

ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РОБОТА-МАНІПУЛЯТОРА ЯК ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ

На параметри системи керування маніпулятором суттєвий вплив здійснюють його кінематика і динаміка. Тому для реалізації системи керування необхідно побудувати математичний опис маніпулятора.

Суттєвою проблемою являється необхідність урахування нелінійних елементів у кінематичній структурі маніпулятора, таких як вплив сухого і в'язкого тертя. Також необхідно враховувати пружні зв'язки між окремими ланками і механічними передачами від двигунів до зчленувань. Зубчаста і ремінна передача являються основними видами які застосовуються в механічній передачі промислового маніпулятора.

Для вирішення задач кінематики маніпулятора, тобто для визначення лінійних координат, необхідно перевести кутові координати ланок в сукупність декартових координат і кутів Ейлера, які визначають положення і орієнтацію виконавчого органа в просторі. Визначення точності позиціонування для маніпуляторів, нормується в лінійних координатах. Для задач по переміщенню об'єктів і виконання складальних операцій у вузьких місцях, а також операцій де потрібна висока точність – точність позиціонування має бути 0,1 – 1мм.

Для маніпулятора можна виділити наступні задачі кінематики:

- пряма задача: відома кінематична схема маніпулятора і в певний момент часу відомі значення узагальнених координат, котрі визначають положення ланок; необхідно визначити положення і орієнтацію схвата;

- зворотна задача: відома кінематична схема маніпулятора і відомі положення і орієнтація схвата; необхідно визначити значення узагальнених координат, котрі забезпечують задане положення схвата.

Для рішення прямої і зворотної задач кінематики складають розрахункову кінематичну схему маніпулятора, на основі геометричних розмірів ланок і кількості кінематичних пар.

За допомогою прямої задачі можна визначити:

- точнісні характеристики, такі як похибки визначення координат схвата;

- сервісні характеристики;

- геометричні характеристики робочого простору і робочої зони маніпулятора.

Пряму задачу використовують при дослідженні кінематики і динаміки маніпуляторів. Зворотна задача розв'язується тільки численно, тому це являється більш складним.

Для розглядання кінематики руху маніпулятора в просторі будемо використовувати праву систему координат, зв'язаною зі стійкою маніпулятора. Позначимо систему координат як: $O_0x_0y_0z_0$. Ця система

відліку називається інерціальною, якщо в ній справедливі основні закони динаміки. Система координат $Oxyz$, відносно якої розглядається рух маніпулятора – основна (абсолютна) система. Так якщо маніпулятор розміщено на нерухомій основі, положення системи координат $O_0x_0y_0z_0$ відносно $Oxyz$, залишається незмінним при русі, то в якості основної системи зазвичай вибирається система $O_0x_0y_0z_0$, зв'язана зі стійкою маніпулятора.

Таким чином розроблювальна математична модель маніпулятора повинна враховувати кінематичні зв'язки, динамічні взаємодії інерційних, центробіжних, коріолісових і гравітаційних моментів, зовнішні моменти виконавчих механізмів.

Для більш детального розгляду динаміки маніпулятора використовується матричний запис рівнянь динаміки.

Динаміку механічної частини маніпулятора можна представити векторно-матричним рівнянням другого порядку:

$$A(q)\ddot{q} + B(q, \dot{q}) + C(q) + D(\dot{q}) = F$$

де $A(q)$ – матриця коефіцієнтів інерції; $q = q_1, q_2, q_3$ – вектор узагальнених координат; $\dot{q} = \dot{q}_1, \dot{q}_2, \dot{q}_3$ – вектор узагальнених швидкостей; $B(q, \dot{q})$ – вектор моментів сил інерції; $C(q)$ – вектор моментів сил тяжіння; $D(\dot{q})$ – вектор моментів тертя; $F = M_1, M_2, M_3$ – вектор узагальнених моментів.

Характеристики маніпулятора змінюються в процесі руху маніпулятора, тому початкове положення ступенів вільності задається початковими умовами системи.

Застосовуються допущення, що всі ланки тверді тіла і симетричні відносно головних осей інерції.

Література

1. *Зенкевич С.Д., Ющенко А.С. Основы управления манипуляционными роботами. 2-е изд. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 480с.*
2. *Шульга О.В. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із курсу “Електропривод і автоматизація роботів та маніпуляторів” / О.В. Шульга, Б.Р. Боряк, В.В. Луцьо. – Полтава: ПолтНТУ, 2016. – 25 с.*
3. *Лелянов Б.Н. Математическая модель многосвязного объекта типа «робот-манипулятор» / Б.Н. Лелянов, Е.А. Шеленок // Ученые заметки ТОГУ. – 2016. – С. 10-15. [Електронний ресурс]: – Режим доступу: http://pnu.edu.ru/media/ejournal/articles/2011/TGU_2_02.pdf.*