

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Ульяновского филиала
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Института радиотехники и
электроники им. В.А. Котельникова
Российской академии наук, д.т.н.



В.А. Сергеев

2017 г.

Отзыв ведущей организации

на диссертационную работу **Абдулкадима Хуссейна Абдуламира** «Разработка и моделирование устройств определения координат автономных аппаратов на основе обработки последовательностей изображений», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления» и 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Актуальность темы. До последнего времени позиционирование подвижных автономных объектов осуществлялось, в основном, с помощью комбинации спутниковых (СНС) и инерциальных навигационных систем (ИНС). Вместе с тем, на практике эти системы имеют значительные ошибки при длительном перемещении или невозможность работы в условиях радиопомех. Для решения возникающих проблем необходимо использовать другие типы навигационной информации. Для многих автономных аппаратов такая информация может быть извлечена из последовательностей наблюдаемых изображений окружающей обстановки, позволяющих построить датчик пространственного перемещения аппарата. Повышение точности и надежности определения местоположения автономного аппарата необходимо для эффективного решения задачи автоматического управления этим аппаратом. Таким образом, существует актуальная научная задача повышения эффективности управления автономными аппаратами на основе дополнительной информации с датчика перемещения аппарата, включающего бортовые системы технического зрения и процессор для определения параметров изображений окружающей обстановки.

Содержание работы

Диссертационная работа содержит 150 страниц текста, 126 рисунков и список литературы из 122 наименований.

Первая глава посвящена обзору методов и устройств навигации автономных аппаратов. В двух первых разделах главы приведена краткая справка о различных методах навигации, а остальные разделы посвящены анализу существующих средств навигации, использующих изображения окружающей аппарат обстановки. Особое внимание уделено дальномерам. Рассмотрена оценка параметров движения с помощью анализа пространственно-временных деформаций изображений. Показана необходимость разработки новых средств навигации автономных аппаратов, основанных на обработке последовательностей изображений, получаемых с помощью бортовых регистрирующих устройств.

Во второй главе описаны устройство регистрации изображений «Microsoft Kinect», рассмотрены вопросы обнаружения объектов на изображении, алгоритм оценивания координат и траектории автономного аппарата методом псевдоградиентного оценивания. Сделан вывод о том, что представленные алгоритмы позволяют произвести оценку траектории по результатам обработки последовательности изображений, полученных с помощью пространственных дальномеров.

Третья глава посвящена анализу точности оценивания координат автономного аппарата. В этой главе приведено описание применения псевдоградиентных алгоритмов, используемых для совмещения последовательности изображений, полученных с пространственного дальномера, также проведён анализ результатов обнаружения различных объектов на изображениях, анализ влияния шумов, приведены описания результатов экспериментов и анализ этих результатов. Для повышения точности определения координат аппарата предложено выполнять предварительную медианную фильтрацию получаемых с пространственного дальномера изображений. Показана возможность оценивания траектории даже в условиях сильного шума за счет применения алгоритмов предварительной фильтрации. Показано, что предложенные методы позволяют повысить точность определения положения аппарата на 20-50 %.

В четвертой главе изложены результаты разработки элементов системы автоматизированного управления движением автономного аппарата по заданной траектории, включая программные средства обработки информации «датчика движения».

Научная новизна и достоверность полученных результатов

В диссертации поставленная задача решается последовательно, на хорошем научно-техническом уровне. При этом получен ряд новых важных результатов, среди которых необходимо выделить следующие результаты.

Разработано устройство системы управления автономного аппарата – датчик перемещения на основе численных псевдоградиентных процедур обработки по-

следовательностей изображений окружающей среды, полученных с помощью пространственного инфракрасного дальномера Kinect. Проведенные исследования показали, что использование предложенного датчика перемещения позволяет принципиально решить проблему местоопределения аппарата при отсутствии спутниковых систем навигации, например, под водой или в туннелях, в том случае, когда имеется возможность получить достаточно контрастные последовательности изображений окружающей среды.

Разработаны и исследованы алгоритмы оценки координат и параметров смещения объектов, наблюдаемых в последовательностях изображений, а также алгоритмы оценивания собственных изменяющихся координат по результатам обработки изображений.

