

## СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Кулебякин А.С.

Томский политехнический университет

[askmesmth@hotmail.com](mailto:askmesmth@hotmail.com)

### Введение

В настоящее время очень широко развиваются направления, связанные с искусственным интеллектом, одной из сфер применения которого является робототехника. Создание умных роботов с интеллектом является ключевой проблемой и задачей в современном мире.

Существует несколько методов искусственного интеллекта, применяемого в робототехнике: нейронные сети, генетические алгоритмы, адаптивные алгоритмы, нечёткая логика. Данные методы позволяют решать практически все локальные задачи, связанные с движением, распознаванием и многими другими задачами роботов.

Самое широкое применение для распознавания объектов в настоящий момент получают нейронные сети.

В данной работе представлено исследование по распознаванию дорожных знаков посредством нейронных сетей, основанных на методе обратного распространения ошибки.

Системы распознавания дорожных знаков (СРДЗ) призваны предупреждать водителя о различных ограничениях на дороге, а также подавать сигналы системе управления беспилотным автомобилем, чтобы реализовать само управление автомобилем и снизить риск возникновения ДТП. В частности, СРДЗ является неотъемлемой частью системы управления беспилотным автомобилем. На данный момент СРДЗ используются в автомобилях марок Audi, BMW, Mercedes, Tesla, Volvo и др. [1] Зачастую, СРДЗ в этих автомобилях реализованы с помощью традиционных алгоритмов, не способных к адаптации.

Намного более интересной является построение адаптивной СРДЗ, позволяющей осуществлять задачу распознавания дорожных знаков при различных погодных и временных условиях.

### Описание системы

Любая СРДЗ сначала получает на вход видеопоток, затем происходит предобработка изображения для того, чтобы исключить ненужную для анализа информацию. На предобработанном изображении можно легко обнаружить контуры дорожного знака для последующего извлечения изображения знака из изначального изображения. Далее происходит распознавание формы знака для последующей

классификации. Таким образом, задача дальнейшего распознавания знака существенно упрощается.

Стадии работы разрабатываемой СРДЗ представлены на рисунке 1.

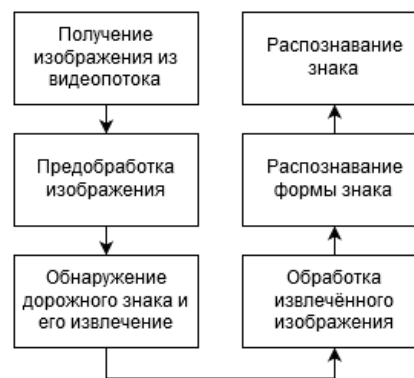


Рис. 1. Стадии работы СРДЗ

Стадия предобработки изображения включает в себя приведение цветного изображения к чёрно-белому (рисунок 2б), сглаживание изображения фильтром Гаусса для уменьшения шума на изображении (рисунок 2в), бинаризацию изображения для более простого нахождения контура дорожного знака (рисунок 2г).

Для обработки изображений использовался алгоритм, реализованный на языке программирования C++ с применением библиотек компьютерного зрения Open Source Computer Vision Library (OpenCV) [2], [3].

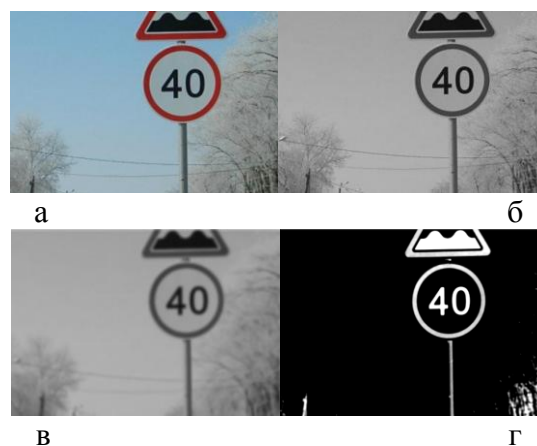


Рис. 2. Предобработка изображения:  
а) Исходное изображение, б) Чёрно-белое изображение, в) Изображение с применением фильтра Гаусса, г) Бинаризованное изображение

Получение изображения знака для распознавания происходит извлечением зоны исходного изображения, в которой ранее был обнаружен контур дорожного знака. Затем изображение уменьшается [4] до размера 30x30 пикселей (рисунок 3) для уменьшения временных и мощностных затрат на дальнейшее распознавание знака нейронной сетью.

