

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА НА ПЛОСКОСТИ МЕТОДОМ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТРИАНГУЛЯЦИИ

Колесников М. А.

Научный руководитель: Юдин А. В.

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

HARDWARE-SOFTWARE SYSTEM FOR LOCATING OBJECT ON A PLANE BY THE METHOD OF ULTRASONIC TRIANGULATION

Kolesnikov M. A.

Supervisor: Yudin A. V.

BMSTU, Moscow, Russia

Аннотация

В работе приводится описание оригинального аппаратно-программного комплекса (устройства), которое с помощью специального программного обеспечения и алгоритмов управления позволяет определять местоположение объекта на материальной плоскости. Позиционирование происходит в прямоугольной области пространства, ограниченной системой из трех маяков. На объекте, который необходимо отслеживать, закрепляется основной модуль, передающий ультразвуковые сигналы стационарным маякам. Комплекс разрабатывается как система навигации мобильного робота в рамках соревнований «Евробот» [8].

Abstract

The paper describes the original hardware and software system (device), which with the help of special software and control algorithms allows you to determine the location of an object on a material plane. Positioning is carried out in a rectangular area, bounded by the system of three beacons. On a tracked object core module is placed, which transmits ultrasonic signals to stationary beacons. The complex is designed as a system of mobile robot navigation in the framework of the "Eurobot" competition.

Введение

Данная работа посвящена описанию системы ультразвуковой триангуляции. Идея автора – разработать недорогостоящую локальную систему позиционирования для мобильного робота с точностью позиционирования до 2 см. Определение местоположения объекта является важной задачей как в робототехнике так и в автоматизации. На сегодняшний день уже существуют решения этой проблемы, использующие в своей основе различные физические принципы и алгоритмы работы. Автор предлагает свой способ, основанный на ультразвуке: основной модуль излучает сигналы по принципу локатора, и определение координат объекта происходит после пеленгации этих сигналов системой их трех маяков с известным расположением относительно друг друга на плоскости.

Цель данной работы – разработка концепции предлагаемой системы, создание структурной схемы и алгоритма ее работы.

Рассмотрим наиболее общие задачи, которые возникли у автора в результате создания подобного комплекса:

- изучение физических свойств ультразвука [3];
- выбор принципа работы системы;
- обеспечение синхронизации между отдельными модулями.

1 Структурная схема устройства

Для того, чтобы понять, о каком устройстве идет речь, предлагается рассмотреть структурную схему, представленную на рис.1.

