



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский национальный
исследовательский университет
информационных технологий,
механики и оптики» (Университет ИТМО)

Кронверкский проспект, д. 49, г. Санкт-Петербург,
Российская Федерация, 197101
тел.: (812) 232-97-04 | факс: (812) 232-23-07
od@mail.ifmo.ru | www.ifmo.ru

02.04.2019 № 86-01-18/119

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор ИТМО

д.т.н., профессор, чл.-корр. РАН

Васильев В.Н.

«Ва» 07 2019 г.

О Т З Ы В

ведущей организации – Санкт-Петербургского
Университета ИТМО
на диссертационную работу Нгуен Тху Хыонг
«Математические методы моделирования и классификации объектов
на основе технического зрения и машинного обучения»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ

1. Актуальность темы диссертационной работы

В диссертационной работе Нгуен Тху Хыонг рассматривается **актуальная задача** – разработка математических методов расчета моделей технического зрения (ТЗ) и машинного обучения (МО) с приложениями для решения задач распознавания и классификации дефектов дорожного покрытия (ДП) и пузырьков в исследовании фазовых переходов «жидкость–газ».

Современные технические средства регистрации изображений в системах безопасности, неразрушающего контроля на производстве, в различных системах рентгенологических исследований и в других системах позволяют получать изображения различных типов и разрешений с целью достоверного распознавания объектов

на основе определенных признаков. Для решения таких задач распознавания часто прибегают к помощи эксперта, когда изображения обрабатываются в ручную. Однако это не всегда возможно как в силу очевидных технических ограничений, так и ограниченных возможностей эксперта. В таких случаях необходима автоматизация процесса с привлечением современных математических методов моделирования и классификации объектов на основе технического зрения и машинного обучения.

Диссертация посвящена дальнейшей разработке методов автоматизации решения задач распознавания и классификации объектов на изображениях с приложениями к решению двух актуальных задач: обнаружения и классификации дефектов покрытия автодорог и обнаружения пузырьков газа в жидкости.

2. Новизна результатов работы и их научная и практическая значимость

Наиболее значимыми результатами, определяющими соответствие диссертационного исследования требованиям ВАК, по мнению ведущей организации, являются следующие:

- Разработана новая методика комплексированного математического моделирования объектов с целью формирования вектора признаков для надежного обнаружения и классификации объектов на изображениях. Предложенная методика включает: предобработку и сегментацию изображений для обнаружения областей интереса, извлечение векторов признаков, их классификацию на основе решающих деревьев и использование аппарата ROC-кривых на этапе верификации.
- Разработан усовершенствованный численный метод сегментации изображений, сочетающий метод разреза на графах и теорию марковских случайных полей. Такой подход позволил обнаруживать пространственно распределенные объекты такие, как сеть трещин и скопление (кластер) пузырьков.
- Разработан способ обнаружения объектов на основе синтеза алгоритма максимального потока / минимального разреза графов на этапе сегментации и вейвлет-преобразования на этапе вычисления вектора признаков.
- Разработан устойчивый способ обнаружения и замыкания контуров с использованием численного дифференцирования на основе дискретного оператора Канни и методов математической морфологии.
- Разработаны два пакета прикладных программ (научно-исследовательских комплексов) в системе MatLab и с их помощью выполнена обработка наборов изображений дефектов автодорог и пузырьков, продемонстрировавшая эффективность разработанных в диссертации численных методов, способов и алгоритмов.

Результаты работы могут использоваться при планировании ремонтов автодорог и изучении фазовых переходов.

3. Обоснованность и достоверность результатов и выводов

Большинство выводов и результатов диссертационной работы представляются достоверными, хорошо обоснованными и в полной мере апробированными на реальных данных. Это подтверждается тем, что:

- Логически правильно спроектирована цепочка обработки изображений от этапа предобработки изображений, сегментации, извлечения областей интереса, вычисления векторов-признаков до этапов классификации локализованных объектов современными методами машинного обучения и верификации результатов распознавания объектов.
- Проведен анализ большого количества источников в предметной области диссертационного исследования, что позволило выявить недостатки разработанных алгоритмов и найти пути их преодоления.
- На всех этапах использованы хорошо зарекомендовавшие себя математические методы решения некорректных задач обработки изображений, теория интегральных вейвлет-преобразований и комитетные методы классификации векторов-признаков искомых объектов.
- При верификации построенных методов особое внимание уделено проблеме несбалансированных данных, методам настройки параметров комитетного метода классификации на основе деревьев решений, а также использованию кривых ошибок (ROC-curve).
- Основные положения диссертации докладывались на всероссийских и международных конференциях и семинарах.

