

УДК: 004.94; 519.6; 681.5; 004.3

Проектирование технических систем: модель ультразвуковой системы позиционирования

© Затекин Дмитрий Владимирович¹, Юдин Антон Владимирович^{2,3}

¹МГТУ им. Н.Э.Баумана, кафедра СМ11, 105005, Москва, Россия

²ГБПОУ «Воробьёвы горы», Центр Технического Образования, Москва, 119334, Россия

³МГТУ им. Н.Э.Баумана, кафедра ИУ4, Москва, 105005, Россия

E-mail: zatekindv@student.bmstu.ru, skycluster@gmail.com

В работе представлен подход к разработке и отладке элементов оригинальной системы позиционирования. Для дальнейшей модернизации реализованного прототипа предложена программная модель, позволяющая с помощью математических методов подобрать оптимальные характеристики узлов и обеспечить их совместную эффективную работу в аппаратной реализации.

Ключевые слова: робототехника, мобильный робот, моделирование, навигация, проектирование, конструирование, позиционирование, применение ультразвука.

Введение

Навигационная система является ключевой составляющей любого мобильного автономного робота. В свою очередь навигация невозможна без подсистемы позиционирования (СП), определения положения робота в пространстве движения.

Существующие инструменты глобального определения координат подвижных объектов хорошо себя зарекомендовали и повсеместно используются, например, на транспорте. Но существует ряд задач [1,2], когда необходима большая точность. Одной из таких задач занимаются авторы, а именно разрабатывают мобильные робототехнические системы, реализующие функции манипуляции объектами небольших размеров в замкнутом объеме.

Далее представлен подход к разработке и отладке элементов оригинальной системы позиционирования.

Принципы позиционирования

Для нахождения линейных и угловых координат робота необходимо знать линейные координаты трех реперных точек робота [2-5]. Для нахождения координат этих точек можно использовать различные подходы: трилатерацию или триангуляцию; однако их комбинация дает преимущество в случаях (достаточно частых), когда данные являются неполными или «шумными».

Техническая реализация системы позиционирования

Авторы разрабатывают локальную СП (Рис. 1). В такой системе координаты базовых узлов постоянны («маяки»). Координаты подвижного узла требуется рассчитать. Для этого используются ультразвуковые (УЗ) и радиопередатчики, управление осуществляется бортовым микроконтроллером.

По результатам беглой разработки прототипа СП и успешной проверки работоспособности выбранного принципа позиционирования стало понятно, что в реальных условиях (например, соревнований Eurobot, <http://www.eurobot.org>) быстродействие и точность СП зависит в том числе от эффективности алгоритма управления и обработки полученных данных. Кроме того, поскольку все узлы системы оригинальные, был необходим подход, который смог бы обеспечить проверку правильности их совместной работы.

Создание программной модели – естественный способ повышения качества результата разработки робототехнических систем [6,7]. Модель СП облегчит процесс программирования и отладки, а также позволит меньшими

усилиями учесть значительное число возможных условий работы комплекса и в итоге подобрать оптимальные технические характеристики его узлов.

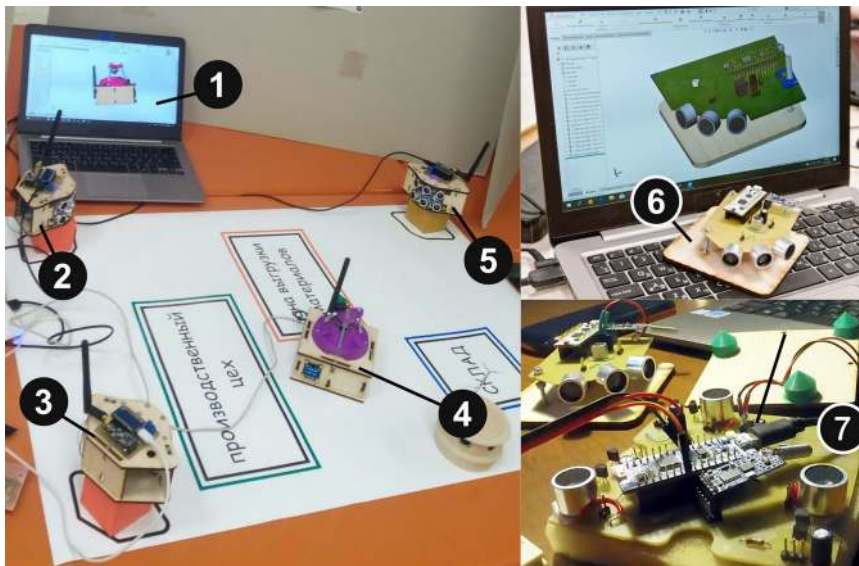


Рис. 1 – Система позиционирования (1 – модель подвижного узла; 2,3,5,6 – базовые узлы; 5,7 – вариантное исполнение подвижного узла)

Модель системы позиционирования

Для реализации программной модели был выбран пакет MatLab. На границах ограниченной плоскости (2 x 3 м) располагаются «маяки»-излучатели (Рис. 2). Движущийся объект представлен тремя жестко закрепленными приемниками (реперными точками) с заданным взаимным расположением друг относительно друга.

