

УТВЕРЖДАЮ

Директор

ИИИМ им. М.В. Келдыша РАН

д.ф.-м.н., член-корреспондент РАН

А.И. Алтекарев



«25» августа 2017 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации о научно-практической ценности диссертации Небабы Степана Геннадьевича на тему «Технология подготовки изображений лиц к распознаванию личности в видеопотоке в режиме реального времени на основе компенсации ракурса и трекинга лиц» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 05.13.17 «Теоретические основы информатики».

1. Актуальность темы

Диссертационная работа Небабы Степана Геннадьевича посвящена решению задачи повышения точности и скорости работы систем распознавания личности по изображению лица в видеопотоке в режиме реального времени с помощью алгоритмов трекинга и коррекции ракурса, а также разработке комплексной технологии на основе разработанных алгоритмов.

Для решения поставленной задачи используются современные методы теории алгоритмов, теории моделирования, методы планирования численных экспериментов, а также методы теории вероятностей и математической статистики для количественной обработки данных экспериментов.

Актуальность работы не вызывает сомнений – предварительная обработка и оценка изображений являются одними из наиболее актуальных задач компьютерного зрения и систем идентификации личности. Применение существующих методов анализа и обработки изображений в системах реального времени ограничено их быстродействием и проблемами автоматизации процесса, эти проблемы особенно актуальны для задач оценки и коррекции ракурса, а также поиска и слежения за объектами в кадре.

Автор в своей работе предложил новый алгоритм формирования набора изображений для систем распознавания, использующих методы сравнения кластеров

биометрических векторов, основанный на собственной модификации метода синтеза деформируемых моделей лиц, а также алгоритм, повышающий скорость детектирования лиц на изображении и комплексную технологию на основе предложенных алгоритмов.

2. Научная новизна проведенных исследований

Основной научный результат, полученный автором, заключается в:

- разработке новой модификации метода синтеза деформируемых моделей лиц с использованием восстановления поверхностей методом интерполяции Шепарда, позволяющей создавать индивидуальные трехмерные модели лица человека в автоматическом режиме.
- создании нового алгоритма формирования набора изображений лиц, основанного на применении предложенной модификации метода деформируемых моделей лиц.
- разработке нового алгоритма трекинга лиц в видеопотоке, комбинирующего методы background subtraction и Виолы-Джонса, и повышающего скорость поиска и трекинга лиц по сравнению с алгоритмом детектирования, использующим только метод Виолы-Джонса.
- разработке на основе результатов исследований новой комплексной технологии подготовки изображений лиц для систем распознавания личности в видеопотоке в режиме реального времени, основанной на предложенных алгоритмах компенсации ракурса и трекинга лиц.

3. Значимость для науки и практики

Предложенная технология предварительной подготовки изображений лиц позволяет применять трудоемкий алгоритм создания трехмерных моделей лиц человека к задаче распознавания личности в видеопотоке в режиме реального времени, без повышения требований к вычислительной мощности аппаратного обеспечения. Автором в разделе 2.1.5 показана возможность автоматизации существующего алгоритма построения трехмерных моделей лиц, основанного на методе деформируемых моделей лиц, в то время как применение этих моделей к задаче распознавания повышает точность стандартного алгоритма классификации изображений, что показано в разделе 3.2. Отсутствуют требования к подбору индивидуальных параметров каждого лица, что является обязательным условием для стандартной реализации алгоритма. В отличие от методов

получения трехмерных моделей сканерами и стереокамерами предложенная автором модификация алгоритма позволяет применять методы классификации изображений даже в условиях неполной исходной информации.

В разделе 2.1.1 автором предложен алгоритм трекинга, позволяющий снизить требования к вычислительной мощности для задачи детектирования лиц в видеопотоке с помощью метода вычитания фона, существующие же на сегодняшний день алгоритмы направлены преимущественно на повышение точности определения трека. Предложенный автором алгоритм трекинга позволил добиться существенного снижения времени обработки кадров видеопотока детектором. Результаты тестирования на видеофайлах, приведенные в разделе 3.2, подтвердили быстроедействие предложенного алгоритма трекинга.

Проверка адекватности технологии, приведенная в разделах 3.3 и 4.3, показала независимость полученных результатов от характеристик изображений и видеозаписей.

4. Рекомендации по использованию результатов и вывод

Теоретические и практические результаты диссертационного исследования Небабы С.Г. могут быть эффективно использованы:

- учеными в области обработки изображений, распознавания образов и построения 3D моделей;
- разработчиками систем технического зрения и распознавания лиц;
- студентами, аспирантами и работниками вузов, занимающихся исследованиями методов распознавания образов и обработки изображений.

5. Достоверность результатов исследований

Достоверность научных результатов обеспечивается применением проверенных методов теории вероятностей и математической статистики, применением оценок точности по вероятностям ошибок первого и второго рода False Accept Rate и False Reject Rate, равного уровня вероятностей ошибок Equal Error Rate, а также соответствием экспериментальных данных, полученных в ходе исследований, апробации и опытного внедрения на собственных и общедоступных базах изображений, таких как FERET faces и Caltech faces. Полученные результаты согласуются с результатами, полученными другими авторами.

6. Соответствие требований по выполнению, оформлению и апробации диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, а также библиографического списка, включающего 121 источник и четырех приложений. Общий объем работы 154 страницы, в том числе 53 рисунка и 19 таблиц. В приложениях приведены свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, акты о внедрении и листинг фрагментов исходного кода программного комплекса.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цели и задачи исследования, научная новизна, методы исследования, практическая значимость.

