

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

Санкт-Петербургского

государственного университета



С.В. Микушев

«01» декабря 2020 года

Отзыв ведущей организации

на диссертацию Ломова Никиты Александровича по теме «Морфологические дескрипторы объектов переменной ширины на цифровых изображениях», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики»

Диссертационная работа Н.А. Ломова посвящена разработке математической модели для описания формы объекта, представленного на бинарном изображении, в основе которой лежит понятие морфологической ширины. На предварительном этапе обработки объекта выполняется аппроксимация его границы многоугольной фигурой, что позволяет использовать при формализации понятия ширины *непрерывный скелет*, или *срединную ось (medial axis)*, полученной фигуры. Определенные на его основе дескрипторы ширины могут быть вычислены при помощи разработанных автором эффективных алгоритмов и далее использованы для сравнения и классификации объектов. Это обеспечивает возможность практического применения результатов, представленных в диссертации, в системах компьютерного зрения, получающих все более широкое распространение, что подтверждает **актуальность** работы.

Новизна работы обусловлена, прежде всего, важным достоинством предложенной Н.А. Ломовым модели по сравнению с существовавшими ранее, а именно, инвариантностью к изгибу объекта в сочетании с чувствительностью к изменению его ширины. Для обработки и анализа представленного с ее помощью описания объекта автором разработаны и реализованы специальные алгоритмы, эффективность которых подтверждается серией вычислительных экспериментов как на синтезированных, так и на реальных данных. Все обсуждаемые свойства новой модели строго формализованы и математически обоснованы. Также доказана корректность предложенных алгоритмов и получены асимптотические оценки их сложности. Таким образом, работа Н.А. Ломова имеет как **теоретическую**, так и **практическую значимость**.

Работа написана грамотным языком и хорошо структурирована.

Во **введении** дается обоснование выбора темы исследования и формулируются его цели.

В **главе 1** приведены теоретические основы математической морфологии и дан обзор существующих подходов к определению ширины объекта.

Глава 2 посвящена изучению свойств дискового покрытия многоугольной фигуры и разработке метода расчета дескриптора ширины, определяемого как площадь такого покрытия.

В **главе 3** выполняется обобщение понятия дескриптора ширины на случай сегментированных фигур, а также рассматриваются системы дисковых покрытий, порожденные семействами многоугольных фигур, сгенерированных для полутоновых изображений, и соответствующее им обобщенное понятие морфологической ширины, основанное на концепции так называемых морфологических моментов. Также предложены алгоритмы построения данных объектов и вычисления указанных характеристик, показана их корректность, и приведены оценки их сложности.

В **главе 4** анализируются возможности использования предложенного подхода для решения задач распознавания компьютерных шрифтов и для анализа скорости регенерации планарий (плоских червей) в зависимости от условий окружающей среды по наборам изображений, полученных в течение периода наблюдений. Полученные результаты хорошо согласуются с ожиданиями, соответственно, пользователей текстовых редакторов и исследователей-биологов. Проведенные вычислительные эксперименты подтверждают практическую эффективность разработанных алгоритмов.

В **заключении** подводятся итоги проведенного исследования.

В то же время к тексту работы имеется ряд замечаний.

1. С. 20, рис. 1.1 (эрозия множества X), 1.2 (дилатация множества X), 1.3 (открытие множества X): в случае эрозии и открытия на рисунке закрашена результирующая область, в то время как для дилатации – исходная область X . Для единообразия имело бы смысл и в случае дилатации выделить цветом результирующую область (возможно, обозначив при этом исходную другим его оттенком).
2. С. 30, последние две строки: «... однако ширина граничного коридора в пикселях в любом случае не превышает $\sqrt{2}$ ». Данное утверждение выглядит не вполне корректным: величины, измеряемые в количестве пикселей, по своей природе являются целочисленными.
3. С. 63, доказательство Леммы 2.6: вызывает сомнения формула (2.12). По-видимому, доказательство нуждается в корректировке.

4. С. 63, доказательство Леммы 2.7, стр. 2-4 снизу: «Центр этого максимального круга является точкой скелета, которая лежит на опорном пути между центрами концевых кругов бициклов». Вообще говоря, данное утверждение нуждается в обосновании.
5. С. 117, 2 стр. 7-8: неясны причины, по которым автор оставил за рамками доказательство утверждения, имеющего принципиальное значение в контексте доказательства теоремы 3.4: вряд ли оно должно быть чрезмерно объемным или технически сложным.
6. В тексте работы крайне мало внимания уделено деталям программной реализации предложенных автором алгоритмов, в то время как от них может существенно зависеть скорость работы этих алгоритмов на практике, а также их вычислительная устойчивость и надежность.
7. В тексте имеется некоторое количество стилистически неточных формулировок, порой придающих утверждениям и неверный смысловой оттенок. Например:
 - с. 19, стр. 10-11: «Тогда требования, применяемые к гранулометрии, получаются *весьма логичными* и *довольно ясно интерпретируемыми*»;
 - с. 24, раздел 1.2, первая строка: «Морфологический *спектр* является популярной *техникой*»;
 - с. 29, п. 3 перечня этапов поиска и прослеживания границ: «многоугольника минимальной *длины*»;
 - с. 34, абзац 3: «Границы линейных и параболических бициклов включают полностью либо частично образующие сайты-сегменты (рис. 1.15а-в). Кроме этого, границы бициклов всех типов *состоят* из дуг концевых кругов».

Однако упомянутые недостатки могут быть легко устранены, а приведенные выше замечания не снижают общей высокой оценки работы.

Автореферат правильно отражает содержание диссертации. Основные результаты опубликованы в трех журналах из перечня ВАК и двух изданиях, индексируемых Scopus и Web of Science. Полученные результаты апробированы на российских и международных научных конференциях и семинарах.

Диссертационная работа «Морфологические дескрипторы объектов переменной ширины на цифровых изображениях» соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Ломов Никита Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики».

Отзыв составлен ведущим научным сотрудником лаборатории нейробиологии и молекулярной фармакологии Института трансляционной биомедицины СПбГУ, кандидатом физико-математических наук Вяткиной К.В.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании Ученого совета факультета математики и компьютерных наук СПбГУ, протокол № 07 от 27 ноября 2020 г.

Ведущий научный сотрудник
лаборатории нейробиологии
и молекулярной фармакологии
Института трансляционной биомедицины СПбГУ,
кандидат физико-математических наук

К.В. Вяткина

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

Адрес: 199034, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9

Телефон: +7(812)328-97-01

E-mail: spbu@spbu.ru

ПОДПИСЬ РУКИ

К. В. Вяткиной

УДОСТОВЕРЯЮ

НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА
КАДРОВ №4
М.С. ЗУБОВА

