

FUZZY-СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ РУХОМ МОБІЛЬНОГО РОБОТА ЗАДАНОЮ ТРАЄКТОРІЄЮ

Чайківський П.І.¹⁾, Коваль В.С.²⁾
Західноукраїнський національний університет
^{1) магістрант, ^{2) к.т.н., доцент}}

I. Постановка задачі

Існує широке коло задач, в яких оптимальна (бажана) траєкторія руху мобільного робота (МР) є відомою. Наприклад, вона може бути заданою параметрично за допомогою залежностей виду (один із стандартних способів завдання просторової кривої, описаний, наприклад, в [1])

$$\begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \\ z = z(t) \end{cases} \quad (1)$$

або іншим способом із галузі аналітичної геометрії просторових кривих. Фундаментальною задачею, яка виникає при слідуванні цією траєкторією МР, є наявність відхилень δ значень поточних координат $(x'; y'; z')$ платформи МР від координат найближчої точки кривої (1). Знаходження величин δ можна проводити у звичайному тривимірному просторі за відповідною мірою Евкліда:

$$\delta = \sqrt{(x - x')^2 + (y - y')^2 + (z - z')^2} . \quad (2)$$

Відхилення (2) можуть бути обумовлені наступними причинами:

- дією випадкових факторів (нерівності опорної поверхні, пробуксовування МР, тощо);
- неповнота інформації про навколишнє середовище;
- низька точність вузлів МР, зокрема, приводів, рулів та самої АСУ.

Для вирішення таких слабоформалізованих задач досить ефективним є застосування методів штучного інтелекту [2]. Так, досить часто для задач управління використовується апарат теорії нейронних мереж [3], або генетичні алгоритми для вироблення оптимальних управлінських рішень [4]. Однак, ці підходи мають недоліки, пов'язані із поганою передбачуваністю результатів (немає гарантій, що на всіх можливих наборах вхідних даних АСУ надаватиме адекватний вихідний результат [5]), що ставить під сумнів ефективність їх використання для задач управління.

Апарат теорії нечітких множин немає таких недоліків і його робота є цілком передбачуваною, але в той же час дозволяє вирішувати слабоформалізовані задачі. Таким чином, можна зробити висновок, що найбільш перспективним напрямком досліджень задачі забезпечення руху МР по заданій траєкторії є застосування якраз нечіткої логіки, що і взята за основу у цьому дослідженні.

II. Мета роботи

Метою дослідження є створення алгоритмів нечіткого управління переміщенням мобільного робота по заданій траєкторії руху, чого можна досягти шляхом удосконалення та застосування для конкретних умов існуючих методів нечіткого управління та реалізації на базі них відповідної системи управління.

III. Модель розв'язку задачі

Для створення моделі розглядається робот, що може рухатися у тривимірному середовищі (див.рис.1).

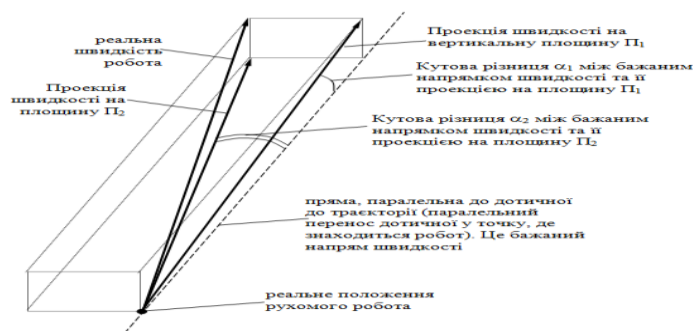


Рисунок 1 – Величини, що обрані у якості основних вхідних змінних для роботи нечіткої системи управління – кути α_1 та α_2 .

