

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор Московского государственного
университета имени М. В. Ломоносова, доктор
физико-математических наук, профессор
Федин А.А.



17.07.2019г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова» факультета вычислительной математики и кибернетики лаборатории математических методов обработки изображений на диссертационную работу Одиноких Глеба Андреевича **«Методы и алгоритмы биометрического распознавания человека по радужной оболочке глаза на мобильном устройстве»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики»

Актуальность темы диссертации

Область применения мобильных приложений технологий биометрического распознавания расширяется. Множество транзакций, производимых при помощи мобильных устройств, подразумевает обязательную процедуру верификации пользователя, которая должна производиться с высокой точностью. Специфичные особенности мобильной биометрии в сравнении со стационарными системами: распознавание в условиях изменяющегося окружения, широкий спектр реакций пользователя и возможных сценариев работы, работа на устройствах с низкой вычислительной мощностью. Эти особенности существенно влияют на качество регистрируемых биометрических данных, затрудняя извлечение признаков, пригодных для распознавания, низкая вычислительная мощность не позволяет использовать многие известные в настоящее время подходы. Таким образом, существует необходимость в создании новых методов и алгоритмов, которые позволили бы обеспечить высокую точность распознавания и при этом обладали малой вычислительной сложностью.

Изображение радужной оболочки глаза входит в так называемую «большую четвёрку» основных биометрических модальностей, при этом имеет наивысшую точность распознавания. Диссертация Г.А. Одиноких посвящена исследованию и разработке методов и алгоритмов, позволяющих осуществлять аутентификацию человека по радужной оболочке глаза на мобильном устройстве. Предложенные методы позволяют обеспечивать точность распознавания, сопоставимую с немобильными приложениями технологии, при этом малая вычислительная сложность позволяет применять их на мобильном устройстве в режиме реального времени.

Структура и содержание диссертации

Диссертация состоит из введения, обзора литературы, пяти глав, заключения и списка литературы. Во введении обосновывается актуальность работы, сформулированы цели и задачи, отражена практическая значимость полученных результатов, аргументирована научная новизна, представлены выносимые на защиту научные положения.

В первой главе дан обзор биометрических методов распознавания. Рассматривается радужная оболочка глаза и преимущества её использования как объекта распознавания, приведено описание её свойств и структуры. Приводится общая схема распознавания по радужке. Рассмотрены особенности мобильных приложений технологии. Сформулированы основные требования к мобильной системе распознавания по радужке.

Во второй главе рассматриваются основные трудности при распознавании по радужке с мобильного устройства. Подчеркивается насколько существенно может отличаться качество изображения, полученного в сложных условиях, от изображений, полученных в условиях, регламентированных в международных стандартах. Подробно описаны сценарии использования технологии. Предложен метод, позволяющий осуществлять аутентификацию пользователя мобильного устройства по радужке. В основе метода лежит расширенный набор критериев качества входного изображения и многостадийная структура алгоритма, в котором вычислительно сложные операции выполняются только над изображениями наилучшего качества. В качестве особенностей метода приводятся возможность обеспечивать обратную связь с пользователем и использование информации об окружении, получаемой с других доступных сенсоров. Показано, что подход позволяет обеспечить распознавание в режиме реального времени и достичь точности распознавания, приводимой в литературе для немобильных приложений.

Третья глава посвящена рассмотрению особенностей выделения (сегментации) области радужки на изображениях, получаемых в сложных условиях окружения. Приведен обзор существующих методов и их классификация. Рассмотрены два основных подхода к выделению области радужки: классический и основанный на применении свёрточных нейронных сетей. Рассмотрены основные подходы с использованием глубокого обучения. Предложены две новые архитектуры на основе FCN и SegNet. Предложена новая структура основных блоков обеих архитектур. Проведены эксперименты по оценке точности выделения области радужки на двух наборах данных изображений радужек, симулирующих сложные условия освещения. Проведено сравнение предложенных архитектур с существующими. Предложенные модели показали более высокую точность на обоих наборах данных. Произведена оценка времени выполнения на мобильном устройстве, которая показала возможность применения методов на мобильном устройстве в режиме реального времени.

В четвертой главе рассмотрены методы извлечения и сравнения уникальных особенностей радужки. Рассматриваются два основных подхода: основанный на вейвлетах и подход с использованием глубокого обучения. В рамках каждого из подходов предложены новые методы. Первый основан на применении вейвлетов Габора с последующим адаптивным квантованием фазы. Второй основан на применении свёрточных нейронных сетей с учетом специфических искажений радужки. Исследована возможность использования текстурных особенностей радужки в объединении с высокоуровневым представлением в рамках единой архитектуры нейронной сети. Произведена оценка по точности и скорости распознавания. Результаты доказали применимость метода для мобильного устройства.

