

УТВЕРЖДАЮ

Директор
Федерального исследовательского центра
«Информатика и управление» Российской
академии наук, академик РАН

И. А. Соколов

« 27 » сентября 2015 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук» на диссертационную работу **Павельевой Елены Александровны «Анализ и восстановление изображений проекционными методами, использующими функции Эрмита»**, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 - математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа Е. А. Павельевой «Анализ и восстановление изображений проекционными методами, использующими функции Эрмита» посвящена решению задач обработки, анализа и восстановления изображений и задаче биометрической идентификации человека по радужной оболочке глаза.

Анализ и обработка изображений являются в настоящее время одной из наиболее важных и перспективных областей применения математических и численных методов. В частности, актуальной является задача восстановления изображения в случае потери части данных. При решении задачи восстановления требуется анализ единственности восстановленного изображения, а также выбор и оценка меры близости между исходным и восстановленным изображениями. Важность разработки проекционных методов анализа и восстановления изображений обусловлена также возрастающими требованиями к методам биометрической идентификации личности – важной составляющей информационной безопасности. Одним из наиболее перспективных способов идентификации личности является идентификация по радужной оболочке глаза, поскольку рисунок радужной

оболочки у каждого человека уникален, практически не меняется с возрастом и снимок радужной оболочки возможно получить бесконтактным способом.

Структура диссертации

Представленная диссертационная работа изложена на 130 страницах, состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы. Список литературы включает 106 наименований.

Во введении обоснованы актуальность темы диссертации, теоретическая и практическая значимость работы, ставятся цели диссертационного исследования, приведены основные результаты, выносимые на защиту.

В первой главе решается задача восстановления функций по фазе на основе проекционного метода с использованием функций Эрмита. Приведено обоснование важности фазовой информации, полученной проекционным методом, на примере задачи синтеза фазы и амплитуды различных изображений. Исследуются условия, при которых аппроксимация разложения функции в ряд Фурье по функциям Эрмита полностью определяется (с точностью до положительного множителя) фазой аппроксимации преобразования Фурье, доказывается теорема единственности и ряд вспомогательных теорем. Разработан итерационный алгоритм восстановления функции по фазе аппроксимации преобразования Фурье, в котором на первом шаге каждой итерации к функции применяются ограничения в частотной области, а на втором шаге – в пространственной. Доказано, что погрешность после каждой итерации не увеличивается. Приведены примеры и иллюстрации, подтверждающие эффективность разработанного метода.

Во второй главе предложены проекционные методы, использующие функции Эрмита, для выделения характерных признаков изображений радужной оболочки глаза. Для оценки качества предложенных методов используются изображения глаз тестовой базы данных. Приведены обзор и классификация существующих методов идентификации человека по радужной оболочке глаза.

Предложен метод проекционной фазовой корреляции для определения меры близости двух функций. Вводится понятие функции проекционной фазовой корреляции или НРРОС–функции. Если аппроксимации исходных функций “похожи”, то НРРОС–функция дает четкий пик, если же функции “не похожи”, то НРРОС–функция не дает четкого пика. Отношение максимального значения НРРОС–функции ко второму локальному максимуму

этой функции определяет меру близости исходных функций, а положение пика соответствует смещению одной функции относительно другой. Показаны преимущества предложенного метода проекционной фазовой корреляции по сравнению с методом фазовой корреляции при использовании в биометрических задачах.

Предложен метод нахождения наиболее информативных точек текстуры изображения радужной оболочки – ключевых точек. Метод основан на использовании анализа результатов свертки функции интенсивности изображения радужной оболочки глаза с функциями преобразования Эрмита. Предложены два метода сопоставления ключевых точек изображений радужных оболочек: с помощью расстояния Хэмминга и на основе применения метода проекционной фазовой корреляции. Метод проекционной фазовой корреляции для сопоставления ключевых точек позволяет добиться хороших результатов сравнения и избежать ошибок, связанных с локальными сдвигами частей изображений и с наличием век и ресниц на изображениях.

