

M&MS 2023, 19-20 October, Kharkiv, UKRAINE



VII International Conference
MANUFACTURING
&
MECHATRONIC
SYSTEMS

УДК: 005:004.896:62-65:338.3

Виробництво & Мехатронні Системи 2023: матеріали VII-ої Міжнародної конференції, Харків, 19-20 жовтня 2023 р.: тези доповідей / [редкол. І.Ш. Невлюдов (відповідальний редактор)].-Харків: [електронний друк], 2023 - 163с.

У збірник включені тези доповідей, які присвячені сучасним тенденціям розвитку технологій та засобів виробництва та мехатронних систем, передовому досвіду та впровадженню їх в галузях систем промислової автоматизації та керування виробництвом; системній інженерії; CAD/CAM/CAE системах; мехатроніці (електро-механічних системах, електронних інструментах систем керування, механічних CAD системах); робототехніці та засобах інтелектуалізації; MEMS (сучасних матеріалів та технологіях виготовлення MEMS) та компонентах і технологіях автоматизації видобутку, переробки та транспортування нафти та газу.

Редакційна колегія: І.Ш. Невлюдов, В.В. Євсєєв.

Manufacturing & Mechatronic Systems 2023: Proceedings of VIIst International Conference, Kharkiv, October 19-20, 2023: Theses of Reports / [Ed. I.Sh. Nevlyudov (chief editor).] .- Kharkiv .: [electronic version], 2023. - 163 p.

The collection includes the theses of reports on modern trends in the development of technologies and means of production and mechatronic systems, top experience and implementation of them in fields of: industrial automation and production management systems; systems engineering; CAD/CAM/CAE systems; mechatronics (electrical and mechanical systems, electronic control tools, mechanical CAD systems); robotics and intellectual tools; MEMS (modern materials and manufacturing technologies MEMS) and components and technologies for the automation of oil, gas and oil extraction, processing and transportation.

Editorial board: Igor.Sh. Nevlyudov, Vladyslav.V. Yevsieiev

© Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій,
автоматизації та робототехніки (KITAP),
ХНУРЕ,2023

Міністерство освіти і науки України (МОНУ)
Харківський національний університет радіоелектроніки (ХНУРЕ)
Варшавський університет сільського господарства (WULS - SGGW)
Азербайджанський державний університет нафти і промисловості
Національний університет «Львівська політехніка»
Festo Didactic Україна
Jabil Circuit Ukraine Limited
ТОВ «Науково-виробниче підприємство «УКРІНТЕХ»»
Факультет автоматики і комп'ютеризованих технологій (АКТ)
Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР),
Державне підприємство «Науково-дослідний технологічний інститут приладобудування»
Державне підприємство «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості»

МАТЕРІАЛИ

VII-ої Міжнародної Конференції
ВИРОБНИЦТВО
&
МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ 2023
(19-20 жовтня 2023)
Харків, Україна



ОРГАНІЗАТОРИ



Міністерство
освіти і науки
України

Міністерство освіти і науки України (МОНУ)
The Ministry of Education and Science of Ukraine



NURE
Kharkiv National University
of Radioelectronics

Харківський національний університет
радіоелектроніки (ХНУРЕ)

Kharkiv National University of Radioelectronics



**WARSAW UNIVERSITY
OF LIFE SCIENCES
- SGGW**

Варшавський університет сільського
господарства (WULS - SGGW)

Warsaw University of Life Sciences WULS - SGGW



Азербайджанський державний університет
нафти і промисловості

Azerbaijan State Oil and Industry University



Festo Didactic Україна

Festo Didactic Ukraine



ТОВ «Науково-виробниче підприємство
«УКРІНТЕХ»»

Research and Production Enterprise
"UKRINTECH" Ltd



Національний університет «Львівська
політехніка»

National University Lviv Polytechnic

Державне підприємство «Харківський науково-
дослідний інститут технології машинобудуван-
ня», м. Харків, Україна

State Enterprise «Kharkiv Scientific-Research
Institute of Mechanical Engineering Technology»,
Kharkiv, Ukraine



Державне підприємство «Південний державний
проектно-конструкторський та науково-
дослідний інститут авіаційної промисловості»,
м. Харків, Україна

State Enterprise «National Design & Research
Institute of Aerospace Industries», Kharkiv,
Ukraine



