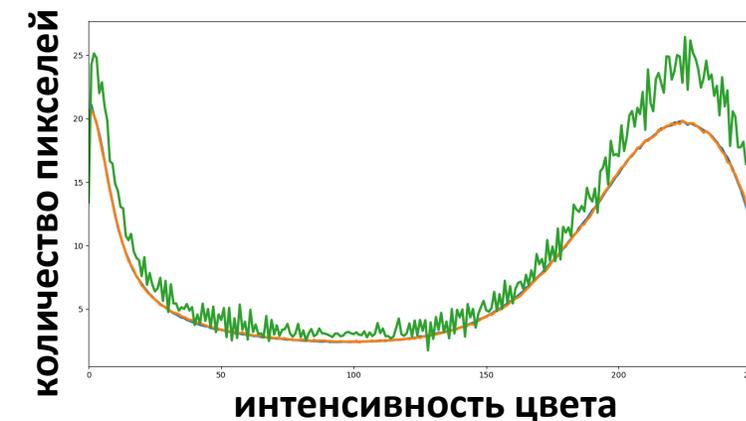
Датасет собственных символов



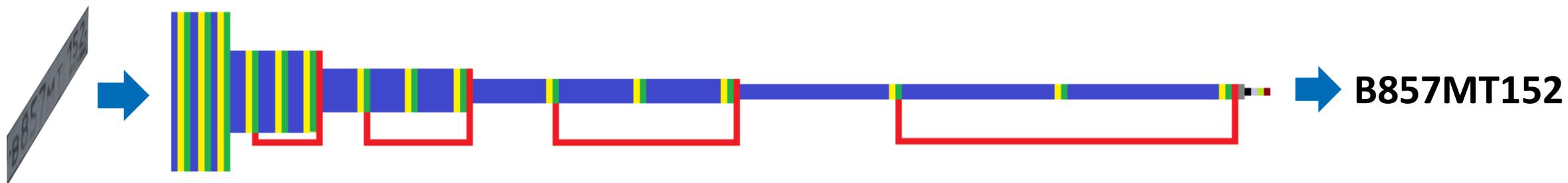
Простое выравнивание контраста



Histogram Matching



Новая архитектура сети



Слои сети распознавания:

- Convolution
- Batch normalization
- RELU (активация)

- Skip-connections

- Dropout
- Average pooling
- Dense
- Digits/letters masking
- Softmax

ХВОСТ СЕТИ

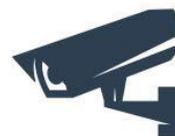
Параметров для обучения:
917'975

Использовались датасеты от
компании Recognitor и с
нашей камеры:
порядка 3000 изображений

Средняя точность: >91% на кадр



Прототип работает, начинаем внедрять



В ходе внедрения были выявлены следующие проблемы:

- Низкое качество работы системы в вечернее/ночное время
- Пропуски машин
- Ошибки в распознавании номера



Точность отдельных частей системы не всегда коррелируют с точностью системы целиком.

*Точность
сегментации*

0.8



A 148 XO 35

0.8



A 148 XO 3

Итоговая метрика должна быть как можно ближе к целям проекта (приоритетам заказчика).

Мы считали машины:

- правильно распознанные - N_{corr} ,
- неправильно распознанные - N_{wrong} ,
- пропущенные - N_{miss} ,
- повторные срабатывания - $N_{repeated}$.

$$Acc = (N_{corr}) / (N_{corr} + N_{miss} + N_{wrong} + N_{repeated})$$



Проблема:

