

Міністерство освіти і науки України



NURE

Харківський національний університет
радіоелектроніки

ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2024

(Випуск 1)

[електронне видання]



<http://nure.ua/department/kafedra-komp-yuterno-integrovanih-tehnologiy-avtomatizatsiyi-ta-mehatroniki-kitam>



<http://itez.zntu.edu.ua/>



<http://kafea.kdu.edu.ua>

Харків 2024

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки
кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки
(КІТАР)



ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2024

(Випуск 2)

[електронне видання]

Харків 2024

Головий редактор **Невлюдов Ігор Шакирович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Редакційна колегія: **Филипенко Олександр Іванович**, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики та комп'ютеризованих технологій, Харківського національного університету радіоелектроніки.
Цимбал Олександр Михайлович, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
Андрусевич Анатолій Олександрович, доктор технічних наук, професор, начальник Криворізького коледжу національного авіаційного університету
Косенко Віктор Васильович, доктор технічних наук, професор, зам. директора Державного підприємство «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості».
Замірець Микола Васильович, доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування.
Свищ Володимир Митрофанович, доктор технічних наук, професор, радник директора Державне науково-виробниче підприємство «Об'єднання Комунар».
Фомовська Олена Владиславівна, кандидат технічних наук, доцент завідувач кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.
Кухаренко Дмитро Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського
Демська Наталія Павлівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
Фурманова Наталія Іванівна, кандидат технічних наук, доцент, в.о. декана факультета Радіоелектроніки і телекомунікацій, Національного університету «Запорізька політехніка».

Відповідальний редактор: **Євсєєв Владислав В'ячеславович**, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Автоматизація та Приладобудування («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2024) [Електронний ресурс]: збірник студентських наукових статей / Харківський національний університет радіоелектроніки ; [редкол.: І.Ш. Невлюдов та ін.]. – Харків : ХНУРЕ, 2024. – Вип. 1. – 207с.

Collection of Students' Scientific Paper «Automation and Development Of Electronic Devices» ADED-2024 Part 1 (Key infrastructure 2024) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National University of Radio Elektronik [electronic edition], 2024. – 207p with.

Рекомендовано рішенням
Науково-технічної ради
Харківського національного
університету радіоелектроніки
протокол №6 від 29.11.2018

Рекомендовано рішенням Вченої ради
факультету Автоматики і комп'ютеризованих технологій
Харківського національного
університету радіоелектроніки
протокол № 10 від 20.05.2024

Збірник містить наукові статті здобувачів першого (бакалаврського), другого (магістерського) рівнів вищої освіти кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР) Харківського національного університету радіоелектроніки, кафедри Інформаційних технологій електронних засобів (ІТЕД) Запорізького національного технічного університету та кафедри Електронних апаратів (ЕА) Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського які навчаються за спеціальностями: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка; 172 Телекомунікації та радіотехніка, 171 Електроніка та 163 Біомедична інженерія. Статті надані в авторській редакції.

©ХНУРЕ, 2024 рік

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СТВОРЕННІ ТА ВДОСКОНАЛЕННІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ РОБОТАМИ

П.М. Савченко

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: pavlo.savchenko1.@nure.ua

Анотація: В роботі розглянуті напрямки використання інтелектуальних технологій у створенні та вдосконаленні програмного забезпечення систем управління роботами, проаналізовано сучасні системи програмування роботів, виділено їх недоліки та переваги.

Ключові слова: робот, система управління, програмне забезпечення, штучний інтелект.

APPLICATION OF INTELLECTUAL TECHNOLOGIES FOR SYNTHESIS AND DEBUGGING OF SOFTWARE FOR ROBOT CONTROL SYSTEMS

P. Savchenko

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky ave., 14

E-mail: pavlo.savchenko1.@nure.ua

Annotation: This article explores the application of intelligent technologies in the development and improvement of software for robot control systems, analyzes contemporary robot programming systems, and highlights their drawbacks and advantages.

Key words: robot, control system, software, artificial intelligence.

Одним із пріоритетних напрямків застосування методів штучного інтелекту в задачах промислової робототехніки є розвиток технологій автоматизації програмування. Роботи в промислових умовах, як правило, функціонують у детермінованих, але складно організованих середовищах, що формуються обслуговуванням та комплектуючим технологічним обладнанням. Наявність перешкод у робочій зоні робота значно ускладнює планування його цілеспрямованих дій та просторових переміщень, необхідних для виконання поставленого технологічного завдання.

Вирішення завдань такого типу в автоматичному режимі, без участі людини, передбачає використання методів штучного інтелекту. Однак з фінансових міркувань оснащення промислового маніпулятора інтелектуальною системою управління в переважній більшості випадків може виявитися значно менш вигідним, ніж використання потужних інструментальних засобів, що дозволяють автоматизувати процеси синтезу та верифікації його виконавчих прикладних програм.

Сучасні системи програмування роботів розподіляються на три основні категорії в залежності від їх функціональних можливостей:

- системи прямого навчання;
- системи роботоорієнтованого програмування;
- системи задачноорієнтованого програмування.