В первой главе диссертации рассмотрено современное состояние методов и алгоритмов трекинга, коррекции ракурса и освещения в приложении к задаче распознавания личности по изображению лица, проведен подробный анализ результатов, полученных множеством независимых ученых. В результате систематизации выделены направления, в которых процесс предварительной обработки изображений лиц может быть оптимизирован для задач реального времени. Формулируются требования к трекингу лиц в видеопотоке и алгоритмам компенсации освещения. Среди алгоритмов коррекции ракурса наиболее перспективным, с точки зрения автора, является метод построения трехмерных моделей лиц.

Во второй главе приводится описание предлагаемых автором алгоритмов трекинга и коррекции ракурса съемки лиц, а также использующей эти алгоритмы технологии предварительной обработки изображений лиц в видеопотоке для систем распознавания личности. Для быстрого трекинга лиц в видеопотоке используется комбинация существующих методов вычитания фона и Виолы-Джонса. Усовершенствование существующего алгоритма построения деформируемых моделей лиц достигается автором посредством применения в процессе их синтеза метода интерполяции Шепарда, позволяющего автоматизировать создание результирующей трехмерной модели лица человека.

Предлагаемая технология подготовки изображений основана на применении автоматических алгоритмов трекинга и построения трехмерных моделей, что позволяет применять ее в системах распознавания личности по изображению лица в видеопотоке в режиме реального времени. Приведено описание и структура программного комплекса распознавания личности, разработанного с использованием языка программирования C++ в составе среды Visual Studio и оболочки Qt, чьей особенностью является гибкость подбора параметров для всех включенных в состав алгоритмов.

В третьей главе описаны характеристики баз изображений лиц, использованных в тестировании предложенных алгоритмов, результаты собственных вычислительных экспериментов и их анализ. Тестирование алгоритмов с различными параметрами показало их эффективность в задачах повышения точности распознавания личности и возможность их применения в системах реального времени.

В четвертой главе приводятся результаты внедрения разработанного программного комплекса в Институте кибернетики Томского политехнического университета, а также результаты тестирования технологии подготовки изображений к распознаванию на реальных видео, подтверждающие заявленную в работе эффективность алгоритмов.

В заключении обобщаются основные теоретические и практические результаты, полученные в диссертационной работе.

В приложении приведены акт о внедрении, свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ и справка об использовании результатов.

По теме диссертации опубликованы 11 работ, в том числе 5 статей в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендуемых ВАК РФ, 3 публикации в материалах международных научных конференций, 2 работы в издании, входящем в международную базу цитирования «SCOPUS», 1 работа в издании, входящем в международную базу цитирования «Web of Science». По результатам диссертационной работы создана программная реализация предложенных алгоритмов, получившая свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Автореферат соответствует содержанию диссертации и установленным нормативам, и содержит 24 страницы текста.

7. Замечания и недостатки

Диссертация хорошо и подробно структурирована, написана хорошим языком, однако существуют некоторые замечания:

1. Не показаны результаты работы предлагаемого алгоритма трекинга на базе видеозаписей, представленных в открытом доступе.
2. В диссертационной работе было бы хорошо провести непосредственное сравнение точности получаемых трехмерных моделей лиц предложенным алгоритмом с эталонными трехмерными моделями, а также с существующими методами вычисления моделей, используя в качестве критерия геометрическую близость точек.

3. В работе не приведено обоснование выбора граничных условий по формированию наборов изображений, неясно, из каких соображений выбирается угол отклонения трехмерных моделей лица от фронтальной плоскости изображения при синтезе поворотов лиц.
4. В работе не приведено подробное описание и обоснование выбора метода PCA для снижения размерности и метода kNN (k Nearest Neighbours) для решения задачи кластерного анализа. Следует отметить, что в подобных задачах выбираемый метод может оказывать достаточное влияние на получаемый результат. Все результаты тестирования получены с помощью метода сравнения биометрических векторов k Nearest Neighbours. В работе не показано как будет варьироваться надежность предложенной технологии и отдельных алгоритмов в зависимости от выбора методов формирования и сравнения биометрических векторов.

8. Заключение

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации. Диссертационная работа Небабы Степана Геннадьевича является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне и посвященной актуальному направлению. Работа имеет высокую теоретическую и практическую значимость. Основные результаты диссертации опубликованы в научной печати и доложены на всероссийских и международных конференциях. Автореферат правильно и полно отражает её содержание. Все положения диссертации обоснованы и подкреплены теоретическим анализом и проведенными исследованиями.

Диссертация соответствует п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. No 842, отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 - «Теоретические основы информатики», а ее автор достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по данной специальности.

Отзыв подготовил:

К.ф.-м.н., старший научный сотрудник 2 отдела

ИПМ им. М.В. Келдыша РАН

Бондарев Александр Евгеньевич

Телефон: +7 (916) 121-41-80

125047, Москва, Миусская пл., д.4, Федеральное
государственное учреждение «Федеральный
исследовательский центр Институт прикладной математики
им. М.В. Келдыша Российской академии наук»



А.Е. Бондарев

Отзыв обсужден и утвержден на расширенном семинаре отдела 2 федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук» 23 августа 2017 г., протокол № 27.

Заведующий отделом 2,

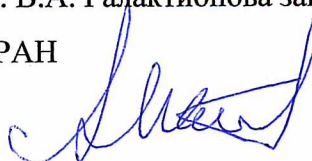
д.ф.-м.н., профессор



В.А. Галактионов

Подписи к.ф.-м.н. А.Е. Бондарева и д.ф.-м.н. В.А. Галактионова заверяю
ученый секретарь ИПМ им. М.В. Келдыша РАН

к.ф.-м.н.



А.И. Маслов