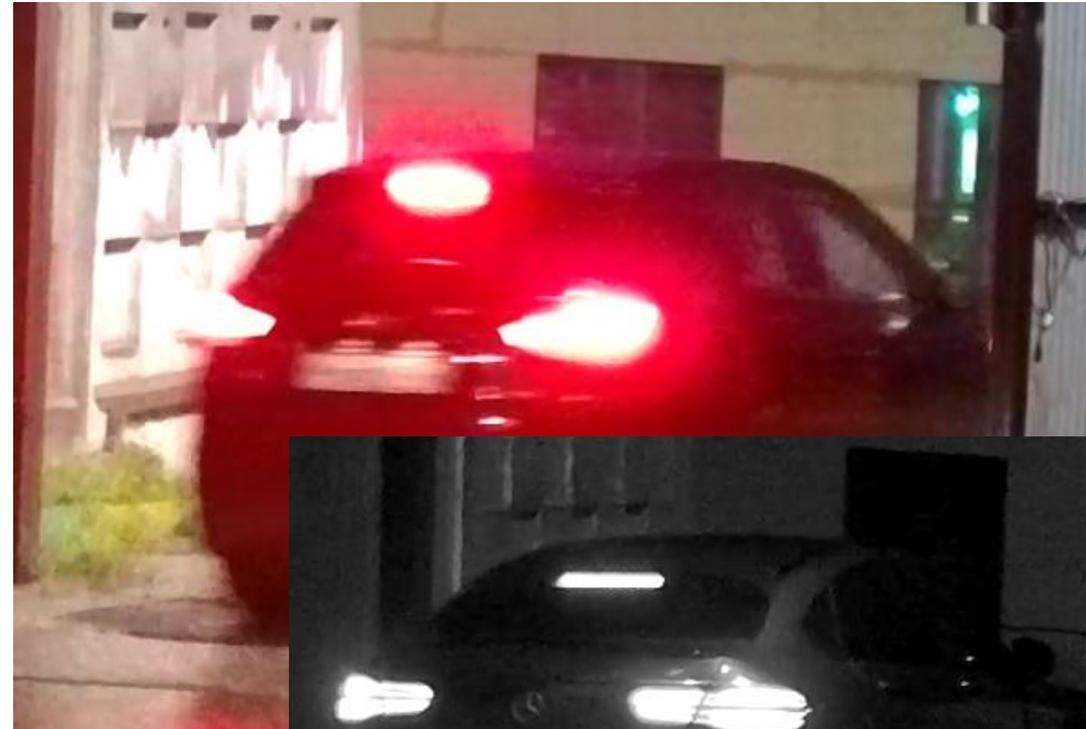
- Смазывание кадров

Причина:

- Слишком длинная выдержка

Решение:

- Ограничение максимальной выдержки в настройках камеры
- Настройка переключения камеры в ИК режим
- Установка дополнительного фонаря



Проблема:

- На ночных кадрах номера часто не выделяются

Причина:

- Малое количество ночных кадров в обучающей выборке

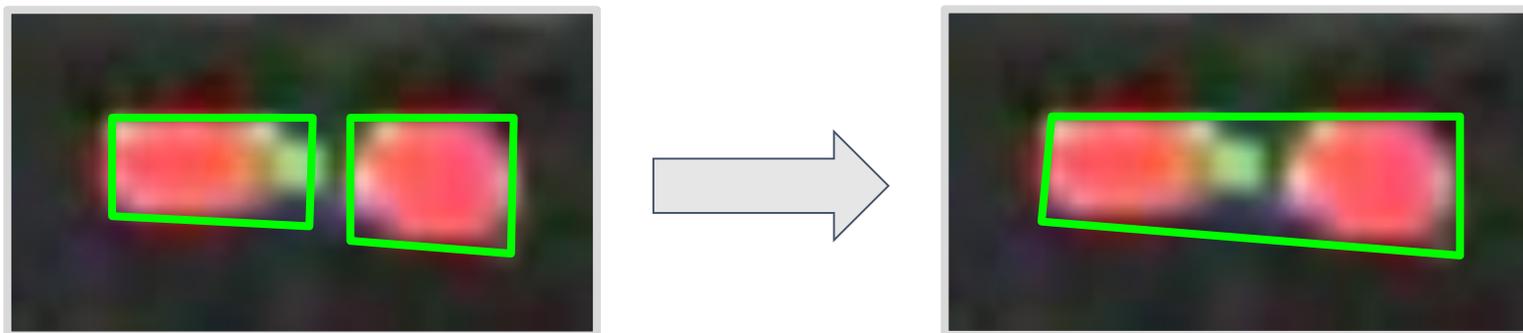
Решение:

- Применение преобразований (ЧБ, шум)
- Добавление ночных кадров в обучающую выборку



Применение морфологических преобразований помогло соединить фрагменты номера в одно целое.