Функціональність систем прямого навчання роботів обмежується створенням послідовності управлінських параметрів, відтворення якої забезпечує виконання необхідних технологічних процесів. При цьому оператор вручну задає переміщення маніпулятора та стан його робочого

інструменту. Цей підхід до програмування роботів має свої переваги, такі як простота реалізації та миттєве відображення результатів. Проте програмування роботів методом прямого навчання має кілька суттєвих недоліків. Головні з них обумовлені необхідністю безпосереднього використання робота в процесі його навчання, а також "жорсткістю" створених програм управління через відсутність механізмів обробки сенсорної інформації. Тим не менш, функціональні можливості наступного покоління систем програмування роботів в певній мірі включають елементи прямого навчання.

Однак, не дивлячись на це, системи прямого навчання продовжують розвиватися, шукати нові можливості та знаходити шляхи подолання обмежень. Для досягнення кращої ефективності вони поєднують у собі елементи прямого навчання з іншими методами програмування роботів, такими як глибоке навчання та навчання з підсиленням.

Система роботоорієнтованого програмування використовує спеціалізовані високорівневі мови для опису дій маніпулятора та його робочого інструменту в залежності від результатів опитування засобів зовнішнього виконання.

Основні недоліки цих систем проявляються у таких трьох аспектах їх практичного використання:

- необхідність докладної специфікації всього комплексу дій робота, які забезпечують успішне виконання поставленого завдання;

- складність налагодження сформованих програм управління та необхідність ретельної перевірки їх працездатності в усьому діапазоні допустимих умов функціонування робота;

високі вимоги до кваліфікації користувача, який повинен володіти глибокими знаннями в галузі програмування та управління роботом, а також досконалим розумінням специфіки самого технологічного завдання.

У повній мірі ідея комплексної автоматизації програмування роботів реалізується через впровадження задачноорієнтованого підходу. Основна ідея полягає в автоматизованій підготовці виконавчих програм керування роботами на основі опису технологічного завдання за допомогою високорівневої мови програмування у вигляді потрібної кінцевої мети або етапу її досягнення. Очевидно, що програмна система, яка реалізує задачноорієнтований підхід, повинна мати достатній рівень інтелектуальності для виконання широкого спектру ключових функцій, таких як:

- декомпозиція початкового завдання на складові технологічні операції;
- планування дій та руху робота для виконання простих технологічних операцій;
- визначення послідовності сенсорного контролю за виконанням сформованих планів;
- генерація виконавчих програм управління роботом, які забезпечують успішне завершення як окремих технологічних операцій, так і завдання в цілому.

Розуміння та використання задачноорієнтованого підходу у програмній системі вимагає великого рівня інтелектуальності для виконання різноманітних завдань. На цьому етапі важливо провести аналіз та узагальнення отриманих даних, щоб виявити шаблони та тенденції у функціонуванні системи. Однак автоматизоване коригування стратегій та планів дій робота базується на змінах у вихідних даних або оточуючому середовищі. Інтеграція засобів машинного навчання стає важливим елементом для підвищення ефективності робота. Постійне оновлення бази знань є ключовим для узгодження системи з новими досягненнями та дослідженнями в галузі. Автоматичне виявлення та виправлення помилок є необхідною складовою для забезпечення стабільності та надійності роботи системи.

Створення адаптивних стратегій управління забезпечує гнучкість системи у реагуванні на зміни в середовищі. Інтеграція з мережею Інтернет відкриває доступ до додаткової інформації та можливостей взаємодії з іншими системами.

Складності побудови систем такого типу підсилюються необхідністю врахування характеру визначених технологічних цілей та вибору оптимального способу їх досягнення. Навіть з усіма очевидними перевагами, сучасні системи програмування роботів, побудовані на задачноорієнтованому підході, мають кілька недоліків. Один з них, згідно з думкою окремих фахівців,

полягає в неможливості забезпечення повноти синтезованої керуючої програми, яку можна отримати за допомогою інтерактивного програмування. Проте цей недолік відображає скоріше існуючий рівень розробок даного типу, які залишаються на експериментальному етапі, ніж задачноорієнтоване програмування роботів як метод в цілому.

Таким чином, розвиток технологій у галузі автоматизації програмування роботів включає в себе різноманітні напрямки, які забезпечують поступове вдосконалення систем управління роботами. Одним із напрямків є розробка і використання спеціалізованих мов програмування високого рівня, які спрощують створення програмного забезпечення для роботів та специфікацію технологічних завдань. Такі мови дозволяють зменшити час, необхідний для розробки програм, та зробити їх структурованими та ефективними.

Ще одним важливим напрямком є застосування методів машинного моделювання, які дозволяють попередньо перевіряти та налагоджувати програми управління роботами віртуально, що зменшує ризик помилок та збільшує швидкість розробки. Організація макрофункцій, що виконують допоміжні обчислення та рішення типових завдань, важлива для забезпечення ефективності та продуктивності роботів. Такі функції можуть включати в себе обробку даних з сенсорів та виконання рутинних завдань, що допомагає вирішувати складні завдання більш ефективно.

