

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIRTSCHAFT BERLIN



ОРГАНІЗАТОРИ



Одеський  
національний  
політехнічний  
університет  
(Україна)



Hochschule für Technik  
und Wirtschaft Berlin  
(Німеччина)

VI УКРАЇНСЬКО-НІМЕЦЬКА  
КОНФЕРЕНЦІЯ

# ІНФОРМАТИКА КУЛЬТУРА ТЕХНІКА

12–22.09.2018

збірник тез доповідей



Одеса 2018

ISSN 2522-1523

**Odessa National  
Polytechnic  
University,  
Ukraine**

Одеський національний  
політехнічний університет,  
Україна

**Hochschule für  
Technik und Wirtschaft  
Berlin,  
Germany**

Берлінський інститут  
техніки та економіки,  
Німеччина

## **VI українсько-німецька конференція «Інформатика. Культура. Техніка»**

## **VI Ukrainian-German conference “Informatics. Culture. Technology”**

*Odessa, 12.09 – 22.09.18*

**I. ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ  
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**I. APPLIED ASPECTS OF  
INFORMATION TECHNOLOGY**

**II. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
В ТЕХНІЦІ**

**II. INFORMATION TECHNOLOGY  
IN ENGINEERING**

**III. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
В КУЛЬТУРІ І ОСВІТІ**

**III. INFORMATION  
TECHNOLOGY  
IN CULTURE AND EDUCATION**

*Шоста українсько-німецька конференція «Інформатика. Культура. Техніка», що пройшла 12 – 22 вересня 2018 року в Одеському національному політехнічному університеті і була присвячена актуальним прикладним аспектам інформаційних технологій, застосуванню інформаційних технологій в техніці, в культурі і освіті*

ISSN 2522-1523

Одеса  
2018

<b>Маникаева О. С., Арсирій Е. А., Василевская А. П.</b> Нейросетевое решение практических задач проведения экспертизы о состоянии объектов управления из производственной или социальной среды	94	<b>Manikaeva O. S., Arsirii E. A., Vasilevskaja O. P.</b> Artificial Neural Network Model for Monitoring and Expertize of Object State in Industrial or Social Environment	94
<b>Михайлов Є. П., Лінгур В. М.</b> Застосування лазерних сканерів для локальної навігації транспортних мобільних роботів	96	<b>Mykhaylov Ye., Lingur V.</b> Application of Laser Scanners for Local Navigation of Transport Mobile Robots	96
<b>Савельєва О. С., Малахова Д. О.</b> Методи побудови графічних образів поля швидкості і тиску при проведенні гідродинамічних розрахунків	98	<b>Saveleva O., Malakhova D.</b> Methods for Constructing Graphical Images of Speed Field and Pressure Field in Hydrodynamic Calculations	98
<b>Семенюк В. Ф., Кнюх А. Б., Вудвуд А. Н.</b> Влияние колесной формулы на маневренность и реверсивность робототележки	100	<b>Semeniuk W. F., Kniukh O. B., Vudvud O. M.</b> Einfluss der Radformel auf die Manövrierbarkeit und Reversibilität des Roboters	100
<b>Тигарев В. М., Гончаренко А. А.</b> Создание подсистемы проектирования и анализа нагрузок рамы электроскуттера в современных САПР	103	<b>Tigariev V. M., Honcharenko A. O.</b> Creation of a Subsystem for Designing and Analyzing loads of the Electric Scooter Frame in modern CAD-systems	103
<b>Франжева Е. Д.</b> Численный анализ метода обнаружения периодических точек в нелинейных динамических системах	105	<b>Franzheva E. D.</b> Computational Analysis of Method of Periodic Points in Nonlinear Dynamical Systems	105
<b>Чайковська Є. Є., Постолов М. Ю.</b> Інформаційна система цифрового управління теплонасосним енергопостачанням	107	<b>Chaikovskaya E., Postolov M.</b> Information System of Digital Control of the Heat Pump Energy Supply	107

УДК 621.865.8

## ЗАСТОСУВАННЯ ЛАЗЕРНИХ СКАНЕРІВ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОЇ НАВИГАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ МОБІЛЬНИХ РОБОТІВ

канд. техн. наук Є. П. Михайлов, канд. техн. наук В. М. Лінгур  
Одеський національний політехнічний університет, Україна

*Розглянуті питання застосування лазерних сканерів для локальної навігації транспортних мобільних роботів. Отримані залежності для визначення положення мобільних роботів з використанням лазерних сканерів та рефлекторів. Показано, що у разі переміщення транспортних роботів вздовж стелажів положення та орієнтація робота можна визначити за допомогою двох рефлекторів.*

**Ключові слова:** транспортний мобільний робот, навігація, лазерні сканери

Переміщення транспортних мобільних роботів за вказаною траєкторією здійснюється за допомогою різних засобів навігації, включаючи засоби персональної, локальної та глобальної навігації [1, 2]. Засоби персональної навігації дають можливість здійснити навігацію робота з використанням датчиків, що знаходяться на самому роботі, наприклад, засобів одометрії, але в процесі переміщення помилка визначення положення накопичується, що потребує періодичного визначення фактичного положення за допомогою додаткових засобів локальної або глобальної навігації [3, 4].

В даний час широко використовуються засоби локальної навігації, наприклад, на основі лазерних сканерів. За допомогою лазерних сканерів можна визначити положення робота шляхом вимірювання відносного положення та відстані до рефлекторів, що встановлюють у визначених місцях приміщення, де пересувається робот, а також до перешкод або стін у приміщенні. Для визначення взаємного положення об'єктів відносно положення робота використовують лазерні сканери, що здійснюють сканування шляхом обертання, з вимірюванням кута повороту датчика відносно положення робота.