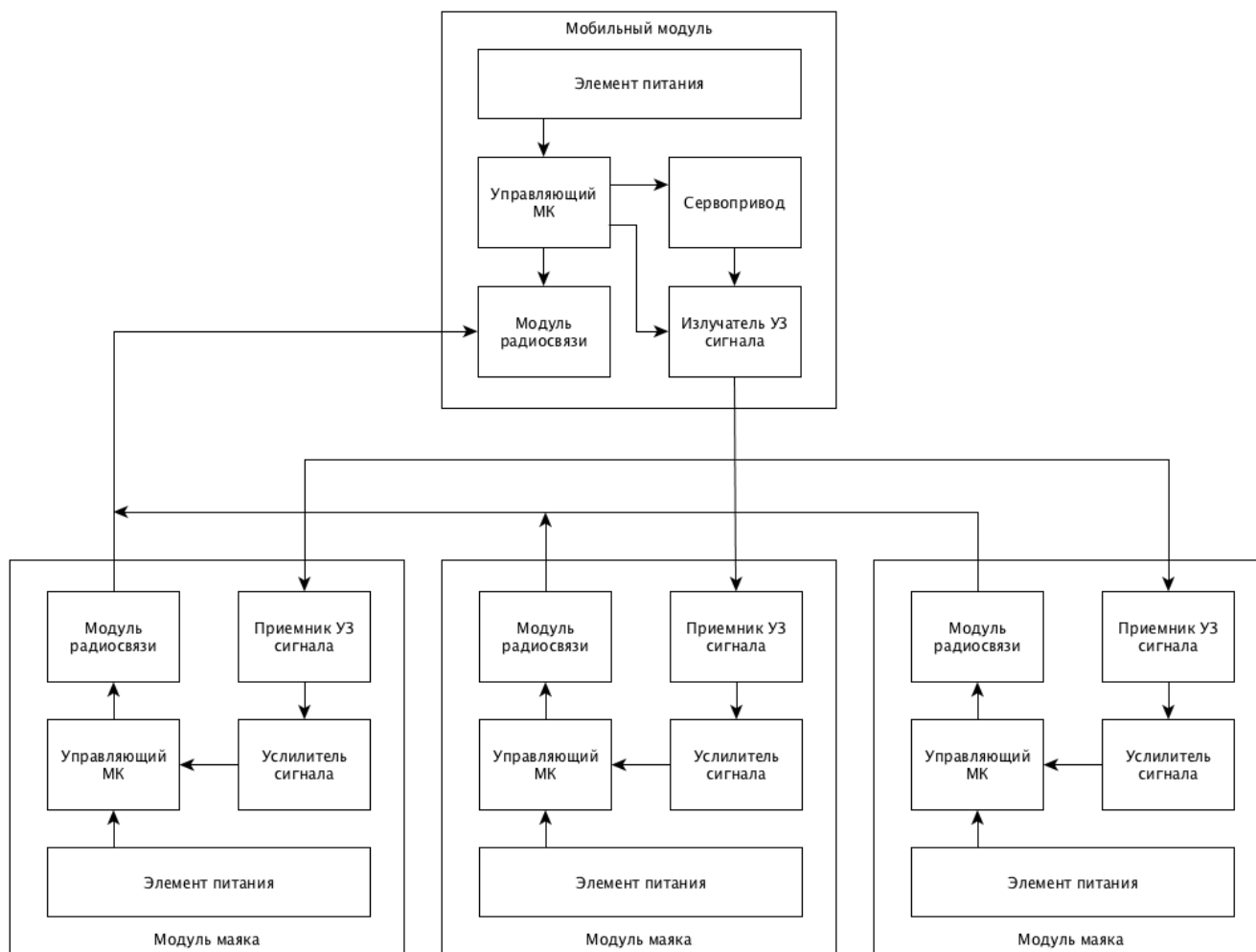


Рисунок 1 – Структурная схема устройства

Все модули устройства автономны и для работы системы все они должны быть подключены к питанию и синхронизированы между собой. Мобильный модуль является основным, он устанавливается на объект, который необходимо отслеживать. На данном модуле расположен шаговый двигатель с ультразвуковым излучателем, отправляющим направленные пакеты сигналов вокруг объекта. Маяки являются идентичными на аппаратном уровне и различаются только программно-заданным идентификационным номером. Каждый модуль маяка связывается с основным модулем по собственному радиоканалу, связь между маяками не осуществляется.

2 Схема работы системы

Поскольку комплекс разрабатывается в рамках робототехнических соревнований [1] «Евробот» как система навигации мобильного робота, то рабочая конфигурация будет выглядеть следующим образом (рис. 2).

