

УДК 621.865.8

Михайлов Е.П. к.т.н.

Одесский национальный политехнический университет

ПОЗИЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕЛЕЖКАМИ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ

Автоматизированные транспортно-складские системы (АТСС) являются одним из основных элементов гибких производственных систем (ГПС) [1]. Так как наиболее важными задачами ГПС является возможность быстрой переналадки отдельных компонент, то представляет значительный интерес использование в составе АТСС грузонесущих автоматических тележек или автономных мобильных роботов (АМР), что позволяет значительно упростить переналадку и изменение компоновки ГПС путем изменения маршрута перемещения груза [2]. Для обслуживания складов широко используются мобильные роботы в виде вилочных погрузчиков. На рис. 1 приведены наиболее распространенные варианты исполнения приводов таких мобильных роботов: дифференциальный привод (рис. 1, а), трехколесный робот (трицикл) с опорными колесами на тележке (рис. 1, б) и трехколесный робот с опорными колесами под вилочным захватом (рис. 1, в) [3].

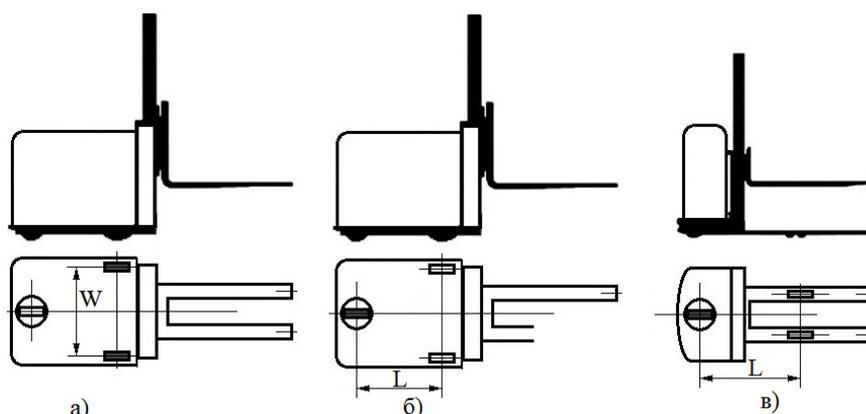


Рис. 1. Варианты исполнения приводов мобильных роботов: дифференциальный привод (а), трехколесный робот (трицикл) с опорными колесами на тележке (б) и трехколесный робот с опорными колесами под вилочным захватом (в)

Одной из наиболее важных задач является оптимизация компоновки склада с целью повышения эффективности использования складских площадей и уменьшения протяженности маршрута перемещения мобильных роботов. При этом необходимо учитывать

точность позиционирования мобильного робота, которая определяет пространство, необходимое для перемещения робота.

Рассмотрим влияние точности позиционирования робота на эффективность использования складских площадей. В качестве примера используем компоновку склада, приведенную на рис. 2. Здесь мобильный робот обслуживает два стеллажа. Груз размещен на паллетах, которые подаются на склад с помощью конвейера 1. Отправка груза осуществляется с помощью конвейера 2.

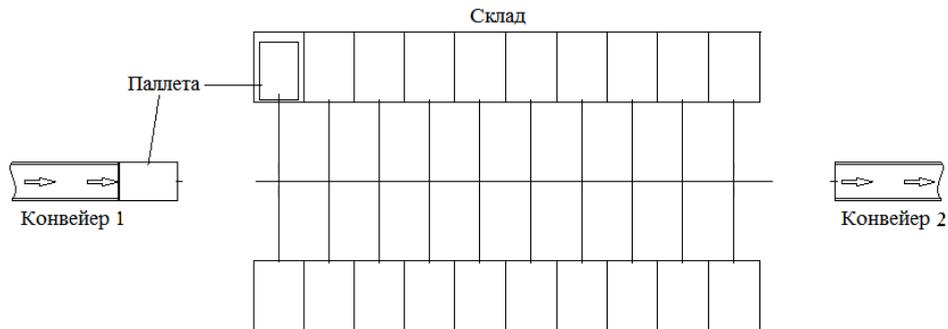


Рис. 2. Компоновка склада

На рис. 3 показано перемещение и положение погрузчиков в процессе транспортировки груза. Перемещение осуществляется по прямой линии вдоль стеллажей. При этом расстояние между стеллажами определяется пространством, необходимым для разворота мобильного робота для установки груза в ячейки стеллажа. Положение 1 – исходное положение для снятия груза с конвейера, положение 2 и положение 3 – исходные положения для установки и снятия груза в ячейках стеллажей, положение 4 - исходное положение для установки груза на конвейер.

