



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Южный федеральный университет»

У П Р А В Л Е Н И Е

- ◆ Применение робототехнических комплексов наземного, морского базирования и комплексов с БЛА
- ◆ Перспективы группового применения и противодействия РТК ВН
- ◆ Перспективы применения РТК в интересах решения народно-хозяйственных задач
- ◆ Системы управления и моделирования
- ◆ Системы энергетики и приводной техники
- ◆ Техническое зрение и бортовые вычислители
- ◆ Связь, навигация и наведение
- ◆ Нейроморфные и нейрогибридные системы РТК
- ◆ Организация профильной подготовки кадров

**Сборник материалов
XIX Всероссийской научно-практической
конференции
“Перспективные системы
и задачи управления”**

2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Научно-исследовательский институт робототехники
и процессов управления

Перспективные системы и задачи управления

Материалы
XIX Всероссийской
научно-практической конференции

и XV молодёжной школы-семинара
«УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ
В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»

Таганрог
2024

УДК 681.51:623(063)

ББК 32.965я43

П278

П278 Перспективные системы и задачи управления:

материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции и XV молодежной школы-семинара «Управление и обработка информации в технических системах». – Таганрог: ДиректСайнс (ИП Шкуркин Д.В.), 2024. – 585 с.

ISBN 978-5-6050923-7-7

В сборник трудов XIX Всероссийской научно-практической конференции «Перспективные системы и задачи управления» и XV молодежной школы-семинара «Управление и обработка информации в технических системах», вошли статьи по следующим секциям: «Системы управления и моделирования РТК»; «Создание и применение РТК морского базирования»; «Создание и применение комплексов с БЛА»; «Групповое применение и противодействие РТК военного назначения»; «Организация профильной подготовки кадров»; «Системы навигации и наведения РТК»; «Системы и средства связи и передачи данных РТК»; «Системы энергетики и приводной техники РТК»; «Нейроморфные и нейрогибридные системы РТК»; «Системы технического зрения и бортовых вычислителей РТК»; «Применение РТК в интересах решения народно-хозяйственных задач»; «Создание и применение РТК наземного базирования».

Материалы публикуются в авторской редакции

УДК 681.51:623(063)

ББК 32.965я43

ISBN 978-5-6050923-7-7

ченных данных происходит определение соответствующей машины. Она должна подходить по заполненности на данный момент, объему бака, количеству топлива и т.п. Далее осуществляется нахождение и включение в маршрут станции выгрузки ТБО, чтобы избежать переполнение мусоровоза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Вайсман Я.И., Коротаев В.Н., Слюсарь Н.Н., Григорьев В.Н.* Управление отходами. Сбор, транспортирование, прессование, сортировка твердых бытовых отходов. – Изд-во ПНИПУ, 2012 г. – 235 с
2. *Гагарина Л.Г., Лукин С.С., Портнов Е.М.* Моделирование системы управления процессами утилизации твердых бытовых отходов // Современные наукоемкие технологии. – 2019. – № 12-1. – С. 47-52. –URL: <https://toptechnologies.ru/ru/article/view?id=37831> (дата обращения: 20.02.2024)
3. *Сутченко В.Ю., Косенко Е.Е., Курючкин И.П., Номерчук А.Я.* Обзор проблем и постановка задачи оптимизации вывозы ТКО // Проблемы автоматизации. Региональное управление. связь и акустика: Сб. трудов XII Всероссийской научной конференции и молодежного научного форума, Геленджик, 01–03 ноября 2023 года. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2023. – С. 83-86. – EDN AXMBEK.
4. *Косенко Е.Е., Губанова А.А., Лапшин В.С.* Анализ системы управления ТБО // Информационные технологии, системный анализ и управление (ИТСАУ-2023): Сб. трудов XXI Всероссийской научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Таганрог, 23–25 ноября 2023 года. – Таганрог: ДиректСайнс (ИП Шкуркин Д.В.), 2023. – С. 147-149. – EDN SKTISS.

УДК 621.396

С.А. Ненашев

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБЪЕДИНЕНИЯ РАЗНОРАКУРСНОЙ ИНФОРМАЦИИ В МАЛОГАБАРИТНОЙ БОРТОВОЙ СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Реализована процедура моделирования способа объединения радиолокационных данных, собранных в многопозиционной бортовой системе мониторинга земной поверхности на базе малогабаритных бортовых радиолокационных станций (БРЛС) двухпозиционной пространственно-распределенной системы, реализуемых на основе объединения радиолокационных изображений (РЛИ). Предлагается пространственно-распределенная система, реализующая разноракурсные режимы формирования РЛИ земной поверхности.

Бортовая малогабаритная РЛС; радиолокационное изображение; объединение режимов бортового мониторинга; повышение разрешающей способности; разноракурсные режимы обзора; подстилающая поверхность.

