

## КЕРУВАННЯ РУХОМ РОБОТА НА БАЗІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Барабан Сергій<sup>1</sup>, Арсенюк Ігор<sup>1</sup>, Шепель Володимир<sup>1</sup>, Гринюк Володимир<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет

<sup>2</sup>Вінницьке територіальне відділення МАН України

### Анотація

*У роботі розроблено спосіб автономної навігації мобільного робота у невідомому середовищі з обходом перешкод із застосуванням нечіткої моделі Мамдані. На основі даного способу було реалізовано алгоритм руху робота до заданої цілі, статичної або динамічної.*

### Abstract

*In this work a method for autonomous navigation of a mobile robot in an unknown environment, by passing obstacles using the fuzzy Mamdani model, was developed. Based on this method, the algorithm of motion of the robot to a given target, static or dynamic, was implemented.*

### Вступ

Задачі керування роботами присвячено досить багато праць. Так, у роботах [1 – 5] наведено деякі підходи щодо автоматичного визначення траєкторії руху роботів у різних умовах. У роботі [6] розглянуто підхід щодо розпізнавання об'єктів для задач керування мобільними роботами. Застосування сучасних інформаційних технологій дозволяє реалізувати інтелектуальну поведінку робототехнічних систем [7].

Дана робота присвячена розв'язанню важливої науково-технічної задачі – розробці моделі, способу та засобу автономного управління рухом колісної мобільної робототехнічної системи до цілі в реальному часі на основі правил нечіткої логіки. Актуальність роботи полягає у практичному застосуванні алгоритмів нечіткої логіки у галузі керування транспортними засобами, що може забезпечити підвищення швидкодії автономних рухомих робототехнічних систем. Рух автономного мобільного робота у невідомому середовищі із перешкодами можна розділити на ділянки із чітко визначеними цілями, рух до кожній з яких був реалізований як одна зі задач головної мети.

Метою роботи є розробка способу автономної навігації мобільного робота у невідомому середовищі з обходом перешкод із застосуванням нечіткої моделі Мамдані.

### Модель руху робототехнічної системи

В якості моделі робота, що здійснює рух до заданої цілі, взято двоколісну платформу, що здійснює рух за допомогою управління швидкостей коліс [1]. Для моделювання руху даної моделі необхідно було визначити координати робота після переміщення із заданими швидкостями лівого та відповідно правого колеса. Якщо швидкості руху обох коліс однакові, то робот рухатиметься прямою із даною швидкістю. У роботі отримано рівняння руху моделі з початковими координатами. Для графічного відображення шляху моделі використовується бібліотека SFML: відбувається побудова траєкторії, яку описують колеса робота та його центр у реальному часі, під час руху до цілі. Точка цілі або задається координатами, або положенням курсору комп'ютерної миші у графічному інтерфейсі програми. Це дає можливість оцінити алгоритми керування за траєкторією, що утворена їх роботою. Програмно реалізовано метод `updateMove`, що моделює рух робота із заданими швидкостями протягом проміжку часу  $dt$ .

Для фазифікації вхідних значень відстані від моделі до цілі ( $L$ ) та куту відхилення між напрямком руху робота та ціллю ( $\alpha$ ), і для знаходження вихідних змінних, як кут повороту ( $Turn$ ) та швидкість руху ( $V$ ) використовуються нечіткі змінні, що описані функціями належності. Величина  $L$  описана чотирма змінними  $Z$ (zero),  $S$ (small),  $M$ (medium) і  $B$ (big) та мають збірну назву  $Distance$ .

Кінцева швидкість  $V$  описується змінними із аналогічними назвами: Z, S, M, B, отримано графіки функції належності, їх збірна назва – Velocity. Відстань та швидкість вимірюються в одиницях  $g$  і  $g/c$  відповідно.

Кут  $\alpha$  і Turn описуються одинадцятьма змінними з аналогічними назвами: VBL, BL, ML, SL, VSL, Z, VSR, SR, MR, BR, VBR (L – left, R – right, Z – zero, VS – very small, S – small, M – medium, B – big, VB – very big), отримано графіки функцій належності, збірні назви яких, відповідно, Alpha і Beta.

На основі опису моделі за допомогою нечітких змінних, сформована база нечітких правил для керування мобільним роботом. Зв'язок між даними змінними входу і виходу може бути представлений за допомогою 88 елементарних нечітких правил. Дані правила керування зображені у табл. 1. Заголовки графів позначають дефазифіковане значення кута  $\alpha$  відповідної змінної, заголовки рядків – відстані до цілі L.

Таблиця 1 – База правил для руху до заданої цілі

Alpha			L	L	SL	SL	Z	SR	SR	MR	BR	VBR
Distance	Turn V	VBL										
Z	Turn	L	ML	L	VSL	VSL	Z	VSR	SR	R	R	R
	V	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z
S	Turn	BL	L	L	L	VSL	Z	VSR	SR	SR	R	R
	V	Z	S	S	S	S	S	S	S	S	S	Z
M	Turn	BL	L	L	SL	VSL	Z	VSR	R	MR	R	BR
	V	Z	S	S	M	M	M	M	M	S	S	Z
B	Turn	VBL	L	L	VSL	Z	Z	Z	SR	SR	R	VBR
	V	S	S	M	B	B	B	B	B	M	S	S

## Висновки

Розроблено правила нечіткої логіки для автономної навігації мобільного робота у невідомому середовищі з обходом перешкод на основі алгоритму Мамдані. Реалізовано алгоритм руху робота до заданої цілі. Розроблено бібліотеку для роботи із нечіткими множинами. Розроблено і реалізовано комп'ютерну модель робота з графічним відображенням траєкторії руху.

## Список використаних джерел:

1. Семенов А. О. Застосування чисельних методів для реалізації системи позиціонування мобільного робота. / А. О. Семенов, А. Ю. Савицький, С. В. Барабан, М. О. Притула, Р. О. Куляс // Вісник ВПІ. 2020. №1. С. 77 – 83.
2. Барабан С. В., Арсенюк І. Р., Шепель В. Ю. Розробка мультисенсорного мобільного робота // Матеріали XLIX НТК підрозділів ВНТУ. Вінниця, 2020. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2020/paper/view/8974/7740>
3. Арсенюк І. Р. Навчально-слідницька система автоматичного керування радіокерованим візком / І. Р. Арсенюк, В. І. Месюра, Ю. Л. Ляшенко// Вісник Вінницького політехнічного інституту, 2010. – № 1. – С. 112 – 115
4. Арсенюк І. Р. Розв'язання задачі подолання перешкод мобільним роботом / І. Р. Арсенюк, Д. А. Волхонський// Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2006. – № 2. – С. 67 – 72.
5. Арсенюк І. Р. Адаптивний алгоритм керування радіокерованим візком / І. Р. Арсенюк, В. І. Месюра, В. В. Савчук// Інтернет – Освіта – Наука – 2006: збірник матеріалів V Міжнародної конференції.– Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця.– 2006.– Т.2.– С. 583 – 586.
6. Арсенюк І. Р. Розпізнавання об'єктів у змінному середовищі/ І. Р. Арсенюк, В. В. Колодний, Д. І. Будельков// Інтернет – Освіта – Наука – 2006: збірник матеріалів V Міжнародної конференції.– Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця.– 2006. – Т.2. – С. 603 – 605.
7. Yarovy A.A., Kudriavtsev D.V., Baraban S.V. Information technology in creating intelligent chatbots // Proc. SPIE 11176, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2019, 1117627 (6 November 2019); URL: <https://doi.org/10.1117/12.2537415>