

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

УДК 621.391

Лосюков
Леонид Николаевич

Распознавание автомобильных номеров на видеопоследовательности

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук

по специальности 1-45 80 02 «Телекоммуникационные системы
и компьютерные сети»

Научный руководитель

Лагутин Андрей Евгеньевич
кандидат технических наук, доцент

Минск 2019

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Последние десятилетия характеризуются массовым внедрением информационных технологий в различные области человеческой жизни. Решить задачу повышения безопасности движения и улучшения дорожной обстановки позволяет внедрение и использование интеллектуальных транспортных систем. Обычно они представляют собой набор взаимосвязанных функциональных систем, таких как системы сбора информации с детекторов транспорта и телекамер. Вследствие многообразия внешних условий, в которых приходится работать указанным системам, методики, используемые при их создании, могут сильно отличаться друг от друга. Однако большинство существующих на сегодняшний день систем имеет в своем составе два основных блока: получения изображения и системы его последующего анализа, результаты которого во многом определяются качеством полученных изображений. Дополнением к технологическим факторам, искажающим качество цифрового изображения, является ряд внешних факторов, таких как освещение окружающей сцены, движение объектов внутри нее и так далее. Поэтому для получения высокой точности распознавания текстовых символов, находящихся на автомобильном регистрационном знаке, необходимо разрабатывать алгоритмы, позволяющие решить задачи детектирования и распознавания в присутствии шумов, при низкой резкости и контрастности изображения, ошибочном балансе белого и при прочих помехах, рассматриваемых в рамках области цифровой обработки изображений (ЦОИ).

Для задач распознавания объектов актуальным остается поиск алгоритмов, работающих без использования априорных сведений о свойствах объекта и позволяющих идентифицировать регистрационный знак в условиях наличия помех на телевизионных изображениях. Поэтому на современном этапе развития науки и техники разработка и анализ алгоритмов детектирования, сегментации и классификации символов представляют собой актуальную задачу.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность выбранной темы обусловлена необходимостью распознавания автомобильных номеров без внесения априорных сведений о свойствах объекта в условиях наличия помех на изображениях. В процессе выполнения диссертационной работы предложены комбинированный алгоритм детектирования номерной пластины автомобиля на цифровом изображении,

сочетающего в себе детектирование угловых особенностей объекта интереса, локальную и пороговую бинаризацию и детектирование аномалий, алгоритм сегментации номерной пластины на текстовые символы, не требующий априорных сведений о свойствах номерного знака, а также модифицированный алгоритм классификации объектов на основе дескрипторов.

Степень разработанности проблемы.

Исследования, посвященные разработке и усовершенствованию методов детерминации, сегментации и распознавания автомобильных регистрационных знаков широко освещены в работах зарубежных ученых: Гуляев Ю.В., Зубарев Ю.Б., Кривошеев М.И., Дворкович В.П., Дворкович А.В., Ярославский Л.П., Сойфер В.А., Фурман Я.А., Лабунец В.Г., Чобану М.К., Визильтер Ю.В., Бехтин Ю.С., Митра С., Гонсалес Р., Вудс Р., Чан Т., Бовик А., Неуво Ю. и др.

Недостатками большинства существующих алгоритмов распознавания и обработки изображений является то, что данные методы анализа изображений обеспечивают высокую точность только в строго заданных условиях. В процессе устранения этих недостатков и был разработан реализованный в данной работе алгоритм.

Цель и задачи исследования.

Целью данной работы является разработка и анализ новых алгоритмов детектирования, сегментации и классификации символов для улучшения характеристик систем автоматического распознавания автомобильных номерных знаков на основе нейронных сетей в условиях помех и искажений.

