

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента о диссертационной работе Хаустова Павла Александровича «Алгоритмы распознавания рукописных символов в условиях малой обучающей выборки», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей.

### **Актуальность темы диссертации**

Диссертационная работа Хаустова П.А. посвящена построению теоретико-графовой модели рукописного и печатного текста для решения задачи распознавания образов. Проблема распознавания символов и слов остается актуальной в течение длительного времени в связи с постоянной необходимостью обработки документов, переведенных из твердой копии в цифровой формат. Не смотря на достаточно длинную историю вопроса, задача остается актуальной в связи с постоянным увеличением числа приложений, требующих распознавания символов на некотором этапе своей работы, а также ростом требований к точности решения задачи. Одной из необходимых составляющих решения данной проблемы является предварительная обработка изображения символов и построения некоторой модели текста. Особенно актуальна предварительная обработка при распознавании рукописного текста, для которого не существует конечного набора шаблонов, как для печатного текста. Существующие на сегодняшний день универсальные алгоритмы распознавания символов исходят из существования некоторой базы эталонных изображений. Однако в ряде случаев такой подход не работает. В качестве примера можно привести бланки, заполненные нетипичным почерком бланков, тексты на отсканированных исторических документах, подписи в банковских документах, рукописные подписи пользователей и т.д. Альтернативный подход к задаче распознавания символов состоит в выделении структурных составляющих. Под структурными составляющими принято понимать некоторые геометрические характеристики изображений символов, используемые в дальнейшем для построения структурных моделей символов. В этом случае актуальна задача выбора критерия схожести, обеспечивающего наибольшую точность распознавания.

В диссертационной работе Хаустова П.А. осуществлена разработка структурных моделей рукописных символов и слов, а также алгоритмов построения структурных моделей символов и распознавая символов. Данная задача является особо актуальной в условиях малой обучающей выборки.

### **Общая характеристика содержания диссертации**

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы и приложений. Основной текст диссертации изложен на 178 страницах. Список литературы содержит 144 наименования.

В первой главе осуществлен обзор существующих алгоритмов методов и алгоритмов, применяемых для распознавания рукописных и печатных символов. Проанализированы области применимости данных алгоритмов, показаны их положительные стороны и недостатки.

Во второй главе приведено описание математической модели рукописных символов и слов. Изложены все этапы построения структурной модели: предварительной обработки входного изображения, выделения структурных составляющих, составления структурной модели символа. Предложены критерии схожести структурных моделей символов. Построен алгоритм скелетизации изображений символов на основе комбинации двух существующих алгоритмов с добавлением операции устранения плоских окончаний. Предложен алгоритм выделения структурных составляющих для построения модели символа. Разработан алгоритм сегментации рукописного текста на основе разработанной для символов структурной модели.

В третьей главе приведено описание программного комплекса, реализующего алгоритмы, предложенные во второй главе. Приведено описание его структуры, функциональных возможностей и используемых библиотек.

В четвёртой главе проведено тестирование разработанного программного комплекса. Представлены результаты тестирования на наборе рукописных цифр MNIST и наборе рукописных символов из бланков тестовых заданий. Проведен сравнительный анализ результатов работы предложенных алгоритмов с существующими алгоритмами, ориентированными на схожие задачи, в условиях малого количества эталонных изображений.

#### **Обоснованность и достоверность основных выводов и положений**

Основные положения и выводы работы являются обоснованными, они базируются на методах математического моделирования и результатах компьютерного эксперимента на изображениях рукописных символов.

#### **Публикации по теме диссертации**

Результаты диссертационной работы опубликованы в 16 научных работах, в том числе в 5 статьях в журналах из списка, рекомендованного ВАК, 3 публикации в научных изданиях, индексируемых в базе данных Scopus. Автореферат достаточно полно отражает основное содержание диссертации.

#### **Новизна исследований и полученных результатов и выводов, сформулированных в диссертации**

Научная новизна диссертации состоит в получении ряда новых результатов, совокупность которых представляет собой решение важной научно-технической задачи распознавания печатных и рукописных символов и слов.

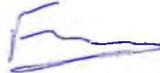
Диссертация содержит новые результаты, наибольший интерес из которых представляют следующие:

1. Алгоритм скелетизации бинарных изображений символов на основе комбинированного подхода, обладающий высоким быстродействием.

2. Структурная графовая модель символа, позволяющая описать топологию и геометрическую форму его начертания. Алгоритм построения структурной модели символа, имеющий полиномиальную трудоемкость.

– Хаустов Павел Александрович заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей.

Заведующий кафедрой информационной безопасности ОмГУ им. Ф.М. Достоевского,  
д.ф.-м.н., профессор

  
23.11.17

Сергей Викторович Белим

Рабочий почтовый адрес:  
644077, г. Омск, пр. Мира 55а  
Рабочий телефон: (3812)268422  
e-mail: belimsv@omsu.ru

Докторская диссертация защищена по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.



*премп.*  
Подпись работника Белым С. В.  
заверено: Ученый секретарь Ученого совета  
университета Кох-Л.И. Ковалевская  
23.11.17