Результат: ~ 1 % + к точности



Идея:

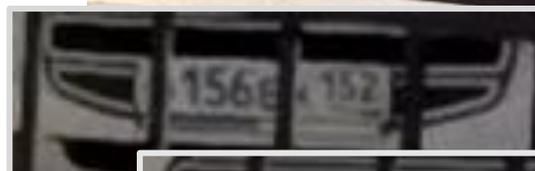
Усреднение распознавания номера должно помочь повысить точность

Что сделали мы:

В последовательности номеров одной машины выбираются несколько лучших результатов распознавания, они усредняются и декодируются в номер.

Результат:

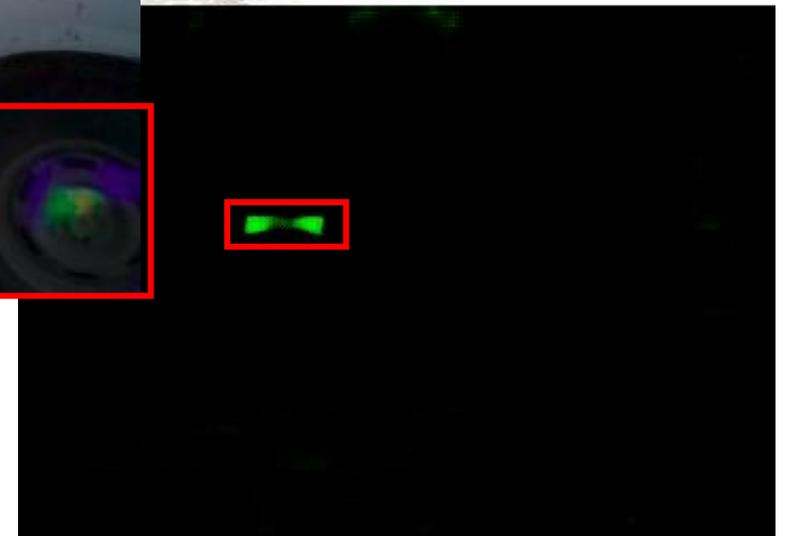
~ 3% + к точности



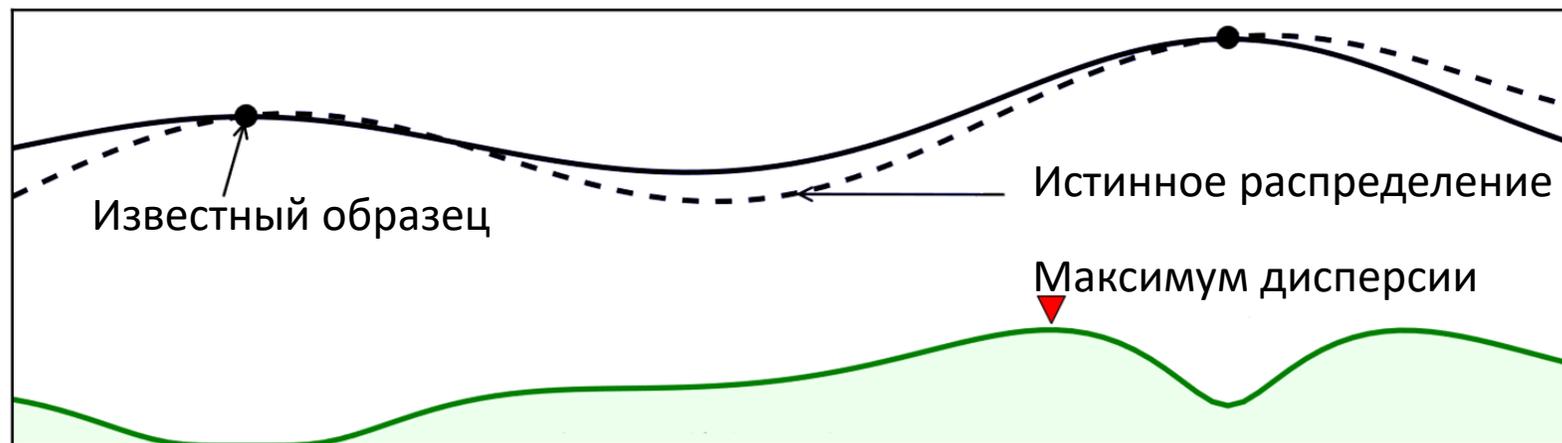
Применение обученной сети к неразмеченным данным и выбор худших примеров.

