

Разработка сервиса распознавания и учета автомобилей для контрольно-пропускного пункта

А.Г. Сахипов¹, П.Ю. Якимов^{1,2}

¹Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, Московское шоссе 34А, Самара, Россия, 443086

²Институт систем обработки изображений РАН - филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, Молодогвардейская 151, Самара, Россия, 443001

Аннотация. Задача классификации является одной из ведущих в машинном обучении. В настоящей статье предложено решение распознавания автомобилей на изображениях на основе сверточных нейронных сетей.

1. Введение

В настоящее время системы распознавания образов привлекают к себе всё большее внимание. Распознавание образов — научная дисциплина, целью которой является выявление объектов по нескольким критериям или классам. Теория распознавания объектов представляет собой раздел информатики, который основывается на разработке основ и методов идентификации предметов, явлений и сигналов. Потребность в таком распознавании возникает во многих областях, начиная с машинного зрения, символьного распознавания, диагностики в медицине, распознавания речи и заканчивая узко специальными задачами. Несмотря на то, что некоторые из этих задач решаются человеком на подсознательном уровне с большой скоростью, до настоящего времени ещё не создано компьютерных программ, решающих их в столь же общем виде. В связи с этим, проблема распознавания образов получила повсеместное распространение, в том числе в области искусственного интеллекта и робототехники [1].

Компьютерное зрение – теория и технология создания машин, которые могут производить обнаружение, отслеживание и классификацию объектов [2]. Работа контрольно-пропускного пункта не всегда является быстрой и эффективной. Использование сервиса распознавания и учета автомобилей значительно облегчило бы этот процесс. В данной статье описывается разработка такого сервиса.

2. Системы-аналоги

Для распознавания автомобилей в первую очередь используются системы распознавания автомобильных номеров.

Все системы распознавания автомобильных номеров можно поделить на 2 большие группы — «Софтверные» и «Аппаратные» системы распознавания автомобильных номеров [3].

Первая группа распознавание автомобильных номеров производит непосредственно в специализированном программном обеспечении, установленном на сервер видеонаблюдения.

Распознавание автомобильных номеров в этом случае выполняется специализированным программным обеспечением, установленным на специализированные сервер видеонаблюдения, а т.к. сам процесс распознавания процессороемкая задача, следовательно, системные

требования к серверу будут серьезные и большая часть затрат придется именно на стоимость софта и сервера.

Из российских разработок такого типа известен сервис «Трал-Паркинг». Программа распознавания записана в память контроллера, само же устройство подключается к компьютеру по TCP/IP протоколу через интерфейс NetCore Паркинг, благодаря чему можно осуществлять просмотр событий и настройку модулей распознавания в реальном времени. Работать контроллеры могут самостоятельно, для этого в нем имеется USB-порт для подключения внешнего запоминающего устройства, на котором хранится база номеров и записываются события проезда, их количество в общей системе может быть любым, но стоит помнить, что для реализации онлайн просмотра и настройки все они должны быть подключены к одной локальной сети.

Вторая группа систем появилась относительно недавно. Распознавание автомобильных номеров происходит непосредственно на камере видеонаблюдения в отличие от первой группы большим преимуществом таких систем является отсутствие нагрузки на сервер видеонаблюдения. За счёт отсутствия специализированного программного обеспечения для распознавания автомобильных номеров. Стоимость системы распознавания автомобильных номеров в данном случае фактически будет равняться стоимости смарт камеры видеонаблюдения.

Одним из самых известных сервисов такого типа является «HikVision». Принцип действия таков: используется только камера, с помощью браузера происходит подключение к камере и создается база разрешенных номеров, при проезде автомобиля камера будет самостоятельно управлять шлагбаумом, если автомобиль в белом списке, то открывать, если такого номера нет, тогда оставит закрытым. Поставляется в различных комплектациях с наличием или отсутствием базы данных со статистикой всех проездов.

3. Методы машинного обучения

Машинное обучение — класс методов искусственного интеллекта, характерной чертой которых является не прямое решение задачи, а обучение в процессе применения решений множества сходных задач [4].

Рассмотрим классификацию задач машинного обучения. Можно выделить 4 основных пункта: обучение без учителя, обучение с частичным привлечением учителя, обучение с учителем, обучение с подкреплением. При обучении с учителем на вход подается набор тренировочных примеров, который обычно называют обучающим или тренировочным набором данных (training set или training sample — тренировочная выборка), и задача состоит в том, чтобы продолжить уже известные ответы на новый опыт, выраженный обычно в виде тестового набора данных (test set, test sample). Если же размеченного набора данных, соответствующего конкретной задаче, нет, а есть просто данные, в которых надо «найти какой-нибудь смысл», то возникают задачи обучения без учителя. При этом обучение с учителем подразделяется на классификацию, регрессию, обучение ранжированию; а обучение без учителя — на оценку плотности, снижение размерности и кластеризацию.

В целом, можно выделить следующие методы распознавания образов:

Метод перебора. В этом случае производится сравнение с базой данных, где для каждого вида объектов представлены всевозможные модификации отображения. Например, для оптического распознавания образов можно применить метод перебора вида объекта под различными углами, масштабами, смещениями, деформациями и т. д. Для букв нужно перебирать шрифт, свойства шрифта и т. д. В случае распознавания звуковых образов, соответственно, происходит сравнение с некоторыми известными шаблонами (например, слово, произнесенное несколькими людьми).

Второй подход - производится более глубокий анализ характеристик образа. В случае оптического распознавания это может быть определение различных геометрических характеристик. Звуковой образец в этом случае подвергается частотному, амплитудному анализу и т. д.

