

Отзыв

официального оппонента Романова Андрея Николаевича на диссертацию Сафоновой Анастасии Николаевны «Методы машинного обучения при обработке изображений сверхвысокого пространственного разрешения на примере задач классификации растительности», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 - Теоретические основы информатики.

Диссертация посвящена проблеме дистанционной диагностики состояния растительности, оценки ее деградации в условиях недостаточности информации путем разработки методов интерпретации изображений и алгоритмов анализа дистанционных данных. Актуальность работы заключается в наблюдающемся в последнее десятилетие широком использовании искусственных нейронных сетей при обработке дистанционных данных, что связано с увеличением вычислительных мощностей современных компьютеров, повышением точности спектрометрических приборов, все более широким использованием беспилотных летательных аппаратов и все большей доступностью данных дистанционного зондирования.

При этом часто возникают случаи, когда объемы данных, используемых для обучения нейронной сети, небольшие и их оказывается недостаточно для правильной интерпретации данных. Возникает необходимость разработки новых методов и алгоритмов классификации категорий повреждения растительности на основе машинного обучения в условиях малых выборок и ограниченного количества спектральных каналов. Для решения этих задач используются сверточные нейронные сети, обеспечивающие высокое качество распознавания изображений.

Исходя из актуальности поставленной проблемы, сформулирована основная цель диссертации, заключающаяся в создании новых высокопроизводительных методов машинного обучения, используемых при обработке изображений

сверхвысокого пространственного разрешения в условиях малых выборок по искусственно увеличенным данным на примере задач сегментации, классификации и категоризации характера повреждения растительности.

Наиболее значимыми научными результатами, полученными в диссертации, являются:

1. Разработанная архитектура сверточной нейронной сети, обученная в условиях малых выборок на искусственно увеличенном наборе дистанционных данных, отличающаяся структурой и составом слоев нейронной сети, их порядком, позволяющая автоматически классифицировать размеченные категории повреждения растительности на трехканальных цветных изображениях сверхвысокого пространственного разрешения.

2. Разработана методика формирования контрольной выборки, отличающаяся более высокой степенью автоматизации, позволяющая локализовать категории повреждения растительности на трехканальных цветных изображениях сверхвысокого пространственного разрешения в условиях малых выборок, с целью ускорения процесса подготовки тестируемого набора данных.

3. Модифицированный алгоритм сегментации растительности на основе сверточных нейронных сетей, отличающийся уникальным подбором параметров, включением искусственного увеличения размеченного набора данных, позволяющий строить маски регионов объектов на изображениях сверхвысокого пространственного разрешения в условиях малых выборок.

Основные положения и результаты диссертационной работы доложены на шести научных конференциях международного и всероссийского уровня. Результаты диссертационной работы использовались при выполнении гранта РФФИ и грантов Европейского союза.

Диссертация содержит 104 страницы, в том числе 35 рисунков и 10 таблиц, список литературы из 111 наименований. По теме диссертации автором опубликовано 13 работ, из них 2 — в рецензируемых изданиях по списку ВАК, и 3 — в цитируемых изданиях «Web of Science» и «Scopus», в которых материалы диссертации отражены достаточно полно.

Диссертационная работа хорошо структурирована.

Во введении обосновывается актуальность темы диссертационной работы, формулируются цель и задачи исследования, описываются методы исследования, научная новизна, практическая значимость полученных результатов, а также основные положения, выносимые на защиту и краткое содержание работы по главам.

В первой главе представлены результаты анализа развития сверточных нейронных сетей в задачах классификации объектов на изображениях. Проведен обзор существующих в мире работ в области обработки изображений дистанционного зондирования Земли с применением современных сверточных нейронных сетей. Сформулированы основные проблемы, решавшиеся в настоящем исследовании.

Во второй главе приведено описание структурных особенностей и архитектуры сверточных нейронных сетей при решении задач сегментации, классификации и категоризации характера повреждения растительности в условиях малых выборок по искусственно увеличенным дистанционным данным со сверхвысоким пространственным разрешением.

Описана методика формирования контрольной выборки на трехканальных цветных изображениях сверхвысокого пространственного разрешения с целью ускорения процесса подготовки тестируемого набора данных. Приведен модифицированный алгоритм сегментации изображений сверхвысокого пространственного разрешения в условиях малых выборок на основе сверточных нейронных сетей, применяемый для построения маски регионов объектов. Алгоритм был модифицирован за счет использования искусственно увеличенного набора данных и тонкой настройки алгоритма для решения поставленной задачи.

