

2. Власов, В. М. Информационные технологии на автомобильном транспорте // В. М. Власов [и др.]; под общ. ред. В. М. Приходько. –М.: Наука, 2006. - 283 с.

3. Бондаренко А. Ю., Сериков Г. С., Чаплыгин Е. А. Низковольтный генератор импульсов тока широкого частотного диапазона для физического моделирования // Електротехніка і Електромеханіка. 2007. №6, с 66-69.

*Синяк Ю. В., студ.*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ ВИКОНАВЧИХ МЕХАНІЗМІВ РОБОТА ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ**

Сьогодні при проектуванні робототехнічних комплексів, що застосовуються у техногенно небезпечних ситуаціях, необхідно використовувати сучасні методики оцінки та прогнозування поведінки. Це методи проектування інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень на основі нечітких темпоральних моделей та штучних нейронних мереж, що еволюціонують [1].

Прикладом таких систем є розробки компанії DEEP Robotics - провідний азіатський виробник інтелектуальних роботів. Собака-Робот (квадрупед) Jueying X20 здатний виявляти загрози та виконувати функції рятувальника. Завдяки гнучкості для безпілотних служб виявлення та порятунку, Jueying X20 призначений для роботи на місцевості після землетрусу, внутрішніх приміщень будівель з вразливими уламками, дорожньо-транспортних пригод у тунелях, а також токсичних, гіпоксичних та заповнених димом середовищ, створених хімічним забрудненням або катастрофи (рис. 1.).



Рис. 1 – Квадрупед для техногенно небезпечних операцій

Робот спочатку розроблявся як базова платформа для проведення досліджень в області робототехніки. Інтерактивна собака оснащена 4 ногами, які приводять в рух 12 електродвигунів, а при вазі 22 (24) кг вона здатна переносити вантаж до 5 (7) кілограмів зі швидкістю до 3 км/год. Заряду бортового акумулятора вистачає на 4 години роботи, в цьому випадку управління може здійснюватися як вручну, так і в повністю автономному режимі при установці додаткових камер, GPS, LiDAR і інших датчиків. Вбудовані датчики і сервоприводи автоматично зберігають положення кузова в залежності від рельєфу поверхні, завдяки чому чотириногий робот може легко пересуватися по пересіченій місцевості і не потрапляти в бічні удари. Платформа дозволяє інтегрувати будь-які додаткові модулі і змінювати алгоритми руху для кращої адаптації до сфери застосування: патрулювання територій, пошуково-рятувальні операції, доставка вантажів і т.п.

Unitree X20 може пересуватися по руїнах, купах щебеню, сходових клітках та інших неструктурованих доріжках після стихійного лиха в уразливих відкритих і закритих приміщеннях, долати перешкоди і сходи висотою 20 см, підніматися на круті схили в 35 градусів. Оскільки собака-робот може вільно пересуватися в усіх напрямках і маневрувати в межах невеликої зони контакту, це може знизити кількість вторинних аварій. Промисловий захист IP66 гарантує, що чотириногий робот може виконувати

завдання виявлення навіть в екстремальних погодних умовах, таких як сильний дощ, піщані та пилові бурі, мінусові температури та град. Максимальне корисне навантаження в 85 кг дозволяє транспортувати кисневі балони та інше життєво необхідне обладнання до місця катастрофи, полегшуючи надання допомоги постраждалим і рятувальникам. Завдяки інтеграції широкого спектру прикладних модулів, включаючи систему дистанційного зв'язку, двоспектральну ПТЗ-камеру, датчики газу, камеру об'ємного звуку, роботизоване рішення включає в себе такі функції, як дистанційне управління і передача зображення, відстеження джерел тепла, виявлення шкідливих газів в режимі реального часу. Jueying X20 доступний з додатковим обертовим лазерним сканером, який може збирати високоточні дані точок з внутрішніх і зовнішніх місць катастроф, надаючи надійну інформацію для аналізу даних після катастрофи.