Моделирование движения робота по желаемой траектории (желтая линия) воспроизводит работу реальной СП, когда робот производит запрос «маяка» и осуществляется передача УЗ сигнала на приемник (Рис.2, машина состояний). Измеренное значение обрабатывается методом трилатерации [8] и подвергается случайному искажению (фиолетовая линия). После чего фильтрация призвана

уточнить «зашумленный» результат на накопленном массиве данных нескольких приемников (зеленая линия).

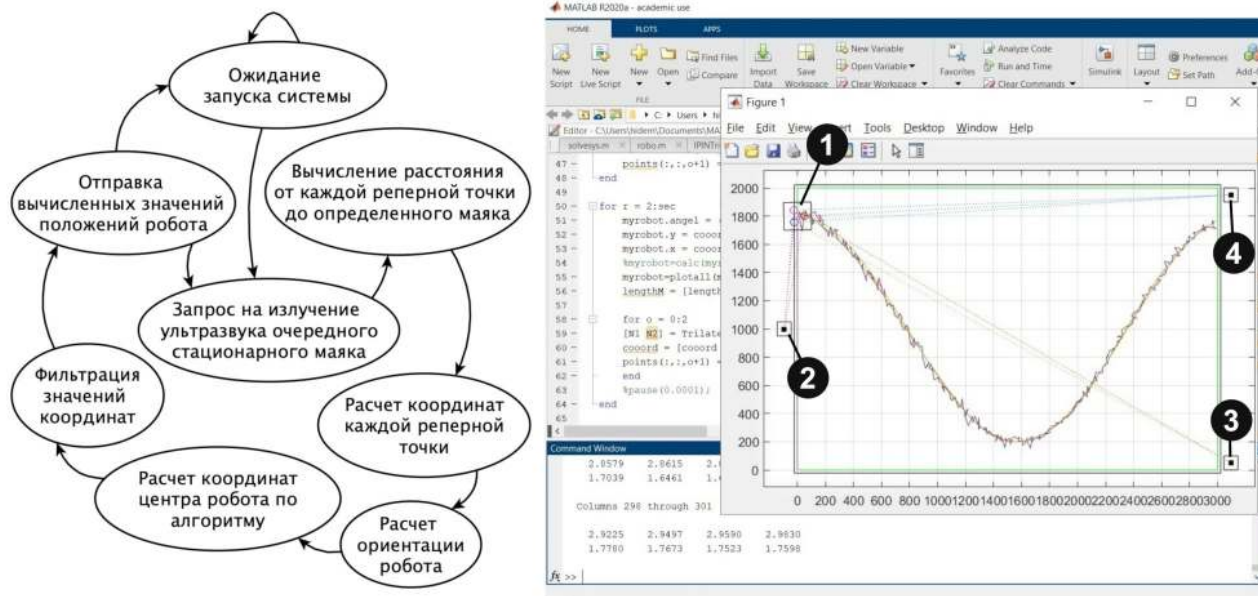


Рис. 2. Моделирование (1 – робот с тремя приемниками; 2,3,4 – «маяки»)

Заключение

Модель, построенная с учетом практической реализации прототипа СП, позволяет без переделки узлов менять их характеристики, что приводит к дальнейшему ускорению разработки реальных технических артефактов системы и увеличению эффективности их взаимной работы.

Наработки будут также полезны в применении к схожим техническим устройствам использующим УЗ [9].

Информационные ресурсы и литература

1. Юдин А.В., Власов А.И., Колесников М.А. Управление мехатронными узлами в автоматизированных системах гибкого индивидуального цифрового производства // Материалы XIII Международной конференции, Устойчивость и колебания нелинейных систем управления (конференция Пятницкого). – 2016. – С. 432-434.
2. Колесников М.А., Юдин А.В. Аппаратно-программный комплекс по определению местоположения объекта на плоскости методом ультразвуковой триангуляции // Сборник докладов, Будущее машиностроения России. – 2017. – С. 591-594.