S.A. Nenashev

MODELING THE PROCESS OF COMBINING MULTI-ANGLE INFORMATION IN A SMALL-SIZED ON-BOARD EARTH SURFACE MONITORING SYSTEM

A procedure has been implemented for modeling a method for combining radar data collected in a multi-position airborne earth surface monitoring system based on small-sized airborne radar stations (ARLS) of a two-position spatially distributed system, implemented on the basis of combining radar images (RAI). A spatially distributed system is proposed that implements multi-angle modes of generating radar images of the earth's surface.

Airborne small-sized radar; radar image; combining on-board monitoring modes; increased resolution; multi-angle viewing modes; underlying surface.

Анализ предметной области показывает [1–8], что процесс комплексирования радиолокационной информации от разнесенных в пространстве источников в единое информационное поле является задачей специфической, требующей специального исследования.

Для исследования способа объединения разноракурсной информации в двухпозиционной пространственно-распределенной системы малогабаритных БРЛС разработана соответствующая схема его моделирования, состоящая из нескольких блоков, выполняющих следующие действия для его реализации.

1. Ввод исходных данных для БРЛС₁ и БРЛС₂ (ширина диаграмм направленности антенн БРЛС₁ и БРЛС₂, координаты и размеры зоны обзора наблюдаемой поверхности, требуемое разрешение РЛИ, начальные координаты физического наземного объекта (ФНО) в глобальной системе координат, период повторения импульсов зондирующего маркированного сигнала, путевая скорость и ускорение ФНО и т.д.).

2. Моделирование взаимного расположения распределенных БРЛС, наблюдаемой поверхности и ФНО.

3. Генерация сигнала передающим устройством БРЛС₁ для реализации режимов РСА и бистатистический радиолокатор с синтезированной апертурой (БиРСА).

4. Регистрация эхо-сигналов приемным устройством БРЛС₁ в режиме РСА и приемным устройством БРЛС₂ в режиме БиРСА с добавлением помех/шумов в каждый канал приемного тракта.

5. Формирование двух отдельных РЛИ в режиме РСА и в режиме БиРСА.

6. Обмен РЛИ-ми между БРЛС₁ и БРЛС₂

7. Комплексирование РЛИ-й в пространственно-распределенной системе малогабаритных БРЛС.

8. Выделение и распознавание ФНО на регулирующем РЛИ

Структурная схема моделирования процесса генерации радиолокационной информации от моностатического и бистатистического режимов с последующим формированием РЛИ-й и их объединения в результирующее РЛИ в двухпозиционной системой малогабаритных БРЛС представлена на рис. 1.



Рис. 1. Схема моделирования процесса функционирования двухпозиционной пространственно-распределенной системы малогабаритных БРЛС при наблюдении за земной поверхностью в целях получения высокоточного результирующего РЛИ

В приведенной схеме используются методы и алгоритмы обработки эхосигналов, разработанные для современных пространственно-распределенных систем авиационного мониторинга.

Особенностью данной схемы является реализация режимов РСА и БиРСА наблюдения за земной поверхностью, а также учет специфики формирования РЛИ каждого режима при двухчастотном следовании зондирующих импульсов в этих двух режимах [9–16].

Моделирование работы каждого программного блока в отдельности с учетом функциональных особенностей и полученных на практике статистических данных позволяет качественно отладить разработанные алгоритмы и получить достоверные результаты моделирования, что, в свою очередь, обеспечивает качественную отладку применяемых алгоритмов комплексирования в целом для формирования высокоточного результирующего РЛИ.

Заключение. Как показывает практика, улучшения характеристик радиолокационных бортовых систем можно достичь, не прибегая к существенной модернизации их аппаратной составляющей, а лишь за счет усложнения схемы использования радиолокационных станций и алгоритмов обработки радиолокационной информации от них.

Реализована процедура моделирования способа объединения радиолокационных изображений, сформированных в бистатическом и моностатическом режимах авиационного мониторинга на базе пространственно-распределенной системы малогабаритных бортовых РЛС в целях повышения разрешающей способности, требуемой для распознавания объектов на сформированных РЛИ.

