

УДК 004.85

## РОЗРОБЛЕННЯ МОДУЛЯ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ КЕРУВАННЯ РОБОТОМ-МАНІПУЛЯТОРОМ

Лашин З.В., Теслюк С.І.

e-mail: [serhii.tesliuk@nure.ua](mailto:serhii.tesliuk@nure.ua)

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КІТАР  
м. Харків, Україна

The work is devoted to testing the efficiency of the developed neural network module for the built-in robot manipulator. The possibilities of moving the manipulator in the Study Data environment were considered. The coefficients of the angle displacement of the kinematic pair of the manipulator arm for training the neural network are determined. During the experiment, the proposed module of the manipulator grip positions was evaluated with respect to the given endpoint of the grip position.

Для моделювання робота за допомогою нейронної мережі потрібно врахувати моделі маніпулятора та навчити систему. Для навчання нейронної системи, зроблено певна кількість переміщень маніпулятора в різні точки площини XY, при кожному переміщенні маніпулятора визначено коефіцієнти зміщення кута кінематичної пари плеча маніпулятора, дані збережені в параметрі програми StudyData (рис. 1). Даний параметр зберігає масив вихідних даних, які містять координати точок, в які під час досвіду переміщався маніпулятор і коефіцієнт зміщення.

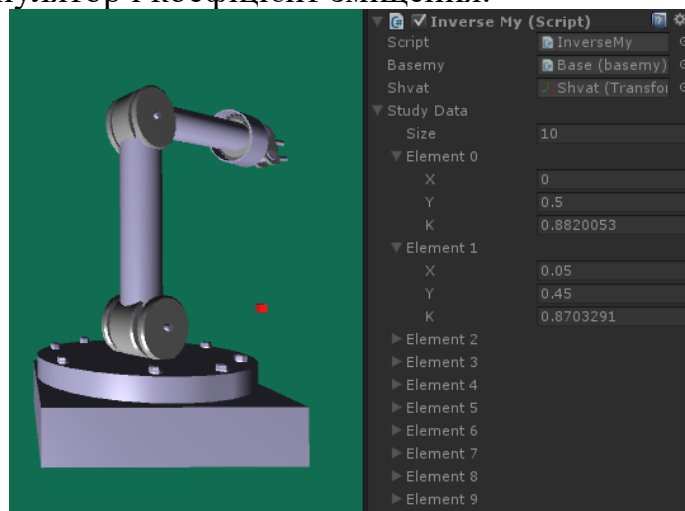


Рисунок 1 – Вікно результатів проведених вимірів програми

На рисунку видно, що кількість вимірів дорівнює десяти, і кожен вимір має три параметри. В ході даного експерименту коефіцієнт зміщення кута знаходиться в межах значень від 0 до 1. Результати проведених вимірів представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати вимірів коефіцієнтів зміщення

№	X	Y	K
1	0,5	0	0,858132
2	0,45	0,05	0,8467718
3	0,4	0,1	0,8378946
4	0,35	0,15	0,8315239
5	0,3	0,2	0,8276875
6	0,25	0,25	0,8264060
7	0,2	0,3	0,8276875
8	0,15	0,35	0,8315239
9	0,1	0,4	0,9378946
10	0,05	0,45	0,8477180

За допомогою даних вимірів буде проведено навчання нейронної мережі. На вхід мережі буде надіслано крапки з відповідними коефіцієнтами. Модель має вбудовану похибку повороту ланки, що призводить до значних похибок при його роботі. Для того, щоб проаналізувати точність маніпулятора до його навчання, обрана кінцева точка положення схоплення маніпулятора і проведено переміщення маніпулятора. Так як від 1 вбудована похибка маніпулятора змінюється в межах  $\times 10^{-6}$  до  $5 \times 10^{-6}$ . Кінцеве положення описано двома координатами на площині XY і відповідає координатам (0,152; 0.352) відповідно.

Представлення даних можна побачити на графіку відносного положення результатів переміщення маніпулятора від заданої кінцевої точки (рис. 2). Червоним кольором позначено кінцеву точку переміщення маніпулятора, синім позначені точки положення схоплення маніпулятора після його переміщення.

