

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.93'12

Свирский  
Сергей, Николаевич

Алгоритмы детекции простейших форм объектов в видеопотоке

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра технических наук  
по специальности 1-40 80 03 Вычислительные машины и системы

---

Научный руководитель  
Самаль Дмитрий Иванович  
доцент, кандидат технических наук

---

Минск 2015

## ВВЕДЕНИЕ

Появление компьютеров и дальнейшее развитие информационных технологий предоставило человеку довольно гибкий и мощный инструмент, который находит всё больше и большее применение в различных технологиях и сферах человеческой жизнедеятельности. Так на данный момент они позволяют автоматизировать технологический процесс на предприятии с применением робототехники, либо усовершенствовать систему контроля производимых деталей. Помимо названных примеров можно встретить различные системы распознавания объектов, которые основываются на последних знаниях и методах условно приближенных к тому, как распознает те же образы человеческий мозг. Данные системы не просто позволяют упростить работу человека, но и позволяют устранить такие негативные факторы, как человеческая усталость. В качестве одного из перспективных применений таких систем можно назвать беспилотные автомобили с автономными системами распознавания дорожных знаков и дорожной обстановки.

Распознавание образов как дисциплина развивает основы и методы классификации и идентификации предметов, образов, явлений, сигналов и объектов, которые характеризуются некоторым конечным набором свойств и характеристик. Человек сталкивается с задачей распознавания довольно часто, например того на какой свет светофора переходить. Распознавание цвета светофора и знание правил дорожного решения позволяет принять решение о том, можно или нет переходить дорогу.

Подобные задачи распознавания могут быть применены в разных областях сферах, а учитывая увеличение информационных перегрузок, когда человек просто может не справиться со всеми нагрузками, они приобрели выдающееся значение.

В настоящее время можно выделить два основных направления в распознавании образов. Во-первых, изучение способностей к распознаванию, которыми обладают живые существа, объяснение и моделирование их. Во-вторых, развитие теории и методов построения устройств, предназначенных для решения отдельных задач в прикладных целях. Распознавание образов само по себе предполагает отнесение данных к определенному классу, с помощью выделения существенных признаков, характеризующих эти данные из общей массы не существенных данных.

Задача распознавания образов является основной в большинстве интеллектуальных систем, среди которых можно выделить следующие примеры.

Поскольку существует много задач, связанных с распознаванием объектов (например, распознавание объектов и людей на фотографиях, распознавание объектов в видеопотоке, отслеживание траекторий и т.д.) следует определить тип данных, поступающих на вход алгоритмов распознавания. Под «видеопотоком» в настоящей работе будет подразумеваться видео, полученное с автомобильного видеорегистратора в Full HD качестве.

Анализируя тенденции развития и применения алгоритмов распознавания, можно заключить, что поиск решений таких задач, как распознавание дорожных знаков и обстановки на дороге, очень актуален в настоящее время. Исследованию алгоритмов для построения систем, решающих эти задачи, посвящена данная диссертационная работа.

# ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

## Актуальность

С каждым годом растёт объём обрабатываемой информации, что требует формализации и последующей алгоритмизации процессов, ранее выполнявшихся вручную. Одним из ключевых понятий в автоматической обработке информации является распознавание объектов определённого класса. Когда алгоритмы выполняют распознавание на уровне эксперта человека, автоматизация ведёт к ускорению работы систем обработки данных и повышению их эффективности.

В настоящее время активно развиваются алгоритмы распознавания объектов и разрабатываются системы, с применением данных алгоритмов. Так можно встретить ряд проектов, например беспилотные автомобили от компании Google. Либо системы распознавания дорожных знаков, которые встраиваются в современные концептуальные автомобили и предназначенные для дополнительного контроля и повышения безопасности на дорогах.

Данные алгоритмы будут развиваться, совершенствоваться и вскоре займут свою нишу в современном обществе. Они позволят упростить работу человека, повысить контроль качества и усовершенствовать системы безопасности, а в ряду случаев позволят заменить человека, будь это беспилотные автомобили или техника, которая собирает урожай.