У якості основних вхідних змінних, для роботи нечіткої системи управління обрано кутові відхилення наявного вектора швидкості від його бажаного напрямку, який задається траєкторією. Відповідні відхилення виникають за рахунок дії випадкових факторів, недосконалості виконуючих пристроїв (типу приводів, рулів, і т.п.), можливої навмисної протидії супротивника, і т.д. Повний перелік лінгвістичних змінних системи наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Перелік прийнятих лінгвістичних змінних

№	Позначення	Тип	Текстова назва
1	β_1	Вхідна	Кут вертикального відхилення
2	β_2	Вхідна	Кут горизонтального відхилення
3	β_3	Вхідна	Кутова швидкість зміни вертикального відхилення
4	β_4	Вхідна	Кутова швидкість зміни горизонтального відхилення
5	β_5	Вихідна	Подача силового приводу набору висоти
6	β_6	Вихідна	Подача силового приводу повороту

Для усіх перелічених змінних виділено по 3-7 термів, залежно від фізичної природи та особливостей конкретної змінної, для кожного терму задано функції належності, причому всі у кусочно-лінійному вигляді – для забезпечення максимальної обчислювальної простоти системи та зменшення тривалості одного циклу вироблення кінцевого рішення (адже, зважаючи на досить інтенсивний характер руху апарату, яким може бути літання, функціонування системи управління має бути максимально швидким). Далі розроблено набір із майже 40 правил нечітких продукцій, а усю нечітку систему управління реалізовано у пакеті Matlab Fuzzy Logic Toolbox (див.рис. 2).

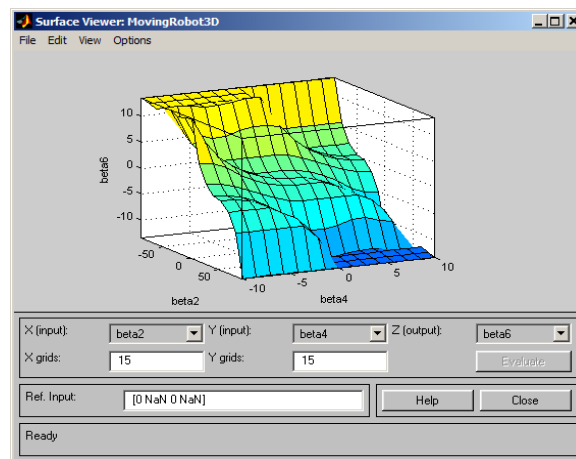


Рисунок 2 – Реалізація розробленої нечіткої системи управління роботом в Matlab Fuzzy Logic у вигляді поверхні нечіткого виведення для змінної β_5 .

Розроблена система управління може бути реалізована апаратно на відповідному нечіткому контролері, причому для спрощення його роботи можна одразу використати поверхні нечіткого виведення (див.рис. 2) для обох вихідних її змінних.

Висновок

У представленій роботі представлено розроблений метод управління переміщенням робота заданою траєкторією у тривимірному просторі. Дослідження проведено у Matlab Fuzzy Logic Toolbox, де виділено 4 вхідних та 2 вихідних лінгвістичних змінних, задано їх терми (по 3-7 елементів), розроблено базу правил нечітких продукцій із 40 елементів. Проведені експериментальні дослідження показали адекватність запропонованої моделі до поведінки робота.

Список використаних джерел

1. В.П. Дубовик, І.І. Юрик. Вища математика: навчальний посібник. – К.: Ігнатекс-Україна, 2013. – 648 с.
2. Люгер Дж. Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем = Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving / Под ред. Н. Н. Куссуль. – 4-е изд. – М.: Вильямс, 2005. – 864 с.
3. Чернодуб А. Н., Дзюба Д. А. Обзор методов нейруправления//Проблемы программирования. – 2011. – N2. – С.79–94.
4. Саймон Д. Алгоритмы эволюционной оптимизации. – М: ДМК Пресс, 2020. – 940 с.
5. Goodfellow, Ian & Shlens, Jonathon & Szegedy, Christian. (2014). Explaining and Harnessing Adversarial Examples. arXiv 1412.6572.