

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФИЦ ИУ РАН,

академик РАН

Соколов И.А.



«19» _____ 2019 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного учреждения
«Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»
Российской академии наук»

Диссертационная работа Одиноких Глеба Андреевича «Методы и алгоритмы биометрического распознавания человека по радужной оболочке глаза на мобильном устройстве», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики», выполнена в отделе №31 Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук.

В период подготовки диссертации и в настоящее время соискатель ученой степени Одиноких Глеб Андреевич работает в компании Общество с ограниченной ответственностью «Исследовательский центр Самсунг» в лаборатории биометрического распознавания на должности старшего инженера.

В 2014 г. окончил факультет «Биомедицинская техника» Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана по специальности «Биотехнические системы и технологии».

В 2019 г. окончил очную аспирантуру федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук» по направлению 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики».

Научный руководитель – д.т.н. Матвеев Иван Алексеевич – работает в федеральном государственном учреждении «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук» в должности главного научного сотрудника.

По итогам обсуждения было принято следующее заключение:

Актуальность темы исследования. Методы биометрического распознавания все чаще находят свое применение в мобильных устройствах. Целью использования методов является возможность автоматической аутентификации пользователя для ограничения доступа к устройству, персонификации, а также совершения финансовых транзакций с высокой степенью защищенности. В настоящее время изображение радужной оболочки глаза является одной из самых надежных и перспективных биометрических характеристик человека. Однако, неконтролируемые условия регистрации изображения, а также ограничения по вычислительным ресурсам мобильных устройств не позволяют обеспечить достаточную точность распознавания, быстродействие и устойчивость к изменению окружения с использованием существующих методов.

Поэтому важным направлением для исследований в области является создание комплексного решения, способного обрабатывать изображения радужки низкого качества на мобильном устройстве с частотой поступления кадров, обеспечивать точность распознавания, сравнимую с известными из литературы аналогами для немобильных приложений и удобство использования.

В ходе работы были поставлены и достигнуты следующие цели:

1. Создать методы и алгоритмы для автоматического распознавания человека по радужной оболочке глаза, способные обрабатывать изображение радужки с частотой поступления кадров на мобильном устройстве, удовлетворяющие критериям ошибок распознавания: $FRR \leq 1\%$ при $FAR < 10^{-7}$;
2. Разработать методы и алгоритмы оценки качества изображения радужки, определяющие её пригодность для выделения признаков и обеспечивающие обратную связь с пользователем устройства;
3. Разработать методы и алгоритмы выделения области радужки на изображении низкого качества;
4. Создать методы и алгоритмы выявления подделок радужки по изображению низкого качества, способный обеспечивать защиту от ранее не рассматриваемых видов атак.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Исследованы особенности использования методов биометрического распознавания человека по радужной оболочке глаза в применении к мобильным устройствам, сформулированы основные требования, предъявляемые к таким методам;

2. Разработан метод распознавания пользователя смартфона по изображению радужной оболочки глаза, собрана база данных изображений радужки, полученных в условиях, симулирующих реальное взаимодействие пользователя с устройством при распознавании, осуществлена программная реализация метода, произведено сравнение с аналогами, известными из литературы, по точности и скорости распознавания;

3. Предложен многостадийный метод оценки качества изображения радужки, получаемого при помощи мобильного устройства, позволяющий обеспечивать обратную связь с пользователем в виде отображения подсказок на экране устройства;

4. Исследованы методы выделения области радужки на изображении, получаемом в экстремальных условиях окружения, разработан и программно реализован метод, основанный на глубоком обучении, произведена его оценка и сравнение с известными из литературы аналогами;

5. Исследованы, разработаны и программно реализованы методы извлечения уникальных особенностей радужки по изображению, получаемому в экстремальных условиях окружения, произведено сравнение методов с существующими аналогами по скорости обработки и точности распознавания;

6. Исследованы новые виды подделок радужки, собрана база данных подделок, предложен метод защиты от подделок, устойчивый к новым видам подделок, произведено его сравнение с известными из литературы методами по точности детектирования и скорости обработки.

Научная новизна. Разработаны и предложены: метод распознавания, способный работать на устройстве с низкой вычислительной мощностью в условиях постоянно изменяющегося окружения в режиме реального времени; метод выделения области радужки на изображении низкого качества; метод оценки качества изображения радужки, позволяющий оценить её пригодность для извлечения уникальных особенностей и их последующего сравнения, обеспечивающий обратную связь с пользователем в виде отображения подсказок на экране устройства; метод адаптивного квантования изображения радужки, устойчивый к искажениям текстуры радужки; метод извлечения и сравнения уникальных особенностей радужки, обеспечивающий высокую точность распознавания, устойчивый к изменению размера зрачка, условий окружения и уровню качества изображения; метод защиты от подделывания радужки, обеспечивающий защиту от, в том числе, ранее не рассматриваемых видов атак;

Теоретическая и практическая значимость. Результаты, изложенные в диссертации, используются в мобильных устройствах, выпускаемых компанией

Samsung Electronics Co. Ltd. Среди них флагманские модели, выпускаемые компанией в период с 2016 по 2019 гг.: смартфон Samsung Galaxy Note7, смартфоны Samsung Galaxy S8/S8+, смартфон Samsung Galaxy Note8, смартфоны Samsung Galaxy S9/S9+, смартфон Samsung Galaxy Note9, планшет Samsung Galaxy Tab S4.

Степень достоверности. Достоверность результатов обеспечивается обширным анализом работ в области исследования, описанием проведенных экспериментов, их воспроизводимостью и результатами практического применения.