## Цель и задачи исследования

Целью диссертационной работы является поиск алгоритмов удовлетворяющие заявленным критериям и поставленной задаче. Провести анализ существующих алгоритмов детекции геометрических фигур.

Достижение поставленной цели потребовало решения следующих основных задач:

- 1) Анализ существующих алгоритмов.
- 2) Проведение анализа и тестирования выбранного алгоритма,
- 3) Проведение эксперимента, исследование на реальных данных

Объект исследования: алгоритмы детекции простейших форм объектов в видеопотоке. Под простейшими геометрическими фигурами следует понимать круг, прямоугольник и треугольник.

### **Методы исследования**

Теоретические методы исследования основывались на методах цифровой обработки изображений, распознавания образов, дискретных преобразований и системного анализа. Экспериментальная часть исследования базировалась на обработке и анализе цифровых изображений с помощью ЭВМ с последующей визуальной оценкой результатов. Для программной реализации разработанных алгоритмов использовались методы создания программных систем и программирование на языках высокого уровня, моделирование с помощью специализированных пакетов обработки данных и изображений.

### **Опубликованные результаты**

По теме диссертационной работы опубликована 1 печатная работа. Из них 1 тезисы доклада на международной конференции [1].

### **Структура и объём диссертации**

Диссертация изложена на 61 страницах. Она состоит из введения (3 стр.), общей характеристики работы (3 стр.), трёх глав (42 стр.), заключения (1 стр.). Работа содержит 30 иллюстраций (8 стр.) и 1 таблицу (1 стр.), список использованных источников, состоящий из 29 наименований (2 стр.), приложение с экспериментальными данными и иллюстрациями (8 стр.).

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе выполнен обзор существующих алгоритмов, применяемых в распознавании, а также был рассмотрен ряд систем, применяемых для распознавания дорожных знаков. Проведён анализ и сравнение характеристик известных на данный момент коммерческих и экспериментальных систем распознавания дорожных знаков. Основные выводы этой главы:

- 1) На данный момент имеется ряд систем, которые реализуют различные подходы в распознавании объектов (например, дорожных знаков). В большинстве случаев используются нейросети, которые классифицируют данный объект с определенной вероятностью. В то же время данные системы требуют предобработку входных данных и выделение интересующей нас области из общего массива данных (например, обнаружение региона интереса в кадре).
- 2) Можно встретить новые алгоритмы, такие как ECFA, которые показывают более перспективные результаты нежели существующие алгоритмы и системы. Однако в силу новизны данных алгоритмов, затруднительно найти их детальное описание и открытую реализацию.
- 3) Каждый из рассмотренных алгоритмов (SIFT, SURF и др.) имеют ряд достоинств и недостатков, накладывающих отпечаток на их сферу применения. Алгоритмы SIFT, SURF больше подходят для составления изображений при построении панорамных снимков, моделирования 3D сцен, распознавание человеческих действий, определение положение роботов на основе сравнения с 3D картой. Тем не менее, они могут быть использованы в случаях сравнения ключевых точек исходного изображения с ключевыми точками из существующей БД (например, БД дорожных знаков).

Во второй главе были описаны требования, которым должны соответствовать тестовые наборы данных и разрабатываемое экспериментальное приложение. Также была описана разработка архитектуры и приведена структура разрабатываемых классов данного приложения.

В третьей главе описано проведение различных экспериментов и их сравнительные результаты, представленные в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты проведенных экспериментов

Описание эксперимента	Количество обнаруженных знаков		Общий процент детекции	Количество ложных объектов
	круглые	прямоугольники		
Value Gaussian Blur 9x9 Canny Hough	10	6	61%	100-200
Value Blur 3x3 Canny Hough	8	4	46%	200-300
Value Gaussian Blur 9x9 Linear Contrast Canny Hough	10	5	57%	120-250
Saturation Gaussian Blur 9x9 Canny Hough	7	2	34%	50-180
Saturation Blur Canny Hough	7	2	34%	70-200
Value Gaussian Blur 9x9 Posterization (32) Canny Hough	9	4	50%	150-300
Value Gaussian Blur 9x9 Posterization (8) Canny Hough	10	4	53%	150-300

*Эксперимент 1.* Описание опыта: преобразование в серое изображение, применение размытия по Гауссу с ядром 9x9, оператор Кэнни, алгоритм Хафа.

