

ОТЗЫВ

официального оппонента д.т.н., проф. РАН на диссертационную работу Арлазарова Владимира Викторовича «Мобильное распознавание и его применение к системе ввода идентификационных документов», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика»

Актуальность работы. Несмотря на продолжительную историю в настоящее время продолжается исследования в области распознавания образов. Имеющиеся модели и алгоритмы распознавания различных объектов дополняются новыми теоретическими и практическими знаниями. Интенсивно развивающейся областью исследований является распознавание документов, в том числе документов удостоверяющих личность. Исследования распознавания документов удостоверяющих личность являются актуальными, прежде всего, из-за применения документов удостоверяющих личность в удаленных процедурах удаленного взаимодействия человека и компьютерных систем. В организации такого удаленного взаимодействия важными являются не только теоретические результаты, но и практические вопросы реализации систем распознавания документов удостоверяющих личность.

Диссертация В.В. Арлазарова посвящена проблеме распознавания оцифрованных образов документов на мобильных устройствах. Исследования в этой области относятся сразу к нескольким направлениям информатики: обработка изображений, распознавания образов, искусственный интеллект и другие. Об актуальности, теоретической и прикладной значимости таких исследований свидетельствует большой поток научных публикаций и рост рынка программного обеспечения для систем обработки документов. В этой связи является актуальной тема диссертационной работы, цель которой состоит в построении систем распознавания документов, удостоверяющих личность, а также в создании

архитектуры и алгоритмов для систем распознавания документов удостоверяющих личность.

В.В. Арлазаров на основе разработки новых моделей и алгоритмов распознавания документов, предложил способ построения кардинально новых систем распознавания документов. Полученные результаты учитывают две особенности распознаваемых документов. Во-первых, учтены способы создания документов удостоверяющих личность, включая элементы защиты, виды формирования символов текста, использование сложных фонов и оптически-изменяемых элементов. Во-вторых, исследованы особенности оцифровки документов мобильными устройствами, существенно отличающимися от оцифровки сканерами. Также соискателем подробно исследованы вопросы повышения быстродействия предложенных алгоритмов, имеющих значение при реализации на мобильных платформах.

Целью диссертации является исследование задач, связанных с построением систем распознавания документов, удостоверяющих личность, и создание архитектуры и алгоритмов, необходимых для построения новых систем для мобильных платформ. Для достижения указанной цели в процессе решения задач диссертантом были предложены следующие методы:

1. Метод выделения документа на сложном фоне, не требующий бинаризации и учитывающий проективные искажения, свойственные фото и видео снимкам.

2. Метод выделения текстовых фрагментов на документе, не требующий предварительного распознавания текстов и учитывающий возможные перепады яркостей и нарушения регулярности текстовой структуры.

3. Метод распознавания строки, учитывающий зашумление из-за оцифровки камерами мобильных устройств.

4. Метод проверки подлинности удостоверяющих документов, включающий проверки как геометрического характера (подписи, печати и т. д.), так и логического характера.

5. Методы использования видеопоследовательностей для улучшения качества распознавания с помощью комбинирования результатов и ограничения числа рассматриваемых кадров.

6. Методы построения коллекций аугментированных и синтезированных удостоверяющих документов с нужными характеристиками для обучения и контроля программ распознавания, учитывая трудности получения реальных документов.

Научная новизна и практическая значимость исследований. На мой взгляд, к числу наиболее существенных научных результатов, полученных в диссертации, относятся:

1. Архитектура системы распознавания документов, удостоверяющих личность, базирующаяся на современных возможностях обработки искаженных изображений, реставрации формы документа, распознавания зашумленных образов символов и проверку подлинности документа.

2. Уникальный датасет, содержащий видеопоследовательности с изображениям документов, удостоверяющих личность, позволяющий оценивать качество программных средств проверки подлинности.

3. Новые алгоритмы, позволяющие эффективно выделять изображение документа на сложном фоне.

При непосредственном участии и под руководством соискателя были создана многоплатформенная программная система ввода идентификационных документов Smart ID Engine и программное обеспечение Smart IDReader. Эти программные продукты были апробированы на различных аппаратных и программных архитектурах. Smart ID Engine и Smart IDReader позволяют обрабатывать изображения и видеопоследовательности документов, удостоверяющих личность, как на мобильных устройствах, так и на рабочих станциях и серверах. Высокая точность распознавания идентификационных документов различных стран достигается не только за счет современных алгоритмов обработки изображений, распознавания

символов и детектирования графических объектов, но и благодаря существенному применению методов анализа образов в видеопоследовательностях.

