

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

кандидата физико-математических наук, начальника лаборатории анализа динамических сцен ФГУП «ГосНИИАС» **Вишнякова Бориса Ваисовича** на диссертационную работу Чернышова Виктора Геннадьевича **«Биометрическая идентификация личности по изображению внешней стороны ладони на базе мобильного устройства»**,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности **05.13.17 – «Теоретические основы информатики»**.

Актуальность темы диссертации

В настоящее время технологии биометрической идентификации личности человека стремительно развиваются, их внедряют в различные платформы и устройства – в том числе и на мобильные. Технические характеристики и доступность смартфонов и планшетов, оснащённых цифровыми камерами, позволяют рассматривать подобные мобильные устройства в качестве аппаратной платформы для идентификации личности по изображению внешней стороны ладони. Помимо отсутствия необходимости в специальных сенсорах (как в случае с радужной оболочкой глаза и отпечатками пальцев), ещё одним достоинством этого биометрического признака является его социальная приемлемость.

Несмотря на перспективность технологии идентификации по внешней стороне ладони, в научной литературе не представлено описания систем, работающих на базе мобильного устройства и пригодных для реального применения. Сложности кроются в нестационарных условиях эксплуатации реальной системы (вариации освещенности, фона, угла наклона камеры), а также в необходимости такого протокола взаимодействия с пользователями, при котором система будет не только эффективна (в плане точности и затрачиваемого времени), но и проста в использовании. Таким образом, существует необходимость как в разработке новых методов, так и в написании программного комплекса – этому и посвящена работа Чернышова В.Г. Написанное выше обуславливает актуальность диссертации.

Содержание

В диссертации можно выделить следующие части: введение, четыре главы, заключение, список литературы.

Во введении обоснована актуальность работы, определяются цели и задачи исследования, описан предлагаемый подход к их решению, сформулированы положения, выносимые на защиту, отражена теоретическая и практическая значимость, приведён список публикаций и выступлений по теме диссертации.

Глава 2 является обзорной и содержит развёрнутое обсуждение различных подходов к идентификации личности по ладони: по форме, по изображению (рисунку) внутренней стороны, по изображению (кожным складкам пальцев) внешней стороны ладони. Проанализированы мультимодальные методы. Даны комментарии по связи

разрешения изображения ладони и характера извлекаемых текстурных признаков. Отдельный раздел посвящён рассмотрению систем распознавания по ладони на основе мобильных устройств. В завершении обзора делаются ряд важных выводов, которые ещё раз подтверждают актуальность диссертации автора.

1) Подавляющее большинство методов идентификации по кожным складкам внешней стороны пальцев ориентированы на работу с изображениями, собранными с помощью специального устройства высокого разрешения (Лин Джанг и др., 2010) в стационарных условиях: при фиксированном положении пальца и при постоянной подсветке. Это существенно отличается от реальных условий эксплуатации – от съёмки с мобильным телефоном в руках (без штатива) в помещении с обычным освещением.

2) Мультимодальные методы, которые работают с кожными складками пальцев, в качестве второй модальности используют рисунок внутренней стороны ладони (а не форму ладони), что делает создание **удобной** мобильной системы идентификации на их основе крайне затруднительным.

3) В релевантной диссертации Чернышова В.Г. статье (Ченг КамЙен, 2012) описан метод (и программный комплекс на базе мобильного устройства), работающий кожными складками пальцев, обладающий невысокими характеристиками точности ($EER=9\%$). Более того, сама система спроектирована для персональной аутентификации, что исключает её реальное применение для идентификации в малых группах без существенной доработки механики работы.

Глава 3 является центральной в диссертации, в ней приводится описание метода идентификации по изображению ладони. Его ключевая идея состоит в декомпозиции задачи идентификации на задачи детектирования и распознавания, для чего вводится понятие «корректной» ладони. Корректность определяется в ходе процедуры детектирования на стороне клиента (мобильное устройство), одобренные снимки отправляются в процедуру распознавания (удалённый сервер).

В разделе 3.4 подробно описан метод детектирования, включающий в себя:

1. обнаружение объекта-кандидата на роль ладони в кадре на базе «быстрой» адаптивной бинаризации по Отсу
2. создание скелетного представления ладони (на основе непрерывного медиального представления формы), построение семантической разметки и проверка ладони на корректность
3. определение кадров, содержащих «расфокусированные» области пальцев
4. формирование данных для отправки в модуль распознавания.

