

## **Распознавание знаков дорожного движения на изображениях с обучением на синтетических данных**

*А.А. Чигорин, А.А. Конев, Г.Р. Кривовязь, А.Б. Велижев, А.С. Конушин*

Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова, Лаборатория  
Компьютерной Графики и Мультимедиа, Москва

E-mail: [aachigorin@graphics.cs.msu.ru](mailto:aachigorin@graphics.cs.msu.ru), [akonev@graphics.cs.msu.ru](mailto:akonev@graphics.cs.msu.ru),  
[gkrivovyaz@graphics.cs.msu.ru](mailto:gkrivovyaz@graphics.cs.msu.ru), [avelizhev@graphics.cs.msu.ru](mailto:avelizhev@graphics.cs.msu.ru), [ktosh@graphics.cs.msu.ru](mailto:ktosh@graphics.cs.msu.ru)

Автоматическое распознавание дорожных знаков может быть использовано при производстве навигационных карт, в системах помощи водителю или в управлении дорожной инфраструктурой. В первом случае знание положения знаков дорожного движения, их ориентации и класса позволит автоматизировать построение дорожного графа, во втором позволит информировать водителя о текущей ситуации на дороге, в третьем – поддерживать придорожную инфраструктуру в работоспособном состоянии.

В лучших на сегодняшний день методах используются алгоритмы машинного обучения, которым требуется обучающая выборка большого размера. Чтобы собрать такую выборку нужно просмотреть изображения или видео десятков километров дорог. Поэтому в данной работе мы исследовали возможность обучения алгоритма распознавания дорожных знаков на синтетических данных и предложили алгоритм для генерации синтетических изображений знаков. На вход алгоритму подаются фронтальные пиктограммы знаков. Данные пиктограммы подвергаются набору трансформаций, который может быть описан с помощью двенадцати параметров – яркость, насыщенность, повороты вокруг трех осей, уровень размытия, отступы от четырёх сторон изображения, размер, уровень шума.

Большинство существующих методов распознавания дорожных знаков можно вписать в следующую трёхэтапную схему: обнаружение знака на изображении, уточнение положения знака и сегментация фона, распознавание класса знака. Уточнение положения может быть полезно, если обрабатываются результаты детектора, который зачастую выдаёт несколько детекций вокруг объекта интереса. Удаление фона может существенно повысить точность распознавания класса знака.

В данной работе мы предлагаем алгоритмы для осуществления всех вышеописанных этапов. Для обнаружения знаков мы придерживаемся общей схемы построения

детектора Виолы-Джонса (Viola, Jones, 2004) на основе каскада классификаторов, обучаемых с помощью бустинга. Но, в отличие от Виолы-Джонса, мы обучаем детектор на синтетических данных и используем признаки, описывающие разные свойства изображений – цвет, форму и текстуру. Это позволяет построить более эффективный классификатор (как по времени, так и по точности работы). Метод был протестирован на общедоступной базе бельгийских знаков, состоящей более чем из 4000 изображений. Для запрещающих и предписывающих знаков точность составила 96.5% и 95.5% соответственно, при  $10^{-9}$  ложных срабатываний на окно детектора.

Для распознавания класса знака нами предложен двухэтапный алгоритм на основе поиска ближайшего соседа среди синтетических изображений, описанных с помощью HOG-дескриптора (Dalal, Triggs, 2005). На первом этапе происходит поиск примерного набора трансформаций знака, а также маски, отделяющей его от фона. Далее знак вырезается по маске, что позволяет удалить фон и отступы по краям изображения. Это позволяет произвести более плотное сэмплирование синтетических изображений в окрестности трансформаций обрабатываемого знака. Класс знака определяется как класс его ближайшего соседа в пространстве HOG-дескриптора по Евклидовой мере расстояния. Мы протестировали предложенный нами метод на трёх общедоступных базах, содержащих немецкие, бельгийские и шведские знаки. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты распознавания знаков

Страна	Количество изображений в базе	Количество классов знаков	Точность распознавания
Германия	12000	43	95.49%
Бельгия	2534	62	97.04%
Швеция	2796	18	98.17%

### Литература

Viola P., Jones M.J. (2004) Robust Real-Time Face Detection // International journal of computer vision, 2004, P.137-154.

Dalal N., Triggs B. (2005) Histograms of oriented gradients for human detection // Proceedings of Computer Vision and Pattern Recognition'2005, San Diego, 2005, USA, P.886-893.