

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертационную работу Синявского Юрия Николаевича
«Непараметрические методы и программно-алгоритмический
инструментарий для сегментации мультиспектральных спутниковых
изображений», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое
моделирование, численные методы и комплексы программ

В задачах классификации спутниковых изображений объектами распознавания выступают пикселы, характеризующиеся набором спектральных яркостей (признаков) соответствующего элемента разрешения земной поверхности. Эти признаками по своей природе являются случайными, поэтому вероятностно-статистический подход к решению таких задач является наиболее обоснованным. Отсутствие какой-либо априорной информации как о количестве классов, так и об их условных плотностях распределения – типичная ситуация при обработке спутниковых данных. Кроме того, в большинстве случаев обучающие выборки классов также отсутствуют. Указанные особенности значительно затрудняют применение параметрических методов, а в случае отсутствия сведений о виде плотностей распределения их корректное применение невозможно вовсе. В этих условиях для анализа спутниковых данных целесообразно использовать непараметрические алгоритмы кластеризации, в которых для оценки неизвестных условных плотностей распределения классов используются скользящие локально-параметрические модели. Эффективность такого рода алгоритмов подтверждена многочисленными экспериментальными исследованиями, однако высокая трудоемкость и сложность настройки параметров служат основными препятствиями для их широкого использования в задачах обработки спутниковых данных.

Перед диссертантом была поставлена задача разработки эффективных непараметрических алгоритмов кластеризации для сегментации спутниковых изображений, основанных на непараметрических оценках Розенблатта – Парзена, и современной платформы для стандартизованного доступа к ним.

Ю.Н. Синявский полностью справился с поставленной задачей, в ходе выполнения которой им получены следующие основные результаты.

1. Разработан и исследован вычислительно эффективный алгоритм кластеризации MeanSC на основе непараметрических оценок плотности Розенблатта – Парзена для сегментации мультиспектральных спутниковых изображений.

2. Предложен подход к построению ансамбля непараметрических алгоритмов кластеризации, основанных на оценках плотности Розенблатта – Парзена, с помощью согласованной матрицы различий. В рамках этого подхода создан алгоритм кластеризации EMeanSC, позволяющий значительно

повысить устойчивость результатов работы алгоритма MeanSC к изменению параметра сглаживания и упростить процедуру настройки параметров.

3. Выполнен сравнительный анализ предложенных алгоритмов с алгоритмами из широко распространенного пакета для обработки спутниковых данных ENVI, а также из пакетов для анализа данных ELKI и Smile.

4. На основе программных продуктов с открытым исходным кодом создана платформа для публикации алгоритмов обработки пространственных данных в виде стандартизованных веб-сервисов (WPS-процессов). В виде WPS-процессов опубликованы пять эффективных непараметрических алгоритмов (в том числе алгоритм MeanSC). Разработан модуль для геоинформационной системы с открытым исходным кодом GRASS GIS, реализующий алгоритм EMeanSC.

5. Создан пакет программ «Image Processing Toolkit» для обработки и анализа мультиспектральных изображений, включающий четыре оригинальных эффективных алгоритма автоматической классификации и наращивания обучающей выборки.

Практическая значимость полученных результатов обусловлена следующим.

Разработанные алгоритмы превосходят описанные в литературе по качеству классификации и/или вычислительной эффективности, что позволяет повысить эффективность сегментации спутниковых изображений в условиях малой априорной информации при решении задач, связанных с исследованием и оценкой состояния территорий по данным дистанционного зондирования Земли. Алгоритмы внедрены в геоинформационную систему с открытым исходным кодом GRASS GIS, а также оформлены в виде стандартизованных веб-сервисов, что позволяет обеспечить доступ к ним по протоколу WPS.

Результаты диссертационного исследования используются в Институте почвоведения и агрохимии СО РАН при крупномасштабном моделировании пространственной организации степной растительности с целью выявления важных закономерностей формирования растительного покрова, что подтверждено актом об использовании.

Все основные результаты были получены Ю.Н. Синявским самостоятельно. Ю.Н. Синявский неоднократно выступал с докладами о полученных результатах на российских и международных конференциях.

Диссертационная работа выполнена при поддержке проекта РФФИ № 14-07-31320-мол_а (2014-2015 гг.), руководителем которого являлся Ю.Н. Синявский, а также при поддержке междисциплинарных интеграционных проектов СО РАН №№ 3 (2003-2005 гг.), 86 (2006-2008 гг.), 50 (2009-2011 гг.), проектов РФФИ (№№ 09-07-12087-офи_м, 11-07-12083-офи_м, 11-07-00202, 11-07-00346, 18-37-00492-мол_а), международного гранта фонда «Human Capital Foundation» № 66 (2006 г.) и гранта мэрии г. Новосибирска № 09-09 (2009-2010 гг.), в которых Ю.Н. Синявский выступал в качестве исполнителя.

Результаты работы Ю.Н. Синявского нашли отражение в 29 печатных работах, в том числе 7 статей в изданиях из перечня ВАК, 3 – в изданиях, индексируемых в WoS и Scopus, 8 – в других рецензируемых журналах, 4 – в трудах и 7 – в тезисах международных и всероссийских конференций. Получено 5 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

За время работы над диссертацией Ю.Н. Синявский проявил себя как увлеченный исследователь, квалифицированный и грамотный специалист, способный ставить и решать сложные задачи в области обработки и анализа изображений.

Диссертационная работа Ю.Н. Синявского выполнена на высоком научном уровне и представляет собой завершенный цикл исследований в области обработки и анализа данных дистанционного зондирования Земли из космоса, имеющих важное научное и прикладное значение.

Считаю, что диссертационная работа Ю.Н. Синявского удовлетворяет всем требованиям ВАК России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а сам Синявский Юрий Николаевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Ведущий научный сотрудник,
и.о. заведующего лабораторией
аэрокосмического мониторинга и
обработки данных (совместно с АлтГУ)
Института вычислительных
технологий СО РАН
к.ф.-м.н., доцент

Игорь Алексеевич Пестунов

19.02.2020

630090, г. Новосибирск
просп. Академика Лаврентьева, 6
Федеральное государственное учреждение науки
Институт вычислительных технологий
Сибирского отделения Российской академии наук
Рабочий телефон: 8 (383) 334 91 55
Электронная почта: pestunov@ict.sbras.ru

Подпись к.ф.-м.н., доцента И.А. Пестунова удостоверяю:

Ученый секретарь ИВТ СО РАН,
к.ф.-м.н.



А.А. Редюк

19.02.2020