

ОТЗЫВ
официального оппонента
на диссертацию Акининой Натальи Викторовны на тему
**"Интеллектуальные алгоритмы формирования карт и моделей
местности для производства составных частей бортовых дисплеев
гражданской авиации",**
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.13.01 "Системный анализ, управление и
обработка изображений (в промышленности)"

1. Актуальность темы диссертационного исследования.

Использование данных дистанционного зондирования (ДДЗ) Земли в качестве входных данных для ГИС является безусловно перспективным направлением. Материалы съемок могут быть представлены в виде единого набора растровых изображений, привязанных к нужной координатной системе, и, в отличие от бумажных картографических материалов, действительно могут отражать практически одновременную фиксацию всех пространственных объектов и отношений между ними.

Решение этой задачи в настоящее время ведется, в основном, с использованием теории распознавания образов. Сложность такой задачи возрастает в ситуациях, требующих оперативного распознавания, так как появляется ограничение по времени, которое может быть не достижимо для существующих полуавтоматических методов и алгоритмов. Следует учитывать, что с возрастанием объемов ДДЗ ключевой проблемой становится проблема автоматизированной интерпретации (декодирования) аэрокосмических снимков.

Диссертация Акининой Н.В. посвящена решению задач снижения временных затрат и повышения качества построения карт местности по результатам анализа данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) путем разработки интеллектуальных алгоритмов распознавания образов на изображениях реализуемых в автоматизированных режимах, включая контроль качества полученных результатов.

Актуальность исследований по данному направлению также подтверждается востребованностью на производстве, а именно в АО "Государственный Рязанский Приборный Завод" и ООО "Кристалл-Техника".

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Автор достаточно корректно использует известные научные методы теории искусственного интеллекта, машинного обучения и компьютерного зрения.

В рамках диссертационного исследования автором самостоятельно получены и выносятся на защиту следующие научные результаты:

1. Алгоритм распознавания образов на изображениях (данных ДЗ3), основанный на применении древовидного нейросетевого классификатора, использующего нейронные сети прямого распространения без обратных связей в качестве простых классификаторов.

2. Алгоритмы описания пространства признаков образов объектов на изображениях (данных ДЗ3), основанные на применении текстурных признаков Харалика(покрывающую изображение, характеристики специальных матриц вхождений, рассчитываемых по изображению. и анализа главных компонент (PCA).

3. Алгоритмы описания пространства признаков образов объектов на изображениях (данных ДЗ3), основанные на применении энергетических текстурных характеристик Лавса и автоэнкодера.

Содержанием первого научного результата являются разработка алгоритма распознавания образов на изображениях (данных ДЗ3). В алгоритме использованы особенности нейросетевого древовидного классификатора – инвариантность при обучении к масштабу, освещению, частичному заслонению, фону, его быстродействие, малые затраты на память и время обучения, отказоустойчивость. Структура классификатора представляет собой сеть в узлах которой расположены простые классификаторы - нейронные сети прямого распространения без обратных связей. Это позволяет добиться повышения точности выделения образов объектов на изображении при наличии нечетких границ между выделяемыми

образами за счет введения вариативной функции определения границ образов и улучшения способности классификатора к обобщению информации за счет разделения задачи классификации на набор подзадач, каждая из которых представляет собой бинарную классификацию различных классов.

Существо второго научного результата - алгоритм описания пространства признаков образов объектов на изображениях (данных ДЗ3), основанные на применении текстурных признаков Харалика и анализе главных компонент (PCA). Применение текстурных признаков Харалика лучшим образом, с точки зрения качества работы классификатора, описывают классифицируемые образы, а преобразование Карунена — Лоева (PCA) позволяет уменьшить размерность данных, с минимальной потерей объема информации. Реализация алгоритма направлена на контролируемое удаление из обучающей выборки информации, несущественной с точки зрения анализа главных компонент, что позволяет снизить временную сложность процесса распознавания образов.

Третий научный результат - алгоритм описания пространства признаков образов объектов на изображениях (данных ДЗ3), основанные на применении энергетических текстурных характеристик Лавса и автоэнкодера, разработан с целью реализации эффективного способа для фрагментарной и поточечной сегментации, на основании выявления характерных особенностей текстурных изображений с использованием специальной нейронной сети.

Разработанный алгоритм позволяет снизить временную сложность процесса построения карт местности при примерно одинаковой точности дальнейшего распознавания образов за счет уменьшения размерности пространства признаков.

Новизна предлагаемых алгоритмов не вызывает сомнений, так как они основаны на оригинальном подходе, защищенном патентом на изобретение и патентом на полезную модель.

3. Достоверность и новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Достоверность и обоснованность подтверждается корректным применением математического аппарата, сходимостью теории с результатами экспериментальных исследований и практическим внедрением.

4. Значимость для науки и практики полученных автором результатов.

Теоретическая значимость исследования заключается в дальнейшем развитии автоматизированных методов распознавания образов, основанных на разработанных автором алгоритмах с использованием древовидного нейросетевого классификатора, использующего нейронные сети прямого распространения без обратных связей в качестве простых классификаторов, а также применение текстурных признаков Харалика и РСА, энергетических текстурных характеристик Лавса и автоэнкодера, для описания пространства признаков образов объектов.

