

Отзыв

официального оппонента на диссертацию Матвеева Ивана Алексеевича, представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей»

Диссертация И.А.Матвеева посвящена методам сегментации изображений, выделения на них информативных признаков и сравнения наборов таких признаков в приложении к задаче распознавания человека по изображению радужной оболочки глаза. Биометрические признаки живых организмов демонстрируют большую степень изменчивости, как между различными индивидами, так и при регистрации признаков индивида в различных условиях. Соответственно, для использования биометрических признаков в целях распознавания индивида необходимо решить ряд сложных задач. Во-первых, требуется создать систему методов, позволяющих устойчиво обнаруживать такие признаки в потоке входных данных и точно выделять их область с учётом всего многообразия возможных реализаций. Во-вторых, необходимо разработать методы получения признаков, инвариантных к условиям регистрации, но различающихся для разных индивидов. В-третьих, следует учесть возможность появления некачественных или даже поддельных входных данных и создать методы, исключающие такие данные из дальнейшего рассмотрения. Эти три задачи, необходимые при создании систем идентификации, сформулированы, изучены и решены в работе. Таким образом, тематика и цели диссертации И.А.Матвеева являются актуальными и обусловлены реальными практическими и важными с теоретической точки зрения задачами.

Научная новизна работы заключается в том, что в ней

- Впервые построены математические модели изображения радужной оболочки глаза и движения её элементов при изменении размера зрачка;
- Созданы новые методы выделения области радужки на изображениях, отличающиеся высокой устойчивостью и работающие с низкокачественными изображениями;
- Впервые разработана система методов выделения, основанная на начальных приближённых оценках с последующими уточнениями;
- Созданы методы определения качества исходных изображений, найденных областей радужки, эталонов радужки;
- Впервые разработаны методы распознавания поддельных изображений радужки (определения живости глаза);
- Разработаны новые методы генерации эталонов радужки.

Все представленные в диссертации методы и алгоритмы реализованы программно и прошли проверку работоспособности на данных, полученных как лабораторными, так и коммерческими системами распознавания по

Все представленные в диссертации методы и алгоритмы реализованы программно и прошли проверку работоспособности на данных, полученных как лабораторными, так и коммерческими системами распознавания по радужной оболочке. Оценены вычислительная сложность и точность работы методов.

Основные результаты диссертации Матвеева И.А. докладывались и обсуждались на международных конференциях, опубликованы в печати. Объём и содержание публикаций отражает основные защищаемые положения диссертации.

Достоверность основных научных результатов диссертации подтверждается алгоритмизацией приведённых методов, а также результатами экспериментальных исследований.

Ценность работы определяется относительной новизной исследованной области знаний, формулировкой новых проблем и подходов к решению задач обработки и использования биометрических данных. Разработанные методы и алгоритмы позволяют создавать эффективные системы биометрической аутентификации и идентификации человека, основанные на распознавании изображений радужной оболочки глаза. Ряд представленных методов может применяться для широкого класса задач обработки изображений.

Диссертация имеет чёткую логическую структуру, основанную на рассмотрении различных методов и алгоритмов в порядке их применения к обработке данных в биометрической системе. Работа состоит из введения, пяти глав, библиографического списка и приложений.

Во введении обосновывается актуальность исследований, формулируются основные цели и задачи, рассматриваемые в диссертационной работе, а также формулируется значимость работы.

В первой главе описан глаз человека с точки зрения автоматической обработки и распознавания фотографических и видео изображений его радужной оболочки (РОГ). Представлены модели РОГ, общая схема биометрического распознавания. Разработана модель радужки как радиально-симметричного эластичного объекта переменной толщины. Смоделированы перемещения элементов радужки при радиально-симметричном изменении размеров зрачка, согласно упругости, задаваемой как функция площади сечений радужки. Разработана модель перемещения элементов радужки на изображении при изменении размеров зрачка. Рассмотрены различные модели перемещения элементов кольца радужки. Выбрана модель, наилучшим образом описывающая реальные перемещения элементов радужки. Описаны основные используемые в работе математические методы обработки данных и предварительная обработка изображений глаза.

Во второй главе представлены методы выделения области радужки на изображении, основанные на различных принципах: проекционные, оптимизационные, морфологические, методология Хафа и корреляционный поиск. В применении к задаче сегментации радужки исследованы

проекционные методы поиска объектов. Предложен метод круговых проекций градиента яркости и его развитие в совместный одновременный поиск двух округлых контуров глаза — границ зрачок-радужка и радужка-склера. Предложен метод радиальной проекции для устойчивого выделения открытых частей размытого округлого контура. Показана высокая эффективность этих методов для предварительной, приблизительной сегментации. Разработаны методы оптимизации контуров, используемые для выделения границ века и зрачка. Задача выделения точной границы зрачка сведена к построению оптимального пути в прямоугольнике. Разработан метод поиска окружностей посредством объединения сегментов границ.