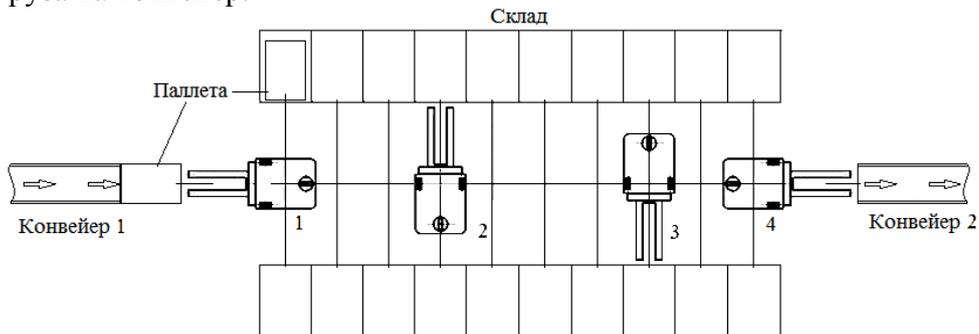


Рис. 3. Перемещение погрузчика

При этом система позиционирования тележки робота должна обеспечить перемещение по прямой линии вдоль стеллажей, определяя

при этом позицию перемещения, разворот на 90° , установки или снятие груза на заданном уровне стеллажа. В настоящее время для навигации мобильных роботов широко используются лазерные датчики, позволяющие измерять расстояния до объектов и угол положения объекта относительно положения мобильного робота. При этом положение робота можно определить с достаточно высокой точностью при использовании сканирующего лазерного датчика (позиционирование на основе лазерного гониометра) [4-5]. При этом используется определение положения мобильного робота по трем отражателям и достаточно сложный алгоритм вычисления.

В рассматриваемом случае достаточно определить положение мобильного робота при перемещении по прямой линии, что позволяет использовать датчик измерения расстояния без сканирования для определения точек поворота (рис. 4).

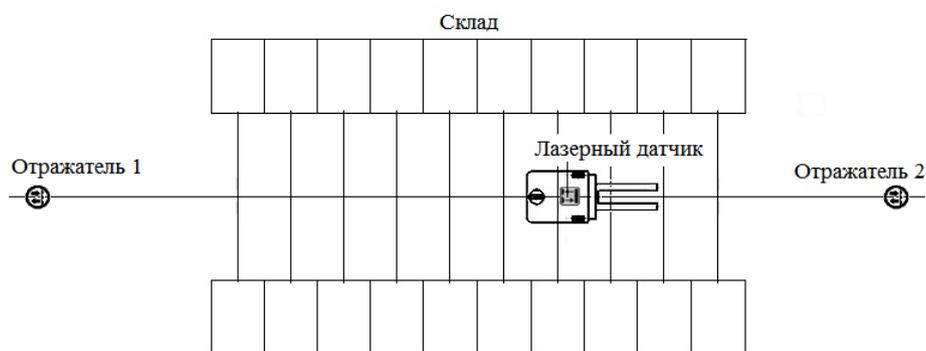


Рис. 4. Перемещение погрузчика по прямой линии с измерением расстояния на основе лазерного датчика

Позиционирование мобильного робота при повороте и установке или снятии груза может осуществляться с помощью средств одометрии, например, на основе датчиков угла поворота ведущих колес для определения пройденного пути каждого из колес [6].

На рис. 5 и рис. 6 показаны варианты разворота мобильного робота с дифференциальным приводом: поворот двумя приводами (рис. 5, а), поворот одним приводом (рис. 5, б) и трехколесного мобильного робота с разным расположением опорных колес: опорные колеса на тележке (рис. 6, а), опорные колеса под вилочным захватом (рис. 6, б).

У мобильного робота с дифференциальным приводом радиус разворота определяется расстоянием между ведущими колесами W , а у трехколесного мобильного робота расстоянием между осью опорных колес и ведущим колесом L .

