

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ МАНІПУЛЯТОРА ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИКЛАДНОЇ ПРОГРАМИ MATLAB

© Колесник К., 2021

Розроблено інформаційне забезпечення для виконання імітаційного моделювання промислового робота-маніпулятора в програмі Matlab. Запропоновано структуру програми для дослідження кінематики промислового робота. Для здійснення імітаційного моделювання промислового робота розроблено графічний інтерфейс засобами GUI Matlab. Параметри Денавіта – Хартенберга для моделювання руху промислового робота отримано із 3D моделі маніпулятора-робота ABB IRB 2400.

Ключові слова: промисловий робот-маніпулятор; система координат Денавіта – Хартенберга; графічний інтерфейс користувача – Gui; середовище програмування Matlab.

Вступ

Сучасний розвиток робототехніки дає змогу підвищити життєвий рівень суспільства. Разом з тим, все більше підприємств автоматизуються, зменшуючи вплив людини на процес виготовлення продукції. Сформовані на підприємствах гнучкі виробничі комплекси за допомогою промислових роботів забезпечують виконання важкої й рутинної роботи для покращення життєвого циклу виробу [1–4]. Тому на сучасному виробництві працює лише декілька десятків людей, які забезпечують контроль та обслуговування виробничих систем, покладаючи виконання основних операцій із виготовлення високоякісної продукції на роботів. Найближчим часом розвиток робототехніки можливий, крім того, також і в інших сферах людської діяльності, таких як медична, військова тощо.

Математичне моделювання кінематики промислового робота-маніпулятора

Універсальні промислові роботи допомагають вирішувати завдання, пов'язані з автоматизацією виробництва. Застосовують їх переважно у машинобудуванні та металургії для зварювання, різання, обслуговування верстатів, фарбування, полірування, наплавлення, механічного оброблення, розподілу клею і наповнювачів, плазмового напилення, переміщення вантажів і палетування. У цій роботі розглянутий промисловий робот ABB IRB 2400 (рис. 1) – один із найпопулярніших роботів у світі (сьогодні уже встановлено більше ніж 15000 роботів цього типу). Оптимізовані параметри цього робота дають змогу максимізувати ефективність процесу зварювання, а також допоміжних операцій.

Існує достатньо програмних засобів, які можна застосувати для математичного моделювання робота. Найпопулярніші з них Microsoft Robotics Developer Studio, RoboGuide, RobotStudio, ANVEL тощо. Однак застосування прикладної програми Matlab дає можливість, завдяки поєднанню в ній Robotics Toolbox та засобів для розроблення графічних інтерфейсів користувача, досліджувати

кінематику, динаміку і траєкторію руху ланок маніпуляторів робота [5–7]. Дослідження основане на загальному способі представлення кінематики і динаміки серійних маніпуляторів, ці параметри інкапсульовано в об'єктах Matlab.

Для дослідження кінематики маніпулятора промислового робота із шістьма обертовими кінематичними парами розглянуто систему координат Денавіта – Хартенберга та виконано відповідні однорідні перетворення. Отримані із 3D моделі маніпулятора-робота ABB IRB 2400 (рис. 2) параметри Денавіта – Хартенберга подано в таблиці.



Рис. 1. Промисловий робот ABB

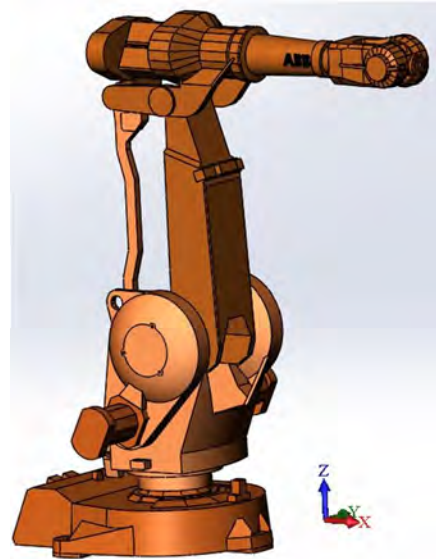


Рис. 2. 3D модель маніпулятора-робота ABB

Якщо системи координат сформовані для всіх ланок, то можна побудувати однорідні матриці перетворення, що зв'язують i -ту та $i-1$ -ту системи координат.