Разработан комплекс программ для моделирования системы управления аппаратом с предложенным датчиком перемещения в виртуальном пространстве и оценки погрешностей местоопределения в различных условиях. В комплексе программ реализованы алгоритмы, позволяющие обеспечить большую точность местоопределения. Реализация выполнена на платформе .NET Framework, что позволяет использовать ее на борту автономного аппарата.

Для имитации техногенных объектов предложены новые разрывные модели, основанные на промежуточном квантовании двумерной авторегрессионной модели. Результаты такой имитации использовались для тестирования алгоритмов.

Достоверность научных положений, теоретических результатов и выводов обеспечиваются корректностью использованных методов и построенных на их основе расчетных моделей. Достоверность подтверждается также близостью решений, полученных разными методами, расчетных и экспериментальных данных.

Ценность для науки и практики результатов диссертационной работы.

Разработанные комплексы программ позволяют проектировать системы управления движением автономного аппарата и обеспечивают возможности моделирования и обработки потока данных пространственного дальномера.

Разработанный датчик перемещения может быть использован как самостоятельное навигационное устройство, так и в комплексе с инерциальной и спутниковой навигационной системой на летательных, подводных аппаратах или роботах разного вида.

Подтверждение опубликования результатов диссертации в научной печати; соответствие автореферата основным положениям диссертации.

Основные результаты диссертационной работы в достаточной степени отражены в опубликованных автором научных трудах, в том числе – в 3 рецензируе-

мых научных изданиях, входящих в Перечень ВАК, апробированы на нескольких представительных научных конференциях.

Автореферат диссертации достаточно полно отражает ее содержание и соответствует требованиям п.25 Положения.

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации.

Основные результаты диссертационной работы могут быть использованы научными, научно-производственными и проектными организациями, специализирующимися в области разработки систем управления автономных аппаратов. Результаты работы могут быть рекомендованы к использованию в научно-производственной деятельности ФНПЦ АО «НПО «Марс», в АО «Концерн «Моринформсистема-Агат», АО «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения», а также в учебном процессе в Ульяновском государственном техническом университете.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом, замечания по диссертации

Диссертация Х.А. Абдулкадима является научно-квалификационной работой, в которой предлагается новый подход к созданию датчика перемещения автономного аппарата, основанный на обработке изображений окружающей территории, для повышения точности работы системы управления движением.

Диссертационная работа содержит значимые научные результаты по специальностям: 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления» и 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Замечания

Диссертационная работа выполнена на достаточно высоком научном уровне, в ней получены значимые теоретические и практические результаты. Вместе с тем по работе имеется ряд замечаний.

1. Нет ссылок на известные работы по комплексированию навигационных данных от различных систем отсчета и источников.

2. В диссертации не представлены количественные оценки преимуществ псевдоградиентного алгоритма оценивания координат объектов по сравнению с другими алгоритмами.

3. В диссертации проводятся натурные лабораторные исследования эффективности датчика перемещения на основе пространственного инфракрасного дальномера «Microsoft Kinect». Вместе с тем, отсутствуют результаты испытаний датчика в составе какого-либо реального автономного аппарата.

4. Принципы построения предложенного в диссертации датчика перемещения могут быть использованы не только для инфракрасных систем зрения, но и для других систем получения изображения окружающей обстановки, например, радио- и гидролокаторов, видеокамер. Было бы целесообразно обобщить рассмотренные принципы на широкий круг систем технического зрения.

5. Автор не приводит ограничений применимости предложенных технических решений по дальности, числу опорных объектов, по состоянию окружающей среды и другим факторам.

6. На стр. 68 квадратичная зависимость времени обработки от геометрических размеров кадров (рис. 3.3) ошибочно названа линейной.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным положением о присуждении ученых степеней

Считаем, что работа Х.А. Абдулкадима удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям: 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления» и 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Диссертация и отзыв обсуждены на секции Ученого совета УФИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, протокол № 6 от «31» мая 2017 г.

Ученый секретарь
к.т.н., доцент



А.А. Черторийский

Отзыв подготовил:
старший научный сотрудник,
к.ф.-м.н.



Ходаков Александр Михайлович

Сведения об организации:

Ульяновский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук (УФИРЭ им. В.А. Котельникова РАН)

432071 г. Ульяновск, ул. Гончарова, 48/2
тел. 8422-442996
e-mail: ufire@mv.ru