

УДК 004.896 : 629.8

Гарачук С.А.¹ Щукін О.В.², Дорофеев К.О.³

¹ старш. викл. каф. ІТЕЗ НУ «Запорізька політехніка»

² асп. гр. А-172.12 НУ «Запорізька політехніка»

³ студ. гр. БК-513м НУ «Запорізька політехніка»

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ КЕРУВАННЯ 3-ЛАНКОВИМ МІНІРОБОТОМ-МАНІПУЛЯТОРОМ

Мета цього дослідження полягає в тому, щоб спроектувати та розробити 3-ланковий міні-робот, який працюватиме «точка-точка» та замінюватиме робочу деталь у промисловому чи установчому середовищі, а також залучити більше людей, щоб дізнатися більше про цей процес моделювання. Роботизовану руку можна описати як серію ланок, схожих на руку, які з'єднані та запрограмовані для виконання таких завдань, як збирання та розміщення, збирання тощо.

Цей проект зосереджений на розробці та структурному аналізі роботизованої руки. Прототипи допомагають у процесі проектування продукту досліджувати можливості дизайну, перевіряти теорії та підтверджувати ефективність перед початком. Цей прототип допоможе студентам застосувати свої теоретичні знання з робототехніки та системи керування для порівняння з практичними результатами.

При дослідженні кінематики роботизованих маніпуляторів часто використовується параметр Денавіта-Хартенберга (DH) [1]. Він працює, прикріплюючи координатну рамку до кожного з'єднання та вказуючи три параметри DH для кожного з'єднання, а потім будуючи таблицю DH, використовуючи ці параметри.

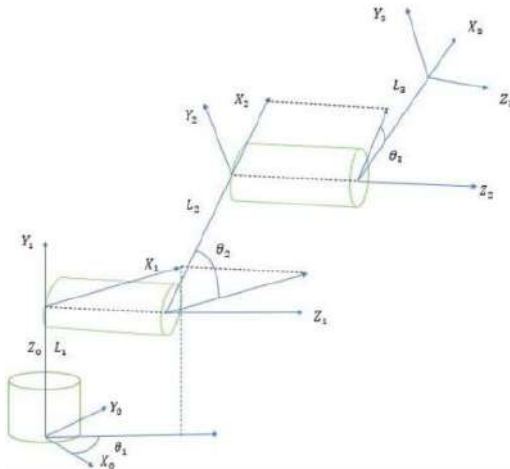


Рисунок 1 – Кінематична модель 3-ланкового міні-робота-маніпулятора

Перемножуючи матриці обертання та лінійного руху, для визначення перетворення можна використовувати наступне рівняння [2]. Коли відомі кути та довжина ланки, це обчислення можна виконати.

$$T_i = Rot_{z,\theta_i} * Trans_{x,\alpha_i} * Rot_{x,\alpha_i} \quad (1)$$

Матриці перетворення отримані з параметра DH

$$T_1^0 = \begin{bmatrix} \cos\theta_1 & 0 & \sin\theta_1 & 0 \\ \sin\theta_1 & 0 & -\cos\theta_1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad T_2^1 = \begin{bmatrix} \cos\theta_2 & -\sin\theta_2 & 0 & L_2 \cdot \cos\theta_2 \\ \sin\theta_2 & \cos\theta_2 & 0 & L_2 \cdot \sin\theta_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_3^2 = \begin{bmatrix} \cos\theta_3 & -\sin\theta_3 & 0 & L_3 \cdot \cos\theta_3 \\ \sin\theta_3 & \cos\theta_3 & 0 & L_3 \cdot \sin\theta_3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

У роботі використовується сервопривід MG966r, він важить 55 грамів і має розміри (40,7*19,7*42,9) мм, які зібрані з аркуша даних сервоприводу [3]. Серводвигун має крутний момент 9400 г/см при 4,8 В.

Було використано Autodesk Inventor Professional 2021 для побудови механічних ланок робота [4].



Рисунок 2 – Повна 3D-модель

На рис.3 на першому фото показано, що положення серводвигуна контролюються вручну. зображено перший спосіб, який передбачає використання потенціометра та ручне керування серводвигуном для вибору об'єкта з місця 1. На другому фото показано, що обраний об'єкт розміщено в місці 2 за допомогою потенціометра, яким керують вручну.