Jabil Circuit Ukraine Limited

КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

МІЖНАРОДНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Ігор Шакирович Невлюдов** голова комітету конференції, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківського національного університету радіоелектроніки, Україна
- Олександр Іванович Филипенко** заступник голови комітету конференції, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики і комп'ютеризованих технологій (АКТ), Харківського національного університету радіоелектроніки, Україна.
- Мурад Анвер огли Омаров** доктор технічних наук, професор, проректор з міжнародного співробітництва, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна
- Владислав В'ячеславович Євсєєв** секретар, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківського національного університету радіоелектроніки, Україна.
- Andrzej Chochowski** доктор технічних наук, професор Варшавського університету сільського господарства (WULS - SGGW), Польща
- Pawel Obstawski** доктор технічних наук, професор Варшавського університету сільського господарства (WULS - SGGW), Польща.
- Сергій Богомолів** лектор/доцент, доктор філософії (комп'ютерні науки), Дослідницька школа комп'ютерних наук, Коледж інженерії та комп'ютерних наук, Австралійський національний університет, Австралія.
- Микола Васильович Замірець** доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування, Україна
- Михайло Васильович Лобур** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри систем автоматизованого проектування Національного університету «Львівська політехніка», Україна.
- Євген Сергійович Риженко** керівник відділу дидактики ДП «Фесто», Україна
- Сергій Володимирович Демченко** директор ТОВ «Науково-виробничого підприємства «УКРІНТЕХ»», Україна.

- Самед Імамалі огли Юсіфов** кандидат технічних наук, доцент, декан факультету інформаційних технологій та управління, Азербайджанський державний університет нафти і промисловості, Азербайджан.
- Фарід Гаджі огли Агасв** кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри управління та системної інженерії, Азербайджанський державний університет нафти і промисловості, Азербайджан.
- Віктор Васильович Косенко** доктор технічних наук, доцент, директор Державного підприємства «Харківського науково-дослідного інституту технології машинобудування», Україна.
- Володимир Вікторович Козирський** доктор технічних наук, професор, директор Навчально-наукового інституту енергетики, автоматики та енергозбереження, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.
- Віталій Пилипович Лисенко** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.
- Юрій Францевич Зіньковський** доктор технічних наук, професор кафедри радіоконструювання і виробництва радіоапаратури, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна.
- Володимир Митрофанович Свищ** доктор технічних наук, професор, радник директора Державного науково-виробничого підприємства «Об'єднання Комунар», Україна.
- Віталій Євгенович Овчаренко** доктор технічних наук, професор, заступник директора з наукової роботи Державного підприємства «Науково-дослідний технологічний інститут приладобудування», Україна.
- Лариса Сергіївна Глоба** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційно-комунікаційних мереж, Інститут телекомунікаційних систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна.
- Анатолій Олександрович Андрусевич** доктор технічних наук, професор, начальник Криворізького коледжу Національного авіаційного університету, Україна.
- Роман Володимирович Артюх** кандидат технічних наук, директор Державного підприємства «Південний державний проектно-конструкторський інститут авіаційної промисловості», Україна.

- Glen Kurtwitz** генеральний менеджер Titan Machinery Limited, Шотландія.
- Liu Shan** генеральний менеджер Titan Machinery Limited, Китай.
- Володимир Андрійович Павлиш** кандидат технічних наук, професор, перший проректор Національного університету «Львівська політехніка», Україна
- Сергій Іванович Осадчий** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації виробничих процесів, Центральноукраїнський національний технічний університет, м.Кропивницький, Україна.
- Анатолій Афанасійович Єфіменко** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри електронних засобів та інформаційно-комп'ютерних технологій, Одеський національний політехнічний університет, Україна
- Анатолій Петрович Ладанюк** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації та інтелектуальних систем, Національний університет харчових технологій, Україна.
- Володимир Михайлович Решетюк** кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Олександр Михайлович Цимбал** заступник голови конференції з організаційних питань, доктор технічних наук, професор комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (KITAP), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.
- Сергій Павлович Новоселов** кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (KITAP), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.
- Євген Анатолійович Разумов-Фризюк** кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (KITAP), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.
- Наталія Павлівна Демська** кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (KITAP), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

BEAM Robotics: Combining Biological Principles and Technological Solutions for More Adaptive and Energy-Efficient Robots

Karetyna Stetsenko

1. Department of Computer-Integrated Technologies, Automation and Robotics (CITAR),
Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine,
Nauky Ave. 14, Kharkiv, 61166,, email: kateryna.stetsenko2@nure.ua

Abstract: The research and development of BEAM robots remains relevant in light of the development of new approaches and methods in robotics and biology, as well as for solving specific practical problems related to ecology and medicine. BEAM robots provide an opportunity to study biological systems and their principles in more detail, which can contribute to the development of new approaches in medicine and biology. In addition, due to their energy efficiency, BEAM robots can be used to monitor and study the natural environment, which is important for solving environmental problems. These robots can serve as useful pedagogical tools to educate and inspire students and researchers, helping them to learn the basics of robotics and biology.

