

молодих учених, 25 листоп. 2020 р.: тези доп. / Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. — Харків, 2020.

- [3] Умнов А.В. Считыватели и идентификаторы. Средства и системы контроля и управления доступом. Москва, 2003, 295 с.

УДК 681.5.031

УПРАВЛІННЯ ПЕРЕМІЩЕННЯМ РУКИ МАНІПУЛЯТОРУ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Кухтін О., Рудас С.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Для створення програмних засобів підтримки прийняття рішень необхідно розробляти методи нечіткого оцінювання. Методики оцінки та прогнозування в інтелектуальних системах підтримки прийняття рішень на основі нечітких темпоральних моделей та штучних нейронних мереж, що еволюціонують, дозволяють: формувати узагальнений показник оцінки та вибору рішень на основі наборів часткових показників; враховувати сумісності і різні значимості часткових показників в узагальненій оцінці рішень; враховувати різні стратегії оцінювання рішень; адаптувати оціночні моделі при додаванні (виключенні) показників і зміні їх параметрів; враховувати тип невизначеності початкових даних про стан об'єкту; враховувати шуми даних [1].

При моделюванні систем управління рухом роботів потрібно вирішувати проблеми кінематики і динаміки для їх приводів [2]. Безпосереднє завдання кінематики полягає у визначенні просторового положення і орієнтації характерної точки, як правило, робочого інструменту робота-маніпулятора за відомими значеннями узагальнених координат. Більшість аналітичних підходів до вирішення зворотної задачі кінематики досить дорогі з точки зору обчислювальних процедур. Одним з альтернативних підходів є використання нейронних мереж [3].

(Штучна) нейронна мережа - це мережа простих елементів, званих нейронами, які отримують вхід, змінюють свій внутрішній стан (збудження) відповідно до цього входу, і виробляють вихід, залежний від входу та збудження. Мережа утворюється з'єднанням виходів певних нейронів зі входами інших нейронів з утворенням орієнтованого зваженого графу. Ваги, як і функції, що обчислюють збудження, можуть змінюватися процесом, званим навчанням, який керується правилом навчання.

Розглянемо триланковий маніпулятор з параметрами, наведеними на рис.1. У середовищі MATLAB, з використанням Robotics Toolbox, будується комп'ютерна модель триланкового маніпулятора [4]. На рис. 2 наведено фрагмент скрипта MATLAB, де записано у масив 'L' значення параметрів початкових даних: A, Alfa, D, Tetta.

