

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА НА ДИССЕРТАЦИЮ

УСИЛИНА Сергея Александровича

«Алгоритмическое развитие Виола-Джонсовских детекторов для решения прикладных задач распознавания изображений», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (информационно-вычислительное обеспечение)»

Актуальность темы диссертационной работы

С каждым днем потребность в автоматизации различных процессов жизнедеятельности только растет. В частности, востребована автоматизация в таких областях, как оцифровка изображений документов, видеонаблюдение, контроль качества выпускаемой продукции, робототехника. Для такого рода автоматизации системы распознавания изображений играют первостепенную роль. Несмотря на значительные успехи в данной научной сфере, существует большое количество практических областей, где задача распознавания до сих пор не решается на должном уровне. Выделение объектов на изображениях и в видеопотоке, в свою очередь, является центральной задачей в любой системе распознавания. Именно этой задаче посвящена основная часть диссертационной работы.

Структура работы и ее содержание

От соискателя была получена диссертационная работа, состоящая из введения, пяти разделов, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, списка публикаций автора и трех приложений. Общий объем диссертации составляет 149 страниц, список литературы состоит из 128 источников.

Во *введении* обосновывается актуальность научной работы, формулируются цель и задачи диссертационного исследования, аргументируется научная новизна исследования и показывается теоретическая и практическая значимость полученных результатов.

В *первом разделе* автор приводит постановку задачи поиска объектов на цифровом изображении, подробно описывает метод поиска объектов Виолы и Джонса, а также рассматривает современное состояние дел в указанной научной области. В конце раздела соискатель формулирует актуальные нерешенные задачи в области применения метода Виолы и Джонса в промышленных распознающих системах, после чего актуализирует цель и задачи научного исследования.

Во *втором разделе* Усилин С.А. описывает разработанное семейство признаков, опирающихся на граничные характеристики объектов и устойчивые к различным параметрам освещенности. Представленные признаки являются прямоугольными признаками Хаара, вычисляемые поверх так называемой карты направленных границ, благодаря чему признаки обладают высокой обобщающей способностью и могут быть эффективно вычислены. Качество работы представленных в диссертационной работе признаков оценивалось на примере решения двух задач распознавания: поиск образов колес на фотографиях в боковом ракурсе и распознавание номера кредитной карты. В обеих задачах применение контурных признаков позволило построить более эффективный классификатор по сравнению с классическим каскадом Виолы и Джонса, построенным поверх яркостных признаков Хаара.

В *третьем разделе* автор решает задачу обучения высокоуровневого классификатора Виолы и Джонса в виде решающего дерева. Такой подход к обучению классификатора позволяет строить эффективные детекторы объектов, обладающие высокой вариативностью, а также выполнять дообучение детектора при расширении обучающих наборов данных. Алгоритм обучения древовидного классификатора применялся для построения детектора образа колеса автомобиля в боковом ракурсе и детектора логотипа платежной системы VISA. В обоих случаях представленный в диссертации алгоритм продемонстрировал свою эффективность с точки зрения улучшения качества детектирования.

В *четвертом разделе* описан оригинальный алгоритм адаптивного выбора распознающих классификаторов Виолы и Джонса для решения задачи многоклассовой детекции объектов в видеопотоке. В основе представленного алгоритма лежит стратегия жадного выбора действия в задаче многорукого бандита. Эффективность описанного алгоритма продемонстрирована на примере поиска и распознавания логотипов банковских карт в видеопотоке.

В *пятом разделе* представлено описание программного комплекса поиска объектов методом Виолы и Джонса, содержащего программную реализацию описанных в диссертационной работе методов и алгоритмов. В разделе приведены технические и функциональные требования, предъявляемые к подобного рода системам, описана архитектура разработанного программного комплекса, а также показаны примеры практического внедрения *objed*.

В *заключении* приведены основные результаты диссертации.

В *приложении* соискатель вынес подробное описание модуля обучения классификаторов программного комплекса *objed*, математическое описание алгоритма обучения сильного классификатора AdaBoost, а также сканы охранных документов на результаты интеллектуальной деятельности, в которых применяются представленные в диссертационной работе алгоритмы.