Keywords: BEAM robotics, biological principles, microkernels, energy efficiency, programmability, reliability, biological inspiration, mechanical sensors, robotics, ecology, medicine.

I. INTRODUCTION

Modern robotics is constantly evolving, looking for new approaches and innovative concepts to create more efficient and functional robots. Among these approaches is BEAM robotics, a class of robots that takes its inspiration from biological systems and offers a unique paradigm for creating "living" mechanical structures. BEAM robots, which operate without the use of microcontrollers and software, open up new possibilities in robotics, offering simple but effective ways to solve complex problems.

II. DESIGN FEATURES OF BEAM ROBOTS

BEAM (Biology, Electronics, Aesthetics, and Mechanics) robots are a class of robots that are developed with biological principles of artificial intelligence in mind. This approach to robot design is inspired by biological systems and seeks to create robots that can function similarly to biological organisms. This approach is based on the idea of developing simple mechanisms to solve complex problems, and its main feature can be seen in the absence of microcontrollers and software. Instead, BEAM robots use simple electrical circuits to control their actions. This approach turns them into "living" robots that have interesting advantages over traditional robots.[1-3]

BEAM robots can look very different as they are a broad class of robots and their appearance can depend on the specific design and tasks they are meant to perform. However, there are some common features that can be characteristic of the average BEAM robot [4-8]:

- mechanical design: BEAM robots usually have a mechanical structure that can mimic the shape and movement of biological organisms. For example, it could be a small mechanical "caterpillar" or "gopher" that is made up

of segments that move according to a special mechanical design.

- sensors: BEAM robots can be equipped with simple sensors, such as photoresistors that respond to changes in light conditions, or mechanical sensors that respond to touch. These sensors allow robots to interact with their environment.

- no microcontrollers: One of the main features of BEAM robots is the lack of complex electronic components such as microcontrollers. They use simple electrical circuits to control their behaviour. This may include mechanical switches that provide basic decision-making.

- aesthetics: BEAM robots are often designed with aesthetic aspects in mind and try to mimic natural forms and movements. Their appearance can be an important aspect of their design.

- energy supply: BEAM robots can use a variety of energy sources, such as solar panels or batteries, depending on the specific task and environment in which they operate.

- motor activity: In most cases, BEAM robots have limited motor activity and can perform simple actions such as moving forward, reacting to light, or stopping when they touch an obstacle.

In general, BEAM robots aim to be simple and different from traditional robots that use complex electronics and software Figure 1. They provide an opportunity to study biological principles and demonstrate energy efficiency and reliability in a variety of contexts, from science to practical applications [9-14].



Figure 1 – Appearance of the BEAM robot

The design features of BEAM robots are as follows:

- an integrated approach to nature and technology: BEAM robotics combines biological inspiration with technology to create robots that are more like living organisms, integrating biological principles with electronics, mechanics and aesthetics. [15,16]

- energy efficiency: BEAM robots are notable for their impressive energy efficiency, as they have a unique ability to "rationalise" their energy and life. They are able to minimise their energy consumption and optimise their actions in order to achieve maximum performance with limited resources. This feature proves to be extremely useful in industries where reliability and durability are crucial factors, such as search and rescue. BEAM robots can use various types of stimuli, such as sound, light, radio frequencies and temperature changes, to interact with their environment and perform their functions. This allows them to make the most efficient use of the surrounding resources and ensure stable operation even in difficult conditions.

- minimalist design: BEAM robots feature a minimalist design that makes them lightweight and compact, and reduces the complexity of their construction compared to more traditional robots.[17,18]

- adaptability to the environment: One of the key advantages of BEAM robotics is their ability to adapt to changes in the environment and use natural energy sources, such as solar panels, for power. This allows them to work efficiently and for long periods of time while minimising energy consumption.

- self-organisation: Some BEAM robots are noted for their ability to self-organise. For example, a team of robots can work together to solve problems or coordinate actions without centralised control.

- cooperation with the biological world: BEAM robotics may have the potential to be used in nature research and interaction with living organisms.

- alignment with environmental goals: The minimalist and energy-efficient nature of BEAM robotics can help reduce negative environmental impacts.

- social robotics: One of the specific applications of BEAM robotics is social robotics. These robots can be used to interact with humans in a variety of scenarios, including education, therapy, and entertainment [19].

Comparing BEAM robots to existing classes of robots, the advantages are as follows:

- energy efficiency: BEAM robots typically consume less energy than many traditional robots because they minimise the use of electronics.

- simplicity and reliability: Due to the lack of complex electronic components, BEAM robots can be more reliable and easier to maintain.

- biological inspiration: BEAM robots enable the study and reproduction of biological principles, which can lead to new insights in robotics and biology.