Для каждого из пунктов изложена последовательность шагов соответствующей процедуры.

Раздел 3.5 посвящён методу распознавания и его составным частям:

1. «точной» сегментации с использованием результатов семантической разметки
2. методу локализации областей кожных складок на пальцах
3. методу генерации признаков по изображению области кожных складок пальца на основе разнонаправленных двумерных фильтров Габора.
4. способу сравнения поступившего снимка со снимками-эталоном, используя в качестве функции расстояния линейную

комбинацию расстояний, полученных при независимом сопоставлении Габор- и SIFT-признаков.

Глава 4 содержит результаты вычислительных экспериментов и их обсуждение. Описаны базы изображений, которые участвовали в экспериментах – в том числе подробно изложен способ сбора баз, созданных автором. Приведено описание протокола тестирования (в терминах машинного обучения) и метода подбора структурных параметров. На их основе автором выполнено тестирование метода детектирования и метода распознавания в рамках задач классификации (двухклассовой и многоклассовой соответственно). Для задачи детектирования продемонстрирован низкий уровень ошибок при определении корректности снимка, пригодность для работы в режиме реального времени, а также высокая точность получаемой семантической разметки. Тестирование метода распознавания проведено для различных комбинаций текстурных признаков, полученных из кожных складок пальцев, и признаков формы. Продемонстрирован низкий уровень ошибок метода распознавания в целом при использовании одних лишь текстурных признаков, экспериментально доказана оправданность применения двух разномасштабных семейств фильтров в Габор-признаках. Приведённые результаты доказывают соответствие разработанного метода идентификации (и его частей) целям исследования.

В **главе 5** изложена архитектура и принципы устройства разработанного в рамках диссертации программного обеспечения на базе мобильного устройства.

Глава начинается с обсуждения соответствия полученной системы требованиям, которые были к ней предъявлены при формировании целей исследования. Далее дано описание принципов работы мобильного приложения, для чего выполнена формализация ряда понятий (ключевым из которых является понятие «сессии») и приведены блок-схемы сценариев работы. Последующие разделы посвящены техническим особенностям и функционалу ещё двух компонентов программного комплекса – сервера и веб-интерфейса. Приведено описание части веб-интерфейса, чьей задачей является отображение таблицы посещений в рамках соответствующей задачи.

Заключение резюмирует выводы отдельных глав и перечисляет основные достигнутые результаты.

Основные результаты работы и их научная новизна

Получены следующие новые результаты:

1. Впервые выполнено исследование, которое обосновывает возможность построения системы идентификации личности по изображениям внешней стороны ладони на базе серийного мобильного устройства. Показано, что это можно осуществить в реальном времени со свободным положением руки в кадре. Разработан программный комплекс.
2. Предложен подход, основанный на декомпозиции исходной задачи идентификации по ладони на задачи детектирования и распознавания ладони. Подход реализован в клиент-серверной системе: детектирование выполняется на мобильном клиенте, распознавание – на удалённом сервере.

3. В рамках разработки подхода предложены оригинальные методы анализа изображений ладони человека: метод детектирования ладони в системе машинного зрения, основанный на непрерывном медиальном представлении; метод генерации признакового описания ладони, в основе которого дескрипторы особых точек и два семейства двумерных фильтров Габора, применённые к областям кожных складок пальцев; метод определения сходства изображения наблюдаемой ладони с эталонными изображениями на основе сгенерированных признаковых описаний.

Научная ценность и практическая значимость

Важным научным результатом диссертации В.Г. Чернышова является разработка эффективного метода идентификации по изображению внешней стороны ладони испытуемого, пригодным для использования на мобильном устройстве (с учётом технических ограничений этой платформы). Сам метод идентификации включает в себя ряд ценных идей, которые могут быть использованы научным сообществом в релевантных исследованиях в области биометрической идентификации по ладони: декомпозиция задачи идентификации на задачи детектирования и распознавания, применение непрерывного медиального представления формы ладони для её детектирования и локализации областей интереса, использование нескольких семейств двумерных фильтров для выделения текстурных особенностей разного масштаба.

