

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию ЗУБЮКА Андрея Владимировича «Морфологические методы идентификации объектов со случайно изменяющейся формой по их изображениям», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Актуальность избранной темы. Диссертация А.В. Зубюка посвящена разработке новых методов и алгоритмов анализа и распознавания изображений объектов, которые инвариантны по отношению к изменению внешних условий освещения, а также параметров аппаратуры фото или видео фиксации этих изображений.

Задача автоматического распознавания объектов является ключевой и вместе с тем трудной проблемой современной теории анализа изображений. Необходимость решения подобных задач возникает практически во всех областях приложений технического зрения – от диагностики медицинских изображений до анализа результатов дистанционного зондирования земной поверхности.

Сложность этой задачи связана с существенными изменениями объектов на изображении под влиянием различных условий освещения, а также параметров регистрирующей их аппаратуры. Одним из наиболее системных и математически строгих подходов к формализации этой задачи является морфологический подход, основанный на введении понятия формы объекта, как некоторого многообразия в пространстве всех изображений сцены, инвариантного относительно условий получения изображения.

Эффективное решение задач распознавания на основе данной теории требует разработки соответствующего математического и алгоритмиче-

ского аппарата. Несмотря на то, что в этой области уже получено много ценных как теоретических, так и практических результатов, остается большое поле для дальнейших исследований. Прежде всего это относится к вопросам, связанным с выбором наиболее адекватных методов описания неопределенностей, неизбежно присутствующих на реальных изображениях, построением обоснованных статистических методов описания или восстановления форм изображений. В связи с тем, что для обработки и анализа изображений требуются большие вычислительные мощности, важными задачами являются также разработка вычислительно эффективных алгоритмов решения, а также построение комплексов программ, реализующих указанные методы.

В данной диссертационной работе разрабатываются и исследуются вероятностная и возможность модели описания формы изображения объектов, подверженных изменениям их геометрической формы под действием различных случайных факторов. При этом в рамках разработанных моделей решается такая важная задача как идентификация объектов. Помимо этого в работе предлагаются и обосновываются методы обучения, позволяющие на основе статистик строить правила, с помощью которых осуществляется в некотором смысле оптимальная идентификация объектов на изображении.

По этой причине диссертационная работа А.В. Зубюка представляет как теоретический, так и практический интерес и, безусловно, является актуальной.

Обоснованность результатов. Все выводы, методы и алгоритмы, приведенные в диссертационной работе, строго обоснованы и подтверждены практическими результатами компьютерного моделирования.

Определение и исследование морфологических методов идентификации объектов на изображении в рамках вероятностных и возможность моделей представления неопределенности основано на общепринятой логике математического исследования, принятой в классической теории вероятностей, теории возможностей применительно к анализу случайных двумерных сигналов.

Достоверность результатов. Достоверность полученных результатов основана на строгой математической постановке исследуемых проблем, а также математически корректном доказательстве соответствующих теорем и других сопутствующих утверждений.

Новизна проведенных исследований и полученных результатов. Принципиальный вклад в развитие общей теории морфологического описания изображений состоит в том, что впервые построены и обоснованы вероятностная и возможностная модели описания инвариантных форм изображений объектов в условиях случайных искажений. В развитие этой теории соискателем введено понятие сравнительной близости форм, на основе которой строятся новые методы идентификации форм объектов.

Существенным теоретическим результатом являются оценки для вероятности ошибки определения формы при аддитивном зашумлении изображения, основанные на введенном понятии сравнительной близости.

К числу новых результатов, несомненно, следует отнести также алгоритмы и численные методы решения задач идентификации в условиях вероятностной и возможностной моделей.

Новым результатом в диссертационной работе, имеющим как теоретический, так и практический интерес, является разработанный комплекс программ для моделирования, исследования и сравнения качества идентификации форм изображений в рамках обеих рассмотренных в диссертации моделей – вероятностной и возможностной.

Оценка соответствия содержания работы специальности. Диссертационная работа удовлетворяет паспорту специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ по следующим пунктам:

1. Разработка новых математических методов моделирования объектов и явлений.

В главе 2 дано определение случайной формы изображения, разработаны новые методы математического моделирования случайных форм изображений и реализованы для вероятностной и возможностной моделей случайности. Поставлены минимаксные задачи статистической оптимиза-

ции, в которых требуется минимизировать максимальную вероятность в вероятностной модели или возможность в возможностной модели ошибок многоальтернативной идентификации изображений.

2. Развитие качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей.

Поставленные во второй главе бесконечномерные задачи оптимизации не могут быть решены аналитически или численно, в связи с чем в третьей главе предложены методы сведения этих задач к более простым конечномерным задачам оптимизации. Получены оценки отклонения решений упрощенных задач от решений исходных задач в зависимости от размера изображений в пикселях, от величины допустимых вариаций освещения и характеристик регистрирующей аппаратуры.

3. Разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий.

В третьей главе разработаны численные методы и алгоритмы поиска решений упрощенных задач минимизации максимальной вероятности и возможности ошибок идентификации, основанные либо на сведениях их к конечномерным задачам линейного программирования и использовании известных численных методов решения последних, либо на методах стохастического квазиградиентного спуска.

4. Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента.

В главе 4 разработан новый комплекс программ для проведения вычислительного эксперимента и выполнено успешное тестирование разработанных методов и алгоритмов, как на модельных данных, так и на изображениях реальных объектов. Разработанный комплекс программ позволяет решать задачи идентификации и обучения идентификации объектов со случайно изменяющейся формой по их изображениям, задачи поиска на предъявленном изображении представляющих интерес объектов со случайно изменяющейся формой с использованием параллельных вычислений на графических процессорах, задачи компьютерного моделирования вероятностной случайности возможностными методами и др.

Апробация результатов диссертации. Основные результаты диссертации докладывались на 5 научных конференциях и 5 научных семинарах, посвященных проблемам распознавания образов и обработки изображений.

Результаты и положения диссертации отражены также в достаточной степени в 11 печатных работах, в том числе в 5 работах, опубликованных в изданиях из Перечня ведущих рецензируемых научных журналов и изданий ВАК Министерства образования и науки РФ.

Недостатки и замечания по диссертационной работе. По форме и по содержанию работы можно сделать несколько замечаний, которые носят в основном методический характер.

1. В тексте диссертации используется много разных достаточно абстрактных математических объектов и, соответственно, различных обозначений. Учитывая, что изложение основных результатов весьма сжатое, в некоторых местах оно трудно воспринимается. При этом, несмотря на то, что содержательные комментарии в тексте присутствуют, их явно недостаточно. Это относится как к вводимым определениям, так и к доказываемым теоремам и утверждениям.

2. Не всегда даются в достаточной степени подробные объяснения и обоснования используемых формул (например, на стр. 27, 28), хотя их справедливость в целом не вызывает особого сомнения.

3. Вызывает некоторое недоумение отсутствие кратких выводов по главам, в которых акцентировалось бы внимание на основных полученных результатах и подводились бы общие итоги.

Вместе с тем, следует отметить, что диссертация написана корректно и грамотно. Несмотря на наличие в тексте опечаток, их количество крайне незначительно.

Указанные замечания не являются принципиальными и не снижают общей положительной оценки диссертационной работы, как в теоретическом, так и практическом плане.

Общая оценка работы. Работа выполнена на высоком современном теоретическом уровне. Все защищаемые автором положения диссертации имеют строгое обоснование и являются новыми. А.В. Зубюк имеет достаточное количество публикаций по основным результатам диссертационной работы, в том числе и в изданиях, рекомендованных ВАК для публикации основных результатов кандидатских диссертаций. Важно отметить, что соискатель не ограничился только теоретическими исследованиями, а разработал и реализовал в виде комплекса программ практические алгоритмы, с помощью которых можно проводить вычислительные эксперименты, а возможно, и положить их в основу реально используемых коммерческих программных продуктов.

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации.

Значимость для науки и практики полученных результатов. Диссертация соответствует требованиям «Положения о присуждении учёных степеней», в частности п.9. В целом разработанные автором математические методы распознавания объектов, основанные на морфологическом подходе, следует классифицировать как новые научные и практические результаты.

Полученные в диссертации результаты, а также доказанные теоремы, вносят заметный вклад в теорию анализа и распознавания изображений. При соответствующей адаптации они могут быть использованы в различных областях приложений технического зрения, где важными являются именно задачи идентификации – санкционированный доступ, биометрическая детекция и распознавание, медицинская и техническая диагностика и другие. Можно ожидать, что вынесенные на защиту методы позволят существенно улучшить качество распознавания и повысить его робастность.

Считаю, что диссертационная работа «Морфологические методы идентификации объектов со случайно изменяющейся формой по их изображениям» полностью соответствует требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Зубюк Андрей Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по

специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Официальный оппонент

Профессор кафедры высшей математики
Института компьютерных технологий
и информационной безопасности

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»

доктор физико-математических наук,

профессор

А.Н. КАРКИЩЕНКО

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Южный федеральный университет»,

344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Б. Садовая, д. 105/42

Телефон: +7 864 437 16 06

e-mail: akarkishenko@sfnu.ru

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Личную подпись

ЗАВЕРЯЮ:

Специалист по работе с персоналом
I категории

« 24 » 05 20 18 г.

