


УТВЕРЖДАЮ
Директор ВЦ ДВО РАН
член-корреспондент РАН

С.И. Смагин
“11” апреля 2014 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Вычислительного центра Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Диссертация «Построение фотографических карт подводного дна на основе больших массивов изображений» выполнена в лаборатории численных методов в математической физике. В период подготовки диссертации соискатель Камаев Александр Николаевич обучался в аспирантуре и работал в должности стажёра-исследователя в лаборатории численных методов в математической физике в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Вычислительном центре Дальневосточного отделения Российской академии наук (ВЦ ДВО РАН). В 2010 г. окончил Тихоокеанский государственный университет по специальности Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем.

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2013 г. в ВЦ ДВО РАН. Научный руководитель – Смагин Сергей Иванович, ВЦ ДВО РАН, директор, чл.-корр. РАН.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

1. Актуальность проблемы. Фотографические карты подводного дна являются важным инструментом для изучения придонной флоры и фауны, структуры и рельефа дна. Они также упрощают задачи поиска затонувших объектов и мониторинга подводных сооружений и коммуникаций. Ввиду малоизученности и труднодоступности подводного дна, создание его фотографических карт представляется особенно актуальной задачей. Процесс создания подобных карт ос-

ложняется спецификой подводной съемки. Отсутствие освещения под водой приводит к необходимости производить съемку с малой высоты, вследствие чего зона, охватываемая каждым снимком невелика. Для покрытия больших площадей требуется десятки тысяч снимков, что в совокупности с невозможностью определения точных положений, с которых эти снимки получены, приводит к вычислительно сложной задаче сшивки изображений.

Современные методы построения фотографических карт решают задачу сшивки, полагаясь на упорядоченное поступление снимков, когда положение каждого следующего снимка может быть определено относительно предыдущего. При этом добавление нового снимка, пересекающего предыдущие, может потребовать пересчёта положений всех сделанных ранее снимков из-за накапливающейся ошибки. Такая схема оказывается слишком затратной в вычислительном плане для большого количества снимков. Кроме того, когда длительное время в систему поступают снимки, пересекающиеся только с последними снимками серии, ошибка в определении их положений становится настолько большой, что для новых снимков уже не удаётся корректно находить пересечения со всеми предыдущими снимками. Это приводит к построению некорректной фотографической карты. Поскольку на практике такие ситуации случаются достаточно часто, являются актуальными исследования более универсальных методов построения фотографических карт, не требующих обязательного упорядоченного поступления изображений и учитывающих специфические особенности подводных снимков. Именно разработке таких методов посвящена диссертация А.Н. Камаева.

2. Основные результаты и их научная новизна.

А. Н. Камаевым получены следующие основные результаты:

- Разработан надёжный алгоритм для сравнения пар подводных изображений, учитывающий их низкую чёткость, сложные условия освещённости, множество различных особенностей, имеющих схожий вид. Также предложен алгоритм для быстрого выявления потенциально связанных пар изображений в больших массивах изображений. Использование данного алгоритма позволяет снять стандартное ограничение на упорядоченность последовательности входных изобра-

жений и решать задачи сопоставления для наборов из десятков тысяч изображений на современных компьютерах за приемлемое время.

- Рассмотрена задача вычисления ориентаций и положений снимков. А именно, предложен алгоритм инициализации начального приближения для положений и ориентаций, относительно которых, на основе полученного приближения решается нелинейная задача минимизации.

- Предложены два алгоритма сшивки изображений в единую фотографическую карту. Алгоритм простой сшивки, подходящий для дна с плавным перепадом высот и алгоритм сшивки, основанный на трёхмерной модели дна, использующийся для резких перепадов высот. Оба предложенных алгоритма позволяют осуществлять сшивку десятков тысяч изображений на современных компьютерах.

- Разработано программное средство «AUV photo stitcher», выполняющее все этапы сшивки подводных изображений, используя предложенные в диссертации алгоритмы.

Все основные результаты диссертационной работы являются новыми и получены лично автором.

3. Основные результаты диссертации с необходимой полнотой опубликованы в 5 печатных работах, из которых 2 опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК для публикации результатов докторских и кандидатских диссертаций:

- Камаев А.Н. Позиционирование изображений морского дна, полученных с помощью АНПА // Подводные исследования и робототехника. – 2013. – №2/16. – С. 38-47.

- Камаев А.Н. Исследование алгоритмов упорядочивания коэффициентов систем линейных алгебраических уравнений, возникающих в задачах компьютерного зрения // Информатика и системы управления. – 2013. – №3. – С. 32-44.

Достоверность теоретических выводов подтверждается результатами численных экспериментов. На программное средство для построения фотографических карт подводного дна «AUV photo stitcher» получено свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2014613051 от 17 марта 2014 г.

4. Предложенные автором методы и алгоритмы имеют большое практическое значение. Спутниковые карты поверхности Земли давно и активно исполь-

зуются на практике, методы их построения также хорошо изучены, тогда как универсальных средств для создания фотографических карт подводного дна не существует. Это объясняется спецификой подводной съемки. Предложенные автором алгоритмы – серьезный шаг в направлении создания подобных универсальных систем.

Разработанное А.Н. Камаевым программное средство «AUV photo stitcher» успешно применялось для сшивки изображений, полученных с автономного необитаемого подводного аппарата (АНПА) «Клавесин-1Р» и может быть использовано в дальнейшем для решения задач сшивки подводных изображений, получаемых с других АНПА.

Кроме построения фотографических карт подводного дна, методы и алгоритмы, предложенные в диссертации, могут быть применены для другой важной практической задачи – визуальной навигации АНПА вблизи дна. Алгоритм установления связи между парой изображений и алгоритм быстрого поиска потенциально связанных пар могут выступать в качестве ядра такой системы навигации.

5. Содержание работы соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям по специальности 05.13.11 – математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей.

Диссертация «Построение фотографических карт подводного дна на основе больших массивов изображений» Камаева Александра Николаевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 (Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей)

Заключение принято на заседании объединённого семинара при учёном совете ВЦ ДВО РАН. Присутствовало на заседании 17 чел. Результаты голосования: «за» – 17 чел, «против» – 0 чел, « воздержались» – 0 чел., протокол № 19 от «17» октября 2013г.

(Власенко Виктор Дмитриевич, к.ф.-м.н.,
доцент, учёный секретарь)