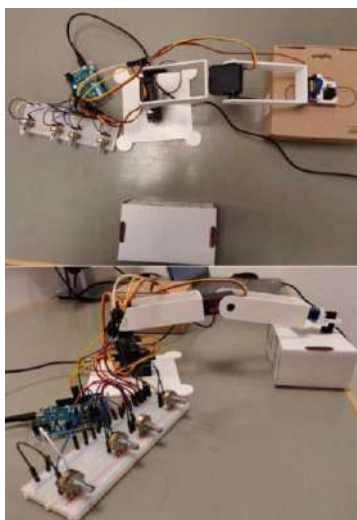


Рисунок 3 – Вибір об'єкта з місця 1 до місця 2 за допомогою потенціометрів

Після вибору об'єкта з місця 1 об'єкт розміщується в місці 2, а отриманий графік відображається за допомогою послідовного плоттера програмного забезпечення Arduino IDE.

У роботі перше завдання полягало в тому, щоб розрахувати максимальну довжину ланки, яку може нести сервопривід, а потім розробити робота за допомогою Autodesk Inventor 2021 для створення основних механічних елементів, які включали ланки, основу та захват робота відповідно до певних стандартів. Також метою було об'єднати механізм, електроніку та комп'ютерне керування для створення робочого прототипу робота. Крім того метою було створити програму для модуля Bluetooth, щоб ним можна було керувати за допомогою смартфона. Сформовано зв'язок між ПК і мікроконтролером Arduino. Щоб перевірити продуктивність робота, було застосовано кілька наборів режимів керування для підбору та розміщення об'єкта з одного місця в інше.

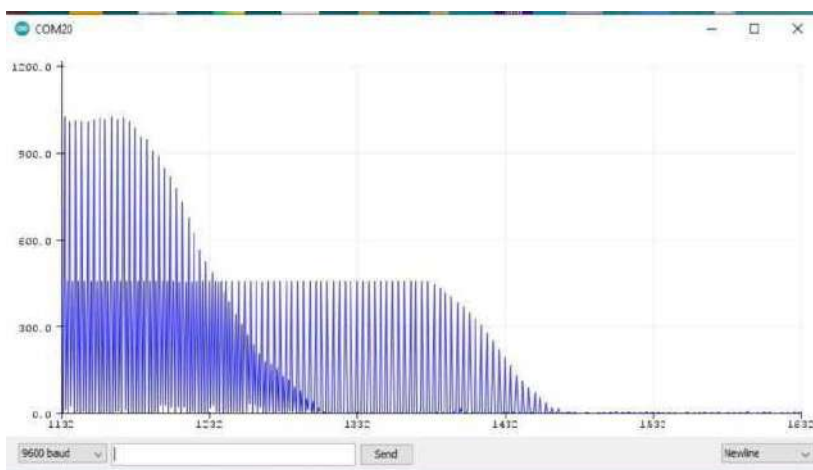


Рисунок 4 – Графік послідовного побудови розміщення об'єкта в точці 2 за допомогою потенціометрів

Спостерігаючи за результатами, можна сказати, що автоматичні операції 3-ланкового міні-робота-маніпулятора були кращими, ніж інші три техніки.

Модуль Bluetooth використовувався для керування всією рукою робота за допомогою смартфона, але всіма сервоприводами не можна було керувати зі смартфона, оскільки сервопривід MG966г трохи важкий. В результаті до Arduino підключається додаткове джерело живлення, а також USB-кабель. У результаті використання додаткового джерела живлення дозволило обертати

серводвигуни, керуючи ними через Bluetooth. Використання мікросервоприводів для вдосконалення моделі дасть кращі результати, оскільки вони легші та споживають менше енергії, ніж серводвигуни MG966r.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. A. A. Mohammed and M. Sunar, "Kinematics modeling of a 4-DOF robotic arm," 2015 International Conference on Control, Automation and Robotics, 2015, pp. 87-91, doi: 10.1109/ICCAR.2015.7166008.

2. A. Fredmer, "Application and Control of Robotic Manipulator through PLC," Dissertation, 2017.

3. "MG996R servo motor," Components101. <https://components101.com/motors/mg996r-servo-motor-datasheet>

4. "Inventor," Autodesk.eu, <https://www.autodesk.eu/products/inventor/overview?term=1>