В третьей главе разработана система, объединяющая методы второй главы в единый комплекс, осуществляющий сегментацию изображений РОГ. Отличительной особенностью работы системы является определение параметров радужки на нескольких шагах (начальное приближение — уточнение), для которых применяются алгоритмы различной природы. Последовательность определения параметров радужки оптимизирована для достижения максимальной на каждом этапе доли изображений, на которых проведена сегментация. Представлены результаты работы этого комплекса алгоритмов для баз данных, находящихся в открытом доступе.

В четвертой главе поставлена задача оценки качества изображения и проведенной на нём сегментации РОГ с целью улучшения отбраковки низкокачественных и поддельных изображений и повышения точности распознавания. Разработаны методы оценки качества, использующие разнородные признаки как изображения в целом, так и характеристики области РОГ. Предложен метод оценки показателей качества на основании точности распознавания системы, использующей данный показатель. Показана необходимость применения методов оценки качества для увеличения точности работы системы распознавания. Разработана методика сочетания показателей разнородных признаков для получения единого показателя, характеризующего ожидаемое качество эталона, который будет построен по данным изображению и сегментации. Рассмотрена задача определения живости глаза и отбраковки подделок. Разработан и исследован ряд признаков живости, основанных на разнородных признаках. Создан новый морфологический метод определения поддельного печатного изображения глаза, показывающий полную делимость изображений реальных и поддельных глаз.

В пятой главе рассмотрены вопросы, связанные с вычислением информативных признаков радужки и сравнением её эталонов. Представленные методы реализованы программно и внедрены в системах распознавания РОГ. На основании моделей первой главы предложено конформное преобразование кольцевой области радужки в прямоугольник. Для формирования системы признаков предложено двумерное преобразование Хаара. На основании численных экспериментов выбрана оптимальная по точности метрика (расстояние) в пространстве признаков для классификации. Рассмотрен вопрос использования последовательности

изображений и выбора из неё наилучшего элемента для создания эталона. Предложена методика выбора такого элемента, основанная на матрице перекрёстных сравнений эталонов, полученных по изображениям последовательности. Показано преимущество этого метода над стандартно используемым методом выбора по качеству. Для решения проблемы ускорения поиска соответствия в больших базах данных рассмотрен метод иерархической кластеризации пространства эталонов.

Недостатки работы:

1. Не рассмотрены вопросы позиционирования человека в системе ввода изображений радужки, хотя такая задача упоминается в работе и является, несомненно, важной для функционирования системы.

2. В работе исследуются лишь монохромные (одноканальные) изображения. Использование цветных изображений может дать лучшее решение в задачах сегментации.

Перечисленные выше недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертации.

Основные научные результаты диссертации Матвеева И.А. своевременно и полно опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Автореферат правильно отражает содержание диссертационной работы. Принципиальные результаты, которые содержит диссертация, являются новыми и представляют несомненный интерес для разработки систем биометрической идентификации.

Совокупность полученных в диссертации результатов представляет собой новое научное достижение и вносит важный вклад в теорию и практику создания систем обработки биометрических данных. Таким образом, диссертация И.А.Матвеева соответствует требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к докторским диссертациям.

На основе вышеизложенного считаю, что Матвеев Иван Адексеевич заслуживает присуждения ему учёной степени доктора технических наук по специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов, систем и сетей».

Официальный оппонент
член-корреспондент РАН,
доктор технических наук, профессор,



Себряков Г. Г.

начальник подразделения ГНЦ РФ
ФГУП «Государственный научно-
исследовательский институт авиационных систем»,
125319, г. Москва, ул. Викторенко, 7
Тел. +7(499)1577047, Факс: +7(499)9438605,
E-mail: info@gosniias.ru



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ»

Россия, 125319, Москва, ул. Викторенко, 7
Тел.: (499) 157-70-47
Факс: (499) 943-86-05

Ученому секретарю диссертационного
совета Д 002.017.02

Дата 13.10.14

г. Исх. № 3600/3431

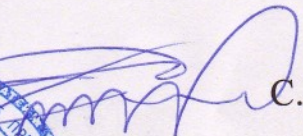
при Федеральном государственном
бюджетном учреждении науки
Вычислительный центр
им. А.А. Дородницына РАН

119333, г. Москва, ул. Вавилова, д.40

Направляю Вам отзыв официального оппонента начальника подразделения ГНЦ РФ ФГУП «ГосНИИ авиационных систем», члена-корреспондента РАН, доктора технических наук, профессора Себрякова Г.Г. на диссертационную работу Матвеева Ивана Алексеевича «Методы и алгоритмы автоматической обработки изображений радужной оболочки глаза», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов, систем и сетей».

Ученый секретарь ФГУП ГосНИИАС

доктор технических наук, профессор


С.М.Мужичек