Третья глава посвящена описанию программного комплекса, созданного для решения задачи идентификации человека по радужной оболочке глаза. В данной главе также подробно описаны реализованные алгоритмы предобработки изображений радужных оболочек глаз, рассмотрены практически важные аспекты реализации алгоритмов, приведено описание двух методов параметризации данных радужной оболочки на основе проекционного метода, которые также могут быть использованы в задаче распознавания человека по радужной оболочке.

В заключении сформулированы основные результаты, полученные в диссертационной работе.

Научная новизна и достоверность результатов

В диссертационной работе Е. А. Павельевой представлен ряд новых подходов к задачам анализа и восстановления изображений и к задаче биометрической идентификации человека по радужной оболочке глаза.

Автором получены следующие научные результаты:

1. Предложен, обоснован и алгоритмически реализован проекционный метод восстановления функции по фазе аппроксимации преобразования Фурье с использованием функций Эрмита.
2. Разработаны методы выделения характерных признаков изображений радужной

оболочки глаза на основе проекционных методов, использующих функции Эрмита.

3. Создан программный комплекс на базе проекционных методов с использованием функций Эрмита для решения задачи параметризации данных радужной оболочки глаза и идентификации человека по радужной оболочке глаза.

Сформулированные в работе основные научные положения и выводы обоснованы, подтверждены результатами численных экспериментов, а основные результаты диссертации опубликованы в 16 работах, в том числе 5 в журналах списка ВАК.

Практическая значимость работы и рекомендации по использованию результатов

Диссертационная работа Е. А. Павельевой имеет существенную практическую ценность. Создан программный комплекс для задач обработки и анализа изображений радужной оболочки глаза. Разработан общий вычислительный подход, основанный на применении проекционных методов с использованием функций Эрмита, позволяющий решать как задачу распознавания человека по радужной оболочке глаза, так и ряд задач обработки и восстановления изображений. Разработанные в работе методы могут быть применены как составная часть комплексных алгоритмов обработки, анализа, сравнения и восстановления изображений.

Результаты диссертации могут быть использованы в научно-исследовательских институтах и университетах, таких как Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Санкт-Петербургский государственный университет, Новосибирский государственный университет, Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского, Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана, Московский физико-технический институт (государственный университет), Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», ФИЦ ИУ РАН, ФГУП «ГосНИИАС», ИПМ им. М. В. Келдыша РАН и других учреждениях, ведущих исследования по данной тематике.

Замечания по диссертационной работе

Диссертация Е. А. Павельевой хорошо оформлена, написана ясным и понятным языком. Изложенные в работе материалы обладают внутренней единственностью и непротиворечивостью. К недостаткам можно отнести следующее.

1. Одной и той же буквой φ в разных главах работы обозначается и фаза, и функция преобразования Эрмита.
2. Было бы полезно проведение анализа предложенных проекционных методов идентификации по радужной оболочке глаза для изображений глаз разного разрешения.

3. На рис. 1.3 и 1.4 приведены примеры аппроксимации функции функциями Эрмита и указано число используемых функций Эрмита, однако не указан отрезок, на котором задана исходная функция.

Заключение

Диссертация Е. А. Павельевой является законченным научным исследованием, и ее результаты вносят существенный вклад в развитие математических методов обработки и анализа изображений. Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку рассматриваемой работы и не снижают теоретической и практической ценности работы. Основные результаты диссертации опубликованы и докладывались на международных и российских конференциях и семинарах. Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации.

Работа отвечает критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Е. А. Павельева заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 - "математическое моделирование, численные методы и комплексы программ".

Отзыв на диссертацию обсужден и одобрен на заседании секции Ученого совета ФИЦ ИУ РАН 24 сентября 2015 г., протокол № 7 .

Отзыв составил

Синицин Владимир Игоревич , заведующий отделом №17 «Информационные технологии управления» ФИЦ ИУ РАН, д.ф.-м.н.



/В.И.Синицин/

«24» сентября 2015 г.

Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук»

119333, Москва, Вавилова, д.44, кор.2

Тел: +7 (499) 135-01-98. Факс +7 (495) 930-45-05

e-mail: VSinitsin@ipiran.ru