



Литература

1. Левитин А. В. Глава 9. Жадные методы: Алгоритм Дейкстры // Алгоритмы. Введение в разработку и анализ — М.: Вильямс, 2016. — С. 189—195. — 576 с. — ISBN 978-5-8459-0987-9
2. Томас Х. Кормен, Чарльз И. Лейзерсон, Рональд Л. Ривест, Клиффорд Штайн. Алгоритмы: построение и анализ = Introduction to Algorithms. — 2-е изд. — М.: «Вильямс», 2014. — С. 1296. — ISBN 0-07-013151-1.
3. Рассел, Стюарт (2018). Искусственный интеллект: современные методы. (4-ое издание.). Бостон: Пирсон. ISBN 978-0134610993. OCLC 1021874142.

Т.И. Михеева, Н.М. Клепиков, С.В. Михеев

МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ В СРЕДЕ «ITSGIS»

(Самарский университет)

Методы распознавания дорожных знаков, используемые в интеллектуальной транспортной геоинформационной системе «ITSGIS», реализуются на использовании аппаратных и программных модулей: камера, плата захвата изображения, база данных, модуль обнаружения, модуль классификации.

Изображение с камеры поступает на вход системы. Затем алгоритмом определяется дислокация дорожного знака. После этого знак распознается плагином распознавания.

База данных содержит схему в зависимости от поставленных перед распознаванием задачи.

Системы могут распознавать следующие знаки дорожного движения:

- ограничение скорости;
- въезд запрещен;
- обгон запрещен;
- отмена запрета обгона;
- движение прямо;
- движение налево;
- движение направо;
- движение прямо или налево;
- движение прямо или направо;
- объезд препятствия слева;
- объезд препятствия справа;
- переходный переход;
- главная дорога;
- уступите дорогу.

Точность распознавания заметно уменьшается, если знак дорожного движения испачкан, частично перекрыт чем-либо или наклонен.



Рассмотрим существующие методы, применяемые для распознавания дорожных знаков. В интеллектуальной транспортной геоинформационной системе «ITSGIS» рассмотрены:

- сравнение с шаблоном;
- метод Виолы Джонса;
- искусственные нейронные сети;
- свёрточные нейронные сети.

Сравнение с шаблоном

При распознавании происходит сравнение изображения с ранее зарегистрированными данными. Существует два метода сравнения.

- 1 Идентификация – полученное изображение сравнивается с большим количеством шаблонов, которые сохранены в базе данных системы (один ко многим). Отвечает на вопрос – кто это, занимает больше времени, содержит большее количество ошибок.
- 2 Верификация – полученное изображение сравнивается с зарегистрированным шаблоном (один к одному). Отвечает на вопрос – тот ли это, с кем сравнивается отпечаток, гораздо быстрее по времени, безошибочнее, но требует ввод дополнительного идентификатора, например, карта или пинкод.

Метод Виолы Джонса

Метод Виолы-Джонса – наиболее популярный алгоритм, позволяющий с высокой скоростью обнаруживать области расположения объектов на изображениях. Был предложен в 2001 году Полом Виола и Майклом Джонсом. Несмотря на то, что основная задача метода состоит в обнаружении лиц, он может использоваться для распознавания различных классов объектов. Существует множество реализаций, в том числе в составе библиотеки компьютерного зрения OpenCV.

Основополагающей идеей при создании метода Виолы-Джонса для распознавания лиц является выделение признаков изображения и последующего обучения алгоритма на них.

Признаки, используемые методом, используют суммирование пикселей из прямоугольных регионов. Признаки, использованные Виолой и Джонсом, содержат более одной прямоугольной области. На рисунке 1 показано четыре различных типа признаков.

