

Отзыв

научного консультанта, д.т.н., **Мельникова Андрея Витальевича** о диссертационной работе **Вохминцева Александра Владиславовича** на тему «Методология решения проблемы одновременной навигации и построения карты на основе комбинирования визуальных и семантических характеристик окружающей среды», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (информационные и технические системы)

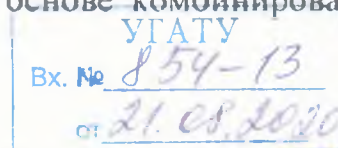
1. Постановка научной проблемы

Проблема одновременной навигации и построения карты (Simultaneous localization and mapping, SLAM) заключается в реконструкции двухмерной или трехмерной карты неизвестного окружающего пространства вокруг автономного интеллектуального объекта управления, например, мобильной платформы и определения своего положения на этой карте в каждый момент времени во время движения. Проблема SLAM является одной из ключевых проблем в современной робототехнике и машинном зрении, так как на ее решении основано создание автономных интеллектуальных робототехнических комплексов. Данная проблема считается полностью решенной для построения двумерных карт и трехмерных карт для небольших статических сцен, однако для динамических, контекстуально сложных и крупномасштабных сцен является активной областью научных исследований.

Решение представленных проблем в области SLAM позволит перейти к созданию новых видов роботизированных коллективных систем, с помощью которых будет решаться широкий спектр задач, таких как: распознавание и слежение за динамическими объектами в заданном пространстве, предсказание траектории их перемещения, согласованное и оптимизированное планирование движений мобильных платформ в заданном пространстве с учетом возможных статических и динамических препятствий.

Важным направлением применения результатов диссертационного исследования является коллаборативная робототехника, основной тренд в которой связан с созданием комплексов, оснащенных собственной системой машинного зрения и системой SLAM. Перспективным направлением применения результатов исследования является антропоморфная робототехника и связанные с ней области исследований.

Исходя из обозначенных выше проблем и необходимости поиска их решения, следует актуальность темы диссертационного исследования, направленной на развитие и повышение эффективности процессов обработки информации в методах и алгоритмах для реконструкции трехмерных сцен окружающего пространства, для визуализации трёхмерных моделей и навигации мобильных платформ в неизвестной среде на основе комбинирования



информации о семантических характеристиках окружающей среды и доступной мультисенсорной информации, получаемой с различных типов датчиков.

2. Степень разработанности поставленной в диссертации проблемы

Поставленная в диссертации проблема решения задачи одновременной навигации и построения карты на основе комбинирования визуальных и семантических характеристик окружающей среды и связанные с ней задачи диссертантом решены полностью:

1) Разработана методология для точного решения проблемы SLAM, основанная на комбинировании визуальных и семантических характеристик неизвестной окружающей среды.

2) Разработан алгоритм поиска и сопоставления особых точек на основе двумерных изображений для обработки информации о цвете в кадре.

3) Разработаны точные комбинированные методы реконструкции контекстуально сложных крупномасштабных трехмерных сцен на основе итеративного алгоритма ближайших точек для группы аффинных преобразований и для группы ортогональных преобразований.

4) Разработан метод решения задачи навигации и определения положения мобильной платформы на сцене, основанный на комбинировании визуальных и семантических характеристик неизвестной окружающей среды и расширенной Калмановской фильтрации.

5) Разработан быстрый рекурсивный алгоритм для вычисления дискретного косинусного преобразования (ДКП) для решения задач сжатия и восстановления изображений, получаемых с множества датчиков на мобильной платформе.

6) Предложен подход к оптимизации графа положений мобильной платформы и обнаружению замыканий цикла на основе метода «корзина слов» и комбинировании визуальных и семантических характеристик неизвестной окружающей среды.

7) Проведена апробация предложенной комбинированной визуальной системы SLAM для решения задачи спасения людей.

Обоснованность полученных в диссертационной работе результатов основана на использовании апробированных методов исследования, корректном применении математического аппарата теории искусственного интеллекта, теории управления и методов обработки визуальных данных, согласовании полученных результатов с известными теоретическими положениями в области SLAM и трехмерной реконструкции. Адекватность и достоверность предложенных методов и алгоритмов подтверждается результатами компьютерного моделирования для эталонных баз данных, а также экспериментами с реальными данными. Точность и сходимости предложенных методов была оценена на эталонных базах данных NYU Depth Dataset и ASL DataSet. Был проведен сравнительный анализ методов SLAM в серии экспериментов в терминах точности и вычислительной сложности с известными открытыми

системами SLAM HOGMan, ORB-SLAM, TORO-SLAM, RGBDSlam, EKFMonoSLAM, используя мобильные платформы Odyssey 6 Robotics и Husky UGV.

Новизна предложенных методов, алгоритмов и подхода для решения проблемы одновременной навигации и картографирования на основе комбинирования визуальных и семантических характеристик окружающей среды подтверждена публикациями в ведущих научных журналах, в том числе индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus.

