

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу

Камаева Александра Николаевича

«Построение фотографических карт подводного дна на основе больших массивов изображений»,

представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей.

1. Актуальность темы диссертации.

Диссертационная работа Камаева А. Н. посвящена решению актуальной и сложной научно-технической проблемы автоматизации построения фотографической карты подводного дна на основе анализа больших массивов изображений. Необходимость изучения дна акваторий требует усовершенствования существующих и разработки новых подходов и методов с целью повышения эффективности подводных исследований на основе анализа фотографических карт. Современные средства визуализации дают возможность получения пространственных изображений подводного дна, однако для решения прикладных задач необходимы карты рельефа подводного дна различного содержания и масштаба. Сложность построения подобных карт определяется спецификой подводной съёмки, невозможностью точного определения координат пространственной привязки получаемых снимков, необходимостью упорядочивания и согласования между собой большего объёма изображений.

Рассматриваемые в диссертации задачи поиска связанных изображений, позиционирования снимков и сшивки изображений, а также разработка программного средства для составления фотографических карт подводного дна, являются актуальными и практически значимыми.

2. Анализ научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в работе.

Цель диссертации (С.10) «Разработка и исследование методов построения фотографических карт подводного дна и создание программного средства, реализующего разработанные методы».

На этой основе сформулированы достаточно корректно конкретные задачи исследования, связанные с исследованием основных подходов к автоматической сшивке изображений и определением этапов, требующих специальных решений, учитывающих специфику подводных изображений; разработкой методов и алгоритмов поиска связанных изображений, определения положения и ориентации снимков на основе анализа визуальных особенностей на изображениях, сшивки изображений для получения фотографической карты; разработкой и тестированием программного средства, реализующего все алгоритмы построения фотографической карты

Рассмотрение материалов, включенных в диссертацию, показывает, что в работе последовательно проведены планомерные исследования для достижения поставленной цели.

В связи с этим считаю, что как по характеру поставленной цели, так и по составу решённых в работе задач, диссертация Камаева А. Н. соответствует профилю специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей, включающей в себя модели, методы, алгоритмы и программные средства обработки изображений (пункт 7 области исследований).

Диссертация состоит из списка условных сокращений, введения, четырёх глав, заключения и списка литературы (113 наименований, 10 страниц). Основной объем работы составляет 138 страниц, содержит 43 рисунка, 3 таблицы.

Во введении (С.7-14) соискатель формулирует цели и задачи работы, приводит обоснование актуальности темы диссертации, характеризует объект, предмет и методы исследования, а также научную новизну исследований и их научно-практическую значимость.

Глава 1 «Проблемы построения фотографических карт подводного дна» (С.15-35) посвящена системному анализу основных задач, требующих решения для разработки системы построения фотографических карт дна. Описывается процедура получения изображений с помощью автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА). Выявляется специфика построения фотографических карт. Выделяются основные этапы и рассматриваются возможности применения распространённых систем автоматической сшивки изображений.

Глава 2. «Поиск связанных изображений» (С.36-69) посвящена решению задачи поиска связанных изображений. Предложена технология установления связей между снимками в больших наборах изображений в случае их небольшого перекрытия. В отличие от существующих алгоритмов учитывается, что входные изображения обладают низкой чёткостью, малым числом деталей и могут генерировать большое число ложных точечных соответствий. С помощью вычислительного эксперимента показано, что компенсация нелинейных изменений освещённости играет ключевую роль при сопоставлении. Для компенсации нелинейных искажений яркости исследовано три способа коррекции распределения яркости на изображении.

Предложенный алгоритм сравнения пар подводных изображений основан на поиске похожих пар дескрипторов локальных особенностей, выделяемых на изображениях. По результатам исследований определены оптимальные значения параметров алгоритма поиска кандидатов на сопоставление, что позволило достичь практически линейной зависимости времени сопоставления от количества входных изображений. Это свидетельствует об эффективности разработанной технологии.

