

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ МАНІПУЛЯТОРА ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИКЛАДНОЇ ПРОГРАМИ MATLAB

© Колесник К., 2021

В роботі розроблено інформаційне забезпечення для проведення імітаційного моделювання промислового робота-маніпулятора в програмі Matlab. Розроблено структуру програми для дослідження кінематики промислового робота. Для проведення імітаційного моделювання промислового робота розроблено графічний інтерфейс засобами GUI Matlab. Параметри Денавіта – Хартенберга для моделювання руху промислового робота отримано з 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 дозволяє покращити життєвий рівень суспільства. Разом з тим, все більше підприємств автоматизується зменшуючи людський вплив на процес виготовлення продукції. Сформовані на підприємствах гнучкі виробничі комплекси за допомогою промислових роботів забезпечують виконання важкої і рутинної роботи з покращення життєвого циклу виробу [1-4]. Тому на сучасному виробництві працює всього декілька десятків людей, які забезпечують контроль та обслуговування виробничих систем, покладаючи виконання основних операцій з виготовлення високоякісної продукції на роботи. В найближчий час розвиток робототехніки можливий, крім того, також і в інших сферах людської діяльності, таких як медичній, військовій, тощо.

Математичне моделювання кінематики промислового робота-маніпулятора

Універсальні промислові роботи допомагають вирішувати завдання, які пов'язані з автоматизацією виробництва. Застосовуються в основному у машинобудуванні і металургії для зварювання, різання, обслуговування верстатів, фарбування, полірування, наплавлення, механічної обробки, розподілу клею і наповнювачів, плазмового напилення, переміщення вантажів і палетування. В даній роботі був обраний промисловий робот ABB IRB 2400 (рис. 1). Він один з найпопулярніших роботів у світі (на сьогоднішній день встановлено більше 15000 роботів даного типу). Робот має оптимізовані параметри, які дозволяють максимізувати ефективність процесу зварки, а також допоміжних операцій.

На даний момент є достатньо програмних засобів, які можна застосувати для проведення математичного моделювання робота. Найпопулярнішими з них є Microsoft Robotics Developer Studio, RoboGuide, RobotStudio, ANVEL і т.д. Однак, застосування прикладної програми Matlab дає можливість, у поєднанні існуючого в ній Robotics Toolbox та засобів для розробки графічних інтерфейсів користувача, досліджувати кінематику, динаміку і траєкторію руху ланок маніпуляторів робота [5-7]. Він базується на загальному способі представлення кінематики і динаміки серійних маніпуляторів, ці параметри інкапсульовані в об'єктах MATLAB.

Для дослідження кінематики маніпулятора промислового робота з шістьма обертовими кінематичними парами розглянута система координат Денавіта – Хартенберга та проведені відповідні однорідні перетворення. Отримані параметри Денавіта – Хартенберга з 3D моделі маніпулятора-робота ABB IRB 2400 (рис. 2) представлено в таблиці 1.



Рис.1. Промисловий робот ABB

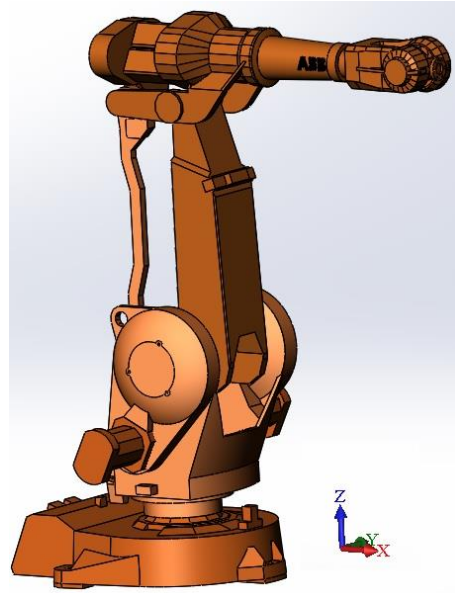


Рис. 2. 3D модель маніпулятора-робота ABB

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

Таблиця 1

	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 наступною формулою:

$$A_{i-1}^i = R(z_{i-1}, \theta_i) T(z_{i-1}, d_i) T(x_i, a_i) R(x_i, \alpha_i). \quad (1)$$

Матрицю A_{i-1}^i будемо називати просто матрицею A_i , нехтуючи індексом $i-1$. Таким чином систему $i-1$ можна перетворити в систему i за допомогою повороту $R(z_{i-1}, \theta_i)$, двох переносів $T(z_{i-1}, d_i) T(x_i, a_i)$ та одного повороту $R(x_i, \alpha_i)$.

Тепер, щоб отримати позицію кінцевої ланки в системі координат основи, потрібно виконати перемноження однорідних матриць перетворення.

$$T = \begin{pmatrix} x_{6x} & y_{6x} & z_{6x} & p_x \\ x_{6y} & y_{6y} & z_{6y} & p_y \\ x_{6z} & y_{6z} & z_{6z} & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \cdot A_5 \cdot A_6, \quad (2)$$

де p_x, p_y, p_z – координати вектору положення, z_{6x}, z_{6y}, z_{6z} – координати вектору підходу, u_{6x}, u_{6y}, u_{6z} – координати вектору орієнтації, x_{6x}, x_{6y}, x_{6z} – координати вектору нормалі.