4. Замечания по диссертации и автореферату

1. В диссертации нет подробного сравнения с широко используемыми нейросетевыми методами, в том числе с популярными методами глубокого обучения. Эти методы лишь упомянуты в диссертации на стр. 18. Стоило также изложить в работе преимущества и недостатки использования комитетных методов обучения ИНС для решения задач классификации (путем голосования).

2. В диссертации дефекты дорожного покрытия (ДДП) рассматриваются трех типов: глубокая трещина, сеть трещин, выбоина. В начале автореферата и диссертации пишется о признаках ДДП, но не указываются конкретные признаки. Лишь со стр. 14 в автореферате и со стр. 40 в диссертации они поясняются (форма, ширина, площадь ДДП и пузырьков), что затрудняет восприятие материала о признаках.

3. В автореферате на стр. 9 и в диссертации на стр. 48 используется фильтр Гаусса для удаления шума на изображении. Однако шум бывает нормальный (гауссов), Релея, равномерный, импульсный и т.д. Поэтому, строго говоря, нужно сначала определить тип шума на изображении, а потом удалять шум. Гауссов шум

лучше удаляется адаптивным фильтром Винера, импульсный шум – медианным фильтром, а эрозия или наращивание создается методом ранговой фильтрации. Изображение может быть улучшено путем выравнивания (эквализации) гистограммы. Все эти методы реализованы в MatLab в виде m-функций.

4. Рисунок 2.13 на с. 63 диссертации (вейвлет Хаара для извлечения признаков пузырьков) не понятен. Как от рис. 2.13 сделать переход к понятному рис. 2.14?

5. Нет ни одной гистограммы распределения, например, по ширине, длине или площади ДДП на какой-то дороге или по диаметру пузырьков в некоторой жидкости. Лишь некоторое представление об этом дает рис. 3.23 в диссертации.

6. В диссертации недостаточно внимания уделено тестированию разработанных численных методов и моделей в автоматическом режиме в реальном времени.

5. Полнота публикаций основных результатов работы

Результаты исследований изложены в публикациях автора: статьях и трудах конференций. Библиографический список в автореферате включает 12 печатных работ, 8 из них опубликованы в изданиях из перечня ВАК, 3 из которых в журналах, индексируемых в Scopus/WoS, 2 – в трудах конференций, индексируемых в Scopus. Получены два свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Основные положения диссертации обсуждались на специализированных конференциях по обработке изображений и распознаванию образов и получили одобрение специалистов.

6. Выводы о соответствии содержания диссертации требованиям ВАК

Диссертационная работа отвечает всем основным требованиям ВАК. Тематика диссертации безусловно является актуальной как с точки зрения развития теории и методов обработки изображений, так и с точки зрения приложений. На защиту выносятся положения, которые являются обоснованными, достоверными и апробированными.

Работа является завершенным научным исследованием.

Изложенные замечания не являются принципиальными и не снижают ценности выполненной работы.

Диссертация соответствует пункту 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. (ред. от 01.10.2018).

По содержанию и полученным результатам диссертация соответствует специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и

комплексы программ» и представляет собой решение актуальной научно-технической задачи.

Вышеперечисленное позволяет сделать вывод о том, что диссертация Нгуен Тху Хыонг соответствует требованиям ВАК, а ее автор заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Данный отзыв на диссертационную работу Нгуен Тху Хыонг рассмотрен и утвержден на заседании факультета Программной инженерии и компьютерной техники (ПИиКТ) (протокол № 2 от 25 марта 2019 г.) Университета ИТМО.

Доктор технических наук профессор
факультета ПИиКТ Университета ИТМО

моб. тел.: 8-964-380-44-21

e-mail: sizikov2000@mail.ru

В.С. Сизиков

Сведения о ведущей организации:

197101, г. Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49,

Санкт-Петербургский национальный исследовательский
университет информационных технологий, механики и
оптики (Университет ИТМО),

тел.: (812) 232-97-04, e-mail: od@mail.ifmo.ru, <http://www.ifmo.ru>



ова Валерия Сергеевича

В.С. Сизиков