Значение для каждого признака вычисляется как вычитание суммы пикселей в белых прямоугольниках из суммы пикселей в черных. Несмотря на чувствительность прямоугольных признаков к вертикальным и горизонтальным особенностям изображений, они весьма примитивны, и результат их поиска груб. Тем не менее, при условии сохранения изображения в интегральном формате, проверка такого признака на конкретной позиции проводится за константное время, что является преимуществом по сравнению с более точными вариантами. Каждая прямоугольная область в используемых признаках всегда смежна с другим прямоугольником, поэтому расчет признака с 2 прямоуголь-



никами состоит из 6 обращений в интегральный массив, для признака с 3 прямоугольниками – из 8, с 4 прямоугольниками – из 9.

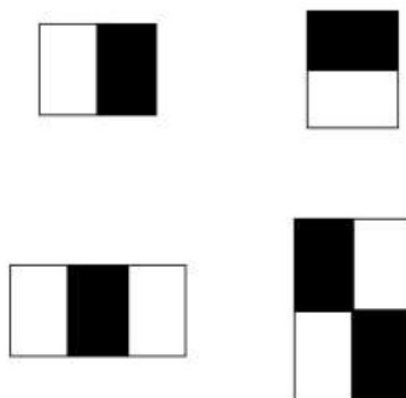


Рис. 1. Типы признаков для алгоритма Виолы-Джонса

Базовый метод Виолы-Джонса имеет ряд недостатков:

- длительное время работы алгоритма обучения. В ходе обучения методу необходимо проанализировать большое количество тестовых изображений;
- большое количество близко расположенных друг к другу результатов из-за применения различных масштабов и скользящего окна.

Искусственные нейронные сети

В настоящее время существует огромное количество нейросетевых областей, которые были созданы для решения задач распознавания объектов на изображениях. Решение этих задач привело к возникновению трудностей, которые связаны с образами объектов их подтверждением и разного рода искажениям: повороты, шум, смещения, изменение размера. Во многих случаях такую сложность можно избежать, благодаря правильному выбору нейросетевой архитектуры и её способа обучения.

После исследования множества работ, связанных с этой проблемой, был сделан вывод, что на сегодняшний момент не существует идеальной модели, которая могла бы быть не чувствительна ко всем 4 видам искажений, описанным выше.

Искусственная нейронная сеть — математическая модель, а также её программная реализация, которая создана по принципу функционирования биологических нейронных сетей, а именно сетей нервных клеток живого организма. Такие понятия возникли при попытке смоделировать эти процессы, после изучения процессов, которые протекают в человеческом мозге.

После того, как алгоритм обучения был разработан, получаемые модели стали использоваться в задачах прогнозирования, распознавания образов, управления и др. [1, 2].

На рисунке 2 приведен пример строения нейронной сети:

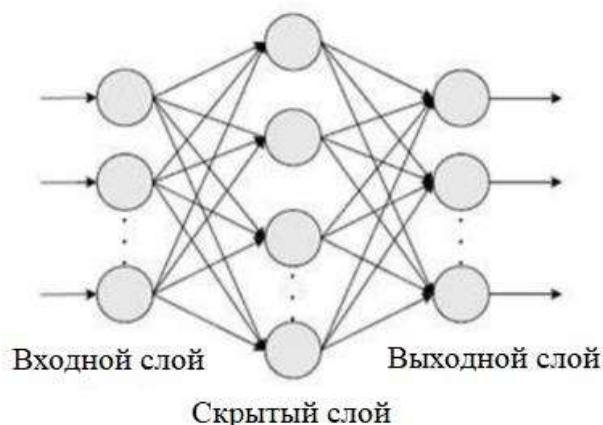


Рис. 2. Строение нейронной сети

Существующие плюсы ИНС:

- высокие классифицирующие способности;
- высокая скорость работы;
- обучение по базе данных изображений.

Из минусов можно выделить:

- трудоемкий и долгий процесс выбора архитектуры ИНС;
- большое количество слоёв, нейронов и весовых коэффициентов;
- долгий и сложный процесс обучения, возможно до переобучения.

Трудность задачи заключается в том, что на изображениях реальных сцен дорожные знаки могут быть подвержены искажениям, размыты или быть зашумлены, а также знак может быть повернут, может быть грязным или даже деформирован. Обычная ИНС очень чувствительная к подобным искажениям.