Імітаційне моделювання руху маніпулятора за допомогою прикладної програми Matlab

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

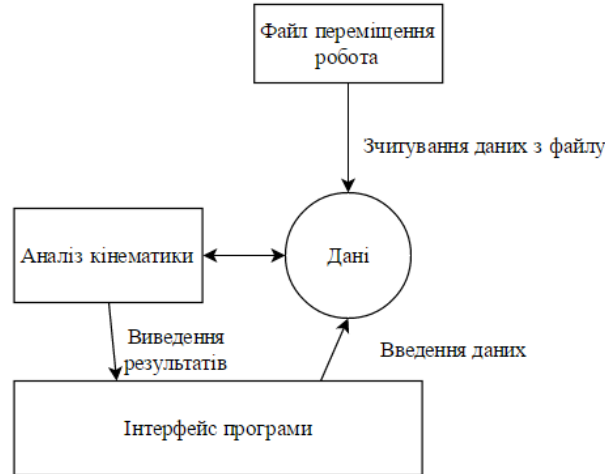


Рис. 3. Структура програми для дослідження кінематики промислового робота

Як бачимо з 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, яких може бути довільна кількість. В інтерфейсі ж передбачена можливість введення як координат переміщення, так і орієнтації ланок маніпулятора в градусах. Після задання необхідних значень система виконує аналіз, що включає в себе розв'язок прямої чи зворотної задачі кінематики робота, та визначення, чи отримані результати знаходяться в робочій зоні робота. Якщо результати задовільняють цю умову, вони будуть виведені, у іншому разі з'явиться інформація про помилку.

Для запуску програмного продукту слід на початку встановити Robotics Toolbox. Інсталяція почнеться після виконання команди `startup_rvc`. 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 вказані поточні значення координат, однорідна матриця та орієнтація ланок маніпулятора.

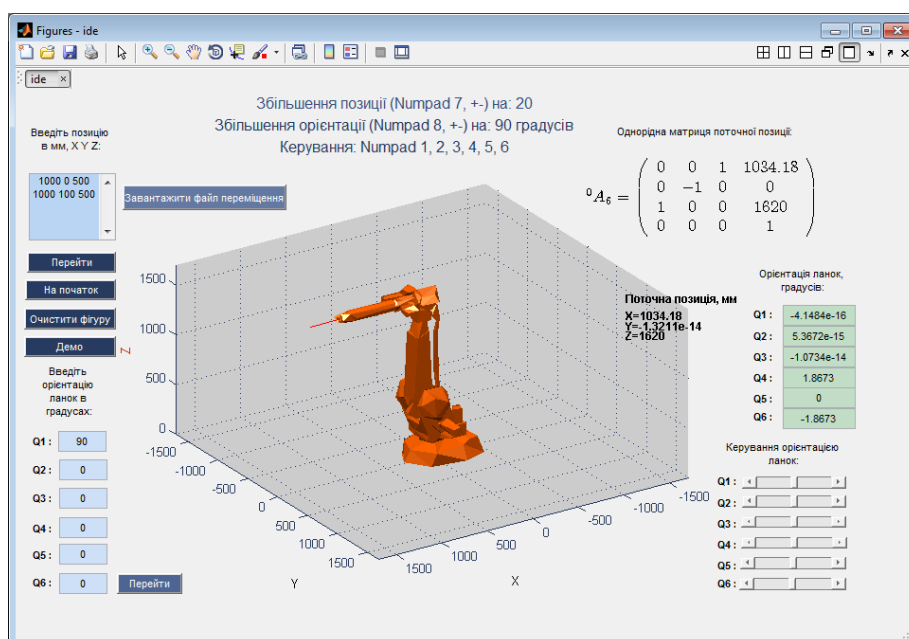


Рис. 4. Інтерфейс програми для дослідження кінематики робота

Для візуалізації робота ABB IRB 2400 у програмі Matlab було вирішено скористатись STL-файлами, які отримані з 3D моделі робота (рис. 2). Такий файл включає в себе опис трикутників, з яких складається поверхня об'єкта. Основна його перевага - це простота в порівнянні з іншими форматами. Після створення цих файлів постала задача зчитування даних з них. При цьому мало враховуватись те, що STL-файли можуть мати інформацію не тільки про вершини, а й про колір. Це враховувалось у функції для зчитування даних.

Висновки

Для дослідження кінематики промислового роботу-маніпулятора розроблено графічний інтерфейс та проведено математичне моделювання в прикладній програмі Matlab з використанням можливостей Robotics Toolbox. Під час програмної реалізації розв'язано пряму та зворотню задачі кінематики, враховано робочу зону робота та появу можливих помилок. Представлена методика моделювання руху маніпулятора дозволяє проводити аналіз роботи промислового робота на основі 3D моделі в межах його робочої зони на виробництві.

Література

1. Моделювання динамічних процесів роботизованого виробництва / В. П. Яглінський, Д. В. Іоргачов; ред.: О. Ф. Дащенко. - О. : Астропринт, 2004. - 231 с.
2. Denysyuk P., Matviychuk K., Teslyuk T., Savitska O., Kolesnyk K. The UML Model of Mobile Robot System Base on the Microcontroller Arduino // Перспективні технології та методи проектування MEMS: матеріали дев'ятої міжнародної конференції MEMSTECH 2013, 16-20 квітня 2013, Поляна, Україна Нац. університет "Львівська політехніка". - Л.: Вежа і Ко, 2013. - С. 130-132.
3. Kolesnyk K., Panchak R., Pylypenko V., Abliasisov I., Fedoseev O., Ferens R. 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. – 2017. – P.44–46.
4. Автоматизированное проектирование и управление технологическими процессами ОМД / В. А. Михеев, Д. В. Савин. Самара, 2011. 129 с.
5. Разработка графического пользовательского интерфейса в среде MATLAB. Учебное пособие / И.Б.Бадриев, В.В. Бандеров, О.А.Задворнов. Казань: Казанский государственный университет, 2010. 113 с.
6. Методическое пособие по программированию в среде MATLAB для гуманитариев / Поддубная Т. Н. Томск, 2015. 45 с.
7. Robotics Toolbox 9.10 for MATLAB / Peter Corke, 2015. 317 с.

K. 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.