Для выполнения поставленной цели в работе были сформулированы следующие задачи:

- разработка комбинированного алгоритма детектирования номерной пластины автомобиля на цифровом изображении, сочетающего в себе детектирование угловых особенностей объекта интереса, локальную и пороговую бинаризацию и детектирование аномалий;

- разработка нового алгоритма сегментации номерной пластины на текстовые символы, не требующего априорных сведений о свойствах номерного знака;

- модификация алгоритма классификации объектов на основе дескрипторов.

Объектом исследования являются алгоритмы детектирования, сегментации и классификации, применяемые для обнаружения объектов в полутоновых и цветных изображениях.

Предметом исследования являются разработка и модификация алгоритмов с целью повышения эффективности функционирования систем видеофиксации и контроля движения автомобилей.

Область исследования.

Содержание диссертационной работы соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) специальности 1-45 80 02 «Телекоммуникационные системы и компьютерные сети».

Теоретическая значимость диссертации состоит в разработке новых алгоритмов детектирования, сегментации и классификации символов для улучшения характеристик систем автоматического распознавания автомобильных номерных знаков на основе нейронных сетей в условиях помех и искажений.

Структура и объем работы.

Структура диссертационной работы обусловлена целью, задачами и логикой исследования. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка и приложения. Общий объем диссертации – 130 страниц. Работа содержит 4 таблицы, 70 иллюстраций. Библиографический список включает 40 наименований.

Опубликованные работы.

A-1. Losyukov, L.N. Synthesis of images based on cellular automata / L.N. Losyukov, Qihui Zhao. // Telecommunication systems and networks: Proc. of the 53th Scientific Conference of graduate students, master students and students, 2 – 6 May 2017 / BSUIR, Minsk, Belarus – 2017. – P.35–36.

A-2. Losyukov, L.N. Cascaded classifier for license plate detection / L.N. Losyukov. // Infocommunications: Proc. of the 54th Scientific Conference of graduate students, master students and students, 23 – 27 April 2018 / BSUIR, Minsk, Belarus – 2018. – P.35–36.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, изложены основные положения, выносимые на защиту, показаны теоретическая и практическая значимость работы.

В первой главе представлена общая схема автоматизированной системы распознавания текстовых символов на цифровом изображении. Проведена систематизация, анализ и практическая реализация некоторых известных методов обнаружения текстовых символов на цифровых изображениях, к которым относятся:

- алгоритмы сравнения с шаблоном и оконные функции;
- корреляционные алгоритмы;
- алгоритмы на основе морфологической обработки и вычисления проекций;

– алгоритмы, основанные на вычислении дескрипторов и последующей классификации объектов.

Во второй главе описан новый алгоритм, основанный на обнаружении точечных особенностей на цифровых изображениях, позволяющий эффективно детектировать регистрационные номера автомобилей. Определены ключевые особенности изображения. Подробно рассмотрены следующие алгоритмы и методы:

- уголкового алгоритма Харриса, применяемого для поиска точек локальных особенностей изображения;
- бинаризация изображений по методу Оцу;
- алгоритмы локальной бинаризации изображений;
- алгоритм описания областей интереса с помощью HOG-дескрипторов.

Далее был рассмотрен подход классификации областей интереса с использованием методов машинного обучения, и определена статистическая модель алгоритма детектирования аномалий.

Анализ эффективности разработанного алгоритма проведен посредством метода ROC-кривых. Исследована зависимость точности детектирования номерной пластины от различных параметров работы алгоритма.

В третьей главе описан оригинальный алгоритм сегментации ранее детектированной номерной пластины с подбором наилучших параметров его работы. Для определения информационной значимости пикселя введено понятие «стоимостной функции». Данная функция является некоторой условной величиной, которая характеризует то, насколько важен данный пиксель в текущем изображении.

На основе полученных зависимостей выбраны значения параметров стоимостной функции a и b , оптимальные с точки зрения точного распознавания номерного знака. При этом достигнуто наиболее благоприятное соотношение между ошибками первого и второго рода.