Крім того, розробка та використання спеціалізованих програмно-алгоритмічних інструментів дозволяє планувати дії та управляти рухами роботів з урахуванням різних обмежень, таких як обмеження середовища та обмеження потужності. Застосування методів штучного інтелекту також є важливим, оскільки вони дозволяють роботам приймати рішення в реальному часі на основі отриманої інформації та аналізувати різноманітні сценарії дій. Використання сучасних інформаційних та інтелектуальних технологій обробки даних і знань сприяє ефективному аналізу та використанню накопичених даних для вдосконалення систем управління роботами.

Технологія синтезу та оптимізації програмного забезпечення для інтелектуальних систем управління роботами, як обов'язковий етап, включає постановку широкого спектру модельних експериментів. Мета та методика цих експериментів можуть передбачати не лише оцінку практичної ефективності апріорно сформованої бази знань, а й її поповнення в режимі самонавчання на прикладі модельованих ситуацій. У цьому випадку використаний комплекс інструментальних засобів повинен включати спеціалізовані процедури аналізу та узагальнення результатів моделювання оптимальних дій роботів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Проектування мобільних маніпуляційних роботів: монографія / І. Ш. Невлюдов, А. О. Андрусевич, В. В. Євсєєв, С. П. Новоселов, Н. П. Демська; М-во освіти і науки України, Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. – Харків: ХНУРЕ, 2022
2. Mustafa S. Kh., Yevsieiev V., Nevliudov I., Lyashenko V., Alharbi A. R., Rajeh W. HMI Development Automation with GUI Elements for Object-Oriented Programming Languages Implementation // International Journal of Engineering Trends and Technology. – 2022. – Vol. 70.1. – pp. 139-145.
3. Krishnan G.A., Susmera N.A. Artificial Intelligence and Robotics / International journal of creative research thoughts, 2018 IJCRT, Volume 6, Issue 2 April 2018, p. 1323-13-27.
4. Nevliudov, I., Yevsieiev, V., Klymenko, O., Demska, N., Vzhesnievskyi, M. (2021). Evolutions of group management development of mobile robotic platforms in Warehousing 4.0. Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, (4 (18)), 57-64
5. Моделі та методи кіберфізичних виробничих систем в концепції Industry 4.0: монографія / І. Ш. Невлюдов, В. В. Євсєєв, А. О. Андрусевич, С. С. Максимова; – Oktan Print – Prague. 2023. – 321 с.

6. Khalid, M. S., Yevsieiev, V., Nevliudov, I. S., Lyashenko, V., & Wahid, R. (2022). HMI Development Automation with GUI Elements for Object-Oriented Programming Languages Implementation. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 70.1, 139-145.
7. Nevliudov, I., & et al.. (2021). Development of a cyber design modeling declarative Language for cyber physical production systems, *J. Math. Comput. Sci.*, 11(1), 520-542.
8. Nevliudov, I., & et al.. (2021). GUI Elements and Windows Form Formalization Parameters and Events Method to Automate the Process of Additive CyberDesign CPPS Development. *Advances in Dynamical Systems and Applications*, 16(2), 441-455.
9. Nevliudov, I., & et al.. (2020). Method of Algorithms for Cyber-Physical Production Systems Functioning Synthesis. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 8(10), 7465-7473.
10. Conveyor Belt Object Identification: Mathematical, Algorithmic, and Software Support / V. V. Yevsieiev, I. S. Nevliudov, S. S. Maksymova, M. A. O. Omarov, O. M. Klymenkoю // *Appl. Math. Inf. Sci.* 17, No. 6. - P. 1073-1088.
11. Lyashenko, V., Abu-Jassar, A.T., Yevsieiev, V., Maksymova, S. Automated Monitoring and Visualization System in Production, *Int. Res. J. Multidiscip. Technovation*, 5(6) 2023 09-18. <https://doi.org/10.54392/irjmt2362>
12. Yevsieiev, V. Comparative Analysis of the Characteristics of Mobile Robots and Collaboration Robots Within INDUSTRY 5.0. / V. Yevsieiev, D. Gurin // In the VI International Scientific and Theoretical Conference, September 8, 2023. Chicago, USA. P.92-94
13. Yevsieiev, V. ., & Gurin, D. . (2023). COMPARATIVE ANALYSIS OF THE BASIC METHODS USED IN INDUSTRY 4.0 AND INDUSTRY 5.0. *Collection of Scientific Papers «ΛΟΓΟΣ»*, (September 29, 2023; Bologna, Italy), 113–115. <https://doi.org/10.36074/logos-29.09.2023.31>
14. Yevsieiev V., Bronnikov A. Analysis of the cyber-physical production systems implementation impact to achieve the goals of lean production. The IIth International scientific and practical conference «Development of scientific and practical approaches in the era of globalization» (USA, Boston, 28–30 September. 2020). P.221–226. DOI:10.46299/ISG.2020.II.II.
15. Yevsieiev V., Bronnikov A. Information systems development methodologies application analysis for cyber-physical production systems development. III International scientific-practical conference “Theory, science and practice” (Japan, Tokyo, 5–8 October 2020). P. 398–401. DOI: 10.46299/ISG.2020.II.III.