Використання лазерного сканера та рефлекторів для визначення положення робота потребує для однозначного визначення положення робота не менш, як трьох рефлекторів. Проте алгоритми визначення положення робота за допомогою сканерів досить складні, тому метою роботи є спрощення цих алгоритмів.

При переміщенні робота вздовж стелажу на складі у разі встановлення рефлекторів на самому стелажу є можливість обмежитись тільки двома рефлекторами, оскільки робот може знаходитись тільки по одну сторону стелажу (рис. 1).

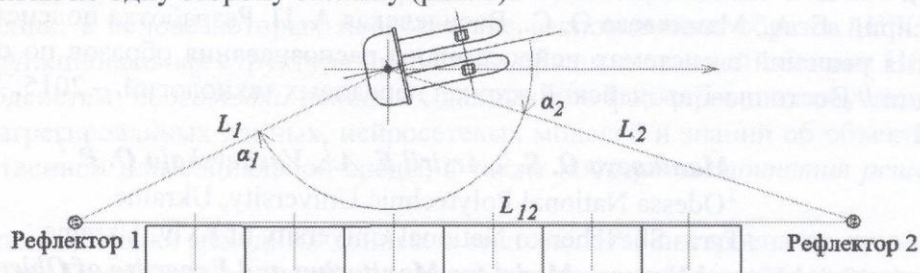


Рис. 1. Приклад використання лазерних датчиків для визначення положення транспортного робота

Для визначення положення за даними опитування сканера робота треба знайти координати робота у визначеній системі координат та орієнтацію робота відносно вихідного положення.

На рис. 2 наведений приклад визначення положення та орієнтації робота за допомогою лазерного сканера з двома рефлекторами.

На рисунку використовуються такі позначення:  $L_1$  - відстань до рефлектора 1;  $L_2$  - відстань до рефлектора 2;  $L_{12}$  - відстань між рефлекторами 1, 2;  $\alpha_r$  - вихідна орієнтація робота;  $\alpha_1$  - кут напрямку на рефлектор 1 відносно вихідної орієнтації робота;  $\alpha_2$  - кут напрямку на рефлектор 2 відносно вихідної орієнтації робота;  $\alpha_{12}$  - кут між лінією напрямку на рефлектор 1 та лінією напрямку на рефлектор 2;  $\alpha_{22}$  - кут між лінією напрямку на рефлектор 2 та лінією, перпендикулярною до лінії відстані між рефлекторами.

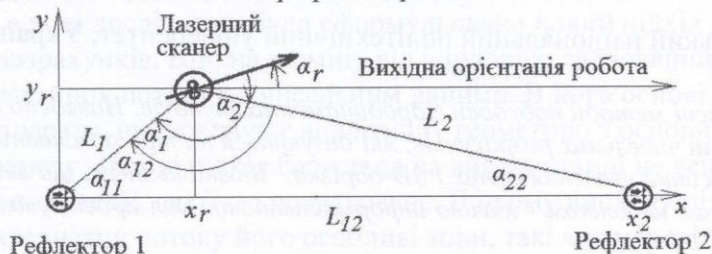


Рис. 2. Визначення положення та орієнтації транспортного робота за допомогою лазерного сканера

Виходячи з теореми синусів маємо:  $\sin(\alpha_{11}) / L_2 = \sin(\alpha_{12}) / L_{12}$ .

Враховуючи, що  $\alpha_{11} = \arcsin(L_2 \sin(\alpha_{12}) / L_{12}) = \arcsin(L_2 \sin(\alpha_1 - \alpha_2) / L_{12})$ ,

можна визначити координати та  $x_r$ ,  $y_r$  та орієнтацію  $\alpha_r$  робота:

$$x_r = L_1 \cos(\alpha_{11}), y_r = L_1 \sin(\alpha_{11}), \alpha_r = \pi - \alpha_{11} - \alpha_1.$$

У роботі були розглянуті питання спрощення алгоритмів визначення положення робота за допомогою лазерних сканерів.

Показано, що спрощення алгоритму визначення положення робота при переміщенні вздовж стелажів можна здійснити шляхом використання двох рефлекторів.

Наведені залежності для визначення положення та орієнтації транспортного робота за допомогою лазерного сканера при використанні двох рефлекторів.

Показані шляхи визначення помилок з урахуванням відстані сканера від осі повороту робота та переміщенні робота за час обертання сканера.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Mobile Robot Navigation. Edited by Alejandra Barrera. Published by InTech. Croatia. 2010.
2. Siegwart R., and Nourbakhsh I. R. (2004). Introduction to Autonomous Mobile Robots. A Bradford Book The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England ©(2004). Massachusetts Institute of Technology. – 336 p.
3. Михайлов Е. П., Крись М. В. Локальна навігація мобільних роботів з використанням засобів одометрії // Підъемно-транспортная техника. – 2015. – № 4 (48). – С. 21 – 30.
4. Михайлов Е. П., Скринник А. І Дослідження засобів локальної навігації мобільних роботів // Підъемно-транспортная техника. – 2017. – № 3 (48). С. 55 – 61.

*Mykhaylov Ye., Lingur V.*

Odessa National Polytechnic University, Ukraine

### *Application of Laser Scanners for Local Navigation of Transport Mobile Robots*

*The questions of application of laser scanners for local navigation of mobile robots are considered. The dependencies were obtained to determine the position of mobile robots using laser scanners and reflectors. It is shown that in the case of moving transport robots along the shelves, the position and orientation of the robot can be determined using two reflectors.*

**Keywords:** transport mobile robot, navigation, laser scanners