



«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. директора ИПМТ ДВО РАН

к.т.н. Себто Ю.Г.

11 2014 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем морских технологий Дальневосточного отделения Российской академии наук на диссертационную работу Камаева Александра Николаевича «Построение фотографических карт подводного дна на основе больших массивов изображений», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности «05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей».

АКТУАЛЬНОСТЬ ИЗБРАННОЙ ТЕМЫ

Актуальность темы диссертации А.Н. Камаева обусловлена интенсивным развитием и использованием автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА), которые способны длительное время находиться под водой, и получать большие объемы информации о морском дне, в том числе его фотографии. Во многих случаях полученные в результате исследования фотографии должны быть адекватно наложены друг на друга, «сшиты». В силу специфики подводной съемки, а также из-за сложностей навигации АНПА, методы и алгоритмы, используемые для сшивки спутниковых и аэрофотоснимков, не могут быть применены к подводным изображениям. Разработка специальных методов и алгоритмов, адаптированных для анализа и обработки изображений и видеоданных, получаемых с помощью АНПА, является актуальной задачей.

НОВИЗНА ИССЛЕДОВАНИЯ

В своей работе А.Н. Камаев предлагает новый подход к решению задачи сшивки изображений подводного дна, получаемых с помощью АНПА. При стандартном подходе основная структура изображений формируется на основе последовательных связей, а затем итеративно уточняется по мере установления новых связей. В рассматриваемом подходе все связи между изображениями выявляются сразу, а затем для всех связей единожды вычисляется структура изображений. Такой подход используется для автоматического распознавания и сшивки панорам. Чтобы его можно было применить к подводным изображениям,

автор предлагает собственные адаптации алгоритма поиска связанных пар в больших наборах изображений и алгоритм вычисления структуры изображений. Предложенный А.Н. Камаевым подход позволяет повысить надёжность системы сшивки изображений и увеличить скорость её работы.

Интересной особенностью является комбинированное использование двухмерной и трёхмерной модели связи изображений. Для установления связей между изображениями в диссертации предлагается использовать двухмерную модель связи, совместно с такими данными навигационной системы АНПА, как курс, отстояние от дна и глубина движения аппарата. Такое допущение, как показано в диссертации, позволяет находить связи снимков, имеющих малую область пересечения и успешно отфильтровывать ложные связи. При уточнении структуры изображений используется трёхмерная модель их связей, что позволяет точно подогнать и сшить изображения.

НАУЧНАЯ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты диссертационной работы А.Н. Камаева имеют большое практическое значение. Предложенная в диссертации методика сшивки снимков, получаемых с АНПА, может быть применена для построения фотокарт подводного дна в случае, когда стандартные алгоритмы сшивки не будут работать из-за некачественных данных либо из-за особенностей подводного дна. Алгоритм поиска связей в больших наборах изображений также может стать базовым при исследовании и разработки систем навигации АНПА по фото-данным вблизи поверхности дна.

Программное средство «AUV photo stitcher», разработанное А.Н. Камаевым в результате диссертационного исследования, показало свою работоспособность и применимость для решения задач сшивки реальных подводных изображений. После незначительных доработок в области интерфейса оно может быть использовано для построения фотокарт дна на основе изображений, получаемых с подводных аппаратов различных видов.

Результаты диссертационного исследования могут быть применены в организациях, занимающихся разработкой или использованием АНПА (в частности в ИПМТ ДВО РАН), и заинтересованных в изучении, мониторинге или патрулировании подводных акваторий для нужд картографии, геологоразведки, биологических исследований, нефте- и газодобычи, ВМФ и др.