Апробация работы. Основные положения и результаты работы докладывались автором на конференциях:

1. 12th IAPR International Conference On Biometrics, Crete, Greece, 2019;
2. Samsung Biometric Workshop, Moscow, Russia, 2019;
3. International Conference on Pattern Recognition and Artificial Intelligence (ICPRAI 2019), Montreal, Canada, 2018;
4. International Workshop on "Photogrammetric and computer vision techniques for video surveillance, biometrics and biomedicine" (PSBB 2017), Moscow, Russia, 2017;
5. Intelligent Data Processing Conference (IDP), Barcelona, Spain, 2016;
6. Intelligent Data Processing Conference (IDP), Gaeta, Italy 2018;
7. Samsung Mobile Developers Conference, Suwon, South Korea, 2016;
8. Всероссийская научная конференции ЭКОМОД, Киров, Россия, 2016.

Список работ, опубликованных автором по теме диссертации:

- в изданиях из списка ВАК, индексируемых Scopus и WoS:

1. Odinokikh G., Fartukov A., Ereemeev V., Gnatyuk V., Korobkin M., Rychagov M. High-Performance Iris Recognition for Mobile Platforms // Pattern Recognition and Image Analysis, 2018, Vol. 28, No. 3, pp. 516-524.
2. Odinokikh G., Efimov I., Solomatin I., Korobkin M., Matveev I. Iris Anti-spoofing Solution for Mobile Biometric Applications // Pattern Recognition and Image Analysis, 2018, Vol. 28, No. 4, pp. 670-675.
3. Korobkin M., Odinokikh G., Efimov I., Solomatin I., Matveev I. Iris Segmentation in Challenging Conditions // Pattern Recognition and Image Analysis. 2018, Vol. 28, No. 4, pp. 652-657.

- в иных изданиях, (индексируемых РИНЦ и др., за исключением Scopus и WoS):

1. Одиноких Г. А., Гнатюк В.С., Коробкин М.В., Еремеев В.А. Метод определения положения век на изображении при распознавании человека по радужной оболочке глаза с мобильного устройства // Машинное обучение и анализ данных, 2016, Т. 2. № 4. с. 442-453.
2. Коробкин М.В., Одиноких Г.А. Оптимизация параметров фильтра габора в алгоритмах распознавания человека по радужной оболочке глаза // Сборник материалов IX Всероссийской научной конференции ЭКОМОД-2016, с. 442-442.
3. Ефимов Ю.С., Одиноких Г.А., Соломатин И.А. High-quality presentation attack detection in a mobile iris recognition system // Proceedings of Russian National Conference MPMR-18, 2017, с. 94-95.
4. Odnokikh G., Efimov I., Solomatin I., Korobkin M., Matveev I. Iris Anti-spoofing Solution for Mobile Biometric Applications // Proceedings of International Conference on Pattern Recognition and Artificial Intelligence, pp. 666-671.
5. Odnokikh G., Korobkin M., Efimov I., Solomatin I., Matveev I. Iris Segmentation in Challenging Conditions // Proceedings of International Conference on Pattern Recognition and Artificial Intelligence, pp. 656-660.
6. Odnokikh G., Fartukov A., Korobkin M., Yoo J. Feature Vector Construction Method for Iris Recognition // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2017, XLII-2/W4, pp. 233-236.

Список выданных патентов и патентных заявок на изобретения:

1. US 20180018516, RU 2016129250, KR 1020170069773, WO 2018016837A1, Method and apparatus for iris recognition – основной автор;
2. US 20180012071, RU 2016127451A, KR 1020170068659A // Adaptive quantization method for iris image encoding;
3. US 20180204058A1, EP3349145A1, KR 1020170007960A, CN 108334809A, Electronic device for iris recognition and operating method thereof;
4. RU 2670798, Способ аутентификации пользователя по радужной оболочке глаз и соответствующее устройство – основной автор;
5. RU 2018137909, Способ биометрической аутентификации пользователя и вычислительное устройство, реализующее упомянутый способ – основной автор;
6. RU 2667790, Способ автоматической регулировки экспозиции для инфракрасной камеры и использующее этот способ вычислительное устройство пользователя;

Содержание диссертации и основные положения, выносимые на защиту, отражают **персональный вклад автора** в опубликованные работы. Подготовка к публикации полученных результатов проводилась совместно с соавторами, причем вклад диссертанта был определяющим. Все представленные в диссертации результаты получены лично автором.

Диссертационная работа Одиноких Г.А. «Методы и алгоритмы биометрического распознавания человека по радужной оболочке глаза на мобильном устройстве» является законченной самостоятельной научно-квалификационной работой и удовлетворяет всем требованиям пунктов 9, 10 и 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а также Паспорту научной специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики» (технические науки), в частности по следующим пунктам:

- пункт 5: Разработка и исследование моделей и алгоритмов анализа данных, обнаружения закономерностей в данных и их извлечениях разработка и исследование методов и алгоритмов анализа текста, устной речи и изображений.
- пункт 7: Разработка методов распознавания образов, фильтрации, распознавания и синтеза изображений, решающих правил. Моделирование формирования эмпирического знания.

Диссертация Одиноких Глеба Андреевича на тему: «Методы и алгоритмы биометрического распознавания человека по радужной оболочке глаза на мобильном устройстве» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики».

Заключение принято на заседании семинара отдела №31 отделения №3 Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук». Присутствовало на заседании 13 человек. Результаты голосования «за» 13-человек, «против» - нет, «воздержалось» - нет.

Протокол №1 от 21 мая 2019 г.

Председатель семинара: _____ В.И. Цурков
зав. отдела №31 ФИЦ ИУ РАН

Секретарь: _____ Д.В. Ковков