3. Журавлева Л. В., Зобов О. В., Клынкин К. О. Применение лазерного дальномера VL53L0x для навигации и позиционирования мобильного робота // Технологии инженерных и информационных систем, №. 3. – 2019. – С. 8-17.
4. Рассветалов Л. А. Ультразвуковая система позиционирования для испытательного бассейна // Вестник НовГУ, №75. – 2013.
5. Затекин Д.В., Юдин А.В. Образовательная робототехника: пример содержания индивидуального маршрута обучения // сборник научных статей, «Непрерывное образование в контексте идеи Будущего: новая грамотность». – М.: МГПУ, 2020. – с.11-16.
6. Лапшинов С.А., Юдин А.В. Инструменты моделирования в комплексных задачах разработки технических систем и устройств // сборник научных статей, «Непрерывное образование в контексте идеи Будущего: новая грамотность». – М.: МГПУ, 2020. – с.54-60.
7. Yudin, A., Vlasov, A., Kolesnikov, M. Mechatronic device to reproduce virtual image on material plane // 6th International Conference on Robotics in Education, RiE 2015. 2016. pp.35-39.
8. Norrdine A. An algebraic solution to the multilateration problem // Proceedings of the 15th international conference on indoor positioning and indoor navigation, 1315. – 2012.
9. Yudin A., Kolesnikov M., Vlasov A., Salmina M. Project oriented approach in educational robotics: From robotic competition to practical appliance // Advances in Intelligent Systems and Computing, 457. 2017. pp.83-94.

Engineering Systems Design: Model of Ultrasonic Positioning System

© Zatekin Dmitriy¹, Yudin Anton^{2,3}

¹Bauman Moscow State Technical University, SM11 department, Moscow, 105005, Russia.

²Educational complex "Vorobyovy Gory", Technical Education Centre, Moscow, 119334, Russia.

³Bauman Moscow State Technical University, IU4 department, Moscow, 105005, Russia.

E-mail: zatekindv@student.bmstu.ru, skycluster@gmail.com

The paper presents an approach to the development and debugging of elements of the original positioning system. For further modernization of the implemented prototype, a software model is proposed which allows using mathematical methods to select the optimal characteristics of the system's parts and ensure their joint effective work in hardware implementation.

Keywords: robotics, mobile robot, modeling, navigation, design, construction, positioning, application of ultrasound.

В сборник включены доклады, представленные на Тринадцатой Всероссийской конференции молодых ученых и специалистов «Будущее машиностроения России», которая состоялась в сентябре 2020 г. в МГТУ им. Н.Э. Баумана. Структура сборника отражает тематическую направленность конференции. Во второй том сборника вошли доклады секций В-Ж. Тексты докладов размещены в Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU.



ТРИНАДЦАТАЯ
ВСЕРОССИЙСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
И СПЕЦИАЛИСТОВ
(с международным
участием)

БУДУЩЕЕ
МАШИНОСТРОЕНИЯ
РОССИИ

СБОРНИК
ДОКЛАДОВ

2
ТОМ

XIII



ТРИНАДЦАТАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ
(с международным участием)

БУДУЩЕЕ МАШИНОСТРОЕНИЯ РОССИИ

СБОРНИК ДОКЛАДОВ

22-25 сентября 2020 г.



«Политехнический молодежный журнал» МГТУ им. Н.Э. Баумана приглашает студентов, магистрантов, аспирантов и молодых преподавателей (специалистов) опубликовать свои статьи.

- Все публикации бесплатные
- Статьи индексируются в РИНЦ
- Каждой статье присваивается DOI

Полная информация о журнале, а также выпуски текущих номеров представлены на сайте www.ptsj.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана,
Главный учебный корпус,
ауд. 84

+7 (499) 265-37-97
vk.com/ptsjournal
ptsj@bmstu.ru

bmstu.press





ТРИНАДЦАТАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ
(С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ)

БУДУЩЕЕ МАШИНОСТРОЕНИЯ РОССИИ

Москва, 22–25 сентября 2020 г.

СБОРНИК ДОКЛАДОВ

Том 2



Союз машиностроителей России



Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический
университет имени Н. Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»



Москва
ИЗДАТЕЛЬСТВО
МГТУ им. Н. Э. Баумана
2020

УДК 621
ББК 34.4
Т67

Тринадцатая Всероссийская конференция молодых ученых и специалистов (с международным участием) «Будущее машиностроения России» (Москва, 22–25 сентября 2020 г.) : сборник докладов : в 2 т. / Союз машиностроителей России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)». — Москва : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020.

ISBN 978-5-7038-5546-1

Т. 2. — 400, [2] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-5548-5

В сборник включены доклады, представленные на Тринадцатой Всероссийской конференции молодых ученых и специалистов «Будущее машиностроения России», которая состоялась в сентябре 2020 г. в МГТУ им. Н.Э. Баумана. Структура сборника отражает тематическую направленность конференции. Во второй том сборника вошли доклады секций В–Ж. Тексты докладов размещены в Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU.

УДК 621
ББК 34.4

ISBN 978-5-7038-5548-5 (т. 2)
ISBN 978-5-7038-5546-1

© МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020
© Оформление. Издательство
МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020