В дополнение к вышесказанному следует упомянуть, что изображения, полученные с камеры, состоят из большого количества пикселей, из-за этого размер ИНС будет возрастать, из этого следует, что и всех ее составляющих. Следовательно, будет увеличиваться сложность вычислений и ресурсоемкость при обучении и время работы [3].

Исходя из проведенного анализа, мы видим все существующие недостатки классических искусственных нейронных сетей, поэтому следует использовать свёрточные нейронные сети, которые имеют такие преимущества:

- устойчивость к смещениям;
- устойчивость к искажению входного сигнала;
- устойчивость к поворотам;
- устойчивость к изменению масштаба и др.

Свёрточные нейронные сети

Свёрточная нейронная сеть – специальная архитектура искусственных нейронных сетей, предложенная Яном Лекуном и нацеленная на эффективное распознавание изображений, входит в состав технологий глубокого обучения.

Данная технология опирается на аналогии зрительной коры головного мозга и его принципами работы, в которой были открыты простые клетки, которые



реагируют на прямые линии под разными углами, и сложные клетки, которые реагируют на активацию определённого набора простых клеток.

Исходя из этого, идея свёрточных нейронных сетей заключается в том, что чередуются сверточным слою и слою подвыборки [4, 5].

Одним из важных моментов в изучении свёрточных нейронных сетей является определение «разделяемых» весов, то есть определённая часть нейронов одного из изучаемых слоев нейронной сети может использовать одинаковые весовые коэффициенты. Такие нейроны использующие одинаковые веса, после нахождения, объединяются в карты признаков, а каждый из нейронов, связан с частью нейронов предыдущего слоя из-за входящий карт признаков [6].

Во время вычисления сети каждый нейрон выполняет свертку определенной области предыдущего слоя, который определяется множеством нейронов, связанных с данным нейроном. Слои свёрточной нейронной сети, построенные по данному принципу, называются свёрточными слоями.

В свёрточной нейронной сети, помимо свёрточных слоев могут быть слои подвыборки, которые выполняют функции уменьшения размерности пространства карт признаков, а также полносвязные слои, в которых выходной слой, как правило, всегда полносвязный [7].

Архитектура данной сети представлена на рисунке 3.

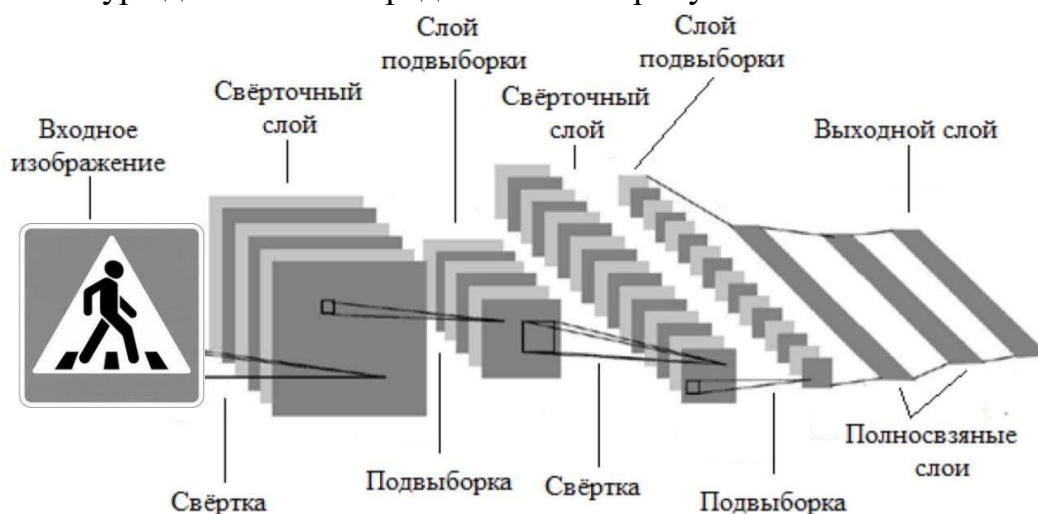


Рис. 3. Строение свёрточной нейронной сети

Распознавание дорожных знаков

На этапе различения дорожных знаков алгоритм классификации использует специально подготовленные эталонные бинарные изображения, которые являются внутренними областями дорожных знаков. На рисунке 4 изображены несколько таких шаблонов

