

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Назмутдиновой Айгуль Илсуровны «Разработка и исследование метода интерпретации космических снимков площадных объектов местности на основе вейвлет-анализа», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в науке и технике)

1. Актуальность темы и соответствие паспорту специальности

Дистанционное зондирование Земли применяется для решения многих важных научных и практических проблем. При этом возникает задача правильной интерпретации получаемых данных. Особенно сложен анализ изображений площадных объектов местности, поэтому синтез методов обработки этих изображений имеет большое значение. Несмотря на значительное количество работ в этой области, решение конкретных возникающих задач требует особого подхода с применением комплекса различных признаков изображений и согласованного с этими признаками метода классификации.

Таким образом, не вызывает сомнений актуальность темы диссертации А.И. Назмутдиновой, связанной с решением задачи отбора признаков и согласованного с ними классификатора для интерпретации космических снимков площадных объектов местности.

Работа по затронутой тематике и используемым методам в целом соответствует специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в науке и технике). В частности, следующим пунктам паспорта.

п.2. Формализация и постановка задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации;

п.4. Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации;

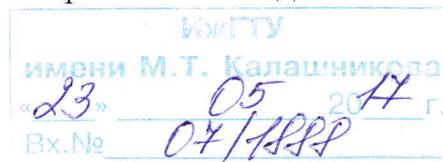
п.5. Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации;

п.12. Визуализация, трансформация и анализ информации на основе компьютерных методов обработки информации.

2. Структура и объём

Работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка сокращений, списка литературы, включающего 143 наименования, и трёх приложений. Общий объём диссертации – 158 страниц. В работе содержится 36 рисунков и 26 таблиц.

В первой главе выполнен обзор существующих методов формирования дешифровочных систем признаков, а также методов распознавания, используемых при интерпретации изображений. Выделяется



понятие трудноразличимых объектов на изображении. Приведена сравнительная таблица результатов применения известных методов интерпретации изображений, обозначены недостатки существующих подходов к решению задачи. Сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе описаны результаты системного анализа задачи интерпретации космических изображений, представлены теоретические основы разработанной системы признаков. Разработан метод классификации, в основе которого лежит показатель значимости признаков, позволяющий оценивать дешифровочные признаки с точки зрения их способности разделять исследуемые классы. Представлены теоретические оценки необходимого объема контрольной выборки для разработанного метода.

В третьей главе приведены результаты экспериментальных исследований разработанной системы признаков, основанных на вейвлет-преобразовании. Эксперименты проведены на модельных изображениях из альбома текстур Бродаца, а также на реальных данных. В результате исследований выявлены вейвлет-функции, показывающие наиболее высокие результаты для всех типов данных, также сделан вывод о наиболее оптимальном уровне вейвлет-преобразования.

В четвертой главе представлены результаты применения разработанной системы признаков к реальным данным нескольких съемочных систем. Эксперименты проведены на наборах данных разного пространственного разрешения, полученных со съемочных систем QuickBird и RapidEye, а также с беспилотного летательного аппарата. Полученные результаты позволили сделать вывод об эффективности разработанного метода классификации. Представлены результаты применения разработанной системы признаков при обнаружении областей с характерными свойствами на примере поиска территорий с повышенной мощностью гумусированного слоя земли.

В заключении представлены результаты диссертационного исследования.

В приложениях приведены свидетельство о регистрации программы, характеристики известных реализаций систем интерпретации изображений площадных объектов местности и текст программы «Программное обеспечение определения разновидностей объектов растительности по их многозональным изображениям»

3. Новизна проведенных исследований и полученных результатов

1. Разработана хорошо согласованная система, состоящая из набора признаков (на основе вейвлет-преобразований) и классификатора (вариант метода голосования), позволяющая решать поставленную задачу с высокой точностью.
2. В результате исследований на снимках разного разрешения определены оптимальные значения параметров, при которых достигается максимальная точность разработанных алгоритмов для всех типов изображений.

3. Разработан способ обнаружения областей местности с характерными свойствами на изображениях с беспилотных летательных аппаратов, основанный на использовании предложенной системы вейвлет-признаков. Результат применения метода к реальным данным показывает перспективность его использования к данным сверхвысокого разрешения.