В главе 3. «Вычисление положения и ориентации изображений» (С.70-109) рассмотрен алгоритм относительного позиционирования изображений, состоящий из двух этапов: поиск начального приближения решения и уточнение решения. Для определения параметров ориентации снимков используются углы Эйлера. В диссертации рассматриваются различные методы решения систем линейных алгебраических уравнений с учётом их разрежённости для определения планарных координат центров сопоставляемых изображений.

По результатам исследований алгоритмов решения разреженных систем линейных алгебраических уравнений на реальных и синтетических данных. даны выводы, заключающиеся в том, что наиболее подходящим для решения рассматриваемых задач показал себя обратный алгоритм Катхилла–Макки. Предложенный в диссертации подход к вычислению начальных и точных значений ориентаций и положений изображений обеспечивает ошибку, в среднем 3 мм, при средней ширине зоны, охватываемой изображением в 1–2 м.

В главе 4. «Визуальное представление фотографической карты дна» (С.110-135) автор даёт описание технологии объединения изображений в единую фотографическую карту подводного дна. Задача сшивки рассматривается для двух типов рельефа дна: для рельефа с плавными перепадами высот и рельефа с резкими перепадами высот. Применительно к рельефу с резким перепадом высот рассматривается информационная технология сшивки на основе трёхмерной модели дна. Построение трёхмерной модели осуществляется на основе триангуляции облака точек с использованием итеративного алгоритма с динамическим кэшированием треугольников. Для совмещения совпадающих фрагментов изображений предложен алгоритм смещения цветов точек изображений.

В заключении (С.136-138) сформулированы основные результаты, достигнутые соискателем в диссертационной работе и сделаны выводы.

Рецензент согласен, в целом с автором работы, со всеми его корректными выводами, приведенными в конце диссертации, и с перечисленными в заключении основными научными и практическими результатами.

В качестве достоинств рецензируемой работы, по мнению оппонента должны быть отмечены следующие положения и результаты:

– проведён тщательный анализ существующих методов и используемых подходов к решению поставленных задач;

– решена комплексная задача и разработаны все необходимые алгоритмы готовые для практического применения для построения фотографических карт подводного дна;

– для решения достаточно сложных научных задач сопоставления изображений, их взаимной пространственной ориентации и сшивки предлагаются и успешно используются не очень сложные математические модели, методы и алгоритмы;

– автореферат в полной мере отражает все ключевые моменты исследования и позволяет получить корректное представление о диссертационной работе.

Работа также содержит некоторые недостатки:

– В требуемом согласно Положению разделе описания научной новизны автор не конкретизирует в чем заключается новизна предложенных методов и алгоритмов, однако соответствующие пояснения даются далее по тексту диссертации.

– Одна из задач, поставленных в диссертации, связана с разработкой программного средства, однако в тексте отсутствует формальный раздел, посвящённый описанию разработанной программы, технических характеристик и предъявляемых системных требований.

– В списке литературы приводятся пять публикаций автора диссертации, однако в самом тексте диссертации отсутствуют ссылки на эти работы.

– Формально в тексте диссертации отсутствуют выводы отдельно по главам.

– Во введении используется термин «фотографическая карта», тогда как само определение термина даётся только в главе 1

– Автор использует большое количество качественных характеристик, таких как: «низкая чёткость», «большое число ложных соответствий», «достаточная точность», «очень малая зона перекрытия» и т.п. – тогда как необходимо приводить значения конкретных количественных характеристик и оценок.

– Для приведённых в диссертации графиков не указаны доверительные интервалы или уровень обеспечиваемой достоверности.

– Также следует отметить, что в тексте присутствуют опечатки и неточности, что, впрочем, является неизбежным в работе такого объёма.