Минусы:

- Требует участия человека
- Трудозатраты сильно зависят от метода визуализации результатов



“Выключение” некоторых случайных нейронов сети и выбор примеров, результаты предсказаний по которым имеют БОльшую дисперсию.



Dropout as a Bayesian Approximation: Representing Model Uncertainty in Deep Learning [2016]

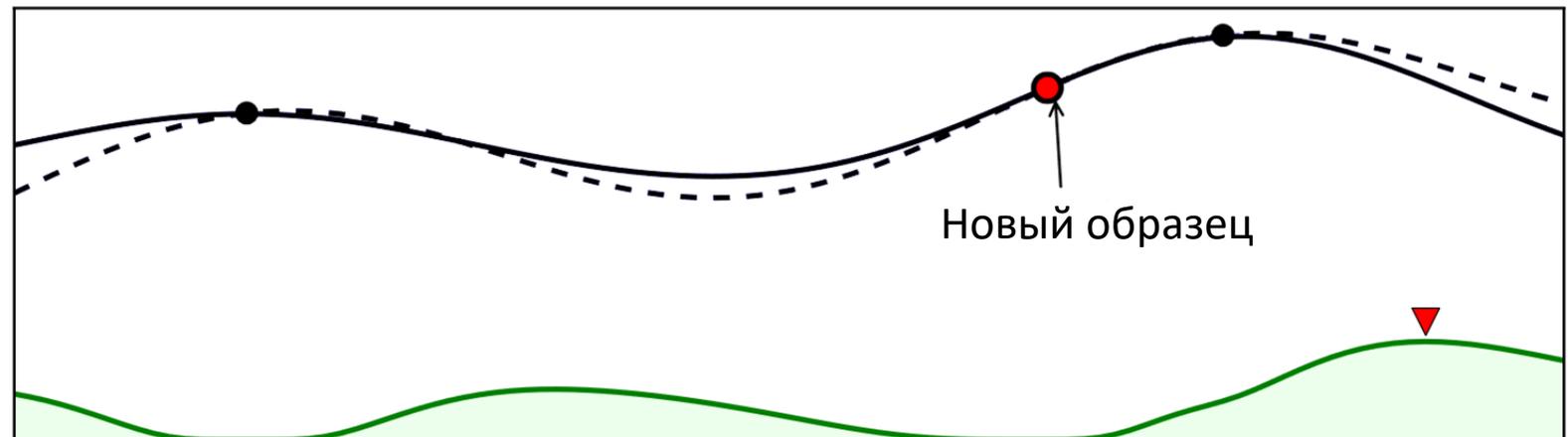
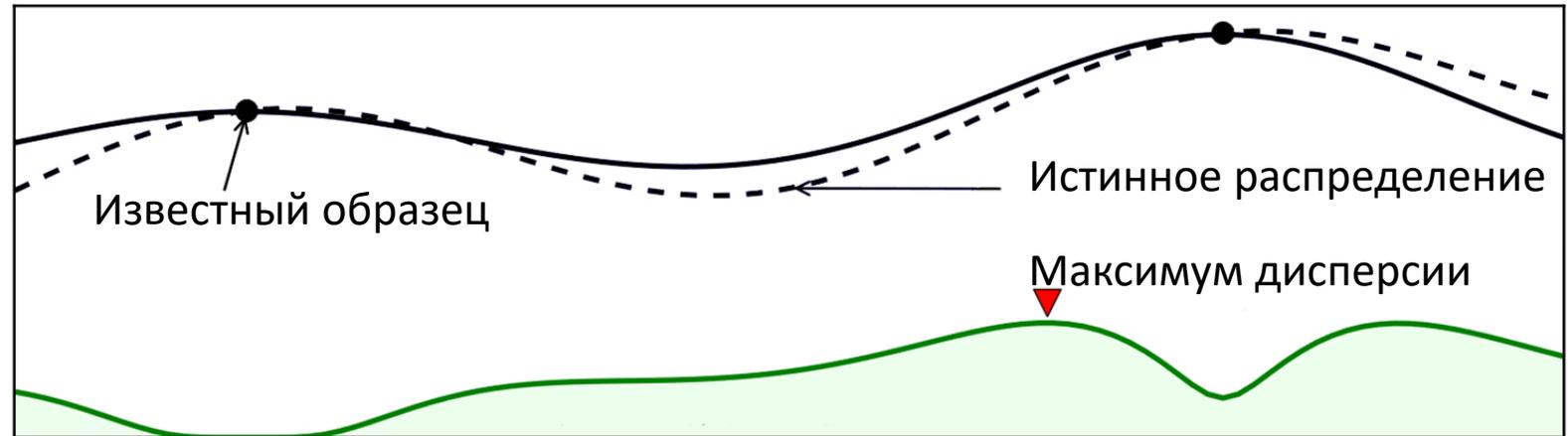
<https://arxiv.org/pdf/1506.02142.pdf>