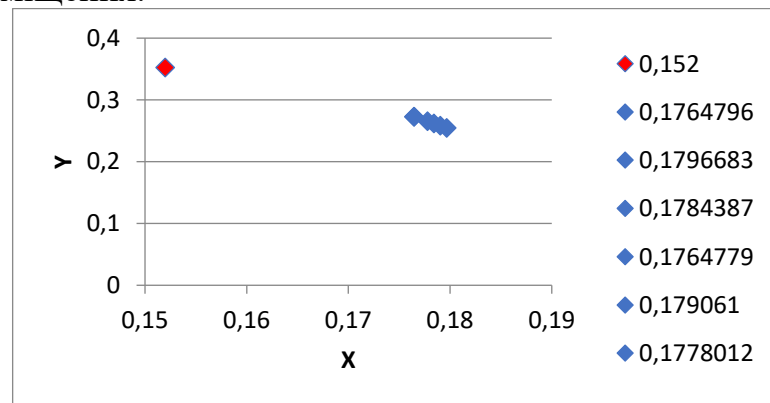


Рисунок 2 – Положення точок переміщення маніпулятора щодо заданої до навчання мережі

Після того як система була навчена, проведено повторний досвід з такою ж кінцевою точкою як і в попередньому експерименті. На вхід нейронної мережі відправлено цю кінцеву точку, програмний модуль нейронної мережі самостійно визначив відповідний вихідний параметр коефіцієнта усунення. Після навчання нейронної мережі проведено повторний експеримент з урахуванням коефіцієнта усунення отриманого результаті роботи нейронної мережі.

Розташування точок повторного експерименту на площині ХУ щодо заданої кінцевої точки схоплення маніпулятора представлено графіку відносного розташування (рис. 3).

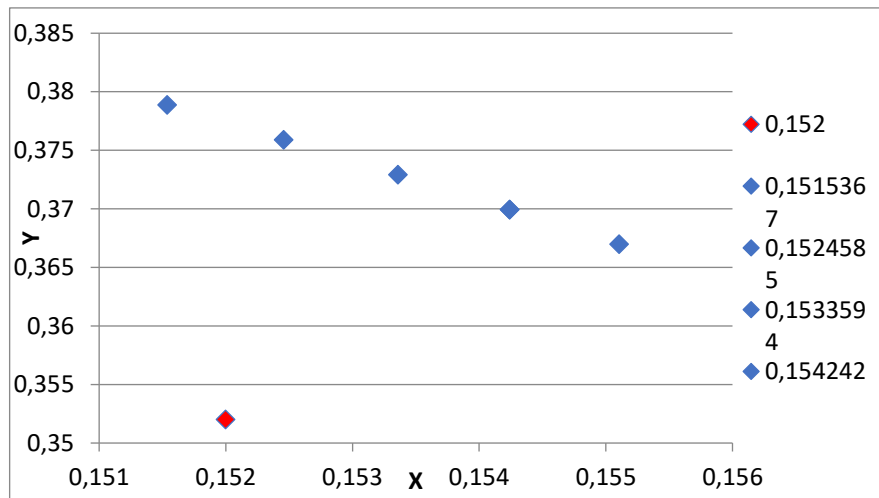


Рисунок 3 – Положення точок переміщення маніпулятора щодо заданої точки після навчання мережі

Таким чином, в ході експерименту ми отримали два графіки кінцевих положень схвату маніпулятора щодо заданої кінцевої точки положення. З отриманих графіків можна розрахувати середньоквадратичне відхилення маніпулятора до навчання нейронної мережі та після за формулою:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

Таким чином, при першому досвіді в якому нейронна мережа не була задіяна середньоквадратичне відхилення маніпулятора склало 0,02601. Після того як нейронна мережа була навчена середньоквадратичним відхиленням склало 0,00191. Отже, запропонована модель успішна. Нейронна програмна модель підвищила точність маніпулятора при мінімальних витратах на обчислення зміщення ланки.

#### Список використаних джерел:

1. Новоселов С.П. Багатопотокове програмне керування рухом промислового маніпулятора /Новоселов С.П., Сичова О.В., Теслюк С.І. Міжнародна науково-практична конференція, "Інтелектуальні інформаційні системи в управлінні проектами та економіці в умовах воєнного, стану", 13–16 вересня 2022 року у місті Коблево. С. 92-95.
2. Невлюдов І.Ш. Технічні засоби автоматизації: Підручник / І.Ш. Невлюдов, А.О. Андрусевич, О.І. Филипченко, Н.П. Демська, С.П. Новоселов. Кривий Ріг : Криворізький коледж НАУ, 2019. 366 с.