Научная новизна работы

Основная новизна работы состоит в следующем:

1. Разработано новое семейство признаков, опирающихся на геометрические особенности исследуемых объектов и устойчивых к различным параметрам освещенности.
2. Разработан алгоритм обучения высокоДировневого классификатора в виде решающего дерева, содержащего несколько выходов с положительным исходом. Рассмотрен случай дообучения такого классификатора при расширении обучающей выборки данных.

3. Предложен алгоритм решения задачи многоклассовой детекции объектов в видеопотоке, основанный на методах обучения машин с подкреплением.

Степень обоснованности и достоверности результатов исследования

Все положения и выводы диссертации достоверны и научно обоснованы. Достоверность указанных соискателем результатов подтверждается экспериментальными данными, полученными в процессе эксплуатации ряда промышленных распознающих систем, задача поиска объектов в которых решается методами и алгоритмами, представленными в диссертации.

Практическая значимость

Разработанные соискателем методы реализованы в виде программного комплекса поиска объектов методом Виолы и Джонса objed, исходный код которого опубликован на хостинге IT-проектов GitHub. На сегодняшний день программный комплекс objed уже используется в ряде промышленных информационных систем. Благодаря архитектурной универсальности и гибкости круг применимости программного комплекса objed может быть существенно расширен.

Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты диссертационной работы представляют большой теоретический и практический интерес. Они могут быть использованы для дальнейшего изучения и развития науки в данной области. Рекомендуется также использовать разработанный программный комплекс objed в научных работах, связанных с исследованием задач поиска объектов на изображениях и видеопоследовательностях.

Замечания

1) Результаты проведённых экспериментов во втором и третьем разделе не полностью согласуются друг с другом. Так, протестированный детектор колёс на базе обычного алгоритма Виола-Джонса демонстрирует точность 0,9773 при полноте 0,9355 (стр.74) В то время как во второй части, протестированный детектор колёс на базе алгоритма Виола-Джонса показывается для близких точностей полноту от 0.46 до 0.61 (стр.60), что существенно хуже результатов третьей части, при том что базовый алгоритм должен был быть идентичным.

2) В работе не приведены результатов экспериментов с алгоритмом, который бы комбинировал предложенные признаки и построение древовидного классификатора. В третьей части, где описывается предложенный алгоритм построения древовидного классификатора, используются только яркостные признаки, и не используются контурные, предложенные во второй части.

3) Контурные признаки помимо сравнения с яркостными признаками корректнее было бы сравнить и с градиентными признаками, например, интегральными канальными признаками, в которых происходит учёт всех градиентов по заданному направлению, а не только их мод, как по контурным признакам.

4) Как во второй, так и в третьей главах при экспериментах с распознаванием колёс и кредитных карточек измеряются достигнутые характеристики, но при этом не говорится, насколько эти характеристики обеспечивают возможность использования алгоритмов на практике для решения указанных задач. Можно ли считать сформулированные задачи детектирования колёс и распознавания карточек полностью решёнными?

Указанные замечания, впрочем, не являются критическими, поскольку отмеченные недостатки не нарушают целостность работы и не сказываются заметным образом на корректности полученных результатов.

Заключение

На основании материалов диссертации считаю, что диссертация Усилина Сергея Александровича «Алгоритмическое развитие Виола-Джонсовских детекторов для решения прикладных задач распознавания изображений» является законченным научно-квалификационным трудом и удовлетворяет требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней, а её автор, С.А. Усилин, заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13. 01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (информационно-вычислительное обеспечение)»

Доцент факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ имени М.В. Ломоносова

кандидат физико-математических наук
(специальность 05.13.11 -

Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей)



Конушин Антон Сергеевич



Сведения об организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Адрес: 119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, 1, тел.: +7 (495) 939-17-71 факс: +7(495)939-25-96 E-mail: anton.konushin@graphics.cs.msu.ru