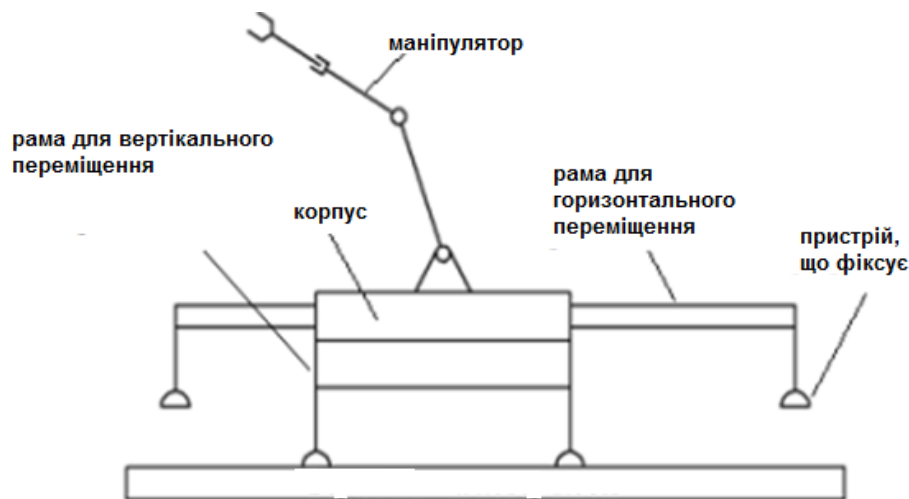


Рисунок 1 – Мобільний робот з маніпулятором

```
function [L,initialPose_left,baseL] =model3z
% Левая рука
initialPose_left = deg2rad([0 0 0]);
L(1) = Revolute('d', 0.2, 'alpha', pi/2, 'qlim', initialPose_left(1)+deg2rad([-90 +90]) );
L(2) = Revolute('d', 0, 'alpha', 0, 'a', 0.4, 'qlim', initialPose_left(2)+deg2rad([-20 +90]) );
L(3) = Revolute('d', 0, 'alpha', 0, 'a', 0.4, 'qlim', initialPose_left(2)+deg2rad([-90 +90]) );
% -178 +178
baseL = [1 0 0 0;
         0 1 0 0;
         0 0 1 0;
         0 0 0 1];
```

Рисунок 2 - Фрагмент скрипта MATLAB

На рисунку 3 наведено графічне зображення обраного начального положення триланкового маніпулятора.

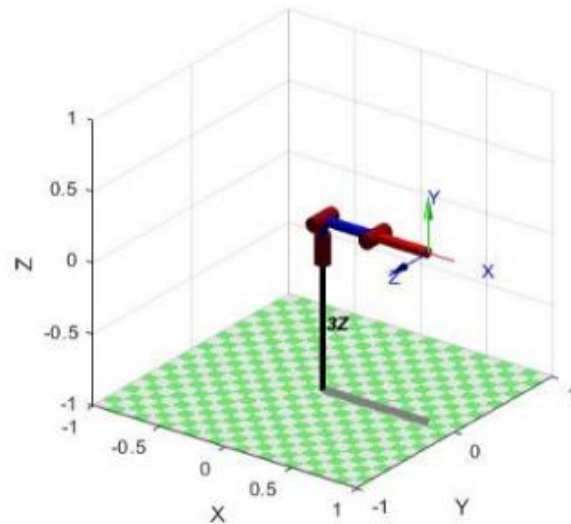


Рисунок 3 - Графічне зображення обраного начального положення триланкового маніпулятора

Вхідні дані нейронної мережі подаються положенням і орієнтацією кінцевого вузла маніпулятора. Завдання нейронної мережі - максимально передбачити конфігурацію з'єднання вузлів-маніпуляторів, які будуть максимально відповідати заданому положенню і орієнтації в просторі.

Суть методу полягає у випадковому підборі відомих позицій маніпулятора і пошуку координат і орієнтації у просторі кінцевої точки шляхом вирішення прямої задачі кінематики.

Для навчальних даних відомі позиції сервоприводів робота створюються у випадковому порядку. Отримані дані зберігаються у вигляді вектору, де q - кут повороту сервоприводу кожного ланцюга.

Зібрані дані подаються на вхід нейронної мережі. На рис. 4 показане початкове положення триланкового маніпулятора, точки вказують на кінцеве положення маніпулятора для 3000 випадково згенерованих наборів значень кутів з'єднання.

Вхідними даними для навчання нейронної мережі є дві матриці, що складаються з набору векторів X і Y .

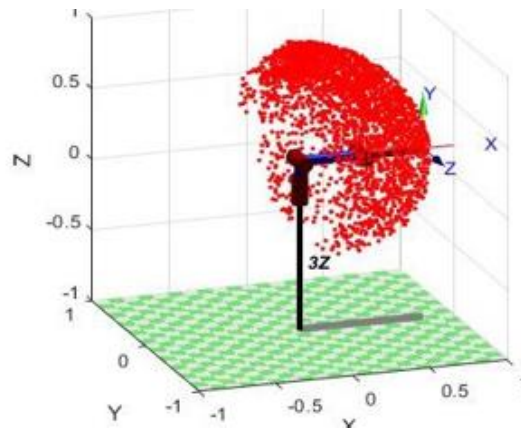


Рисунок 4 – Кінцеве положення маніпулятора

Бібліотека Keras для Python використовується для створення нейронної мережі. На початку набір ділиться на дані про навчання і тестування. На рис. 5 лінією показано рух робота, розрахований оберненою кінематикою, позначені точки вказують на положення робота, знайдене нейронною мережею.

