

Использование технологий машинного обучения для обнаружения и распознавания автомобильных номеров

Колошича В.В

УО «Гродненский государственный университет им. Я. Купалы», факультет математики и информатики, специальность «Прикладная математика и информатика», кафедра фундаментальной и прикладной математики.

Научный руководитель - К.А. Смотрицкий, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры фундаментальной и прикладной математики.

Во введении указан объект исследования – особенности использование машинного обучения для классификации объектов.

Целью исследования является качественный анализ предметной области связанной с классификацией объектов и возможностей машинного обучения для решении данной задачи.

В основной части был получены возможные методы решения поставленной задачи с использованием машинного обучения и пример готовой архитектуры нейронной сети для решения поставленной задачи.

Проведен сравнительный анализ основных алгоритмов решения задачи, связанных с обработкой изображений после получения выходных данных от используемой моделей для классификации номерного знака, а также некоторых методов обработки изображения для передачи полученного и обработанного номерного знака на передачу второй модели, используемой для распознавания текста - OCR(Optical Character Recognition).

Описано аппаратное обеспечение обработки изображений необходимое для получение более качественных результатов классификации номерного знака и соответственно получения более точных данных от OCR модели.

Выявлены трудности при решении задачи классификации объектов, связанные с получением хорошего соотношения качества/производительности используемых моделей. А также при решении задачи связанной постобработкой выходных данных после выполнения работы модели обнаружения автомобильного номера и точностью работы модели для распознавания текста.

Выполнено глобальное качественное исследование поведения моделей классификации для обнаружения автомобильных номеров, трудности при реализации данной задачи и анализ методов для постобработки выходных данных. Выбраны модели машинного обучения, которые дают хорошее соотношение точности и производительности, как для модели обнаружения автомобильного номера, так и для модели распознавания текста.

Полученные результаты могут быть применимы для использования данного решения в целях обнаружения и распознавания автомобильных номеров.

Ключевые слова: машинное обучение, python, классификация объектов, OCR(Optical Character Recognition).

Введение.

Обнаружение и распознавание номерных знаков на автомобилях(ANPR) - это высокоточная система, способная считывать номерные знаки транспортных средств без участия человека благодаря использованию высокоскоростного захвата изображений с поддержкой освещения, обнаружению

символов на представленных изображениях, проверке последовательностей символов, распознавание символов для преобразования изображения в текст и заканчивая набором метаданных, который идентифицирует изображение, содержащее номерной знак транспортного средства и соответствующий декодированный текст этой таблички. ANPR(автоматическая система обнаружения и распознавания номерных знаков на автомобилях) используется как полицейскими силами во всем мире для правоохранительных целей, в том числе для проверки, если транспортное средство зарегистрировано или лицензировано, так и для коммерческих целей, таких как автоматизированные парковки, частные охраняемые территории и т.д. Эта система также используется для электронного сбора платы за проезд по дорогам с разовой платой за проезд и как метод каталогизации движения транспорта, например, агентствами автомобильных дорог.

Автоматическое распознавание номерного знака может использоваться для хранения изображений, снятых камерами, а также текста с номерного знака, причем некоторые из них можно настроить для сохранения фотографии водителя. Системы обычно используют инфракрасное освещение, чтобы камера могла делать снимки в любое время дня и ночи. Технология ANPR должна учитывать вариации пластин с места на место.

Опасения по поводу этих систем были сосредоточены на вопросах конфиденциальности, таких как отслеживание перемещений граждан правительством, неправильная идентификация, высокий уровень ошибок и т.д.

Основная часть.

Основные алгоритмы решения задачи:

Существует семь основных алгоритмов, которые необходимы программному обеспечению для идентификации номерного знака:

Локализация пластины - идентифицируют номерной знак на изображении и изолируют его от остальной части изображения.

Ориентация и размер пластины - компенсирует перекося пластины и регулирует размеры до необходимого размера.

Нормализация - это процесс регулировки яркости и контрастности изображения.

Сегментация символов на номерной пластине - определяет отдельные символы на табличках.

Оптическое распознавание символов (OCR) - это преобразование печатного текста в кодированный. Первоначально он использовался для кодирования документов, но алгоритмы OCR были специально разработаны для распознавания автомобильных номеров.

Синтаксический / Геометрический анализ - предполагает использование специфичных для страны правил для идентификации символов и их положений в номере автомобильного номера.

Усреднение - распознаваемые значения также могут быть усреднены по нескольким изображениям для повышения достоверности идентификации. Этот тип алгоритма особенно важен для распознавания номерного знака, так как изображения часто содержат отраженный свет и частичные препятствия.

