

## ПРИМЕНЕНИЕ КАСКАДА ХААРА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ РЕГИСТРАЦИОННЫХ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗНАКОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ

Анастасов О.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Спицын В.Г.

Томский политехнический университет

E-mail: oleg.tpu@gmail.com

### Введение

В статье рассматривается задача поиска на изображении однострочных регистрационных государственных знаков транспортных средств типа 1 с двухзначным и трехзначным кодом региона регистрации [1]. Регистрационный знак транспортного средства представляет собой прямоугольную область, внутри которой расположена информация о регистрации транспортного средства в виде символов, обозначающих серию номерного знака и цифр номера с кодом региона регистрации (рис. 1).

Задача обнаружения заданных объектов заключается в установлении факта наличия на изображении объекта, обладающего некоторыми определенными характеристиками. Различные объекты в природе имеют разные характеристики: цвет, размеры, характерная форма, особенности расположения в пространстве и другие признаки. Выбор методов обнаружения зависит от конкретной задачи и не является тривиальным.



Рис. 1. Пример регистрационного знака

Обнаружение регистрационных знаков на изображении подразумевает последующее распознавание информации, содержащейся на них. Создание методов обнаружения и распознавания информации с автомобильных номеров дает возможность разработки специализированного программного обеспечения для использования в различных целях: автоматический учет проезда транспортных средств через системы контрольно-пропускных пунктов, поиск транспортных средств в режиме реального времени используя камеры наружного наблюдения, поиск транспортных средств находящихся в розыске и т.д.

### Признаки Хаара

Признаки Хаара (*Haar-Like Features*) — признаки цифрового изображения, используемые для распознавания образов. Такие признаки использовались в первом детекторе лиц, работающем в реальном

времени [2]. Возможно использование таких признаков для обнаружения любых объектов на изображении.

Каждый признак Хаара состоит из смежных прямоугольных областей (рис. 2). Выбор такой формы объясняется тем, что вычисление суммарной яркости для прямоугольных областей осуществляется значительно быстрее, чем для фигур произвольной ориентации.

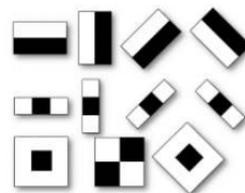


Рис. 2. Признаки Хаара [2]

Описание объекта с достаточной точностью требует наличие большого числа признаков. Поэтому для обнаружения сложных объектов признаки Хаара организованы в каскадный классификатор. Работа с каскадным классификатором включает в себя два этапа. Первый этап заключается в настройке классификатора с использованием обучающей выборки изображений. Второй этап заключается в использовании настроенного классификатора.

### Настройка классификатора

Для настройки необходимо подготовить набор обучающих примеров. Набор должен содержать как *положительные примеры* (изображения, содержащие интересующий объект), так и *отрицательные примеры* (изображения, на которых не обнаружен объект).

Для настройки классификатора используются вспомогательные программы, входящие в стандартный набор файлов библиотеки компьютерного зрения OpenCV [3]:

- `opencv_createsamples`,
- `opencv_haartraining`,
- `opencv_perfomance`.

Обучающая выборка представляет собой набор положительных примеров, содержащих информацию о регистрационном знаке транспортного средства. На рис. 3 показан пример регистрацион-

ного знака из обучающего множества, выбранный случайным образом. Изображения, представляющие обучающее множество имеют размеры 235×50 пикселей (*ширина×высота*). Глубина цвета: 8 бит.

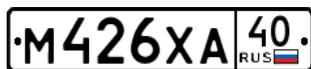


Рис.3. Пример положительного примера из обучающего множества

Настройка каскада сводится к последовательному предоставлению изображений из обучающей выборки утилите `opencv_haartraining.exe`. Процесс обучения является итеративным. Время обучения зависит от технических характеристик компьютера, на котором осуществляется обучение, разнообразия обучающих примеров и их количества.

Результатом обучения каскадного классификатора является сгенерированный XML-файл, содержащий информацию, необходимую для обнаружения регистрационного номера (`cascade.xml`), который может быть использован специальными функциями библиотеки OpenCV.

Схематично процесс обучения показан на рис. 4.

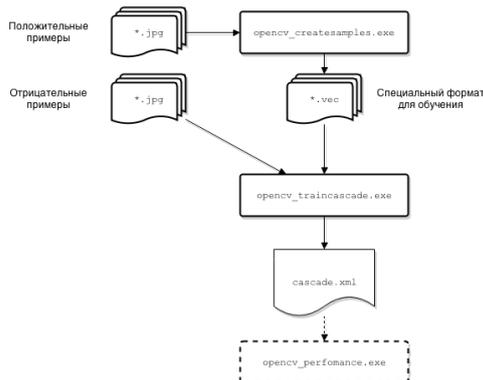


Рис.4. Схема обучения каскада Хаара

Обучение производилось на компьютере со следующими характеристиками: Intel(R) Core(TM) i3 2.13 ГГц (x64), 3,00 Гб.

Параметры, использованные при обучении представлены в таблице 1. Все параметры выбраны эмпирически.

Таблица 1. Параметры обучения

Параметр	Значение
Размер обучающего множества, примеров	1000
Количество уровней каскада	16
Коэффициент качества обучения	0,99
Выделяемая под процесс память, Мб	1024

Время обучения классификатора с использованной конфигурацией компьютера составило несколько часов.

### Экспериментальная работа классификатора

Для экспериментальной проверки работы классификатора разработано программное обеспечение на языке объектно-ориентированного программирования C# (*Visual Studio 2013*) с использованием библиотеки OpenCV для обнаружения регистрационных знаков транспортных средств на изображениях, которые не использовались в процессе настройки. Регистрационные знаки в условиях максимально приближенных к обученным обнаруживаются с приемлемой точностью (рис. 5). Однако, в результатах работы присутствуют и ложные срабатывания (рис. 6). Ошибки обнаружения связаны с недостаточной настройкой каскада.



Рис.5. Результат обнаружения с помощью классификатора



Рис.6. Ложное срабатывание классификатора

Количество ложных срабатываний можно значительно уменьшить, если увеличить разнообразие обучающих примеров. В свою очередь это увеличит время настройки классификатора.

### Заключение

Использование каскадного классификатора возможно для обнаружения любых интересующих объектов на изображении. Эффективность обнаружения зависит от качества настройки классификатора. Экспериментально показана возможность использования каскадного классификатора для обнаружения областей на изображениях, содержащих информацию о регистрационном номере транспортного средства.

### Литература

- ГОСТ Р 50577-93. Знаки государственные регистрационные транспортных средств. Типы и основные размеры. Технические требования. Введен с 1993-06-29. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 27 с.
- Jones, M., Viola, P. (2001) *Robust Real-Time Face Detection* // International Journal of Computer Vision. 2004. 57(2), P. 137-154.
- OpenCV (Open Source Computer Vision) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://opencv.org/> Дата обращения: 01.10.2014.