Плюсы:

- Может быть полностью автоматизирован

Минусы:

- Требует адаптации модели
- Много вычислений



- 2 месяца реального использования системы
- > 300 регистрируемых событий за сутки
- ~ 97% машин определяются правильно
- ~ 70 кадров в секунду - скорость работы системы (на GTX 1070 Ti)

Планы:

- Добавление в систему еще 2-х камер
- Внедрение системы самопроверки и диагностики ошибок распознавания
- Перенести систему на встраиваемое устройство

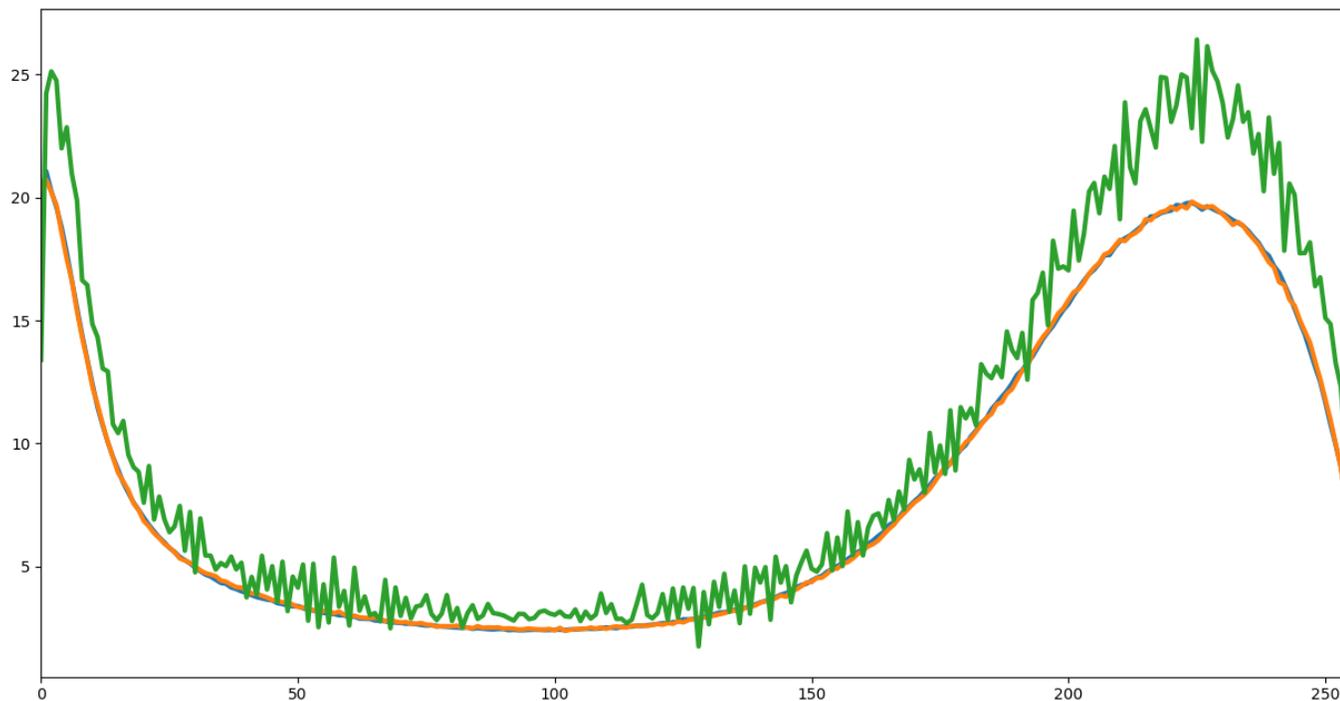


- Разработать систему распознавания номеров «с нуля» до стабильно работающей системы возможно за ограниченное время
- Реализация распознавания номера зависит от практической задачи
 - Общая схема
 - Подходы
 - Инструменты
- Обучающий датасет должен содержать видео со многих камер
- Система должна работать с видео, а не с отдельными кадрами
 - Улучшение точности и дополнительные характеристики