На основании полученных в диссертации результатов решены задачи проверки подлинности удостоверяющих документов. Соискателем разработаны методы проверки подлинности, которые детектируют значительную часть возможных фальсификаций и подделок. К ним относятся контроль нескольких объектов, таких как подписи и печати, контроля способа нанесения текстовой информации, сверка избыточных данных, анализ круглых печатей

Необходимо отметить, что в других исследованиях ранее систематически не изучались возможности обработки видеопоследовательности для распознавания содержащихся в них образов документов.

Практическая ценность полученных в работе результатов подтверждается внедрением в мобильные и серверных приложениях ряда российских государственных и коммерческих организаций: ФНС, МВД, РЖД, Банк Тинькофф, Альфабанк, Банк Открытие, Газпромбанк, МТС, Beeline, МегаФон, что подтверждено актами о внедрении. Разработанные программные системы также являются частью Государственной системы миграционного и регистрационного учета, а также изготовления, оформления и контроля обращения документов, удостоверяющих личность (системы «Мир»).

Обоснованность и достоверность научных положений, основных выводов и результатов диссертации обеспечивается за счет корректного использования методов системного анализа, методы теории вероятностей и математической статистики, а также современных методов Computer Science, в частности, методы цифровой обработки изображений.

Полученные результаты не противоречат результатам, полученных авторами других научных источников. Достоверность научных положений, основных выводов и результатов диссертационной работы подтверждается их апробацией и многосторонним обсуждением на целом ряде научных конференций и семинаров. Результаты, полученные соискателем, изложены в 40 печатных работах, 20 из

которых изданы в журналах, рекомендованных ВАК, 30 работ индексируется Web of Science и Scopus (включая 10 работ, опубликованных в журналах Q1 и Q2). Практическая значимость работы подтверждается также 2 патентами США, 5 патентами на изобретение РФ, 16 патентами на полезную модель и 4 свидетельствами о государственной регистрации программы для ЭВМ

Соответствие паспорту специальности. Предмет исследования соответствует паспорту специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика», а именно пункту 1 «Теоретические основы и методы системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта», пункту 2 «Формализация и постановка задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта», пункту 4 «Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта», пункту 5 «Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения для решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта».

Значимость для науки и практики. Теоретическая значимость работы состоит в новой постановке задачи систем распознавания документов и новых подходах к построению систем распознавания документов, удостоверяющих личность. Практическая значимость диссертационной работы состоит в применимости предлагаемых в диссертации концепций и методов к построению систем распознавания идентификационных документов на мобильных платформах. Практическая значимость подтверждается применением созданного программного инструментария в большом количестве прикладных систем, работающих в сотнях организаций, использующих распознавание паспортов РФ, пластиковых карт, машиночитаемых зон, водительских удостоверений и других документов. Некоторые внедрения были реализованы на отечественной архитектуре Эльбрус.

Замечания по диссертации.

1. На странице 17 в классификации документов по структуре указано «документы, созданные без шаблона, например, деловые письма». Однако при создании деловых писем часто используются шаблоны, в том числе стандартные для конкретных систем документооборота.
2. На странице 22 определена «горизонтальная проекция» $\pi_1(j)$, хотя в формуле (1.1) $\pi_1(j)$ вычисляется как сумма по строке матрицы изображения, то есть $\pi_1(j)$ является проекцией на вертикальную ось.
3. В разделе 1.2.1, посвященном устранению возможных искажений при оцифровке изображения, не рассмотрены сферические aberrации.
4. В разделе 2.8.1 в исследовании объединения результатов распознавания нескольких полей, содержащих одну и ту же информацию, не изучен вопрос о независимости получения результатов распознавания для нескольких полей.
5. В разделе 3.5. "Использование особенностей архитектур современных мобильных центральных процессоров для оптимизации вычислений в системах распознавания" приведено сравнение оптимизированных для платформы NEON реализаций алгоритмов транспонирования матрицы и морфологической фильтрации с неоптимизированными вариантами. Однако для данной платформы не приведены аналогичные замеры ускорения для оптимизированной системы распознавания документов.

Отмеченные недостатки не снижают общей положительной оценки диссертации.

Заключение

Считаю, что диссертация В. В. Арлазарова «Мобильное распознавание и его применение к системе ввода идентификационных документов» является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на высоком научно-техническом уровне. Совокупность полученных диссертантом лично результатов можно квалифицировать как вклад в решение крупной научной проблемы разработки новых систем распознавания документов на мобильных устройствах. Полученные автором результаты достоверны и обоснованы, достаточно опубликованы. Автореферат

правильно отражает основное содержание диссертации. Работа хорошо структурирована. По каждой главе и работе в целом сделаны четкие и обоснованные выводы.

Диссертационная работа отвечает критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор Арлазаров Владимир Викторович заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации в отраслях (информационно-вычислительное обеспечение).

Официальный оппонент,
профессор Высшей школы искусственного интеллекта
Федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого» (СПбПУ)
доктор технических наук, профессор

Уткин Лев Владимирович