4. Степень обоснованности и достоверности положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Для решения поставленных в диссертации задач автором проведен сравнительный анализ существующих методов интерпретации космических снимков, сопоставление результатов, полученных известными методами и разработанными алгоритмами. Все выносимые на защиту положения строятся на результатах статистических экспериментов, проведенных на выборках достаточного объёма. Проведена достаточно масштабная экспериментальная проверка как на модельных данных, взятых из альбома текстур Бродаца, так и на реальных данных, полученных со спутников с различными характеристиками съемочных систем и беспилотных летательных аппаратов. Полученные количественные оценки демонстрируют преимущества разработанного подхода.

Достоверность результатов обеспечивается благодаря корректному использованию математического аппарата теории принятия решений, методов обработки изображений и высоким уровнем соответствия данных, полученных в результате применения метода, с наземной информацией, полученной из лесотаксационных карт и таблиц, а также с результатами геофизических исследований.

5. Публикация и апробация материалов диссертации

Основные результаты и положения диссертации достаточно полно отражены в 13 публикациях, из которых 3 – в журналах, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёных степеней доктора и кандидата наук. Результаты диссертации прошли апробацию на ряде научных конференций.

6. Значимость результатов, полученных в диссертации, для науки и практики

Основным теоретически значимым результатом диссертации является составление удачной комбинации признаков изображений и классификатора, которые в совокупности и обеспечили высокие показатели дешифрования данных дистанционного зондирования площадных объектов рассматриваемого типа.

Разработанная программа была использована при выполнении работ с Министерством лесного хозяйства Удмуртии для исследования возможностей обеспечения организации рационального, многоцелевого, непрерывного и неистощительного лесопользования, воспроизводства, охраны и защиты лесов по материалам многозональной космической съемки.

Очевидно, что эта программа может быть использована и в дальнейшем для указанных целей.

7. Оформление диссертации и автореферата

Диссертация и реферат хорошо оформлены и дают ясное представление о проделанной работе.

8. Замечания

1. На стр. 38 сказано «метод максимального правдоподобия основан на предположении о нормальном распределении данных». Этому предположения совсем не требуется.
2. Процедура голосования за класс K_j по признаку S_i есть аналог оценки условной маргинальной ПРВ $f_i(x|K_j)$ признака S_i в точке X_i , и правильнее при оценивании $f_i(X_i|K_j)$ подсчитывать голоса, попавшие в интервал с центром X_i .
3. В алгоритме классификации предусмотрена процедура бинаризации признаков, что увеличивает размерность векторов во много раз. Почему нельзя было вместо всего бинарного вектора в качестве характеристики использовать номер сегмента, в который попадает значение признака?
4. В заключении на стр.122 сказано: «Проведены исследования с использованием снимков нескольких съемочных систем при решении задач распознавания объектов растительности. Полученные результаты показывают, что точность классификации с использованием предложенного метода превышает показатель общей точности в 80 %, что является преимуществом по сравнению с известными результатами классификации в сравнимых условиях». Не вполне ясно, что имеется в виду во фразе «с использованием предложенного метода»: метод дискретизации, голосования, выбора признаков или всей совокупности приёмов?
5. Не ясна ситуация с исследованием устойчивости к поворотам. На стр. 97 констатируется большая неустойчивость группы признаков, характеризующих пики, к поворотам на $\pm 90^\circ$. Но при таких поворотах изображение практически не меняется – строки становятся столбцами и наоборот, то есть просто транспонируется. Откуда же такая вариация значений признаков?
6. В диссертации нет интервальных оценок вероятности правильной классификации, приведены только выборочные частоты.
7. Как было отмечено, диссертация и автореферат выполнены аккуратно, но, хотя и очень редко, попадаются опiski и лишние/пропущенные знаки препинания. Например, на стр. 13 автореферата «**В** третье главе...» и на стр. 30 диссертации «в информационном базисе Грамма-Шмидта». Введённая аббревиатура ДЗЗ (дистанционное зондирование Земли) то используется, то нет.

