

## ЗАСТОСУВАННЯ ЧАСТКОВО СПОСТЕРЕЖУВАНОЇ МАРКОВСЬКОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ СИСТЕМИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЛЮДИНИ В РОБОЧІЙ ЗОНІ КОЛАБОРАТИВНОГО РОБОТА

**Віталій Тетеря, Світлана Максимова**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14

E-mail: vitalii.teteria@nure.ua, svitlana.milyutina@nure.ua

**Анотація:** В роботі проводиться аналіз можливості використання частково спостережуваної Марківської моделі для реалізації системи ідентифікації людини в робочій зоні колаборативного робота. Детально розглянуто основні переваги використання даного методу для рішення поставленої задачі

**Ключові слова:** Індустрія 5.0, робот, Марківська модель, колаборативний робот, ідентифікація, розпізнавання.

При розробці структури системи ідентифікації людини в робочій зоні колаборативного робота важливо врахувати кілька ключових аспектів. По-перше, необхідно забезпечити точність та надійність ідентифікації людини в умовах різного освітлення та змінної середовищної обстановки. Це включає використання сучасних моделей машинного навчання, для розпізнавання та класифікації об'єктів у реальному часі. Важливо також інтегрувати алгоритми трекінгу, для відстеження руху людини після її ідентифікації, що дозволяє забезпечити стійкість системи до змін у положенні та орієнтації об'єкта.

Окрім цього, система повинна бути адаптована до швидких змін у середовищі, тому важливо використовувати ефективні алгоритми обробки відео та зображень, які здатні оперативно реагувати на зміни. Система має також враховувати можливі перешкоди або інші об'єкти в зоні спостереження, які можуть впливати на точність розпізнавання. Для цього важливо забезпечити належну якість даних, яка включає правильне налаштування камери та оптимізацію алгоритмів обробки.

Використання частково спостережуваної Марковської моделі (НММ) для реалізації системи ідентифікації знаходження людини в робочій зоні колаборативного робота є доцільним в рамках концепцій Індустрії 5.0, яка орієнтована на інтеграцію людини та технологій для створення розумних, адаптивних і безпечних робочих середовищ. Однією з основних цілей

Індустрії 5.0 є підвищення взаємодії між людьми та роботами, забезпечення безпеки та комфорту для працівників, а також покращення ефективності виробничих процесів. У цьому контексті НММ надає потужний інструмент для моделювання та прогнозування поведінки людини на основі неповних і шумних даних, отриманих з систем комп'ютерного зору. НММ дозволяє враховувати ймовірності переходу між станами, що представляють різні положення людини, і ймовірності отримання конкретних спостережень від системи комп'ютерного зору, навіть коли спостереження є частково точними або зашумленими. Це є критично важливим для забезпечення точного та надійного моніторингу місцезнаходження людини в робочій зоні, що, в свою чергу, знижує ризики аварій та підвищує загальну безпеку. Крім того, НММ є достатньо гнучкою моделлю, що дозволяє легко адаптуватися до різних робочих умов і типів обладнання. Це сприяє створенню універсальних рішень, які можуть бути застосовані в різних галузях промисловості, від виробництва до логістики. Важливо також те, що використання НММ сприяє впровадженню принципів персоналізації, які є ключовими в Індустрії 5.0, дозволяючи адаптувати робочі процеси під конкретні потреби та поведінку працівників.

Застосування НММ в системах ідентифікації також сприяє покращенню взаємодії між людиною та роботом, підвищуючи рівень розуміння та прогнозування дій людини. Це дозволяє роботам краще реагувати на зміни в робочій зоні, більш ефективно підтримувати та допомагати працівникам, що значно підвищує продуктивність та задоволеність роботою.

Узагальнюючи, використання частково спостережуваної Марковської моделі для системи

ідентифікації знаходження людини в робочій зоні колаборативного робота є виправданим і перспективним вибором в рамках концепції Індустрії 5.0. Це дозволяє створити безпечні, ефективні та адаптивні робочі середовища, які підвищують рівень взаємодії між людиною та технологіями, сприяючи загальному розвитку індустріальних процесів.