Практическая ценность заключается в повышении временной эффективности процесса и точности построения высокоточных детализированных карт местности путем применения интеллектуальных подходов к распознаванию образов на изображениях, что связано с повышением эффективности и точности решения различных задач дешифрации данных ДЗЗ, к которым относятся задачи автоматического картографирования, задачи уточнения цифровых карт местности (ЦКМ) и связанные с ними. Разработанные алгоритмы применяются в составе отдельных геоинформационных модулей бортовых систем улучшенного и синтезированного видения гражданской авиации, позволяющих уточнять положение летательного аппарата и ситуативную обстановку по результатам анализа данных ДЗЗ, заранее загруженных в память бортовых систем, и данных, поступающих от телевизионных и тепловизионных камер, установленных на борту летательного аппарата. Применение разработанных алгоритмов в составе бортовых систем позволяет увеличить точность построения улучшенного и синтезированного изображений на дисплее пилота, снизить временные характеристики построения изображения на дисплее, что приводит к повышению оперативности принятия решений пилотом и, следовательно, к повышению безопасности полетов.

5. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты диссертационной работы могут быть внедрены в промышленности при проектировании, разработке и производстве аппаратно-программных комплексов синтезированного видения бортовых дисплеев гражданской авиации.

6. Содержание диссертации, ее завершенность.

Диссертационная работа является завершенной научно-исследовательской работой, ее структура отражает последовательность решения научных задач. Работа состоит из 149 страниц, включая список литературы, содержащий 66 наименований, и 2 приложения.

Основной текст работы разбит на введение, четыре главы и заключение.

Во **Введении** обоснована актуальность, сформулированы прагматическая цель и частные задачи исследования, научная новизна, сведения о практическом использовании научных результатов и представлены основные положения, выносимые на защиту.

Аналитическая часть работы включает критический обзор существующих подходов, методов и алгоритмов построения карт местности и, в частности, методов и алгоритмов распознавания образов, постановку научной задачи. Анализ подкреплен иллюстрационным материалом, ссылками на литературу и справочными данными.

Основные научные результаты представлены во **Второй и Третьей главах работы**, где приводится описание и структура алгоритма распознавания образов на изображениях, и **разработанные** алгоритмы формирования пространства признаков образов объектов на изображениях.

Алгоритм распознавания образов на изображениях основан на применении древовидного нейросетевого классификатора с использованием нейронных сетей прямого распространения без обратных связей в качестве простых классификаторов.

Формирование пространства признаков образов объектов на изображениях проводится с использованием предложенных алгоритмов:

- алгоритма описания пространства признаков образов на изображениях, основанного на применении текстурных признаков Харалика и нейронной сети, реализующей метод анализа главных компонент;

- алгоритма описания пространства признаков образов изображений, основанных на применении энергетических текстурных характеристик Лавса и автоэнкодера.

В Четвертой главе представлены программа, методика и результаты экспериментальных исследований по разработанным алгоритмам. На основе анализа полученных результатов сформулированы выводы по распознаванию образов на данных ДЗЗ.

В Заключении сформулированы основные научные результаты, полученные в ходе решения поставленной научно-технической задачи, связанной с развитием и совершенствованием технологии автоматического оперативного высокоточного построения детализированных карт местности, основанной на применении разработанных информационной модели, методов и алгоритмов обработки данных ДЗЗ. В заключении содержатся рекомендации по возможному применению полученных результатов для обработки данных ДЗЗ в контексте решения различных прикладных задач.

Язык и логика изложения диссертационной работы соответствуют общим правилам представления результатов научного исследования.

7. Недостатки в содержании и оформлении диссертации, мнение о научной работе соискателя в целом.

К недостаткам представленной работы относятся:

1. Нет достаточного обоснования по критериям выбора соответствующего алгоритма описания пространства признаков образов изображений в различных условиях. Пояснения о том, что один применим для более четких изображений, а другой для более размытых не дает понятия об их выборе для конкретных наблюдений.

2. Отсутствуют блок-схемы отдельных алгоритмов (например, алгоритма учета свойств классовой относительности и классовой типичности точек изображения (PFCM), алгоритмов коррекции весов ИНС); структура данных алгоритмов достаточно сложна, поэтому наглядней было бы

привести дополнительные иллюстрации хотя бы с принципиальными схемами данных алгоритмов.

3. Во второй и третьей главах отсутствуют практические рекомендации по выбору отдельных параметров используемых алгоритмов. В частности, на странице 79 отсутствует обоснование выбора параметра «Эта»(η_0).

4. В четвертой главе недостаточно раскрыты условия эксперимента – в частности, не приведены характеристики программного обеспечения, реализующего общеизвестные алгоритмы, с которыми производится сравнение. Это не позволяет в полной мере оценить оптимальность реализации данных алгоритмов в контексте исследуемой задачи.

5. Имеются отдельные расхождения с действующими стандартами оформления документации.

Отмеченные недостатки не снижают общей положительной оценки работы, не ставят под сомнение основные выводы диссертации и являются скорее пожеланием по дальнейшему планированию исследований.

В целом, рассматривая содержание диссертации и автореферата Акинина Н.В., зарекомендовала себя как состоявшийся исследователь, способный ставить и самостоятельно решать актуальные научные задачи.

8. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.

Диссертационная работа Акининой Натальи Викторовны представляет законченную научно-квалификационную работу, совокупность результатов в которой позволяет характеризовать ее как новое решение актуальной научной задачи. Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 - Системный анализ, управление и обработка информации (в промышленности).

Официальный оппонент

Кемайкин Валерий Константинович, кандидат технических наук, доцент.

170026, г. Тверь, наб. Аф. Никитина, д. 22,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
"Тверской государственный технический университет", и.о. заведующего
кафедрой "Радиотехнические информационные системы".

Телефон: 8(903)8065176

E-mail:vk-kem@mail.ru

Канд. техн. наук, доцент,

и.о. заведующего кафедрой

"Радиотехнические информационные
системы" М.К. Кемайкин В.К.
04.04.2018г.

Подпись Кемайкина В.К. заверяю