Следующий метод - использование искусственных нейронных сетей (ИНС). Этот метод требует либо большого количества примеров задачи распознавания при обучении, либо специальной структуры нейронной сети, учитывающей специфику данной задачи. Тем не менее, его отличает более высокая эффективность и производительность.

Экспертный метод, основанный на непрерывном обучении экспертной системы в процессе эксплуатации [5].

Существует множество известных реализаций методов машинного обучения таких, как SURF, CNN (свёрточная нейронная сеть). Рассмотрим последний метод более подробно.

Свёрточная нейронная сеть — специальная архитектура искусственных нейронных сетей, предложенная Яном Лекуном в 1988 году и нацеленная на эффективное распознавание изображений, входит в состав технологий глубокого обучения [6].

Рассмотрим архитектуру свёрточных нейронных сетей.

В обычном перцептроне, который представляет собой полносвязную нейронную сеть, каждый нейрон связан со всеми нейронами предыдущего слоя, причём каждая связь имеет свой персональный весовой коэффициент. В свёрточной нейронной сети в операции свёртки используется лишь ограниченная матрица весов небольшого размера, которую «двигают» по всему обрабатываемому слою (в самом начале — непосредственно по входному изображению), формируя после каждого сдвига сигнал активации для нейрона следующего слоя с аналогичной позицией. То есть для различных нейронов выходного слоя используются одна и та же матрица весов, которую также называют ядром свёртки. Её интерпретируют как графическое кодирование какого-либо признака, например, наличие наклонной линии под определённым углом. Тогда следующий слой, получившийся в результате операции свёртки такой матрицей весов, показывает наличие данного признака в обрабатываемом слое и её координаты, формируя так называемую карту признаков (англ. feature map). Естественно, в свёрточной нейронной сети набор весов не один, а целая гамма, кодирующая элементы изображения (например, линии и дуги под разными углами). При этом такие ядра свёртки не закладываются исследователем заранее, а формируются самостоятельно путём обучения сети классическим методом обратного распространения ошибки. Проход каждым набором весов формирует свой собственный экземпляр карты признаков, делая нейронную сеть многоканальной (много независимых карт признаков на одном слое). Также следует отметить, что при переборе слоя матрицей весов её передвигают обычно не на полный шаг (размер этой матрицы), а на небольшое расстояние. Так, например, при размерности матрицы весов 5×5 её сдвигают на один или два нейрона (пикселя) вместо пяти, чтобы не «перешагнуть» искомый признак.

Операция субдискретизации (англ. subsampling, англ. pooling, также переводимая как «операция подвыборки» или операция объединения), выполняет уменьшение размерности сформированных карт признаков. В данной архитектуре сети считается, что информация о факте наличия искомого признака важнее точного знания его координат, поэтому из нескольких соседних нейронов карты признаков выбирается максимальный и принимается за один нейрон уплотнённой карты признаков меньшей размерности. За счёт данной операции, помимо ускорения дальнейших вычислений, сеть становится более инвариантной к масштабу входного изображения.

Рассмотрим типовую структуру свёрточной нейронной сети более подробно. Сеть состоит из большого количества слоёв. После начального слоя (входного изображения) сигнал проходит серию свёрточных слоёв, в которых чередуется собственно свёртка и субдискретизация (пулинг). Чередование слоёв позволяет составлять «карты признаков» из карт признаков, на каждом следующем слое карта уменьшается в размере, но увеличивается количество каналов. На практике это означает способность распознавания сложных иерархий признаков. Обычно после прохождения нескольких слоёв карта признаков вырождается в вектор или даже скаляр, но таких карт признаков становятся сотни. На выходе свёрточных слоёв сети дополнительно устанавливают несколько слоёв полносвязной нейронной сети (перцептрон), на вход которому подаются окончательные карты признаков.

4. Предлагаемая реализация

Для решения поставленной задачи предполагается использовать сверточную нейронную сеть YOLO [7], позволяющую детектировать и классифицировать объекты. В качестве обучающей выборки возможно использование набора данных, взятого со стэнфордского ресурса [8].

Предполагаемая структура сервиса представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. Структура сервиса.

5. Заключение

Таким образом, были рассмотрены методы распознавания образов, изучен метод сверточных нейронных сетей, разработана структура приложения. Данный материал необходим для дальнейшей разработки сервиса распознавания и учета автомобилей для контрольно-пропускного пункта.

6. Литература

- [1] Методы распознавания образов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/132/36964/> (19.11.2018).
- [2] Компьютерное зрение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Компьютерное_зрение (19.11.2018).
- [3] Распознавание автомобильных номеров – обзор 16 производителей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://securityrussia.com/blog/avto-nomera.html> (19.11.2018).
- [4] Машинное обучение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Машинное_обучение (19.11.2018).
- [5] Распознавание образов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.bmstu.wiki/Распознавание_образов (19.11.2018).
- [6] Свёрточная нейронная сеть [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Свёрточная_нейронная_сеть (19.11.2018).
- [7] Redmon, J. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection / J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, A. Farhadi // You Look Only Once, 2015. – 10 p.
- [8] 3D Object Representations for Fine-Grained Categorization / J. Krause, M. Stark, J. Deng, L. Fei-Fei // 4th IEEE Workshop on 3D Representation and Recognition, at ICCV. – Sydney, Australia, 2013.

Service development for vehicles recognition and accounting to the checkpoint

A.G. Sakhipov¹, P.Y. Yakimov^{1,2}

¹Samara National Research University, Moskovskoe Shosse 34A, Samara, Russia, 443086

²Image Processing Systems Institute of RAS - Branch of the FSRC "Crystallography and Photonics" RAS, Molodogvardejskaya street 151, Samara, Russia, 443001

Abstract. The classification task is one of the leading ones in machine learning. This article proposes a solution for recognizing cars on images based on convolutional neural networks.