

УДК 621.865.8

Михайлов Є.П., к.т.н.; Скринник А.І., магістр.

Одеський національний політехнічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСОБІВ ПЕРЕМІЩЕННЯ МОБІЛЬНИХ РОБОТІВ

Анотація. Розглянуті засоби переміщення мобільних роботів з різними типами приводів. Наведені залежності для визначення траєкторії переміщення мобільних роботів з використанням простих алгоритмів. Дослідження, проведені на макетах роботів з різними типами двигунів показали, що траєкторія переміщення відповідає отриманим залежностям.

Ключові слова: мобільний робот, привод переміщення, траєкторія переміщення.

Аннотация. Рассмотрены средства передвижения мобильных роботов с различными типами приводов. Приведены зависимости траектории перемещения мобильных роботов с использованием простых алгоритмов. Исследование, проведенное на макетах роботов с различными типами двигателей, показали, что траектория перемещения соответствует полученным зависимостям.

Ключевые слова: мобильный робот, привод перемещения, траектория перемещения.

Zusammenfassung. Es wurde die Fahrzeuge von mobilen Robotern mit verschiedenen Antrieben werden ausgelegt. Sind die Abhängigkeiten der Bewegungsbahn von mobilen Robotern werden anhand einfacherer Algorithmen dargestellt. Die Testprobe, die an Modellen von Robotern mit verschiedenen Motortypen durchgeführt wurde, zeigte, dass die Bewegungsbahn der Bewegung den erhaltenen Abhängigkeiten entspricht.

Stichworte: mobiler Roboter, Verschiebeantrieb, Bewegungsbahn.

Постановка проблеми

Мобільні роботи знаходять все ширше використання у таких сферах, як обслуговування складських приміщень та автоматизація виробничого процесу. При цьому однією з найважливіших задач є забезпечення ефективності засобів переміщення робота.

Сучасні мобільні роботи можуть мати різні голономні та неголономні засоби руху. Перевагою голономних засобів руху є можливість здійснювати переміщення у будь-якому напрямку без розвороту. При переміщенні мобільних роботів по заданим траєкторіям важливо використовувати відносно прості алгоритми

керування, що дозволяє зменшити вимоги до пристроїв керування.

Для дослідження різних засобів руху та порівняння їх можливостей доцільно використовувати макети мобільних роботів з різними типами приводів, засобів навігації та керування, за допомогою яких можна визначити відповідність отриманих теоретичних залежностей практичним результатам та точність переміщення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Для переміщення мобільних роботів використовують різні засоби руху. При використанні мобільних роботів для задач обслуговування складських приміщень та автоматизації виробничого процесу найчастіше використовують колісні засоби переміщення, оскільки переміщення здійснюється по рівній поверхні. При цьому застосовують мобільні роботи з диференціальним приводом, приводом типу трицикл та з всеспрямованими приводами, такими як поворотні приводи та приводи з омніколесами, наприклад, з меканум-колесами [1 -- 10].

Кінематика засобів пересування на основі таких приводів досить добре вивчена [7, 8]. Аналіз цих робіт показує, що кінематика траєкторії пересування по довільній траєкторії та її зв'язок з параметрами приводів потребує досить складного математичного апарата. Це значно ускладнює алгоритм керування для здійснення автоматичного пересування мобільних роботів

Постановка мети та задач дослідження

Метою роботи є дослідження можливостей різних засобів переміщення мобільних роботів по вказаному маршруту з урахуванням типів приводів, що використовуються для переміщення робота, основною задачею котрих є знаходження простих алгоритмів керування.

При цьому були розглянуті мобільні роботи з диференціальним приводом, приводом типу трицикл та з чотирма поворотними приводами, що використовують крокові двигуни та сервоприводи для повороту колеса.

Для експериментального дослідження були розроблені макети мобільних роботів з різними типами приводів з використання крокових двигунів та сервоприводів.

Задачі дослідження полягали у визначенні простих алгоритмів для переміщення та залежності точності переміщення від параметрів приводів, що використовують для програмування траєкторії переміщення.

Викладка основного матеріалу

Розглянуті три типа приводів переміщення роботів, що використовуються найчастіше, а саме, диференційний привод, привод типу трицикл та чотири поворотних приводів (всеспрямовані приводи) - (рис. 1).