Для решения поставленных в работе задач использовались методы предварительной обработки данных дистанционного зондирования, методы искусственного увеличения объема обучающей выборки, методы машинного обучения, ГИС-технологии, методы статистического анализа и др.

В качестве основных объектов исследования выбраны сибирская пихта и оливковое дерево.

В третьей главе представлены результаты экспериментального применения разработанной архитектуры сверточной нейронной сети для дистанционной диагностики участков пихтового леса. Приведено описание тестового участка, на котором осуществлялось дистанционное зондирование. Подробно описан процесс подготовки обучающего набора данных и его искусственное увеличение.

Состояние пихт классифицировалось на шесть категорий, согласно уровню проникновения вредителей (жук-короед *Уссурийский полиграф*) в ствол и их влиянию на полог леса: 1) здоровые деревья; 2) ослабленные деревья; 3) сильно ослабленные деревья; 4) погибающие деревья; 5) недавно погибшие деревья; 6) старый отмерший лес. Для исследовательских площадок был получен набор изображений со сверхвысоким пространственным разрешением (5-10 см/пиксел) во время нескольких полетов беспилотного летающего аппарата (БПЛА). Приведено подробное описание результатов классификации повреждений деревьев с использованием разработанной сверточной нейронной сети в сравнении с известными моделями нейронных сетей на том же наборе данных.

В четвертой главе представлены результаты дистанционного зондирования плантаций оливковых деревьев и обработки изображений сверхвысокого пространственного разрешения (13 и 3 см/пиксел) с использованием сверточных нейронных сетей в условиях малых выборок. Приведено описание тестового участка, процесса формирования набора данных для обучения модифицированного алгоритма сегментации на основе сверточных нейронных сетей. В эксперименте также использовались изображения сверхвысокого разрешения, полученные с помощью БПЛА. Приведены результаты экспериментальных исследований использования модифицированного алгоритма сегментации изображений на примере оливковых деревьев и оценены точностные характеристики разработанной нейронной сети.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Имеется ряд вопросов.

1. В последнее время в практику активно внедряются гиперспектральные системы, соответственно, разрабатываются методы обработки гиперспектральных данных. Применимы ли подходы, разработанные в данной диссертационной работе, к гиперспектральным данным?
2. Зависит ли точность (достоверность) интерпретации дистанционных данных от угла зондирования. Влияет ли отклонение от надира?
3. Имеются ли различия в цвете у деревьев одной породы, но разного возраста и насколько эти различия могут снижать точность оценки повреждений дерева?
4. Зависят ли квалификационные признаки растительности от освещенности солнцем под разными углами и вегетационного периода?
5. В каких единицах выражены значения в таблице 8?

Замечания:

1. Встречаются досадные грамматические погрешности и некоторые неточности, например: лесистые леса (видимо, лиственные леса).
2. В диссертационной работе, к сожалению, не отмечен личный вклад автора в выполнение теоретических и экспериментальных исследований, а также в подготовку совместных публикаций.

Общее заключение по диссертации:

Указанные недостатки не являются определяющими и не оказывают существенного влияния на научную и практическую значимость полученных в диссертации результатов.

Диссертация Сафоновой Анастасии Николаевны соответствует специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики и является завершённой научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научная проблема повышения точности сегментации и классификации данных дистанционного зондирования Земли в условиях малых выборок путем использования методов машинного обучения.

Считаю, что диссертационная работа Сафоновой А.Н. «Методы машинного

обучения при обработке изображений сверхвысокого пространственного разрешения на примере задач классификации растительности» соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении учёных степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а её автор Сафонова Анастасия Николаевна заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Заместитель директора по научной работе,
заведующий Лабораторией физики
атмосферно-гидросферных процессов

Института водных и экологических проблем СО РАН,

доктор технических наук, доцент



Романов А.Н.

23 января 2020 г.

ФИО: Романов Андрей Николаевич

Специальность: 25.00.36 – геоэкология

Почтовый адрес: 656067, г. Барнаул, ул. Попова, д. 186, кв. 86.

Сот. тел.: +7-903-996-2624

Эл. почта: romanov_alt@mail.ru , ran@iwer.ru

Сведения об организации:

Федеральное государственное учреждение науки

Институт водных и экологических проблем

Сибирского отделения Российской академии наук

656038, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Молодежная, 1.

Телефон: (3852) 66-64-60

Эл. почта: iwer@iwer.ru

Веб-сайт: <http://www.iwer.ru>

Подпись А.Н. Романова удостоверяю

Ученый секретарь ИВЭП СО РАН

к.ф.-м.н.,



Д.Н. Трошкин