Результат: большое количество ложных срабатываний. Большое количество ложных объектов дают ветви деревьев. Таким образом, было найдено и сформировано лишь 6 прямоугольных знаков из 12. Тем не менее, данным алгоритмом было найдено 10 круглых знаков из 14.

*Эксперимент 2.* Описание опыта: преобразование в серое изображение, размытие blur с ядром 3x3, оператор Кэнни и алгоритм Хафа.

Результат: количество ложных срабатываний алгоритма увеличилось, поскольку в результате работы оператора Кэнни было сформировано большое количество более мелких линий.

*Эксперимент 3.* В данном опыте обработка кадра состояла из: преобразование в серое изображение, размытие по Гауссу, линейное контрастирование, оператор Кэнни, Алгоритм Хафа.

Результат проведения опыта: Количество ложных срабатываний визуально меньше чем в предыдущем эксперименте, но остается довольно высоким по сравнению с результатами 1ого эксперимента. Качество обнаруживаемых линий улучшилось.

*Эксперимент 4.* Описание алгоритма этапов конвейера обработки: преобразование из RGB в HSV модель и извлечение канала насыщения Saturation, применение размытия по Гауссу, оператор Кэнни и алгоритм Хафа.

Результат: Количество ложных срабатываний уменьшилось. Однако данная модель имеет ряд недостатков:

1) Находит только знаки с насыщенными цветами. Ряд знаков попросту остаются не обнаруженными, например белые и синие знаки.

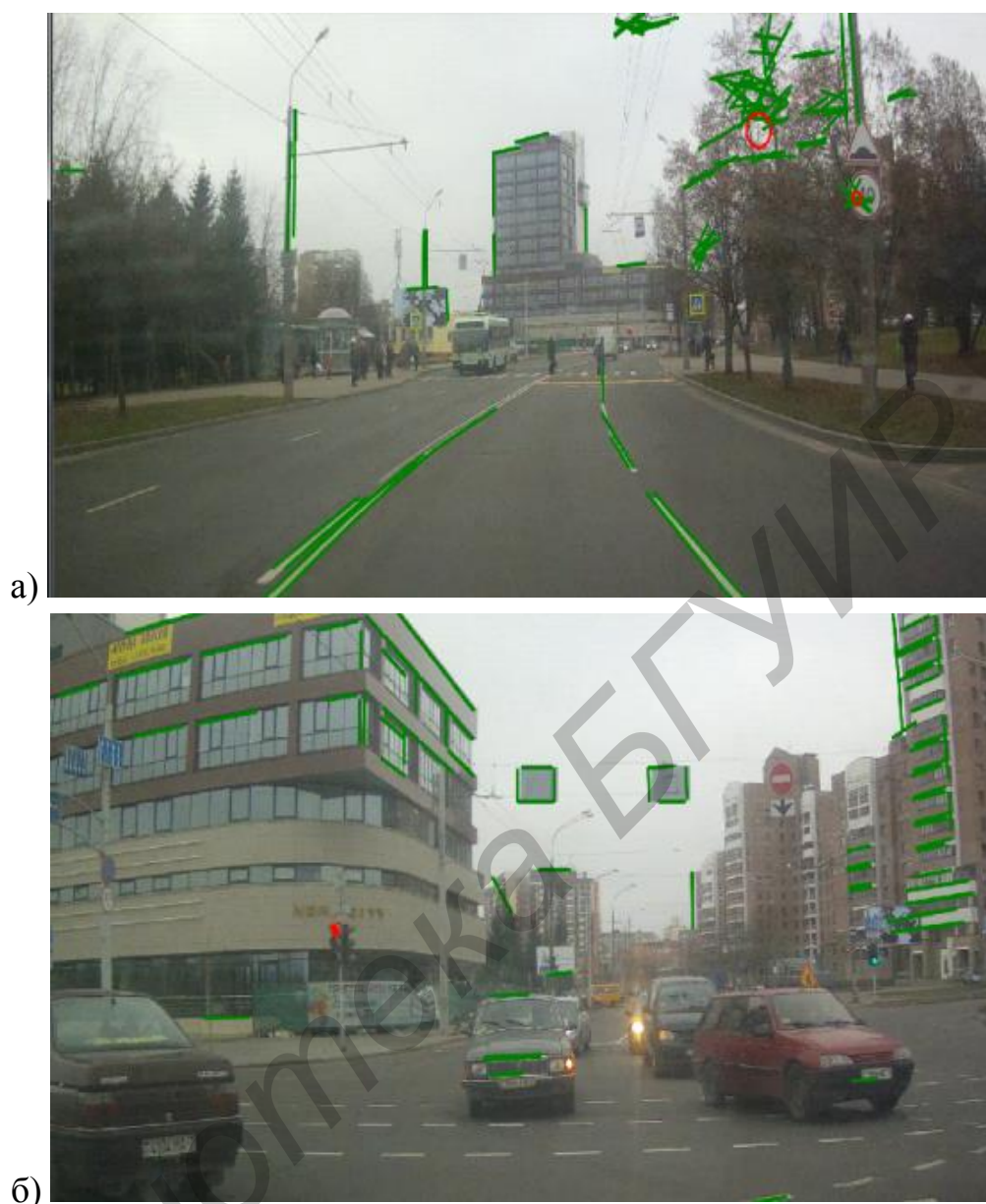
Канал насыщения может быть использован в том случае, если искомый объект обладает определенными цветовыми характеристиками.

