

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, доцента Андрианова Дмитрия Евгеньевича на диссертационную работу Мурынина Александра Борисовича «Методы анализа данных дистанционных измерений для исследования объектов земной поверхности и океана», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.3.8 «Информатика и информационные процессы»

1. Актуальность работы

Актуальность работы обусловлена необходимостью разработки новых методов, алгоритмов и программного обеспечения для космического мониторинга различных явлений и объектов на суше и в океане.

В работе решаются задачи повышения информативности спутниковых изображений, получаемых при космическом мониторинге, в том числе: повышение пространственного разрешения; извлечение структурной информации о наблюдаемых объектах, восстановления характеристик поверхности по изображениям, регистрируемого космической аппаратурой.

2. Содержание работы и соответствие диссертации паспорту специальности

Работа состоит из введения, пяти глав, библиографии.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследований, показаны научная новизна, практическая ценность работы.

В первой главе описаны базовые методы повышения пространственного разрешения изображений, используемые в работе. Описаны методы, основанные на пространственно-спектральном анализе и синтезе изображений. Описан вероятностный метод повышения разрешения мультиспектральных изображений.

Во второй главе рассматриваются методы, разработанные для получения информации об антропогенных объектах на аэрокосмических изображениях. Описан метод повышения пространственного разрешения космических изображений с использованием векторной модели представления априорной информации. Описан подход к применению искусственных нейронных сетей (ИНС) для извлечения и интерпретации пространственной информации о ригидных объектах из спутниковых изображений, который включает нейросетевое сверхразрешение и нейросетевую сегментацию изображений для выделения объектов.

В третьей главе описана система методов реконструкции трёхмерных моделей ригидных объектов по совокупности признаков. Представлен подход, который позволяет

автоматизировать процессы повышения пространственного разрешения и извлечения трёхмерных пространственных данных о наземных объектах из спутниковых изображений. В четвертой главе представлены методы и алгоритмы восстановления пространственных спектров морского волнения по оптическим изображениям в широком диапазоне условий. Описаны методы построения восстанавливающих операторов на основе учёта условий формирования изображений и, характеристик аппаратуры дистанционного зондирования. В пятой главе описаны результаты валидации метода дистанционного измерений спектров морского волнения, с использованием результатов измерений, выполняемых на реальных устройствах. Путём численной оптимизации подобраны значения параметров восстанавливающих фильтров, эффективно работающих в условиях сложного ветрового волнения. Экспериментально подтверждена адекватность дистанционного измерения как средних по времени спектров морской поверхности, так и их вариаций, связанными с антропогенными и природными воздействиями.

Диссертация соответствует

Объектом диссертационного исследования Мурынина А.Б. являются методы численного моделирования и интеллектуального анализа данных с использованием искусственных нейронных сетей, Цель диссертационной работы - разработка эффективных методов и алгоритмов увеличения информативности данных дистанционного зондирования для решения задач исследования процессов и явлений на земной поверхности. Автором предложены основы теории, включающие в своем составе математическую модель, методы и алгоритмы обработки изображений для восстановления структуры пространственных объектов с использованием методов машинного обучения, что соответствует паспорту специальности 2.3.8 «Информатика и информационные процессы», пункты 1–4.

3. Научная и практическая ценность результатов работы

Научная ценность работы состоит в едином подходе к обработке аэрокосмических изображений объектов различной физической природы, основанном на совместном использовании пространственного спектрального анализа, статистического анализа, численном моделировании и синтезе изображений, машинном обучении.

Практическая ценность состоит в том, что разработанные методы и алгоритмы реализованы в виде макетов программных комплексов и внедрены в ряде организаций. Наибольший практический интерес представляет исследовательский программный комплекс, реализующий в интерактивном и пакетном режимах полный цикл обработки спутниковых данных, включающий последовательно выполняемые: предварительную обработку изображений, сверхразрешение на основе искусственных нейросетей, слияния изображений с возможностью выбора метода слияния изображений, нейросетевую сегментацию, оценку трехмерных моделей объектов.