Исследование направлено на реализацию приоритетных направлений развития РФ в части перехода к роботизированным системам, создания систем машинного обучения и искусственного интеллекта, в том числе в сфере обеспечения общественной безопасности и противодействия терроризму. Результаты исследований внедрены на предприятиях НПО «Андроидная техника», Научно-производственный центр «Интеллектуальные транспортные системы», Уральский робототехнический центр «Альфа-Интех», в Югорском научно-исследовательском институте информационных технологий.

Результаты работы используются в учебном процессе Челябинского государственного университета, а именно в 2016 г. в университете создана магистерская программа по профилю «Робототехника» для направления 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» в рамках выполнения гранта Благотворительного фонда В. Потанина в 2017-2018 гг.

3. Личностная характеристика соискателя

В 2000 году окончил Южно-Уральский государственный университет. В 2002 году защитил кандидатскую диссертацию на тему «Методика извлечения структурных знаний из естественных текстов на основе нечетких семантических гиперсетей».

С 2003 года работает в ЧелГУ, в разные годы занимал должности программиста, доцента, заведующего кафедрой информационных технологий, директора института информационных технологий. В настоящее время заведующий научно-исследовательской лабораторией интеллектуальные информационные технологии и системы. В 2007 году поступил в докторантуру Челябинского государственного университета на кафедру информационные технологии по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Научные интересы связаны с созданием автономных робототехнических систем, методов одновременной навигации и составления карты окружающего пространства (SLAM), разработкой методов и алгоритмов сопоставления изображений, регистрации облаков точек, машинного обучения, распознавания образов, идентификации личности на расстоянии по лицу. За последние 5 лет принял участие в качестве руководителя и основного исполнителя в следующих проектах:

1) РФФИ: 16-08-00342 «Разработка системы одновременной навигации и составления карты в неизвестном пространстве на основе динамического сопоставления изображений и регистрации облаков точек», 2016-2018 гг.;

2) Российский научный фонд «Разработка алгоритмической модели технической системы для идентификации личности по мультисенсорным биометрическим данным» № 15-19-10010, 2015-2017 гг.;

3) Министерство образования и науки «Разработка адаптивных методов для надежного слежения за трехмерными объектами», 2.1766.2014/К, 2014-2016 гг.;

4) Министерство образования и науки «Разработка адаптивных методов трехмерной реконструкции окружающего пространства по динамическим мультисенсорным данным» 2.1743.2017.ПЧ, 2017-2019 гг.;

5) РФФИ 18-37-20032 «Методы управления автономными техническими объектами на основе планирования траектории в среде с динамическими препятствиями».

Является автором 5 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ, 58 научных работ, из которых 31 работа по тематике диссертационного исследования опубликована в рецензируемых журналах и сборниках научных трудов, входящих в международные базы цитирования Web of Science и Scopus, на международных конференциях было представлено 26 научных докладов, в том числе четыре пленарных доклада.

За успехи в учебной работе и в связи с 30-летием ЧелГУ отмечен грамотой Министерства образования и науки Челябинской области. В 2017 и 2019 годах стал победителем конкурса среди преподавателей магистратуры Благотворительного фонда В. Потанина.

С 2009 года по настоящее время работает по совместительству в должности доцента кафедры информационных технологий и экономической информатики ЧелГУ, преподает дисциплины «Базы и хранилища данных», «Робототехнические системы и комплексы», руководит научно-исследовательской работой студентов в институте информационных технологий.

В коллективе кафедры пользуется уважением сотрудников и студентов, умеет организовать коллективную работу по проблемам системного анализа и обработки информации. Вохминцев Александр Владиславович является сложившимся ученым, способным ставить и успешно решать научные и практические задачи, в том числе с привлечением студентов, магистрантов и аспирантов.

4. Заключение

Диссертационная работа Вохминцева Александра Владиславовича выполнена автором лично на актуальную тему, носит законченный характер и удовлетворяет требованиям ВАК Российской Федерации, а диссертант является сложившимся научным исследователем и заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.01-Сис-

темный анализ, управление и обработка информации (информационные и технические системы).

Научный консультант:

Директор АУ «Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий» (ЮНИИТ), профессор кафедры информационных технологий и экономической информатики ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет»
д-р техн. наук


А.В. Мельников

628011, г. Ханты-Мансийск, ул. Мира, 151
Дирекция ЮНИИТ
+7 (346)736-01-00

454001, г. Челябинск, ул. К. Братьев Кашириных 129
Институт информационных технологий, каф.
информационных технологий и экономической информатики
+7(351)799-72-88

Докторская диссертация защищена
по специальности
05.13.12 – Системы автоматизации проектирования

Година А.В.
Отдел кадров



заведующий
Лагунов В.А.