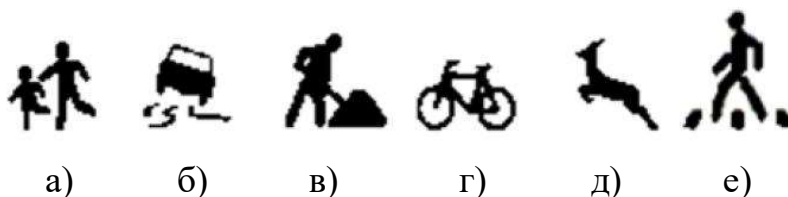


Рис. 4. Шаблоны для алгоритма классификации



Для распознавания знака используется простое вычитание двух изображений и выбор пары с наименьшим значением, которое будет указывать на наибольшую близость эталона. В случае больших значений, алгоритм выдаст сообщение о ложном обнаружении, так как ни одно из эталонных изображений не похоже на локализованную область. Это обозначает, что найденная область не содержит дорожный знак.

На рисунке 5 демонстрируется пример распознавания знака «Пешеходный переход» по изображению согласно рис. 4 е).

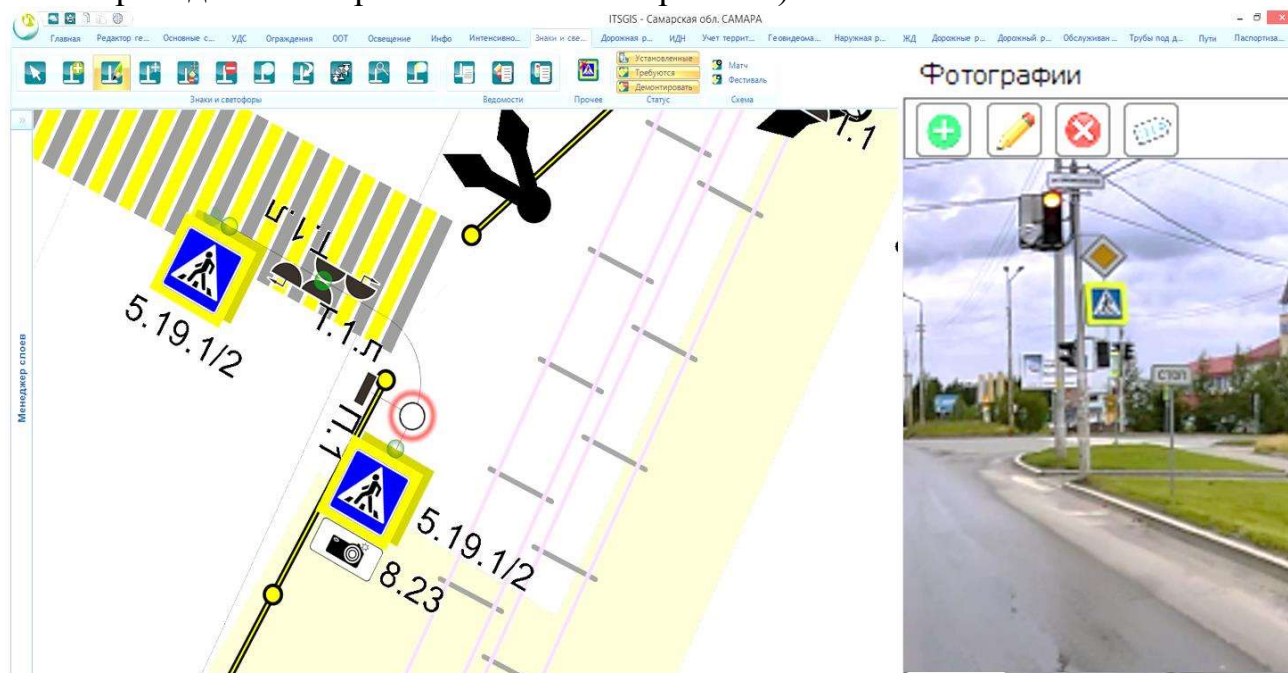


Рис. 5. Распознавание знака по изображению с визуализацией на карте в интеллектуальной транспортной геоинформационной системе «ITSGIS»

Время выполнения такого различения в среднем 1-2 мс с использованием 32 типов эталонных изображений. Под типом изображения подразумевается уникальное изображение одного дорожного знака. Эталонных изображений каждого типа может быть неограниченное количество. Так, например, в настоящей реализации данного метода было использовано по 5 изображений каждого типа, то есть всего 160 эталонных изображений.

Литература

1. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс. М.: Вильямс, 2006. – 1104 с.
2. Каллан, Р. Основные концепции нейронных сетей // Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 287 с.
3. Тадеусевич Р. Элементарное введение в технологию нейронных сетей с примерами программ: пер. с пол. // Р. Тадеусевич [и др.]. – М.: Горячая линия-Телеком, 2011. – 408 с.
4. Михеева Т.И. Системный анализ объектов транспортной инфраструктуры в геоинформационной среде // Программные продукты и системы. – 2018. – № 1 (31). – С. 12-18.



5. Михеев С.В. Предикатные модели для экспертизы дислокации дорожных знаков / Актуальные проблемы автотранспортного комплекса: межвуз. сб. науч. статей. – Самара, Самар. гос. техн. ун-т, 2012. – С. 157-163.

6. Mikheeva T. Recognition of Urban Transport Infrastructure Objects Via Hyperspectral Images / O. Saprykin, A. Fedoseev, T. Mikheeva // In Proceedings of the 2nd International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems (VENITS-2016). Rome, Italy: SCITEPRESS, 2016. – Pp. 203-208.