4. Новизна результатов представленной работы

Автором разработаны и представлены в диссертации новые методы и алгоритмы анализа данных дистанционных измерений для исследования земной поверхности и океана, в том числе:

1. Метод повышения информативности изображения путём объединения метода слияния, обеспечивающего высокое качество детализации с использованием алгоритмов, основанных на вероятностном анализе и пространственном спектральном анализе, с методом сверхразрешения на основе искусственных нейронных сетей.
2. Комплекс алгоритмов, который позволяет автоматизировать наиболее трудоемкие процессы обработки спутниковых изображений, такие как повышение пространственного разрешения изображений, семантическая сегментация изображений для выделения антропогенных объектов, восстановления пространственных характеристик этих объектов.
3. Метод и алгоритмы восстановления пространственных спектров уклонов и возвышений поверхностных волн на морской поверхности по аэрокосмическим оптическим изображениям, с помощью пространственно-частотных фильтров, позволяющих учесть нелинейный характер модуляции поля яркости уклонами морской поверхности.
4. Метод дистанционного измерения двумерных пространственных спектров морского волнения по спутниковым изображениям, который позволяет получать оценки углового распределения энергии морских волн даже при наличии дефицита спектральных данных, возникающего вследствие однопозиционного характера спутниковой съёмки.

Представленные в диссертации методы и алгоритмы прошли проверку работоспособности на экспериментальных данных.

Основные защищаемые результаты диссертации Мурынина А.Б. опубликованы в печати, докладывались и обсуждались на международных конференциях.

5. Обоснованность и достоверность положений и выводов

Обоснованность и достоверность положений, выводов и рекомендаций диссертации определяется результатами экспериментальных исследований, описанных в работе, а также применением полученных результатов для решения практических задач дистанционного зондирования.

Практическое применение результатов диссертации подтверждено актами внедрения, полученными от 6 организаций, занимающихся обработкой данных дистанционных измерений, разработкой систем компьютерного зрения, анализом спутниковых изображений.

6. Замечания по представленным результатам

Отмечая актуальность, новизну и значимость представленной работы, следует высказать следующие замечания:

1. Недостаточно полно описаны разработанные макеты программных комплексов (главы 3,4), что снижает возможности оценки дальнейших внедрений предложенных методов и алгоритмов.

2. В главе 3 представлено мало примеров восстановления трёхмерных моделей объектов по одиночным изображениям, что не позволяет в полной мере оценить практические возможности алгоритма.
3. В Главе 2, не указано осуществлялся ли контроль переобучения ИНС. Если переобучение имело место быть, то какие методы борьбы с ним использовались.
4. Генеративные нейросети (часто применяемые в медиапространстве например для стилизации изображений, создания "глубоких фейков" и т.д.) призваны генерировать информацию, не гарантируя ее достоверность. Насколько обосновано применение генеративных нейросетей в повышении резкости, велика ли вероятность, что повышая резкость, сеть добавит несуществующие объекты или их части.

Отмеченные замечания не снижают качества проведенных исследований, уровня достигнутых научных и практических результатов.

Заключение

В целом, диссертационная работа Мурынина А.Б. является завершенной научно-квалификационной работой, в которой приведены новые научно обоснованные решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие методов и средств дистанционного зондирования в стране и в мире.

Работа соответствует требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к докторским диссертациям.

Считаю, что автор работы Мурынин Александр Борисович заслуживает присуждения ему учёной степени доктора технических наук по специальности 2.3.8 «Информатика и информационные процессы».

Официальный оппонент:



Андрианов Дмитрий Евгеньевич

доктор технических наук, доцент, заместитель директора по учебной работе, заведующий кафедрой информационных систем, Муромский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Подпись д.т.н., доцента Андрианова Д.Е. заверяю

Секретарь Ученого совета института

27.09.2023



О.Н. Полулях