

УДК 62-519

АНАЛІЗ КІНЕМАТИКИ БІОМЕХАНІЧНОГО РОБОТИЗОВАНОГО МАНІПУЛЯТОРА

О. П. Манойленко, кандидат технічних наук, доцент
Київський національний університет технологій та дизайну

М. А. Дідик, здобувач вищої освіти
Київський національний університет технологій та дизайну

Ю. О. Лебеденко, кандидат технічних наук, доцент
Київський національний університет технологій та дизайну

К. Р. Калініна, здобувач вищої освіти
Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: біомеханіка, рука-маніпулятор, сегмент, шарнір.

На сьогодні маніпулятори, що імітують людські рухи, знаходять широке застосування у різних галузях, таких як медицина, промисловість, віртуальна реальність та інші.

В роботі представлено розробку та вивчення механічної складової руки-маніпулятора типу "Cobot"[1] з біонічною кистю, що виготовлена на основі запропонованої конструкції 3D моделі [2]. Рука-маніпулятор обладнана приводом біонічної кисті, який включає блок - 1 (рис. 1) з п'яти сервоприводами типу SG90, кожен з яких має момент пуску 2 кг/см - 2. Механізм керування пальцями реалізується через систему тяг 4 і 5 та пружних елементів 3, що функціонують аналогічно "Актонам" біологічної кінцівки [3] відтягування здійснюється завдяки дротам які натягнуті між сервоприводами та самою верхнією точкою фалангу пальцю. Кожен сервоприводить в рух один палець 6, а всією цією системою керує плата Arduino Nano 7.

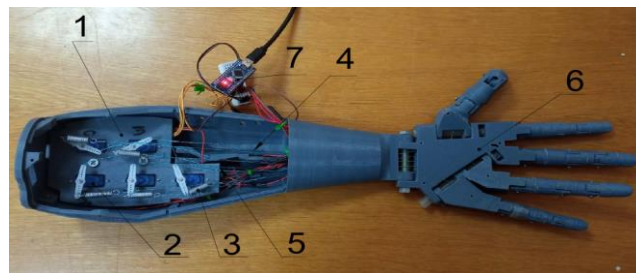


Рисунок 1 – Конструкція руки-маніпулятор типу «Cobot»

Функція положення суглобів n -го суглоба, яка враховує його положення відносно попередніх суглобів в системі координат X та Y визначається виразом (рис. 2):

$$P(x, y) = \sum_{i=1}^n [l_i \cdot \cos(\sum_{j=1}^i \theta_j), l_i \cdot \sin(\sum_{j=1}^i \theta_j)], \quad (1)$$

де: $l_{i,j}$ – довжина j -го сегменту (суглобу) певного i -го пальця;

$\theta_{i,j}$ – кут повороту- j -го сегменту (суглобу) певного i -го пальця.

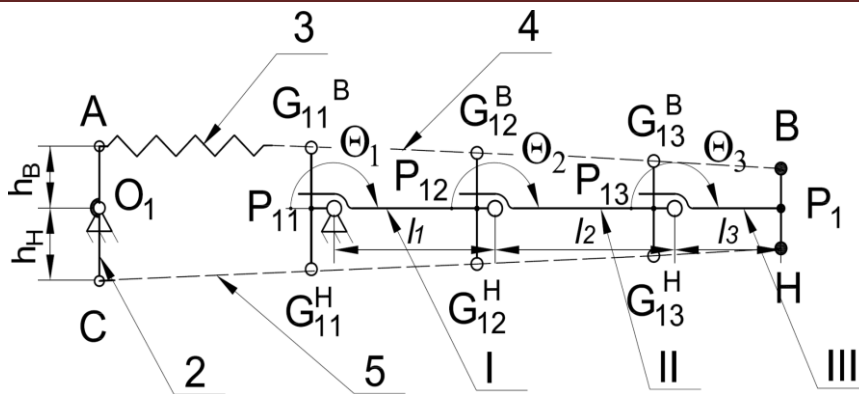


Рисунок 2 – Кінематична принципова схема біомеханіки «великого пальця»

У кожне шарнірного з'єднання (суглобу) $P_{i,j}$ можна визначити силу згинання (розгинання) $F_{зг,i,j}$, як функцію прикладеної сили та кута повороту (згинання) $\theta_{i,j}$ в кожному $P_{i,j}$ шарнірі (суглобі).

Момент сил згинання $M_{зг,i,j}$ в кожного шарнірі (суглобі) буде дорівнювати:

$$M_{зг,i} = F_{зг,i} \cdot h_{i,j}, \quad (2)$$

Тоді узагальнене рівняння рівноваги моментів для всієї системи $P_{i,j}$ шарнірів (суглобів) матиме вигляд:

$$\sum_{i=1}^{i,j} M_{зг,i,j} = \sum_{i=1}^{i,j} R_{i,j} \cdot l_{i,j} \cdot \cos(\alpha_{i,j}), \quad (3)$$

де: $M_{зг,i,j}$ – згинаючий момент рівноваги сил j -го сегменту (відносно суглобу) певного i -го пальця;

$F_{зг,i,j}$ – приведена сила до механічної фаланги пальця;

$R_{i,j}$ – значення приведеної реакції сил в $P_{i,j}$ шарнірі (суглобі);

$\alpha_{i,j}$ – кут прикладання між вектором реакції та осью лінії елемента.

Наведені залежності (1-3) можуть бути використані для визначення кінематичних характеристик руки-маніпулятора та раціонального вибору крутного моменту сервоприводу.

Список використаних джерел

1. Michael A. CobotArchitecture / Michael A. Peshkin, J. Edward Colgate, Witaya Wannasuphprasit, Carl A. Moore, R. Brent Gillespie, Prasad Akella // IEEE transactions on robotics and automation, 2001, 377–390.
2. InMoov [Електронний ресурс] – Режим доступу <https://inmoov.fr/inmoov-stl-parts-viewer/?bodyparts=Right-Hand>
3. Morccki A. Bionikaruchu , Morccki A., Ekiel J., Fidclus K. // Warszawa, 1971.