 - Дополнительные затраты на реализацию

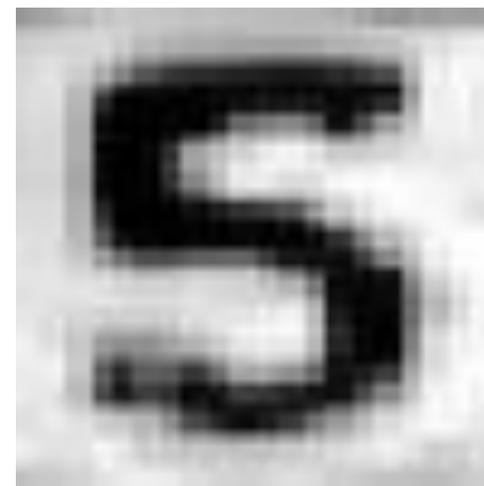
Спасибо!

Различие между изображениями с похожими гистограммами яркости

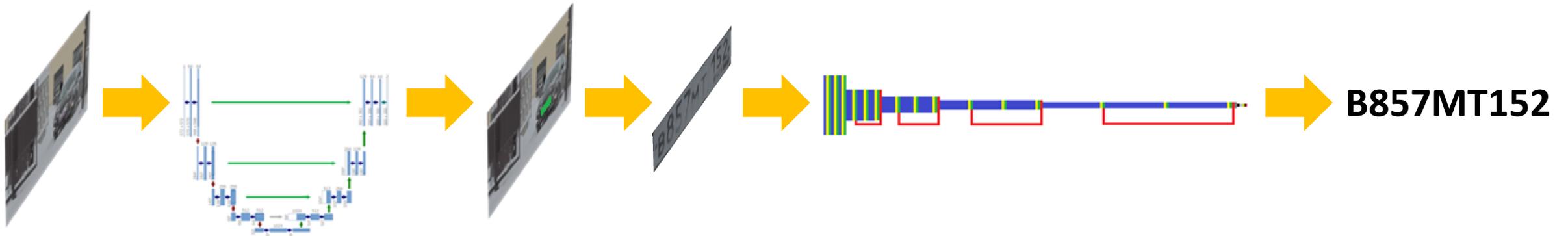
Пример из датасета компании Recognitor



Пример адаптации изображения с нашей камеры



https://en.wikipedia.org/wiki/Histogram_matching



Выделение номера

- Пробовали: SSD сети (YOLO), Region-based сети (Mask R-CNN), поиск текста (CRAFT)
- Решение: U-net-подобная архитектура на основа MibileNet

Распознавание номера

- Пробовали: посимвольное распознавание с индивидуальной архитектурой сети, сеть для robust test reading (MORAN)
- Решение: сеть с индивидуальной архитектурой для распознавания номера целиком

Распознавание автомобиля

- Пробовали: несколько вариантов трекера объектов с дополнительными эвристиками
- Решение: трекер объектов, принимающий решение по суммарной вероятности символа на нескольких кадрах