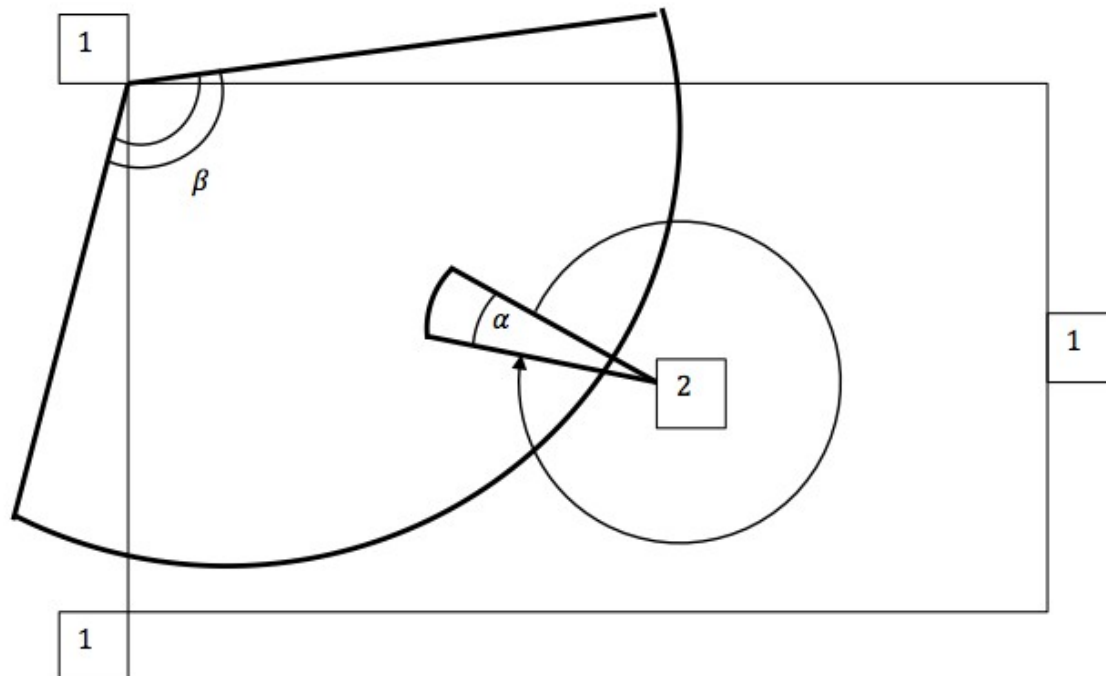


Рисунок 2 – Схема работы системы

Цифрами на рисунке обозначены: 1 – маяки, 2 – мобильный модуль.

Поскольку ультразвуковой излучатель обладает конусной направленностью порядка $\alpha = 10^\circ$, то на маяках было решено установить приемники сигналов (обладающие углом улавливания сигналов в $\beta = 120^\circ$), что позволяет значительно увеличить область определения координат объекта без значительного усложнения системы.

3 Машина состояний и алгоритм работы программной части

Разрабатываемое устройство имеет 9 основных состояний, представленных на рис. 3. Машина состояний приведена для системы в целом, подробное описание работы каждой части комплекса приведено ниже.

