

Распознавание дорожных знаков в интеллектуальной транспортной геоинформационной системе ITSGIS

Н. Клепиков

*Самарский национальный исследовательский университет им.
академика С.П. Королева*
Самара, Россия
klepikov-nikita@mail.ru

Т. Михеева

*Самарский национальный исследовательский университет им.
академика С.П. Королева*
Самара, Россия
Mikheevati@gmail.com

Аннотация—В данной статье описано распознавание дорожных знаков с помощью сверточных нейронных сетей, а также реализация плагина «Дорожные знаки» в интеллектуальной транспортной геоинформационной системе ITSGIS. Плагин "Дорожные знаки" облегчит работу пользователям вышеуказанной разработки. Цель работы – разработать эффективный метод распознавания дорожных знаков, обладающий высокой степенью инвариантности к искажениям. Экспериментальные исследования показали, что с помощью сверточных нейронных сетей можно достичь высокой точности распознавания изображений.

Ключевые слова— дорожные знаки, обработка изображений, системы компьютерного зрения, интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS, сверточные нейронные сети.

1. ВВЕДЕНИЕ

В современном мире дорожные знаки являются обязательным атрибутом при организации дорожного движения. Они информируют водителей об опасных участках дороги, указывают направление движения, не разрешают или дают право проезда, обязывают снижать скорость и выполняют множество других полезных задач.

Плагин «Дорожные знаки» необходим для оптимизации работы отдела управления дорожным движением группы компаний ИнтелТранС, основной задачей которого является размещение дорожных знаков на карте интеллектуальной транспортной геоинформационной системы ITSGIS.

В ходе исследовательской работы будет продемонстрировано полное описание работоспособности плагина «Дорожные знаки», а также рассказано о реализации данной технологии в интеллектуальной транспортной геоинформационной системе ITSGIS.

2. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

A. Подготовка выборки для нейронной сети

В качестве данных для исследований и разработок использовалась выборка из 51883 изображений дорожных знаков. Изначально изображения имели разное разрешение, но при предобработке полутоновых изображений данные были приведены к единому размеру 50×50 пикселей [1].

Выборка состояла из изображений, разделенных на 43 класса по названию дорожного знака.

Так как изображения дорожных знаков в выборке также имеют разные цветовые переходы и получены с разных устройств, необходимо сделать предобработку для повышения точности алгоритма [2].

Изображение 50×50 из видеопотока извлекает кадр и сегментирует таким образом, чтобы дорожный знак максимально занимал изображение данной размерности. Данная процедура называется обнаружением. Обнаруженный признак масштабируется, сегментируется и подается на вход нейронной сети.

Чтобы изменить цветовое пространство каждого изображения в образце, необходимо применить метод компьютерного зрения для преобразования цветного изображения в градации серого.

B. Распознавание дорожных знаков с помощью сверточной нейронной сети

Разработана сверточная нейронная сеть, состоящая из пяти сверточных, пяти субдискретизирующих и двух полносвязных слоёв.

Для обучения сверточной нейронной сети было использовано 80% изображений от всей выборки, то есть 41506 изображений. Для контроля и оценки эффективности сверточной нейронной сети были взяты оставшиеся 20% изображений от всей выборки, то есть 10377 изображений [3].

Нейронная сеть выводит вероятность того, что изображение принадлежит каждому из 43 классов, после чего вычисляется максимальная вероятность из трех вероятностей. В результате изображение относится к классу с наибольшей вероятностью. Для реализованной сверточной нейронной сети значение средней точности ранжирования меток составило 98.21%.

B. Описание реализованной программы

В разрабатываемой программе на первом этапе использовались библиотеки OpenCV и PIL. Данные библиотеки необходимы для работы с цветовым пространством изображения, с его размером, а также позволяют читать, отображать и записывать изображения. Затем с помощью библиотек глубокого обучения Keras и Tensorflow была создана и обучена модель сверточной нейронной сети [4].

При разработке программы также использовалась библиотека NumPy, которая помогала обрабатывать

многомерные массивы и создавать высокоуровневые математические функции.

Библиотека Matplotlib позволяет визуализировать зависимость точности распознавания с увеличением эпохи, а также график потерь с увеличением эпохи.

Г. Экспериментальные исследования

Для каждого тестового изображения решаем задачу классификации и находим точный процент правильной классификации. Средний показатель качества распознавания на синтетической тестовой выборке составляет 98.21%, что является достоверным показателем [5].

Необходимо использовать алгоритм сегментации и экспериментально оценить качество работы на реальном видеопотоке.

После прохождения алгоритма сегментации изображения дорожных знаков масштабируются и подаются на вход обученной нейронной сети [6].