Трудности задачи:

Использование камеры безопасности для захвата номерного знака требует от вас как возможностей камеры, так и ее среды. Каждая среда уникальна, поэтому не существует универсальной камеры распознавания номерных знаков. В частности, решение этой задачи должно быть посвящено мегапиксельной камере с номерными знаками из-за специфики этого приложения. Ключевые технические элементы, которые используются для захвата номерного знака камерой, включают в себя:

- Количество кадров в секунду
- Качество изображения
- Осветительные приборы
- Стабилизация изображения
- Время воздействия
- Угол
- Скорость движения автомобиля

Аппаратное обеспечение для обработки изображений:

На переднем крае любой системы ANPR находится оборудование для обработки изображений, которое фиксирует изображение номерных знаков. Первоначальный захват изображения образует критически важную часть системы ANPR, которая, в соответствии с принципом вычисления мусора, часто определяет общую производительность.

Захват номерного знака обычно выполняется специализированными камерами, разработанными специально для этой задачи, хотя новые внедряются программные технологии, которые поддерживают любую IP-камеру наблюдения и повышают полезность ANPR для приложений безопасности периметра. Факторы, которые создают трудности для камер для изображения номерных знаков, включают в себя

скорость записи транспортных средств, изменяющийся уровень окружающего освещения, блики фар и суровые условия окружающей среды. Большинство специализированных камер захвата номерного знака будут включать инфракрасное освещение для решения проблем освещения и отражательной способности номерного знака.

Многие страны сейчас используют номерные знаки, которые являются световозвращающими. Это возвращает свет обратно к источнику и, таким образом, улучшает контраст изображения. В некоторых странах символы на пластине не являются отражающими, что обеспечивает высокий уровень контраста с отражающим фоном в любых условиях освещения. Камера, которая использует активное инфракрасное изображение (с обычным цветным фильтром над объективом и инфракрасным осветителем рядом с ним), извлекает огромную выгоду из этого, поскольку инфракрасные волны отражаются от пластины. Однако это возможно только на выделенных камерах ANPR, и поэтому камеры, используемые для других целей, должны в большей степени полагаться на возможности программного обеспечения. Кроме того, когда требуется полноцветное изображение, а также используются детали, полученные с помощью ANPR, необходимо иметь одну камеру с поддержкой инфракрасного излучения и одну обычную (цветную) камеру, работающую вместе.

Чтобы избежать смазывания, идеально установить выдержку затвора специальной камеры на 1/1000 секунды. Также важно, чтобы камера использовала глобальный затвор, а не скользящий затвор, чтобы убедиться, что снятые изображения без искажений. Поскольку автомобиль движется, более низкая скорость затвора может привести к тому, что изображение будет слишком размытым, чтобы его можно было прочитать с помощью программного обеспечения для оптического распознавания текста, особенно если камера находится выше, чем автомобиль. В условиях медленного движения или когда камера находится на более низком уровне, а транспортное средство находится под углом, приближающимся к камере, выдержка не должна быть такой высокой. Скорость затвора 1/500 секунды может справиться с движением, движущимся со скоростью до 64 км / ч и 1/250 секунды до 8 км / ч. Камеры захвата номерного знака могут создавать полезные изображения с транспортных средств, движущихся со скоростью 190 км / ч.

Чтобы максимизировать шансы эффективного захвата номерного знака, установщики должны тщательно рассмотреть положение камеры относительно целевой области захвата. Превышение пороговых углов падения между объективом камеры и номерным знаком значительно снизит вероятность получения полезных изображений из-за искажения. Производители разработали инструменты, которые помогут устранить ошибки при физической установке камер захвата номерного знака.

Обнаружение номерного знака:

Для решения задачи обнаружения номерного знака на автомобиле при высокой точности работы лучшего всего подходит реализация задачи Mask R-CNN на Python 3, используя Keras и TensorFlow. Модель генерирует ограничивающие рамки и маски сегментации для каждого экземпляра объекта в изображении. Он основан на функциональной сети пирамид (FPN) и ResNet101.

Начнем с того, что при помощи Mask R-CNN можно находить не только пластину с номером (как в случае нашей задачи), а любой другой объект, которым будет необходим для реализации других задач в дальнейшем. Например можно искать автомобиль в кадре или на изображении, а также лицо человека либо определять сам контур человека во весь рост. В общем виде, реализацию задачи по нахождению маски, в которую вписан объект на изображении называют задачей «Instance Segmentation».

Перейдем к самому процессу подготовки данных для дальнейшей тренировки нашей сети.