Виходячи з мети даного дослідження будемо розглядати наступний підхід до вирішення поставленого завдання, частково спостережувана Марковська модель (НММ) буде виступати ефективним інструментом для моделювання систем, де стан не можна безпосередньо спостерігати, але можна спостерігати виходи, залежні від стану. У випадку ідентифікації місцезнаходження людини в робочій зоні колаборативного робота, стан системи представляє місце розташування людини, а спостереження – це дані, отримані з системи комп'ютерного зору.

**ВИСНОВКИ.** В запропонованій роботі проведено аналіз використання частково спостережуваної Марківської моделі для імплементації системи ідентифікації людини в робочій зоні колаборативного робота. Проаналізовано основні переваги, які несе в собі така модель у відповідності до концепції Індустрії 5.0.

### References:

1. Yevsieiev, V., Abu-Jassar, A., Maksymova, S., & Gurin, D. (2024). Human Operator Identification in a Collaborative Robot Workspace within the Industry 5.0 Concept. *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 4(9), 95-105.
2. Gurin, D., Yevsieiev, V., Maksymova, S., & Alkhalaileh, A. (2024). MobileNetv2 Neural Network Model for Human Recognition and Identification in the Working Area of a Collaborative Robot. *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 4(8), 5-12.
3. Nevliudov, I., Yevsieiev, V., Maksymova, S., Demska, N., Kolesnyk, K., & Miliutina, O. (2022, September). Object Recognition for a Humanoid Robot Based on a Microcontroller. In 2022 IEEE XVIII International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH) PP. 61-64. DOI: 10.1109/MEMSTECH55132.2022.10002906
4. Yevsieiev, V., Maksymova, S., & Demska, N. (2024). Using Contouring Algorithms to Select Objects in the Robots' Workspace. *Technical science research in Uzbekistan*, 2(2), 32–42.
5. Yevsieiev, V., Abu-Jassar, A., & Maksymova, S. (2024). Object Recognition and Tracking Method in the Mobile Robot's Workspace in Real Time. *Technical science research in Uzbekistan*, 2(2), 115-124.
6. Maksymova, S., Abu-Jassar, A., Gurin, D., & Yevsieiev, V. (2024). Comparative Analysis of methods for Predicting the Trajectory of Object Movement in a Collaborative Robot-Manipulator Working Area. *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 4(10), 38-48.
7. Yevsieiev, V., Abu-Jassar, A., Maksymova, S., & Gurin, D. (2024). Human Operator Identification in a Collaborative Robot Workspace within the Industry 5.0 Concept. *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 4(9), 95-105.
8. Gurin, D., Yevsieiev, V., Maksymova, S., & Abu-Jassar, A. (2024). Effect of Frame Processing Frequency on Object Identification Using MobileNetV2 Neural Network for a Mobile Robot. *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 4(8), 36-44.
9. Attar, H., Abu-Jassar, A. T., Yevsieiev, V., Lyashenko, V., Nevliudov, I., & Luhach, A. K. (2022). Zoomorphic mobile robot development for vertical movement based on the geometrical family caterpillar. *Computational intelligence and neuroscience*, 2022(1), 304
10. Attar, H., Abu-Jassar, A. T., Amer, A., Lyashenko, V., Yevsieiev, V., & Khosravi, M. R. (2022). Control System Development and Implementation of a CNC Laser Engraver for Environmental Use with Remote Imaging. *Computational intelligence and neuroscience*, 2022(1), 9140156.
11. Nevliudov, I., Yevsieiev, V., Baker, J. H., Ahmad, M. A., & Lyashenko, V. (2020). Development of a cyber design modeling declarative Language for cyber physical production systems. *J. Math. Comput. Sci.*, 11(1), 520-542.