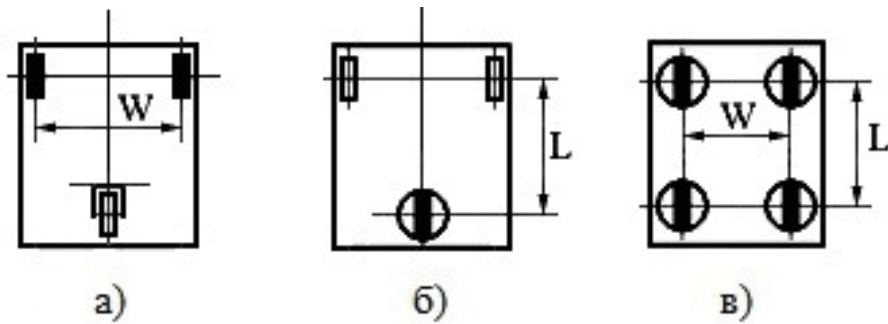


Рис.1. Мобільні роботи з диференційним приводом (а), приводом типу трицикл (б) та з всеспрямованими приводами (в)

Як показано в [4, 11], найбільш простим є алгоритм переміщення з використанням кусочно-ламаної траєкторії. Для програмування шляху переміщення роботів при цьому використовують переміщення по прямій та поворот на місці.

При цьому основним параметром є шлях, який проходять ведучі колеса. Для визначення цього шляху l при використанні крокових двигунів знайти кількість імпульсів n_l , яка залежить від кількості імпульсів на одне обертання колеса n_c та його діаметра d .

$$n_l = \frac{n_c l}{\pi d}$$

Схема повороту на місці мобільних роботів з диференційним приводом, приводом типу трицикл та з всеспрямованими приводами наведена на рис. 2.

Як показано в [11] для повороту робота з диференційним приводом на кут $\Delta\theta$ маємо таку кількість імпульсів:

$$n_{\Delta\theta} = \frac{n_c W \Delta\theta}{d}$$

де W - відстань між колесами робота.

Для повороту робота з приводом типу трицикл на кут $\Delta\theta$ маємо таку кількість імпульсів:

$$n_{\Delta\theta} = \frac{n_c L \Delta\theta}{d}$$

де L - відстань між осями ведучого рульового та опірних коліс робота.

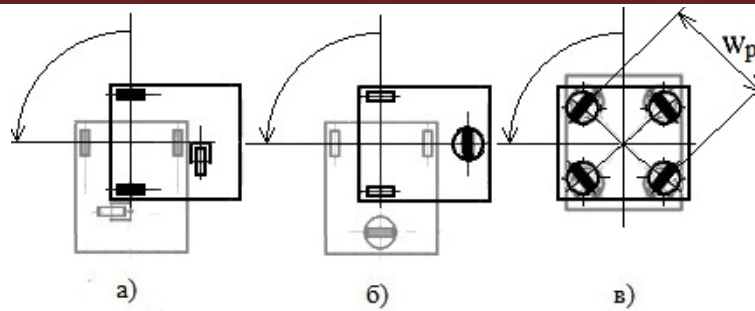


Рис. 2. Схема повороту на місці мобільних роботів з диференційним приводом (а), приводом типу трицикл (б) та з всеспрямованими приводами (в)

При цьому для мобільних роботів з всеспрямованими приводами пропонується використовувати поворот з колесами, що повернуті на 90° відносно діагоналі розташування коліс. Якщо відстань між колесами по довжині та ширині однакові, то колеса треба повернути на 45° відносно вихідного положення коліс.

При цьому для повороту на кут $\Delta\theta$ маємо таку залежність, як для диференційного приводу, де треба тільки замінити W на W_p .

Для дослідження засобів переміщення таких мобільних роботів були розроблені макети з використанням крокових двигунів для ведучого колеса та сервоприводів для повороту колеса. Зовнішній вигляд крокового двигуна та сервопривода наведені на рис. 3. В макетах мобільних роботів використовується система керування на базі контролера Arduino Mega, що дає можливість підключати досить велику кількість різних приводів та датчиків.

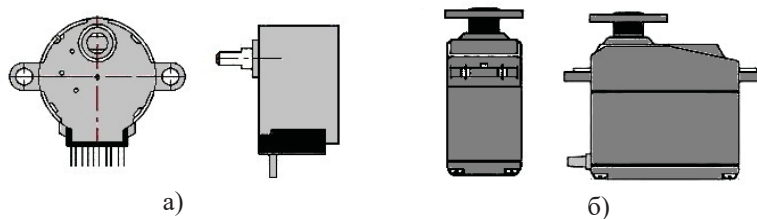


Рис.3. Зовнішній вигляд крокового двигуна (а) та сервопривода (б).

Для дослідження мобільних роботів з диференціальним приводом використовується макет, наведений на рис.4

Макет має два ведучих та одне опорне колесо.

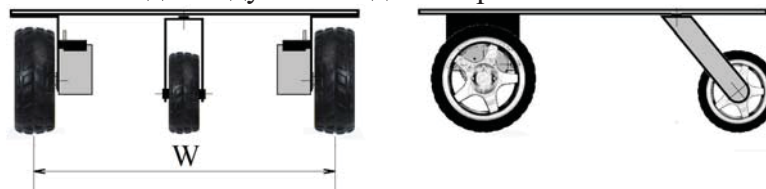


Рис.4. Зовнішній вигляд візка з диференційним приводом.