По итогам прочтения диссертации некоторые моменты остаются неопределёнными:

1. В разделе 3.3. описаны различные подходы к решению систем линейных уравнений, при этом неясен авторский вклад в представленные алгоритмы, как именно производилась реализация численных методов, какие программные средства были использованы.
2. Также неясно, какие были использованы реализации метода RANSAC и процедур построения деревьев, какие программные средства были использованы при получении цифровых изображений и их обработке.
3. В главе 2 речь идёт об обработке полутоновых изображений, в главе 4 упоминаются три цветовые компоненты, при этом не поясняется формат используемых изображений и то, как формировалась яркостная компонента из цветовых. По-видимому, в главе 4 автор рассматривает цветовые компоненты отчётов изображений независимыми, однако никаких обоснований этому не приводится.
4. Приведённые на рисунках 31 и 33 графики автор называет гистограммами, что неверно, поскольку для них не выполняется правило нормировки.
5. При описании результатов, полученных в главе 2, остаётся неясным, является ли достигнутая точность сопоставления около 85% достаточной, поскольку в диссертации не приводятся конкретные критерии оценки качества.

Указанные замечания и неточности не являются существенными в общей положительной оценке диссертации, поскольку не затрагивают вопросы практической значимости и не снижают научной новизны.

3. Практическая значимость работы

Разработанные в диссертации алгоритмы были использованы при проектировании программного комплекса для построения фотографических карт подводного дна на основе изображений, поступающих с АНПА после разведывательных миссий. В диссертации на натурных и синтезированных данных показана работоспособность предложенного комплекса. Возможным применением результатов работы является построение систем навигации АНПА на основе анализа потоков видеоданных.

Практическая значимость подтверждается и тем, что диссертационная работа выполнялась в ВЦ ДВО РАН в соответствии с планами государственных и отраслевых научных программ:

- комплексной целевой программы фундаментальных прикладных исследований ДВО РАН «Перспективные методы и средства изучения и освоения ресурсов Мирового океана на 2014–2018 годы»,

- комплексной программы фундаментальных исследований ДВО РАН «Дальний Восток» (42П, раздел 2.37 «Система навигации необитаемого подводного аппарата по фотоизображениям, устойчивая к пропускам данных»).

4. Степень обоснованности и достоверности защищаемых положений

Обоснованность полученных результатов подтверждается корректным использованием математического аппарата и принятых допущений.

Достоверность полученных в работе результатов обеспечивается применением методов линейной алгебры, цифровой обработки изображений и математического моделирования.

Экспериментальные исследования, вычислительные эксперименты и компьютерные расчёты проведены с достаточными объёмами выборок. Достоверность проведённых экспериментов также подтверждается свидетельством о Государственной регистрации программы для ЭВМ.

Достоверность полученных в работе выводов и рекомендаций подтверждена корректностью постановки задачи.

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертации были доложены на трёх российских и одной международной научных конференциях.

Публикации. Наиболее значимые научные и практические результаты диссертации отражены в пяти научных публикациях, в том числе 2 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК. Получено свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ.

5. Структура диссертации

Структура диссертации является стройной, вполне отражает включённый в неё материал, претензий к языку и стилю изложения нет: работа написана ясным, четким и грамотным научным языком.

6. **Качество оформления** диссертации хорошее.

7. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

8. Общий вывод.

Оценивая диссертационную работу в целом, считаю, что в ней решена важная научно-техническая проблема в области создания новых современных высокотехнологичных систем обработки и анализа изображений подводного дна. Результаты работы вносят существенный вклад в развитии технологий создания фотографических карт подводного дна.

Автор диссертации предстает сложившимся научным сотрудником и специалистом, способным ставить и решать широкий круг сложных задач исследования, совершенствования и практической реализации методов и систем анализа изображений.

В совокупности, представленные результаты позволяют заключить, что рассматриваемая работа удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842», а её автор, Камаев Александр Николаевич достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей.

Официальный оппонент:

Доктор технических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории математических методов обработки изображений Института систем обработки изображений РАН



Куприянов Александр Викторович

Почтовый адрес: 443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская 151

Телефон: (846) 242-41-24

E-mail: akupr@smr.ru

Подпись Куприянова А.В. заверяю:

Учёный секретарь ИСОИ РАН

В. В. Котляр

Подпись, гербовая печать