Средний показатель качества распознавания для изображений, вырезанных из реального видеопотока, составляет 97.64%, что является достоверным показателем.

На основании проведенных экспериментов можно сделать вывод, что процент классификации изображений в реальном времени немного меньше, чем у тестовых изображений. Это различие объясняется тем, что изображения, обученные в нейронной сети, имеют то же происхождение, что и тестовые синтезированные изображения. В свою очередь, реальные изображения не похожи на изображения в обучающей выборке.

3. ИНТЕГРАЦИЯ В ITSGIS

А. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS

«ITSGIS» — интеллектуальная транспортная геоинформационная система с многослойной электронной картой города [7].

«ITSGIS» позволяет: визуализировать карты распространенных форматов, редактировать карту с помощью основных графических функций, гибко настраивать пользовательский интерфейс, разрабатывать различные плагины.

Плагины расширяют функциональные возможности и позволяют работать со специализированными геообъектами - точечной, линейной и полигональной геометрией на электронной карте с присоединенной семантикой.

Б. Плагин «Дорожные знаки»

«ITSGIS. Дорожные знаки» — плагин, включающий в себя электронную карту и автоматизированную информационную систему, обеспечивающую работу с геообъектами — дорожными знаками.

На рисунке 1 показан наглядный пример распознавания дорожных знаков в интеллектуальной транспортной геоинформационной системе ITSGIS.

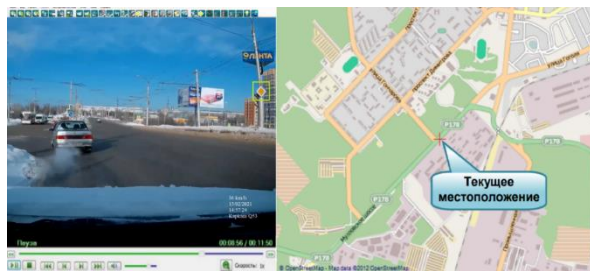


Рис. 1. Демонстрация обнаружения дорожных знаков в ITSGIS

Данная система решает следующие задачи: размещение дорожных знаков на электронной карте города с проверкой разрешения на установку геообъекта, редактирование объекта, изменение направления установленного объекта и его местоположения, проверка наличия установленных объектов на дорожной сети, создание сводных листов и отчетов по установленным объектам.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследовательской работы была изучена литература по тематике, связанной с нейронными сетями и обнаружением дорожных знаков. В ходе исследования были выявлены наиболее эффективные методы, на основе которых сформирован перечень трудностей и проблем обнаружения образов на изображении.

Данная технология реализована в плагине «Дорожные знаки» в среде интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITSGIS». В журнале IT&Transport опубликовано 2 статьи по теме исследования, а также результаты научной деятельности были представлены на международной научно-технической конференции PIT 2021. В этих работах исследовались различные методы распознавания изображений, где оказались сверточные нейронные сети быть лучшим.

На внедряемый плагин получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

В работе подробно описаны этапы, позволяющие добиться высокой производительности при обнаружении дорожных знаков на максимальной скорости, не требуя при этом больших вычислительных мощностей. Реализованная программа способна распознавать 43 различных дорожных знака с вероятностью 97.64%.

Эту технологию можно использовать даже на недорогих устройствах, часто встречающихся в сельской местности.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Исследование выполнено при поддержке группы компаний ИнтелТранС в рамках совместной разработки системы видеораспознавания дорожных знаков.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Haikin, S. Neural networks: full course / S. Haikin. – М.: Williams Publishing House, 2006. – 1104 p.
- [2] Klepikov, N. Road sign recognition methods in the ITSGIS environment / N. Klepikov, T. Mikheeva, S. Mikheev // Advanced Information Technologies (PIT). – Samara, 2021. – P. 470-476.
- [3] Vasyugova, S.A. Driving in emergencies with use of system of the help to the driver / S.A. Vasyugova, A.B. Nikolaev // International journal of arts & sciences. – 2016. – № 4. – P. 90-101.

- [4] Klepikov, N. Research of traffic sign recognition algorithms / N. Klepikov, T. Mikheeva // IT & Transport. – 2021. – № 14. – P. 46-57.
- [5] Zhang, Z. CNN Optimization and its application in traffic signs recognition based on GRA / J. Residuals // Science Technology. – 2016. – № 3. – P. 23-35.
- [6] Demir, H. Quantum dot integrated LEDs using photonic and excitonic color conversion / H. Demir, S. Nizamoglu, T. Erdem // Nano today. – 2011. – № 6. – P. 632-647.
- [7] Hum, Y.C. Multiobjective bi-histogram equalization for image contrast enhancement / Y.C. Hum, K.W. Lai, M. Salim, I. Maheza // Complexity. – 2014. – № 20. – P. 22-36.