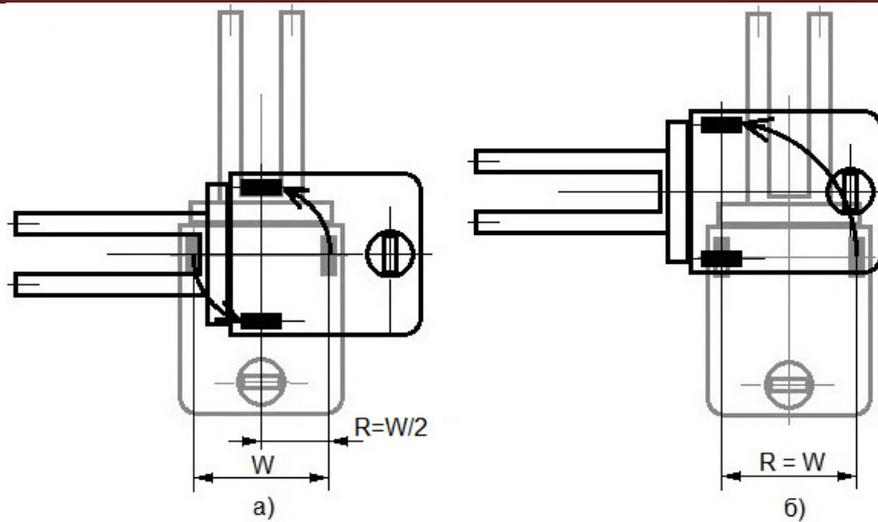


Рис. 5. Варианты разворота мобильного робота с дифференциальным приводом

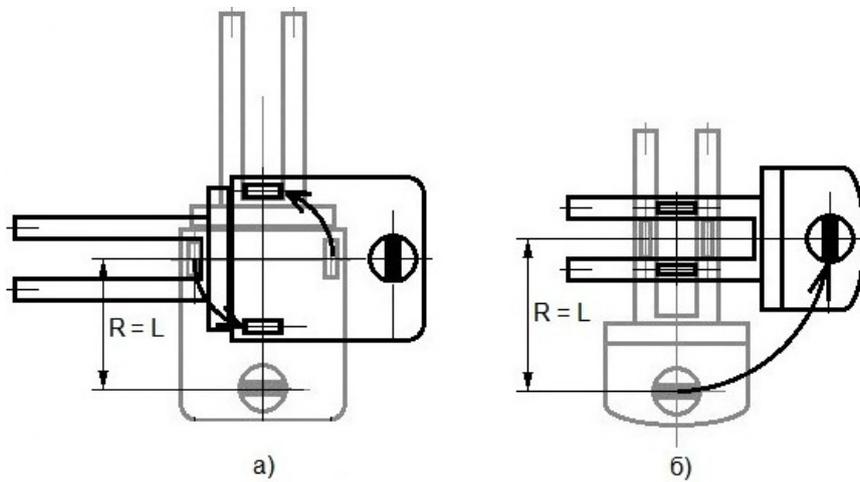


Рис. 6. Варианты разворота трехколесного мобильного робота с разным расположением опорных колес

Погрешность позиционного управления перемещением робота с использованием позиционного управления ведущих колес на основе импульсного датчика угла поворота колеса определяется числом импульсов n_d , выдаваемых датчиком за один оборот колеса. Если в этом случае расстояние l_k , пройденное ведущим колесом, задается числом импульсов n , то получим

$$l_k = \frac{2\pi r_k}{n_d} n,$$

где r_k – радиус ведущего колеса.

При этом дискретность задания расстояния Δl составит

$$\Delta l = \frac{2\pi r_k}{n_d}.$$

Расстояние $l(\theta)$, которое проходит ведущее колесо при повороте тележки робота на угол θ составляет

$$l(\theta) = \theta R,$$

где R - радиус разворота тележки (см. рис. 5 и рис. 6).

При повороте на 90° следующее задание $n(\pi/2)$ для перемещения ведущего колеса

$$n\left(\frac{\pi}{2}\right) = R \frac{n_d}{4r_k}.$$

Аналогично можно задать перемещение тележки для перемещения при установке и снятии груза.

Выводы. В работе рассмотрены вопросы позиционного управления тележками манипулятора автономных мобильных роботов. Показано, что использование лазерных датчиков определения расстояния при перемещении тележки по прямой линии и средств одометрии для поворота и перемещения на небольшие расстояния позволяет значительно упростить аппаратные компоненты и алгоритм управления мобильным роботом, что в свою очередь дает возможность снизить стоимость оборудования и упростить процесс переналадки ГПС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каширин Н.А. Проектирование систем ГАП: Учебное пособие. Компьютерная версия. / Н.А.Каширин. — 2-е изд. — Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. — 114 с.
2. Михайлов Е.П. Позиционное управление мобильным роботом /Михайлов Е.П., Короткий И.К., Онуфриенко В.С. // Электротехнические и компьютерные системы. – 2014. – № 13 (89). – с. 27–33
3. Mobile Robots – Current Trends, Edited by Zoran Gacovski p. см. ISBN 978-953-307-716-1 Published by InTech, Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia, First published September, 2011, p. 414, Printed in Croatia, A free online edition of this book is available at www.intechopen.com

4. Battle J. A., Font J. M., Escoda J. Dynamic positioning of a mobile robot using a laser-based goniometer, IEEE IFAC Symposium on Intelligent Autonomous Vehicles, Lisboa 2004

5. Shimshoni, I. A fast linear method for mobile robot localization from landmark bearings. In: A Proceedings volume from the IFAC Workshop on Mobile Robot Technology (J. Sasiadek. (Ed)), — 2001. — pp. 119 – 124. Pergamon, Oxford.

6. Антонов А. Описание движения мобильного робота. // 23 июня, 2014. Робототехника. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://robotosha.ru/robotics/robot-motion.html>