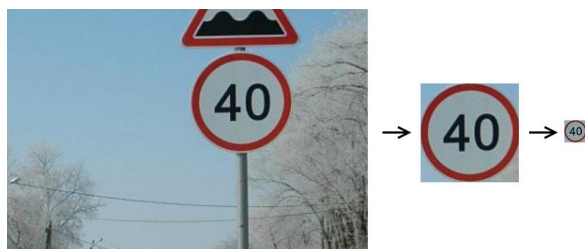


Рис. 3. Извлечение изображения для распознавания

Синтезированная нейронная сеть, распознающая знак, имеет три слоя: входной, скрытый и выходной. Обучается нейронная сеть, используя метод обратного распространения ошибки [5], [6]. В качестве активационной функции используется сигмоида (1).

$$\sigma(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad (1)$$

Структура нейронной сети представлена на рисунке 4. Относительно небольшое число слоёв сети позволяет СРДЗ работать в реальном времени, благодаря малому объёму необходимых вычислений. Обучение сети состоит в прохождении через неё заранее классифицированных одинаковых дорожных знаков с разных изображений, желаемым выходом является изображение знака из ПДД.

Полученное изображение подаётся на вход нейронной сети, имеющей в своём входном слое 900 нейронов, каждый из которых представляет из себя значение освещённости соответствующего пикселя изображения дорожного знака. Скрытый слой содержит 42 нейрона. В результате возбуждается один из выходных нейронов, соответствующий определённому дорожному знаку.

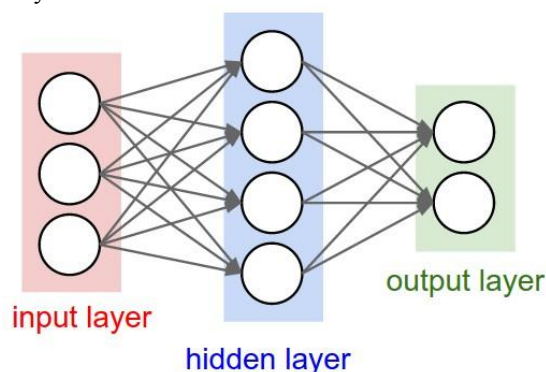


Рис. 4. Структура нейронной сети

Таким образом, возможно распознавать дорожные знаки в реальном времени, заранее обучив нейронную сеть, а также дообучать сеть в процессе распознавания, пополняя базу данных знаков.

### Заключение

Существующие СРДЗ обладают жёстким алгоритмом распознавания знаков, не способным адаптироваться под различные изменяющиеся условия внешней среды. К тому же, подобные системы устанавливаются лишь на некоторые модели автомобилей, зачастую относящихся к бизнес-классу. Работа СРДЗ на этих автомобилях представляет лишь вспомогательный характер. Ведь эти системы могут только информировать водителя об ограничениях на дороге из-за низкого качества работы подобных систем.

Разрабатываемое программное решение позволит использовать адаптивную СРДЗ в любом автомобиле. Система может быть выполнена в виде отдельного устройства, либо приложения для смартфона или компьютера. Со временем, пополняя базу данных знаков, будет возможна интеграция СРДЗ в систему управления беспилотным автомобилем для соблюдения им ПДД.

### Список использованных источников

1. Система распознавания дорожных знаков. [Электронный ресурс]. – URL: [http://systemsauto.ru/active/traffic\\_sign\\_recognition.html](http://systemsauto.ru/active/traffic_sign_recognition.html) (дата обращения 18.10.2016).
2. Image Filtering [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.opencv.org/3.0-beta/modules/imgproc/doc/filtering.html> (дата обращения 18.10.2016).
3. Miscellaneous Image Transformations [Электронныйресурс]. – URL:[http://docs.opencv.org/3.0-beta/modules/imgproc/doc/miscellaneous\\_transformations.html](http://docs.opencv.org/3.0-beta/modules/imgproc/doc/miscellaneous_transformations.html) (датаобращения 18.10.2016).
4. Geometric Image Transformations [Электронныйресурс]. – URL:[http://docs.opencv.org/3.0-beta/modules/imgproc/doc/geometric\\_transformations.html](http://docs.opencv.org/3.0-beta/modules/imgproc/doc/geometric_transformations.html) (датаобращения 18.10.2016).
5. Using neural nets to recognize handwritten digits [Электронныйресурс]. – URL:<http://neuralnetworksanddeeplearning.com/chap1.html> (датаобращения 18.10.2016).
6. How the backpropagation algorithm works [Электронныйресурс]. – URL:<http://neuralnetworksanddeeplearning.com/chap2.html> (датаобращения 18.10.2016).