Алгоритм для подготовки данных включает в себя следующие шаги:

- 1) Нужен датасет (набор данных) начиная от 1000 изображений до 10000, при этом изображения размером не должны быть менее 300 x 300. Чем больше датасет, тем лучше вероятность правильно тренировать сеть находить область с вероятным нахождением номерной пластины.
- 2) Далее понадобится инструмент для нанесения разметки (можно скачать специальное приложение либо размечать онлайн). Мы будем размечать онлайн при помощи VGG Image Annotator online, на выходе мы получим директорию с нашими изображениями (фото) и json-файл с разметкой. Также необходимо две папки, в первой папке будет находиться основная часть изображений, а во второй папке около 20-30% от основной части изображений, но при этом в двух этих папках не может быть одинаковых изображений.

После выполнения вышеперечисленных действий остается только запустить тренировочный скрипт и на выходе мы получим модель для классификации автомобильного номера на изображении, либо видео.

Примеры работы модели классификации автомобильного номера:



BY 0003 PH-7



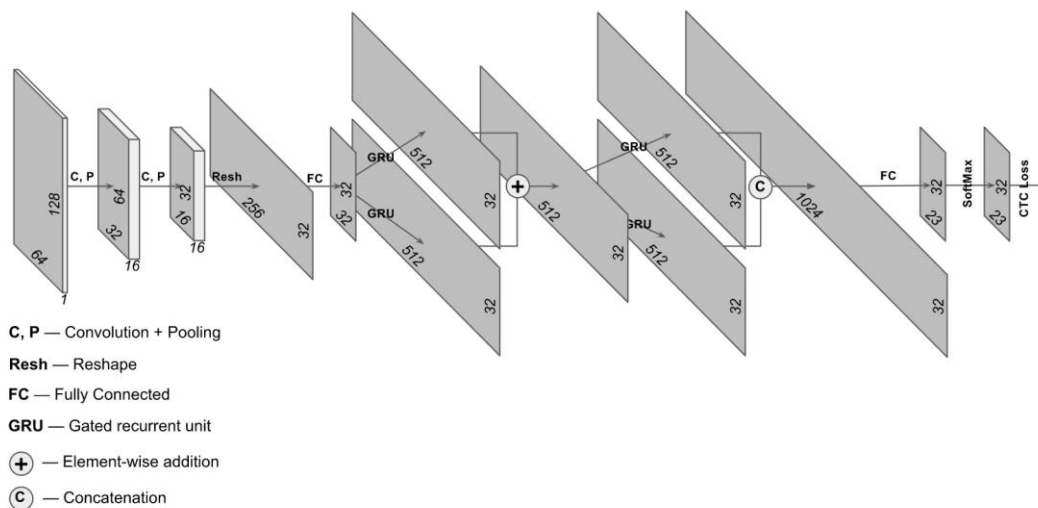
av.by — объявления о продаже автомобилей в Беларуси

BY 2222 BT-5

Распознавание текста на номерном знаке:

После того как была обнаружена область с номерным знаком, нужно распознать текст из этого номерного знака. Для чтения/распознавания текста можно прогнать пластину с номерным знаком через FineReader или Tesseract-OCR. Но стоит понимать, что при плохом разрешении области с номерным знаком качество распознавания будет на очень низком уровне. Для того чтобы качество распознавания текста было на уровне более 80% мы и производили нормализацию изображений. Результат в 80% выглядит достаточно хорошо, но существуют и иные способы для реализации задачи с чтением текста и получением точности на уровне уже более, чем 90%.

Для такой задачи подойдет не совсем обычная архитектура, в которой используются рекуррентные и сверточные слои. Архитектура для этой сети выглядит примерно так:



Примеры выполнения модели классификации автомобильного номера и работы модели распознавания номера:



Pretty Raw Preview JSON

```
1  {  
2    "number": "0003PH7",
```



Pretty Raw Preview JSON

```
1  {  
2    "number": "2222BT5",
```

Заключение.

Таким образом по итогу выполнения данной задачи получилось получить две модели машинного обучения. Первая модель отвечает за обнаружение автомобильного номера, а вторая модель соответственно распознает текст на картинке получаемой от результата работы выполнения первой.

Совершенно очевидно, что система обнаружения и распознавания номерных знаков является сложной системой из-за разного количества фаз, и в настоящее время невозможно достичь 100% общей точности, поскольку каждая фаза зависит от предыдущей фазы. Определенные факторы, такие как различные условия освещения, тень транспортного средства и неодинаковый размер символов номерного знака, разный шрифт и цвет фона, влияют на производительность системы распознавания.

Список литературы

1. Аллен Дауни “Think Python: How to Think Like a Computer Scientist”, 2002
2. Марк Лутц “Изучаем Python”, 1999
3. habr.ru [Электронный ресурс], 2019. – Режим доступа: <https://habr.com/>