	θ	d	a	α
1	θ_1	615 мм	100 мм	$-\frac{\pi}{2}$
2	$\theta_2 - \frac{\pi}{2}$	0	855 мм	0
3	θ_3	0	150 мм	$-\frac{\pi}{2}$
4	θ_4	869.18 мм	0	$\frac{\pi}{2}$
5	θ_5	0	0	$-\frac{\pi}{2}$
6	θ_6	65 мм	0	0

Зробити це можна за такою формулою:

(1)

Матрицю називатимемо просто матрицею A , нехтуючи індексом $i-1$. Отже, систему $i-1$ можна перетворити на систему i за допомогою повороту , двох переносів та одного повороту .

Тепер, щоб визначити позицію кінцевої ланки в системі координат основи, потрібно перемножити однорідні матриці перетворення.

(2)

де x, y, z – координати вектора положення; x', y', z' – координати вектора підходу; α, β, γ – координати вектора орієнтації; n_x, n_y, n_z – координати вектора нормалі.

Імітаційне моделювання руху маніпулятора за допомогою прикладної програми Matlab

Для моделювання кінематики промислового робота ABB IRB 2400 у програмі Matlab розроблено програму, структуру якої подано на рис. 3.

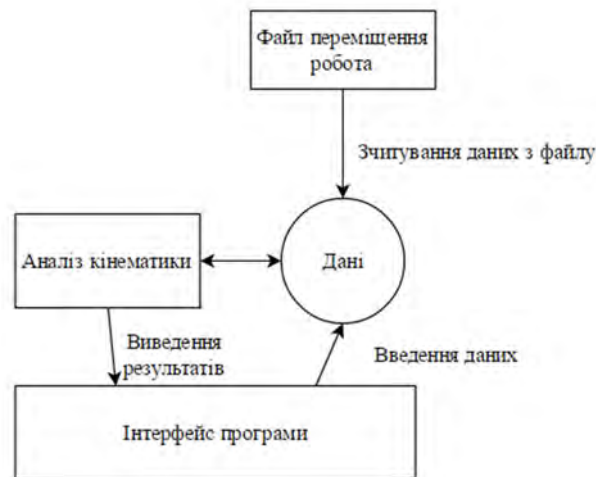


Рис. 3. Структура програми для дослідження кінематики промислового робота

Як бачимо із загальної структури, система отримуватиме вхідні дані або з текстового файлу, або в результаті їх введення в інтерфейсі (рис. 4). Текстовий файл повинен містити тривимірні координати точок переміщення робота, кількість яких може бути довільною. В інтерфейсі ж передбачено можливість введення як координат переміщення, так і орієнтації ланок маніпулятора в градусах. Після того, як задано необхідні значення, система виконує аналіз, що передбачає розв'язання прямої чи зворотної задачі кінематики робота та визначення того, чи отримані результати містяться у робочій зоні робота. Якщо результати задовольняють цю умову, система виводить їх, у іншому разі з'явиться інформація про помилку.