7. Zhang, Z. CNN Optimization and its application in traffic signs recognition based on GRA. J. Residuals Sci. Technol. 2016, 13, 6

Т.И. Михеева, И.А. Нефедов, А.В. Золотовицкий, А.С.Хаев

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДИСЛОКАЦИИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ГЕООБЪЕКТОВ ПЛАГИНА «МОСТОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ»

(Самарский университет)

Плагин «Мостовые сооружения» является частью базы данных геообъектов интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITSGIS» и служит для добавления, хранения, ведения и анализа данных о мостовых сооружениях России. Для решения указанных задач в классификации и дислокации мостовых сооружений необходима семантика всех геообъектов данного типа. Геообъекты «Мостовое сооружение» в ITSGIS – искусственное сооружение на дорогах, включающее пролетные строения и опоры, предназначенное для пропуска дороги над различными препятствиями (реками – мосты, ущельями – виадуки, другими дорогами – путепроводы) или на некоторой высоте над поверхностью земли (эстакады) [1].

Геообъектом «Мостовые сооружения» на электронной карте является совокупность цифровых данных (метрики, семантики, справочных данных), которым может соответствовать реальный объект на местности (мост, река, здание и т.д.) или группа объектов (групповое соединение различных типов транспортных средств и т.п.) или часть объекта (при сложном описании метрики объекта – она может быть разделена на два объекта, или объект может быть описан подробно (мост, лестница, ограждения, освещение и т.п.) или не имеется соответствия (поясняющие подписи, горизонталы, километровая сетка и т.д.).

Плагин стандартизации визуализации геообъектов «Мостовые сооружения» в среде ITSGIS позволяет решать следующие задачи:

- установка геообъектов на электронной карте с проверкой допустимости установки объекта;
- удаление геообъекта, установленного на карте;
- изменение дислокации установленного геообъекта;
- изменение семантики установленного геообъекта;