Четвертая глава носит практический характер и посвящена заключительному этапу – разработке и анализу алгоритма классификации текстовых символов на номерной пластине. Для решения данной задачи используется ограниченная машина Больцмана. Для работы с коррелированными данными предложен оригинальный алгоритм обучения и функционирования нейронной сети. Представлена топология классификатора, используемого в разработанном алгоритме

Проведено сравнение предлагаемого алгоритма классификации текстовых символов с известными подходами к решению этой задачи: классическим шаблонным методом и алгоритмом на основе логистической регрессии и анализа главных компонент (АГК).

Также в рамках данной главы рассматривается реализация разработанных алгоритмов детектирования, сегментации и классификации текстовых символов в рамках единой программной среды.

Кроме того, проводится сравнение данного программного комплекса с коммерческим аналогом. Для сравнения результатов работы алгоритмов была сформирована оригинальная база тестовых изображений, содержащая 100 изображений различного разрешения.

В приложении приведен листинг кода основных файлов программной реализации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В магистерской диссертации проведена систематизация, анализ и практическая реализация некоторых известных методов решения задач детектирования, сегментации и классификации текстовых символов на цифровых изображениях в системах распознавания автомобильных регистрационных номеров.

Разработан многоступенчатый алгоритм, основанный на обнаружении точечных особенностей на цифровых изображениях и позволяющий эффективно детектировать регистрационные номера автомобилей. Предложенный многоэтапный алгоритм детектирования автомобильных регистрационных знаков на основе поиска точечных особенностей изображения позволяет добиться вероятности верного детектирования на уровне 97 %, что показывает его эффективность и конкурентоспособность по отношению к аналогичным современным алгоритмам. Однако использование многоэтапной структуры обработки данных приводит к увеличению вычислительной сложности алгоритма. Основными достоинствами предложенного алгоритма детектирования являются возможность более гибкой обработки данных за счет многоэтапной схемы выделения областей интереса, а также независимость от априорных сведений о свойствах номерного знака: его размерах, соотношении сторон и так далее. Его основным недостатком является зависимость от базы тестовых изображений при настройке алгоритма машинного обучения.

Разработан алгоритм сегментации текстовых символов на цифровых изображениях, учитывающий информационное содержание анализируемого кадра.

Предложенные алгоритмы вычисления энергетической и стоимостной функций и правила прохода для определения линий раздела между символами позволяют успешно сегментировать номерной знак с вероятностью 97 %.

Выполнена настройка параметров предложенных алгоритмов сегментации на основе визуальных и численных оценок точности сегментирования символов.

Усовершенствован алгоритм классификации текстовых символов на автомобильных регистрационных номерах, показывающий уровень верной классификации 96 %.

Проведено сравнение алгоритмов классификации в приложении к задаче распознавания текстовых символов на автомобильных регистрационных знаках с коммерческим аналогом. Выполнена реализация разработанных алгоритмов детектирования, сегментации и классификации символов автомобильных номерных знаков в рамках единой программной среды для мониторинга движения на автодорогах. Проведено сравнение предложенного программного продукта с коммерческим аналогом

Особая эффективность предложенных алгоритмов достигается для тех случаев, когда при обработке локальной области успешно детектированного номерного знака на цифровом изображении удается качественно рассчитать энергетическую и стоимостную функции. Примером может служить обработка высокотекстурированных изображений.

ОПУБЛИКОВАННЫЕ РАБОТЫ

A-1. Losyukov, L.N. Synthesis of images based on cellular automata / L.N. Losyukov, Qihui Zhao. // Telecommunication systems and networks: Proc. of the 53th Scientific Conference of graduate students, master students and students, 2 – 6 May 2017 / BSUIR, Minsk, Belarus – 2017. – P.35–36.

A-2. Losyukov, L.N. Cascaded classifier for license plate detection / L.N. Losyukov. // Infocommunications: Proc. of the 54th Scientific Conference of graduate students, master students and students, 23 – 27 April 2018 / BSUIR, Minsk, Belarus – 2018. – P.35–36.