Пятая глава посвящена методам защиты от подделывания радужки. Произведен обзор и классификация существующих методов. Рассмотрены новые виды подделок. Предложена

модель защиты от подделок с использованием свёрточной нейросети. Произведено сравнение метода с известными из литературы аналогами. Показана возможность применения метода на мобильном устройстве.

В заключении представлены основные результаты работы.

Основные результаты диссертации и их научная новизна

К основным результатам и особенностям диссертации Г.А. Одиноких можно отнести:

1. Исследованы методы оценки качества изображения радужки. Предложен новый метод оценки качества изображения, получаемого в сложных условиях, позволяющий обеспечивать обратную связь с пользователем устройства. Предложена новая многостадийная структура алгоритма, особенностью которой является выполнение вычислительно сложных операций только над изображениями лучшего качества.
2. Разработаны две новые архитектуры нейросетей для задачи выделения области радужки на изображениях, получаемых в сложных условиях в режиме реального времени.
3. Разработаны новые методы извлечения уникальных особенностей радужки из изображения низкого качества в режиме реального времени.
4. Исследованы особенности защиты от подделывания радужки в применении к мобильным устройствам. Разработана новая архитектура нейросети, позволяющая обеспечивать устойчивую защиту от подделок, в том числе, и от ранее не рассматриваемых. Предложенная модель также позволяет осуществлять обработку данных в режиме реального времени.

Достоверность полученных результатов

Степень достоверности результатов подтверждается проработкой литературы по теме диссертации, наличием проведенных численных экспериментов и их подробным описанием, а также внедрением результатов в практическое использование. Основные положения, сформулированные в работе Г.А. Одиноких, получили апробацию на международных и российских конференциях. Основные результаты изложены в девяти работах, опубликованных в рецензируемых научных изданиях. По результатам работы было также получено четыре патента на изобретения.

Значимость полученных результатов

Значимость работы состоит в представлении высокопроизводительных методов, в совокупности позволяющих осуществлять распознавание человека по радужке в сложных условиях окружения на устройстве с существенно ограниченной вычислительной мощностью. Особенную значимость представляет то, что основные результаты, изложенные в диссертации, используются в мобильных устройствах компании Samsung Electronics, среди которых восемь флагманских моделей, выпускаемых в период с 2016 по 2019 гг.

Замечания

1. Результаты, описанные в четвёртой главе, не отражены в публикациях ВАК.
2. На одну из трёх баз данных (IrisMobile, IM), на которой производилось тестирование метода, описанного в четвертой главе, в тексте отсутствует ссылка.
3. В пятой главе отсутствует ссылка на базу данных, на которой производилось сравнение предложенного метода защиты от подделок.
4. Во второй главе не рассмотрен случай работы в условиях повышенной/пониженной освещённости, о которых упоминается при анализе проблем распознавания на мобильном устройстве.
5. Значительная часть публикаций включает от четырех и более соавторов, что затрудняет оценку личного вклада диссертанта в работу. Следовало бы отразить вклад диссертанта более конкретно.

Заключительная оценка

Отмеченные недостатки не оказывают влияния на положительную оценку диссертационной работы в целом.

Результаты диссертации изложены в девяти публикациях, три из которых входят в перечень рекомендованных ВАК РФ. Кроме этого, по основным результатам было получено четыре патента на изобретения, которые согласно п. 13 «Положения о присуждении ученых степеней», приравниваются к публикациям. Опубликованные работы достаточно полно отражают содержание диссертации. Результаты докладывались на всероссийских и международных конференциях. В диссертации приведены все необходимые ссылки на цитируемые источники в соответствии с п. 14 «Положения о присуждении ученых степеней».

Диссертационная работа Одиноких Г.А. «Методы и алгоритмы биометрического распознавания человека по радужной оболочке глаза на мобильном устройстве» полностью соответствует требованиям ВАК РФ (пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики», а её автор, Одиноких Г.А., заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по данной специальности.

Отзыв составлен доктором физико-математических наук, профессором, заведующим лабораторией математических методов обработки изображений, Крыловым Андреем Серджевичем.

Работа обсуждена на научном семинаре лаборатории математических методов обработки изображений факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ имени М. В. Ломоносова. Отзыв утвержден на научном семинаре лаборатории математических методов обработки изображений 26.06.2019 г., протокол № 2.

Заведующий лабораторией
математических методов обработки изображений
факультета ВМК МГУ имени М.В. Ломоносова,
доктор физико-математических наук, профессор



Крылов А.С.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», факультет
вычислительной математики и кибернетики
119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 52, факультет ВМК
Тел. 8 (495) 939-30-10
e-mail: cmc@cs.msu.su, <http://www.cs.msu.su/>

Подпись *Зарекова А.С.* и
сведения об организации
удостоверены



Начальник отдела кадров

В.Ю. Решетов

Решетов В. Ю.