*Эксперимент 5.* В данном эксперименте добавляется стадия постеризации изображения. Стадии предварительно обработки: преобразование в серое изображение, размытие по Гауссу, постеризация изображения.

В данном эксперименте наблюдается появление дополнительных помех, связанных с появлением новых границ в результате уменьшения цветовой палитры.

Иллюстрация работы приведена на рисунке 1.





**Рисунок 1 – Пример работы приложения**

На основе полученных данных были сделаны следующие выводы:

- 1) Алгоритмы Sanny-Nough требуют входное изображение/видео очень хорошего качества, снятое при хороших погодных условиях днём, либо с хорошо подобранной системой фильтрации и шумоподавления. В случае проведенных экспериментов незначительная помеха была также внесена алгоритмами сжатия видео.
- 2) Улучшить работу Sanny-Nough алгоритмов можно одним из следующих способов: постеризация на основе классов цветов, поиск дополнительных методов предобработки изображения, которые позволят улучшить качество работы алгоритма Sanny.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты, полученные в ходе работы, можно сформулировать следующим образом:

- 1) Рассмотрены различные алгоритмы распознавания объектов и различные способы предварительной обработки изображения, в частности с целью шумоподавления. Приведены достоинства и недостатки различных алгоритмов.
- 2) Рассмотрены различные существующие системы, предназначенные для детекции и идентификации дорожных знаков, описаны их достоинства и недостатки.
- 3) Разработано экспериментальное приложение, с помощью которого были проверены различные способы детекции геометрических фигур на примере дорожных знаков и приведена их сравнительная оценка.
- 4) Были предложены различные способы улучшения работы существующих алгоритмов детекции: постеризация на основе классов цветов, поиск дополнительных методов предобработки изображения, которые позволят улучшить качество работы алгоритма Canny.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

- [1] Свирский С.Н., Алгоритмы детекции простейших геометрических фигур, VI Международная Интернет-конференция молодых ученых, аспирантов и студентов INNOTECH 2014

Библиотека БГУИР