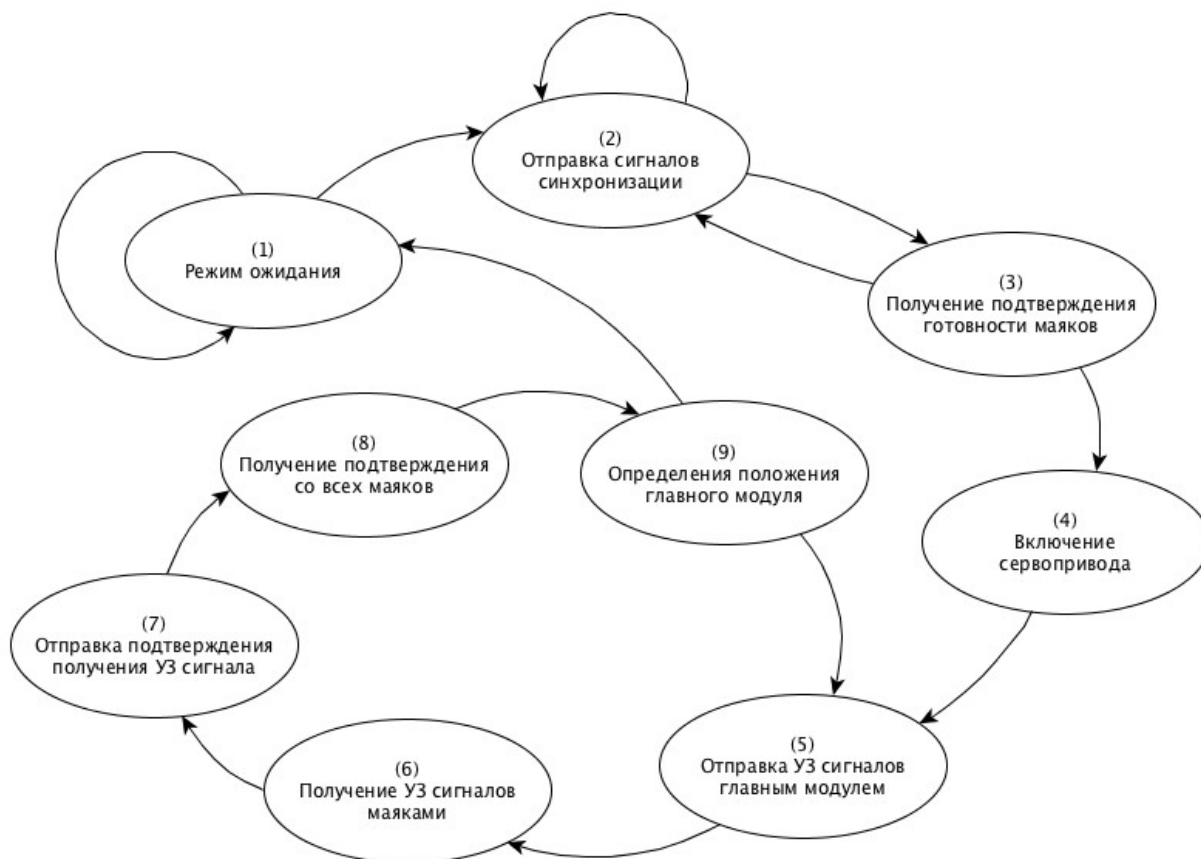


Рисунок 3 – Машина состояний

Программная составляющая системы включает в себя две взаимосвязанные части [7].

Первая – ПО основного модуля [4]. Он служит для отправки сигналов синхронизации маякам, проведения всех вычислений, а также контролирует вращение шагового двигателя и отправку ультразвуковых пакетов.

Синхронизация излучения осуществлена таким образом, что при каждом дискретном повороте оси (зависящим от шага конкретного мотора), УЗ передатчик испускает пакет сигналов. Если маяк фиксирует получение такого пакета, то отправляет главному модулю сигнал подтверждения и свой уникальный номер, тот в свою очередь запоминает угол в котором находится шаговый двигатель в момент получения ответа и идентификатор маяка и совершает поворот. При получении нескольких ответов от одного и того же маяка вычисляется средний угол. Когда получены ответы от всех трех маяков, происходит вычисление координат объекта в заданной области.

Алгоритм [2, 6] работы основного модуля представлен на рис. 4 а.

