

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

на диссертационную работу 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 исследований**

Методы, алгоритмы, информационные технологии и системы анализа и интерпретации цифровых изображений и регистрируемых сцен являются ключевой составляющей целого ряда основных цифровых технологий, утвержденных в 2017 году в Программе "Цифровая экономика Российской Федерации" Правительством РФ. Диссертационная работа Усилина С.А. посвящена вопросам разработки метода выделения объектов на изображениях видеопотока в реальном времени и их автоматического распознавания. Предлагаемые соискателем решения оказываются применимыми для решения целого ряда практических задач: оцифровки изображений документов, видеонаблюдения, контроля качества выпускаемой продукции, робототехники и др. С этой точки зрения тема диссертационной работы представляется не просто актуальной, но отвечающей самым современным вызовам экономики.

### **Содержание диссертационной работы**

Диссертация состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, списка опубликованных работ и трех приложений. Общий объем диссертационной работы составляет 149 страниц. Список литературы включает 128 источников.

Введение диссертационной работы посвящено оценке ее актуальности, формулированию цели исследования, а также постановке задач, которые требуется решить для достижения этой цели.

Первый раздел является вводным, в рамках него формализуется задача поиска объектов на цифровом изображении, дается описание известного метода Виолы-Джонса, проводится анализ современного состояния в этой научной области. В конце раздела формулируются актуальные нерешенные задачи в части применения метода Виолы-Джонса для решения прикладных задач. Последующие разделы диссертационной работы содержат описание полученных соискателем новых научных результатов.

Второй раздел представляет собой описание нового семейства признаков, устойчивых к изменениям параметров освещенности и учитывающих геометрические особенности объектов.

В третьем разделе представлена модификация метода Виолы-Джонса, основанная на представлении высокоуровневого классификатора объектов в виде решающего дерева.

Четвертый раздел содержит постановку задачи распознавания объектов в видеопотоке и описание предложенного эффективного алгоритма ее решения, основанного на адаптивном выборе решающего правила.

Последний раздел основного текста диссертационной работы посвящен описанию разработанного программно-алгоритмического модуля поиска объектов `objed`. Приложения к диссертации содержат материалы, представляющие более подробное изложение оригинального метода Виолы-Джонса, а также демонстрирующие практическое использование (в т.ч., внедрение) полученных соискателем результатов.

Следует отметить логику, присутствующую в структуре диссертационной работы, которая дает возможность анализировать основные теоретические положения и выводы, выносимые на защиту. Каждый раздел содержит четкие и исчерпывающие выводы, подтверждающие оригинальность и новизну полученных результатов, их практическую значимость.



## **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Все основные положения, выносимые на защиту, являются обоснованными. Это подтверждается корректным использованием математического аппарата, корректными доказательствами, численными сравнениями предложенного метода и его составляющих (алгоритмов) с известными. Многочисленные примеры и проведенные численные эксперименты подтверждают эффективность авторского подхода и убедительно иллюстрируют корректность основных результатов и выводов диссертационной работы. Основные положения и результаты диссертационной работы Усилина С.А. прошли апробацию на профильных международных научных конференциях, а также были обсуждены на международном научно-исследовательском семинаре Национального комитета при Президиуме РАН по распознаванию образов и анализу изображений «Анализ и понимание изображений».

### **Достоверность и научная новизна научных положений и выводов**

Научной новизной обладают следующие полученные соискателем результаты:

- семейство вычислительно эффективных признаков, рассчитываемых с использованием карты направленных границ и базиса Хаара;
- модификация метода Виолы-Джонса, основанная на представлении высокоуровневого классификатора объектов в виде решающего дерева;
- алгоритм адаптивного выбора решающего правила для распознавания объекта в последовательности кадров видеопотока.

Достоверность положений и выводов подтверждается результатами численных экспериментов, представленными в работе, а также результатами эксплуатации ряда распознающих систем (по материалам Приложения к диссертационной работе), в которых использованы разработанные соискателем методы и алгоритмы.