Траєкторії частково збіглися. В ході чисельного моделювання проведено серію експериментів, що відрізняється в залежності від вибірки і кількості епох навчання. Численні експерименти показали високу ефективність запропонованого методу моделювання нейронної мережі для оберненої кінематичної задачі. Фрагмент скрипта MATLAB навчання представлено на рисунку 6.

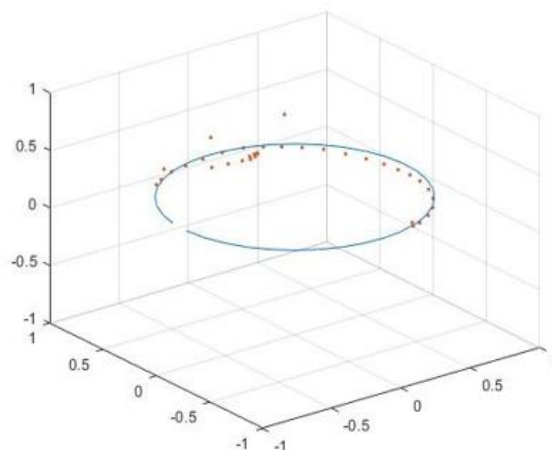


Рисунок 5 - Результат прогнозування

```
%% Проверка решений нейронной сети, движение по кругу
M=[-178:10:178]; % массив изменений первого узла от -178 градусов до +178 градусов с шагом
M_size=length(M);
first_q=zeros(M_size, 3);
T33 = zeros(4, 4, M_size);
T34 = zeros(4, 4, M_size);
first_q(:,1)=deg2rad(M); % подготавливаем q
T33(:, :, :) = leftArm.fkine(first_q); % получаем координаты куда должен прийти робот, кругс
R = tr2rpy(T33(1:3, 1:3, :), 'arm'); % получаем тангаж рыскание и крен
Tx = reshape(T33(1, 4, :), [M_size 1]); % все X-ы
Ty = reshape(T33(2, 4, :), [M_size 1]);
Tz = reshape(T33(3, 4, :), [M_size 1]);
plot3(Tx,Ty,Tz)
axis([-1 1 -1 1 -1 1]);hold on;grid on;

XX = horzcat(Tx, Ty, Tz, R); % массив координат в формате для нейронной сети
T34(:, :, :) = leftArm.fkine(q_new); % по результатам решений нейронной сети, получаем коор
Tx2 = reshape(T34(1, 4, :), [M_size 1]); % все X-ы
Ty2 = reshape(T34(2, 4, :), [M_size 1]);
Tz2 = reshape(T34(3, 4, :), [M_size 1]);
plot3(Tx2,Ty2,Tz2, '.')
axis([-1 1 -1 1 -1 1])
```

Рисунок 6 - Фрагмент скрипта MATLAB навчання

У даній роботі було реалізовано вирішення задачі прямої кінематики за допомогою пакету MATLAB і комп'ютерної моделі маніпулятора, побудованої на основі підходу Денавіт-Гартенберга. Використання нейронних мереж дає можливість оперативно вирішувати задачу прийняття рішень при управлінні маніпуляторами.

Література:

- [1] Шишацький А. В. Розвиток інтегрованих систем зв'язку та передачі даних для потреб Збройних Сил. // Науково-технічний журнал “Озброєння та військова техніка”. 2015. № 1(5). С. 35 –40.
- [2] Кононюк А. Е. Основы фундаментальной теория искусственного интеллекта / А.Е. Кононюк - Кн.5. - К.:Освіта України. 2017. 844с.
- [3] Управление многосвязными манипуляторами робототехнического комплекса с помощью нейронной сети: веб-сайт. URL: <https://habr.com/ru/post/530188/> (дата звернення 19.10.2021).
- [4] Гурко А.Г., Колобова И.А. Моделирование кинематики экскаватора в MATLAB Robotics Toolbox // Вестник ХНАДУ. 2013. Вып. 60. С. 59 - 65.