Сучасні методи прийняття рішень дозволяють формувати узагальнений показник оцінки та вибору рішень на основі наборів часткових показників та адаптувати оціночні моделі [2]. Безпосереднє завдання кінематики робота 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]. У середовищі MatLab, з використанням Robotics Toolbox, будується комп'ютерна модель робота. На рис. 2 наведено графічне зображення начального та кінцевого положення маніпулятора.

На вхід нейронної мережі подаються положення і орієнтація кінцевого вузла маніпулятора. Завдання нейронної мережі максимально передбачити конфігурацію з'єднання вузлів маніпулятора, які будуть відповідати заданому положенню і орієнтації у просторі.

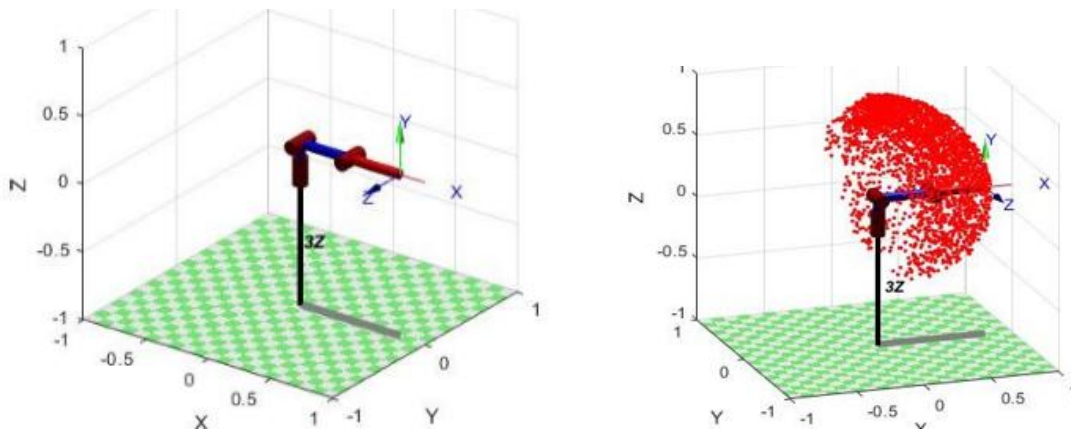


Рисунок 2 – Графічне зображення начального та кінцевого положення

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

На рис. 3 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.

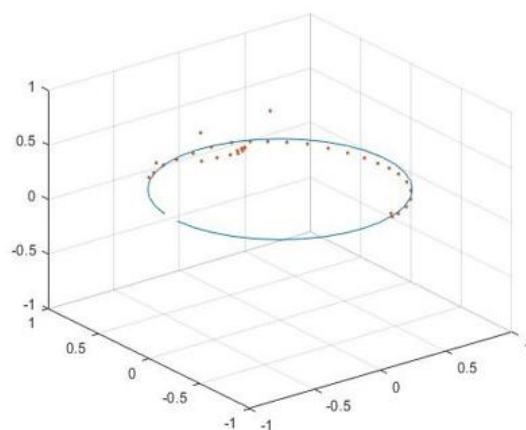


Рисунок 3 – Результат прогнозування

У даній роботі було проведено моделювання переміщення робота маніпулятора та реалізовано вирішення задачі прямої кінематики за допомогою модуля пакета програм Neural Network Toolbox Matlab. Графічний інтерфейс користувача дозволяє створювати, навчати і моделювати, експортувати та імпортувати нейронні мережі, що дає можливість оперативно вирішувати задачу прийняття рішень при роботі на техногенно небезпечних об'єктах.

#### 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. Jueying X20 is a quadruped robot from Deep Robotics: веб-сайт. URL: <https://www.mecharithm.com/jueying-x20-a-quadruped-robot-from-deep-robotics/> (дата звернення 28.10.2022).
3. Кононюк А. Е. Основы фундаментальной теория искусственного интеллекта / А.Е. Кононюк - Кн.5. - К.:Освіта України. 2017. 844с.