Диссертация в большей степени имеет прикладную направленность. Практическая значимость диссертации прежде всего состоит в разработанном программном комплексе для идентификации личности по внешней стороне ладони с помощью мобильного устройства. Данная система успешно использована автором для учёта посетителей на научном фестивале и контроля посещаемости студентов университета, но сфера её применимости значительно шире – установив мобильное приложение для ОС Android, любой владелец смартфона или планшета получает возможность за короткий срок настроить для своего коллектива систему идентификации по внешней стороне ладони. Отсутствие дорогостоящих и специализированных компонентов, а также простота эксплуатации выгодно отличает данную разработку, например, от промышленных сканеров радужной оболочки глаза. После небольшой адаптации система вполне может быть внедрена для контроля посещаемости в вузы, школы, библиотеки.

Отдельно хочется отметить удачную формализацию Чернышовым В.Г. процесса идентификации пользователя (понятие «сессии» и др.), что позволило создать функциональное и интуитивное понятное мобильное приложение для распознавания по руке.

Достоверность результатов

Достоверность результатов диссертации В.Г. Чернышова вытекает из:

- глубокой проработки литературы по теме исследования;

- корректности постановок задач исследования, логически и математически обоснованных методов их решения;
- результатов работы программной реализации методов в ходе вычислительных экспериментов, проведенных на коллекциях изображений внешней стороны ладони.

Основные результаты диссертационного исследования докладывались и обсуждались на многочисленных российских и международных конференциях и семинарах; опубликованы в 9 печатных изданиях, из 2 – журналы из списка ВАК. Реализованный программный комплекс дважды демонстрировался на Московском фестивале науки (2018 и 2019 гг.), а также применялся в качестве инструмента контроля посещаемости студентов ВМК МГУ.

Автореферат диссертации, опубликованные статьи и тезисы докладов достаточно полно отражают содержание диссертационной работы.

Замечания

В качестве замечаний можно отметить следующие:

1. Как в обзорной главе 1, так и в разделе 3.5, посвящённом генерации и сопоставлению признакового описания, отсутствуют упоминания глубоких нейронных сетей в качестве потенциального подхода для распознавания.
2. В разделе 3.4.4 автором предложен оригинальный метод определения расфокусированных кадров, однако отсутствуют упоминания того, какие подходы для этого используются в релевантной литературе.
3. В работе неоднократно упоминается словосочетание “малые группы” (начиная со стр. 7), но предельное количество испытуемых в таких группах (200 человек) приведено только на стр. 100.
4. В табл. 12 для параметра N_{conf} , характеризующего количество изображений, необходимое для уверенной классификации в мобильной системе идентификации, значение по умолчанию равно 3. Вместе с тем, в диссертации в качестве классификатора используется метод ближайшего соседа, который работает по одному изображению.

Указанные замечания, однако, не снижают ценности полученных в диссертации результатов.

Заключительная оценка

Оценивая диссертационную работу в целом, можно утверждать, что она является законченной научно-квалификационной работой, содержащей новое решение актуальной научной задачи – биометрической идентификации личности по изображению внешней стороны ладони, при этом выполняется сформулированное в

целях исследования требование к результатам – возможность использования разработанных методов на мобильном устройстве.

Диссертация написана понятным и грамотным языком, с минимальным количеством орфографических и пунктуационных ошибок, качественно проиллюстрирована. Приведены все необходимые ссылки на цитируемые источники. Также хочется подчеркнуть высокое качество реализации программного комплекса, который представляет собой достаточно сложное многозвенное приложение, написанное на нескольких языках программирования.

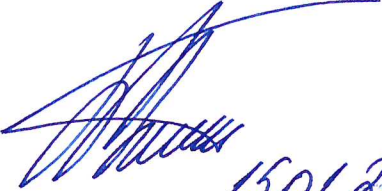
Диссертация Чернышова В.Г. соответствует пп 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики», а её автор, Чернышов Виктор Геннадьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по указанной специальности.

Официальный оппонент – кандидат физико-математических наук, начальник лаборатории анализа динамических сцен Федерального государственного унитарного предприятия «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем» Вишняков Борис Ваисович

Адрес: 125319, г. Москва, ул. Викторенко, 7

Тел.: +7(499) 157-70-47

Е-мейл: vishnyakov@gosniias.ru



15.01.2020

Подпись Б.В. Вишнякова заверяю.

Ученый секретарь диссертационного совета

ФГУП «ГосНИИАС»

д.т.н., профессор



С.М. Мужичек