## **Теоретическая и практическая значимость работы**

Теоретическая значимость диссертации Усилина С.А. заключается в развитии методов и алгоритмов обработки, распознавания, анализа и интерпретации цифровых изображений и видеоданных. Соискателем разработано новое семейство признаков, предложена модель высокоуровневого представления классификатора в виде решающего дерева, дано решение задачи адаптивного выбора решающего правила для распознавания объекта в последовательности кадров видеопотока.

Представленные в диссертационной работе методы и алгоритмы реализованы соискателем в виде программного комплекса `objed`. Разработанный программный комплекс внедрен соискателем в ряд коммерческих информационных систем: автоматический классификатор транспортных средств АКТС-4, интеллектуальная система автономного вождения Cognitive C-Pilot, программные комплексы распознавания документов, удостоверяющих личность, Smart PassportReader и Smart IDReader.

## **Публикация основных результатов диссертации**

Основное содержание диссертации представлено в 23 печатных публикациях, из которых 17 представляют собой публикации в журналах и сборниках трудов профильных конференций. При этом 5 работ опубликовано в журналах, входящих в рекомендованный ВАК список, а 3 работы представлены в трудах международных конференций, индексируемых Scopus и/или Web of Science.

Опубликованные работы и автореферат полностью отражают содержание диссертации.



## **Замечания по диссертации**

Диссертационная работа Усилина С.А. в полной мере отражает решение поставленных задач и подтверждает достижение сформулированной цели. По тексту работы имеются следующие замечания.

1. В алгоритме построения "карты направленных границ" (стр.54) используются два пороговых значения  $T_H$  и  $T_L$ . В тексте работы не указан способ определения указанных параметров. Также не представлен способ решения проблемы построения "карты направленных границ" в ситуации, когда "сильных" граничных точек для построения "истинных границ" оказывается слишком мало (вариант малоконтрастного изображения).

2. При описании алгоритма обучения высокоуровневого классификатора в виде решающего дерева (подраздел 3.1) не указан способ (формальная постановка задачи и алгоритм ее решения) построения классификатора очередного уровня и состав используемых им признаков. Также не представлен способ решения проблемы переобучения высокоуровневого классификатора.

3. При описании "алгоритма адаптивного выбора распознающих классификаторов" (стр. 85-86) пропущен оператор обновления значения "текущей ценности" классификатора ( $V_{curr}$ ). При формальном прочтении представленного алгоритма это приведет к его заикливанию и отсутствию изменений в значениях величин  $V_1, \dots, V_N$ . Нулевые инициализирующие значения указанных величин также представляются ошибочными, так как они не могут быть модифицированы в ситуации, когда первый из алгоритмов ( $C_1$ ) не детектирует объект.

## **Общая оценка работы**

В целом, перечисленные недостатки и замечания не снижают общую положительную оценку диссертационной работы Усилина С.А., ее научную ценность и практическую значимость. Диссертационная работа Усилина С.А. является законченной научно-квалификационной работой, отвечающей

критериям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (с изменениями постановлений Правительства РФ от 21.04.2016 г. № 335, от 02.08.2016 г. № 748, от 29.05.2017 г. № 650, от 28.08.2017 г. № 1024), предъявляемым к кандидатским диссертациям на соискание ученых степеней.

Считаю, что Усилин Сергей Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации».

профессор кафедры геоинформатики и информационной безопасности федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», д.ф.-м.н., доцент

Подпись Мясникова В.В. удостоверяю.  
Начальник отдела сопровождения деятельности  
ученых советов Самарского университета  
Васильева И.  
«27» февраля 2018

/ В.В. Мясников  
«27» февраля 2018 г.



Мясников Владислав Валерьевич,  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Самарский национальный исследовательский  
университет имени академика С.П. Королева», кафедра геоинформатики и  
информационной безопасности,  
443086, г. Самара, ул. Московское шоссе, д. 34,  
+7 (846) 267-43-70, vmyas@geosamara.ru.