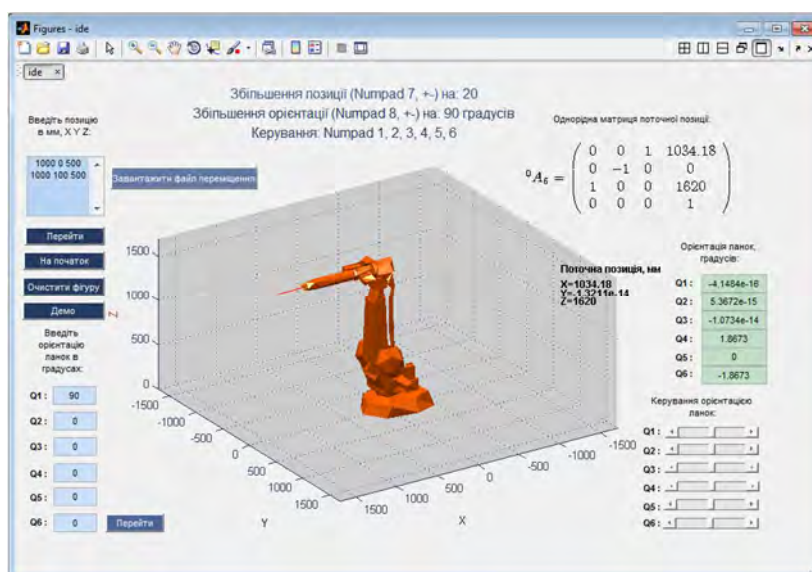


Рис. 4. Інтерфейс програми для дослідження кінематики робота

Для запуску програмного продукту необхідно спочатку встановити Robotics Toolbox. Інсталяція почнеться після виконання команди `startup_gvc`. Після цього можна запускати програму за допомогою команди `ide`. Інтерфейс містить три основні блоки: модель робота, блок інформації та додатковий блок керування. У блоці інформації вказано поточні значення координат та орієнтацію ланок, наведено однорідну матрицю маніпулятора.

Для візуалізації робота ABB IRB 2400 у програмі Matlab ми скористались STL-файлами, одержаними із 3D моделі робота (рис. 2). Такі файли містять описання трикутників, з яких складається поверхня об'єкта. Основна їх перевага – простота, порівняно з іншими форматами. Після створення цих файлів постає завдання зчитування даних із них. Потрібно зважати на те, що STL-файли можуть містити інформацію не тільки про вершини, а й про колір. Це враховано у функції для зчитування даних.

Висновки

Для дослідження кінематики промислового робота-маніпулятора розроблено графічний інтерфейс та виконано математичне моделювання у прикладній програмі Matlab із використанням можливостей Robotics Toolbox. Під час програмної реалізації розв'язано пряму та зворотню задачі кінематики, враховано робочу зону робота та появу можливих помилок. Запропонована методика моделювання руху маніпулятора дає змогу аналізувати функціонування промислового робота на основі 3D моделі в межах його робочої зони на виробництві.

Література

1. Яглінський В. П., Іоргачов Д. В. (2004). *Моделювання динамічних процесів роботизованого виробництва* / ред.: О. Ф. Даценко. Одеса: Астропринт. 231 с.
2. Denysyuk, P., Matviychuk, K., Teslyuk, T., Savitska, O., Kolesnyk, K. (2013). *The UML Model of Mobile Robot System Base on the Microcontroller Arduino. Перспективні технології та методи проектування МЕМС: матеріали дев'ятої міжнар. конфер. MEMSTECH 2013, 16–20 квітня 2013, Поляна, Україна, Нац. у-т “Львівська політехніка”*. Львів: Вежа і Ко, 130–132.
3. Kolesnyk, K., Panchak, R., Pylypenko, V., Abliasov, I., Fedoseev, O., Ferens, R. (2017). *Managing kinematics of robot using a unity system based on Arduino, Perspective technologies and methods in MEMS design (MEMSTECH): proceedings of XIIIth International conference, Polyana, April 20–23, 2017, 44–46*.
4. Михеев В. А., Савин Д. В. (2011). *Автоматизированное проектирование и управление технологическими процессами ОМД*. Самара. 129 с.
5. Бадриев И. Б., Бандеров В. В., Задворнов О. А. (2010). *Разработка графического пользовательского интерфейса в среде MATLAB: учеб. пособ.* Казань: Казанский гос. университет. 113 с.
6. Поддубная Т. Н. (2015). *Методическое пособие по программированию в среде MATLAB для гуманитариев*. Томск. 45 с.
7. Corke, P. (2015). *Robotics Toolbox 9.10 for MATLAB*. 317 с.

К. Kolesnyk

Lviv Polytechnic National University

SIMULATION MODELING OF MOVEMENT OF INDUSTRIAL ROBOT MANIPULATOR IN THE MATLAB PROGRAM

© Kolesnyk K., 2021

In the work the information support for carrying out of simulation modeling of the industrial robot manipulator in the Matlab program is developed. The structure of the program for research of kinematics of industrial robot is developed. A graphical interface using the Matlab GUI has been developed for simulation of an industrial robot. The Denova – Hartenberg parameters for modeling the motion of an industrial robot are derived from the 3D model of the ABB IRB 2400 robot manipulator.

Key words: industrial robot manipulator; Denove – Hartenberg coordinate system; graphical user interface – Gui; Matlab programming environment.