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 22-79-00303).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Mahafza B.R.* Radar Systems Analysis and Design Using MATLAB. Chapman and Hall/CRC. – 2016. – 3. – 743. Available from: <http://dx.doi.org/10.1201/b14904>.
2. *Shishanov S.V., Myakinkov A.V.* The system of the circular review for vehicles based on ultra-wideband sensors // Journal of the Russian Universities. Radioelectronics. – 2015. – 2. – P. 55-61. (In Russ.)
3. *Gimignani M, Paparo M, Rossi D, Scaccianoce S.* RF design and technology supporting Active Safety in automotive applications // 2013 IEEE 10th International Conference on ASIC[Internet]. – IEEE, 2013. – P. 1-4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1109/asicon.2013.6811875>.
4. *Верба В.С., Меркулов В.И.* (ред.). Оценивание дальности и скорости в радиолокационных системах. – М.: Радиотехника, 2010. – Ч. 3. – 472 с.
5. *Ji Z., Prokhorov D.* Radar-vision fusion for object classification // In: 2008 11th International Conference on Information Fusion. – 2008. – 1-7.
6. *William L. Melvin, James A. Scheer.* Principles of Modern Radar. Vol. II: Advanced Techniques. – Scitech publishing, 2013.
7. *Зайцев Д.В.* Многопозиционные радиолокационные системы. Методы и алгоритмы обработки информации в условиях помех. – М.: Радиотехника, 2007. – 96 с.
8. *Raol J.R.* Multi-Sensor Data Fusion with MATLAB. – CRC Press, 2009. – 534 с. Available from: <http://dx.doi.org/10.1201/9781439800058>.
9. *Nenashev V.A., Sentsov A.A., Shepeta A.P.* Formation of Radar Image the Earth's Surface in the Front Zone Review Two-Position Systems Airborne Radar // 2019 Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF), Saint-Petersburg, Russia, 2019. – P. 1-5. – <http://doi.org/10.1109/weconf.2019.8840641>.
10. Радиолокационные системы авиационно-космического мониторинга земной поверхности и воздушного пространства: монография / под ред. В.С. Вербы, Б.Г., Татарского. – М.: Радиотехника, 2014. – 576 с.

11. Ненашев В.А., Шенета А.П. Точностные характеристики определения координат объектов в двухпозиционной системе малогабаритных бортовых РЛС // Информационно-управляющие системы. – 2020. – 2. – С. 31-36. Available from: <http://www.i-us.ru/index.php/ius/article/view/4981>.
12. Wang R, Deng Y. Bistatic InSAR. Bistatic SAR System and Signal Processing Technology. – Springer Singapore, 2017. – P. 235-275. Available from: http://dx.doi.org/10.1007/978-981-10-3078-9_8.
13. Shepeta A.P., Nenashev V.A. Modeling Algorithm for SAR // Proc. of SPIE Remote Sensing, Toulouse, France. – 2015, – 9642. – 96420X-1-96420X-8. – <https://doi.org/10.1117/12.2194569>.
14. Toro G.F., Tsourdos A. UAV sensors for environmental monitoring. – Belgrade: MDPI. 2018. – 661 с. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/books978-3-03842-754-4>.
15. Richard Klemm (ed.). Novel Radar Techniques and Applications. Vol. 1: Real Aperture Array Radar, Imaging Radar, and Passive and Multistatic Radar. – London. Scitech Publishing, 2017. Available from: http://dx.doi.org/10.1049/sbra512f_pti.
16. Richard Klemm (ed.). Novel Radar Techniques and Applications. Vol. 2: Waveform Diversity and Cognitive Radar, and Target Tracking and Data Fusion. – London. Scitech Publishing, 2017.

УДК 621.865.8

Д.Д. Подколзин

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЙ МАНИПУЛЯТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ НА ОСНОВЕ СЛУЧАЙНОЙ ВЫБОРКИ

В статье представлены результаты разработки системы планирования движения манипулятора с шестью степенями подвижности с использованием алгоритмов на основе случайной выборки, которые решают задачу перемещения из некоторой начальной точки в целевую, соблюдая ограничения на движение манипулятора и учитывая конструктивные элементы мобильного робота. В ходе исследования проведен сравнительный анализ алгоритмов планирования на основе случайной выборки: метод вероятностной дорожной карты (PRM) и древовидные алгоритмы планирования движения (RRT), EST, RRT, RRT, RRTConnect. Основной идеей алгоритмов является случайный выбор свободных точек рабочей области для построения карты возможных маршрутов движения манипулятора. Разработано программно-аппаратное обеспечение системы планирования движения для манипулятора мобильного робототехнического комплекса, позволяющее провести компьютерное моделирование и экспериментальные исследования. Результаты исследований подтверждают эффективность применения алгоритмов на основе случайной выборки для планирования движения манипулятора в робототехнических системах, где необходима высокая степень автономности и быстрота реакции на изменения окружающей среды.*

Манипулятор; планирование движения; алгоритмы; основанные на случайной выборке.

D.D. Podkolzin

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF A MANIPULATOR MOTION PLANNING SYSTEM USING RANDOM SAMPLING-BASED ALGORITHMS

This article presents the results of developing a motion planning system for a manipulator with six degrees of freedom using random sampling-based algorithms that solve the task of moving from a certain starting point to a target while observing the constraints on the manipulator's motion and taking into account the structural elements of the mobile robot. A comparative analysis of random sampling-based planning algorithms was conducted during the study: the Probabilistic Roadmap Method (PRM) and tree-based motion planning algorithms (RRT), EST, RRT, RRT, RRTConnect. The main idea of the algorithms is the random selection of free points in the working area to construct a map of possible*