Для дослідження мобільних роботів з приводом типу трицикл використовується макет, наведений на рис.5.

Макет має одне ведуче поворотне колесо та два опорних колеса.

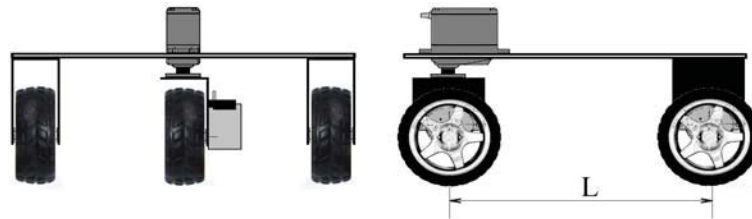


Рис.5. Зовнішній вигляд візка з приводом типу трицикл.

Для дослідження мобільних роботів з всеспрямованими приводами використовується макет, наведений на рис.6.

Макет має чотири ведучих поворотних коліс.

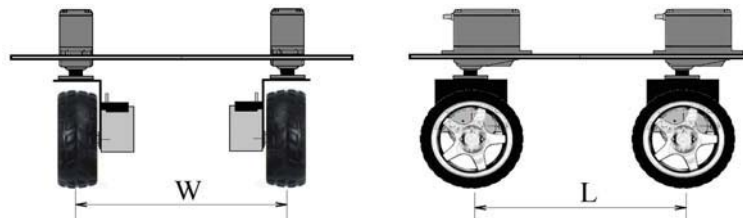


Рис.6. Зовнішній вигляд мобільного робота з всеспрямованими приводами.

Використання крокових двигунів дає можливість встановлювати шлях та кут переміщення без датчиків кута обертання, а також досить точним встановленням швидкості обертання, що визначається частотою імпульсів. Обраний кроковий двигун має 2048 імпульсів на одне обертання. Сервопривод, що здійснює поворот колеса, може обертатися в діапазоні від 0 до 180° з точністю 1°.

Були проведені дослідження траєкторій переміщення з кусочно-ламанною апроксимацією, які показали, що переміщення мобільного робота відповідає наведеним залежностям.

Висновок:

Розглянуті засоби пересування мобільних роботів з різними типами приводів.

Наведені залежності для переміщення вказаних роботів по кусочно-ламаній траєкторії.

Розроблені макети для дослідження мобільних роботів з диференціальним приводом, приводом типу трицикл та з всеспрямованими приводами.

Дослідження, проведені на макетах роботів з різними типами двигунів показали, що траєкторія переміщення мобільного робота відповідає наведеним залежностям.

ЛІТЕРАТУРА

1. Антонов А. Описание движения мобильного робота. // 23 июня, 2014. Робототехника. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://robotosha.ru/robotics/robot-motion.html>.
2. Мартыненко Ю. Г. Управление движением мобильных колёсных роботов // Фундаментальная и прикладная математика, 2005, том 11, № 8, с. 29—80.
3. Мартыненко Ю. Г., Митрофанов И. Е., Письменная Е. В., Формальский А. М. О супервизорном управлении мобильной платформой на четырех поворотных колесах // Известия РАН. Теория и системы управления, 2011, № 2, с. 147–157.
4. Михайлов Е.П., Ременюк Б.С. Реализация перемещения мобильного робота в автоматизированном складе // Электротехнические и компьютерные системы. 2016. № 23.
5. Mobile Robots – Current Trends, Edited by Zoran Gacovski p. cm. 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.
6. Siegwart R. Nourbakhsh I. R. Introduction to Autonomous Mobile Robots. A Bradford Book The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England © 2004 Massachusetts Institute of Technology p. 336.
7. Кампион Г., Бастен Ж., Д’Андреа-Новель Б. Структурные свойства и классификация кинематических и динамических моделей колесных мобильных роботов, Нелинейная динамика, 2011, том 7, № 4, с. 733–769.
8. Килин А.А., Бобыкин А.Д. Управление тележкой с омниколесами на плоскости. Нелинейная динамика. 2014. том 10. № 4. с. 473–481.
9. Liu Y., Zhu J. J., Williams II R. L., Wu J. Omni-directional mobile robot controller based on trajectory linearization. Robotics and Autonomous Systems 56 (2008) p.461–479
10. Краснодубец Л.А., Морозова Е.Ф. Управление движением колесной платформы с тремя степенями свободы // Міжнародний науково-технічний журнал “Інформаційні технології та комп’ютерна інженерія” 2010, №2(18). – с. 14 – 19.
11. Михайлов Є.П., Скринник А.І. Дослідження засобів локальної навігації мобільних роботів // Підъемно-транспортная техника. – 2017. – № 3 (48), с. 55–61.