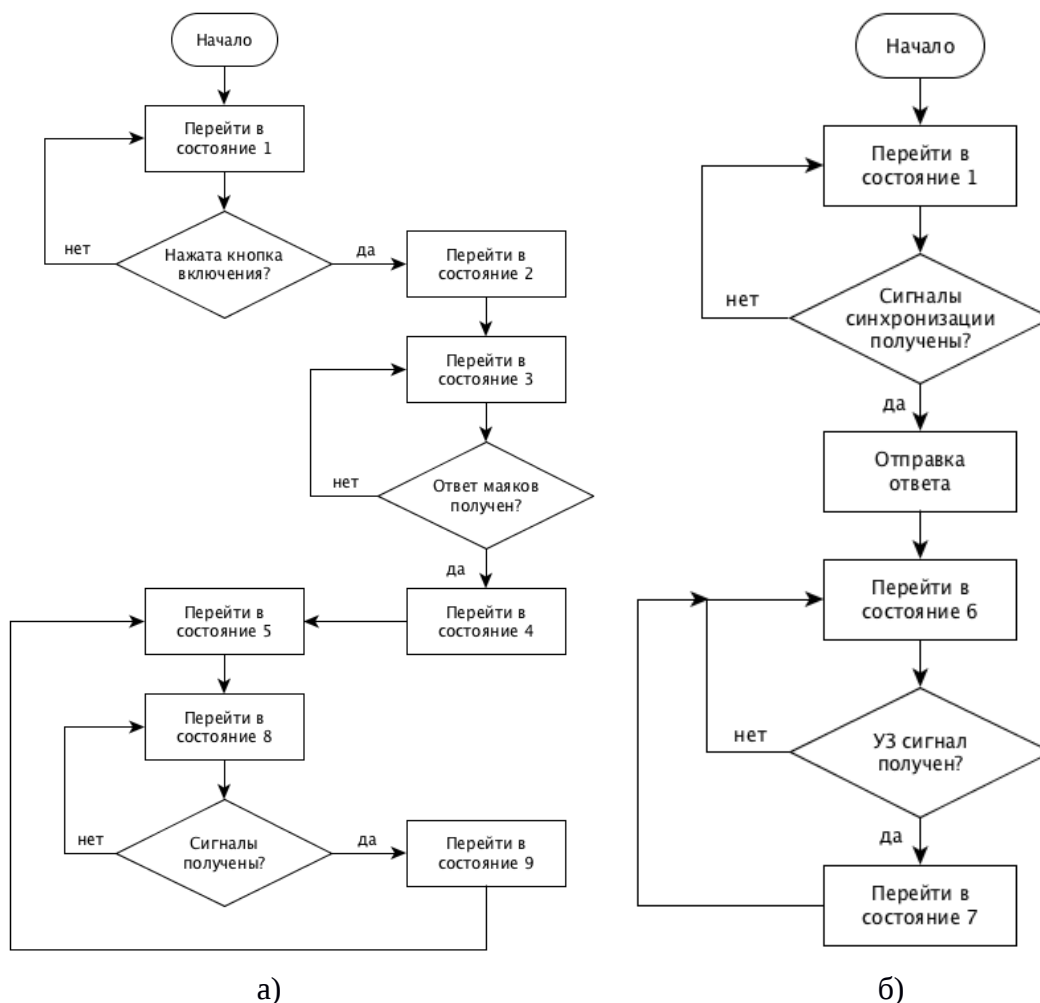


Рисунок 4 – Алгоритм работы программной части системы

Вторая часть – ПО для управления маяками [5]. Оно также идентично для всех модулей, за исключением уникального идентификатора, служащего для различий маяков мобильным модулем. В этой части системы происходит только улавливание проходящих пакетов и отправка подтверждения приема и синхронизации. Алгоритм работы маяков представлен на рис. 4 б.

Заключение

Реализованный автором и описанный в данной работе аппаратно-программный комплекс полностью отвечает поставленной цели, обозначенной во введении.

Следует отметить, что разработанная система является концепцией и в дальнейшем будет проводиться работа по ее улучшению и воплощению в жизнь [9].

Автор планирует улучшать данную систему и проводить работы по увеличению ее универсальности, что позволит расширить область ее применения и внести вклад в автоматизацию систем управления.

Литература

1. Ваганов А. Л. Прототипирование мехатронного устройства в условиях современного цифрового производства // Сборник научных трудов. 16-я Молодежная научно-техническая конференция «Научное развитие технологий и интеллектуальные системы 2014». – Москва. 23 апреля 2014 г. – С.310-313.
2. ГОСТ 19.701-90 – Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. – Москва: Изд-во стандартов, 1990. – 6 с.
3. Д. М. Алексеев «Ультразвук» – Москва: Изд-во «Советская энциклопедия», 1979. – 396 с.:ил.
4. Vlasov A., Yudin A. DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM IN MOBILE ROBOT APPLICATION: GENERAL APPROACH, REALIZATION AND USAGE // Communications in Computer and Information Science. 2011. Т. 156 CCIS. С. 180-192.
5. Д.И. Арабов , С.С.Лавин , Д.С. Иевский, А.С. Бабаджанян Разработка концепт-дизайна модельного ряда «Навигатор» систем GPS/ГЛОНАСС/ГАЛИЛЕО // Сборник трудов 9-ой международной конференции «Научное развитие технологий и интеллектуальные системы – 2007» - М.: МГТУ им.Н.Э.Баумана, 23-24 апреля 2007. - С. 239-264.
6. А.Е.Аверьянихин, А.И.Власов, Л.В. Журавлева, Л.А. Зинченко, В.А. Соловьев ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА для оформления конструкторско-технологической документации при выполнении домашних заданий, курсовых работ и проектов/ под ред. В.А. Шахнова. – М.:МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 53 с.: ил.
7. Колесников М.А. Аппаратно-программный комплекс по воспроизведению виртуальных изображений на материальной плоскости // Сборник трудов 17-ой международной конференции «Научное развитие технологий и интеллектуальные системы – 2015» - М.: МГТУ им.Н.Э.Баумана, 22-23 апреля 2015. - С.355-361.
8. Правила молодежных соревнований роботов Евробот 2017: «Город на Луне», основной текст правил: Пер. с англ. с дополнениями НОК Евробот России. / Общ. ред. А.Ю.Вождаева. – М.: Национальный организационный комитет Евробот России, 2016. – 33с., ил. Режим доступа: <http://eurobot-russia.org/main/eurobot-2017> – Проверено 10.02.2017г.
9. Сайт Объединенного Студенческого Конструкторского Бюро. Режим доступа: <http://class.skycluster.net> – Проверено 10.02.2017г.