ДОСТОВЕРНОСТЬ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Все методы и алгоритмы, предложенные автором диссертации, были протестированы на различных наборах данных. При этом для каждого алгоритма описываются характеристики данных, используемых для тестирования, и приводятся условия тестирования. Для тестирования некоторых алгоритмов в

более сложных условиях, чем позволяли доступные реальные данные, А.Н. Камаев использовал синтетические наборы данных. Процедура генерации синтетических данных также описана в диссертации. Таким образом, все полученные автором результаты могут быть повторены и подтверждены, что гарантирует их достоверность.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Содержание диссертации состоит из введения, основной части, заключения и списка литературы. Основная часть разбита на четыре главы. Первая глава – «Проблемы построения фотографических карт подводного дна» является вводной и содержит общую постановку задачи и анализ существующих методов решения. В этой главе выделяется специфика задачи, и выявляются основные проблемы, требующие решение. Остальные три главы диссертации построены единообразно. Каждая из них описывает одну из независимых подзадач процедуры сшивки подводных изображений. Вторая глава – «Поиск связанных изображений», третья глава – «Вычисление положения и ориентации изображений», четвёртая – «Визуальное представление фотографической карты дна». В каждой главе присутствует собственная постановка задачи, описание основных алгоритмов и методов решения и обсуждение полученных результатов. В каждой главе используются результаты предыдущих глав. Результаты последней главы являются итоговыми результатами решения поставленной в диссертационном исследовании задачи. Систему построения глав, выбранную автором, можно считать удачной и логически верной.

Наиболее важные моменты диссертации достаточно полно отражены в автореферате. Для менее значимых деталей указаны ссылки на соответствующие главы диссертации. В целом автореферат адекватно отражает содержание диссертации и позволяет получить верное представление о диссертационном исследовании.

Все выносимые на защиту основные результаты с достаточной полнотой опубликованы в различных научных изданиях. Наиболее важные алгоритмы поиска связанных изображений в больших массивах изображений и инициализации задачи вычисления структуры изображений опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК.

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ

По диссертации можно сделать следующие замечания:

- Данные о положении АНПА, предоставляемые его навигационной системой, а также номера снимков в массиве изображений не используются автором при вычислении связей. Между тем, использование этой информации может повысить надёжность предлагаемых автором алгоритмов и уменьшить их

ресурсоемкость. Например, при обработке 10000 снимков и точности навигационной системы 10-15 метров количество возможных связей каждого изображения уменьшается примерно в 50-100 раз в зависимости от скорости движения подводного аппарата, частоты съемки, высоты движения и др. характеристик.

- В автореферате отсутствуют изображения и графики, отражающие результаты диссертационной работы, что выглядит достаточно странным, учитывая специфику диссертационного материала. В свою очередь, в тексте диссертации результаты построения фотографических карт представлены в полной мере, но не указан масштаб изображений, что затрудняет оценку самого результата (например, рис. 29, 30, 38 и др.).
- Для решения задачи смешения цветов точек изображений, проецирующихся в одну и ту же точку фотографической карты, автор использовал стандартный подход, когда все пиксели смешиваются с весовыми коэффициентами, обратно пропорциональными удаленности от центра изображения. Такой подход приведет к размытию и «раздваиванию» не точно совпадающих границ объектов, находящихся на равном удалении от центров разных изображений. Эта проблема в диссертации не рассматривается.

В дальнейших работах автора хотелось бы видеть решения отмеченных выше недостаточно проработанных вопросов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тема и содержание диссертации соответствует формуле заявленной специальности, содержание автореферата адекватно отражает основные положения работы.

Несмотря на приведённые недостатки, диссертационное исследование Камаева Александра Николаевича на тему «Построение фотографических карт подводного дна на основе больших массивов изображений» является завершённым самостоятельным исследованием, выполненным на высоком научно-техническом уровне.

В диссертации содержится решение актуальной задачи построения фотографической карты дна на основе больших массивов изображений. Задача имеет существенное значение в области создания систем обработки подводных изображений. Работа соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности «05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей».

Отзыв подготовлен кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником лаборатории систем управления Павиным Александром Михайловичем, обсужден и одобрен на заседании ученого совета (протокол №5 от 28 ноября 2014 года).

Старший научный сотрудник лаборатории систем управления
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
«Институт проблем морских технологий
Дальневосточного отделения Российской академии наук»
г.Владивосток, ул.Суханова, д.5-а
E-mail: pavin@bk.ru
Телефон: +79242426288

кандидат технических наук

Павин Александр Михайлович



Заведующий лабораторией систем управления
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
«Институт проблем морских технологий
Дальневосточного отделения Российской академии наук»
г.Владивосток, ул.Суханова, д.5-а
E-mail: inzar@marine.febras.ru
Телефон: +79242406230

доктор технических наук

Инзарцев Александр Вячеславович