There are also disadvantages compared to others:

- limited functionality: Due to the limited use of electronics, BEAM robots are often limited in their ability to perform complex tasks and algorithmic computations.

- limited programmability: BEAM robots are more difficult to program and adapt to new tasks than traditional robots.

The concept of microkernels for BEAM robots is to develop small, simple mechanical components that can be combined together to create complex actions. These

micronuclei can be analogous to neurons in biological systems that process information and control movements. For example, Nv (visual neurons) can respond to changes in light conditions, and Nu (motor neurons) can be responsible for controlling movement [20]. The implementation of these micro-core systems can be based on mechanical sensors and control mechanisms rather than electronic components.

All of this research and development of BEAM robots allows for a deeper understanding of biological principles, which can lead to the development of new methods in medicine and biology. The energy efficiency of BEAM robots is useful for environmental monitoring and solving environmental problems. In addition, they can be used to educate and inspire students and researchers in the fields of robotics and biology.

Future research and development of BEAM robotics could lead to even greater advances in biology and robotics. They can be used to create more complex and adaptive systems that will use biological principles to optimize actions in an unpredictable environment.

BEAM robotics is an exciting direction in the world of robotics that combines natural inspiration with technological solutions. It can help us better understand natural processes and design more resilient and adaptive systems. And, although BEAM robots have their limitations, their capabilities and advantages already impress with their innovation and potential.

III. CONCLUSIONS

In summary, BEAM robotics is an innovative approach that combines biological inspiration with technological solutions. Its potential still requires further research and development, but it already opens up new opportunities for creating more adaptive, efficient and environmentally sustainable robots than traditional approaches.

Since the physical world is characterised by a high degree of unpredictability, it is impossible to predict all possible random events and unforeseen circumstances that arise in such an irrational environment. Comparing BEAM robots with other classes of robots, we can highlight their advantages in terms of energy efficiency, simplicity and reliability, as well as the ability to study and reproduce biological principles. "Biological organisms" that can suffer serious damage are characterised by a higher degree of reliability. This characteristic becomes especially important when developing systems designed to detect unexploded mines and bombs.

Of course, BEAM robots have limitations, such as limited functionality and programming complexity compared to traditional robots.

The paradigm shift in understanding robots and their interaction with the real world is key to the development of robotics. Moving from the standard view of robots to accepting them as reliable and adaptive systems can bring revolutionary changes in various industries, from autonomous cars to hazardous waste disposal robots.

REFERENCES

- [1] Development of a course based on BEAM robots to enhance STEM learning in electrical, electronic, and mechanical domains 2022, Pages 736–737.

- <https://educationaltechnologyjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41239-021-00311-9>
- [2] A course based on BEAM Robotics for the valorization of WEEE through the development of STEAM skills. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10102868>
- [3] Differential rearing effects on rat visual cortex synapses.: III. Neuronal and glial nuclei, boutons, dendrites, and capillaries. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S006899387914776>
- [4] Neural Reflex Networks for Automating Quadcopter Drone Obstacle Avoidance 2022, Pages 1–9. https://bulletin.incas.ro/files/panait-m-a_vol_14_iss_2.pdf
- [5] Shuttle-Based Storage and Retrieval System 3d Model Improvement and Development / I. Nevliudov, V. Yevsieiev, S. Maksymova, O. Klymenko, M. Vzhesniewski // V International Conference on Natural Science and Technologies (ICONAT 2023), 1st-3th June 2023. – Sunny Beach-Bulgaria. – P. 15.
- [6] 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
- [7] 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
- [8] Attar, H., & et al.. (2022). Zoomorphic Mobile Robot Development for Vertical Movement Based on the Geometrical Family Caterpillar. Computational Intelligence and Neuroscience, 2022, Article ID 3046116, <https://doi.org/10.1155/2022/3046116>.
- [9] Невлюдов І. Ш., Андрусевич А. О., Євсєєв В. В., Новоселов С. П., Демська Н. П. Проектування мобільних маніпуляційних роботів: Монографія. – Х. :, 2022. – 427 с.
- [10] Євсєєв В.В. Проектування мобільних роботів на базі одноплатних комп'ютерів (Raspberry Pi и мови Python 3.6) // Невлюдов І. Ш., Андрусевич А. О., Євсєєв В. В. Підручник. – Харків : 2020. С. 257.
- [11] Vladyslav Yevsieiev, Nikolaj Starodubcev (2023). Development of a control algorithm for a small-sized mobile manipulation robot. Scientific Collection «InterConf», (140), P. 648-651.
- [12] Yevsieiev V. (2023) Development of a program for modeling the control of a mobile manipulation robot in the unity environment / Yevsieiev V., Starodubcev N. // Scientific Collection «InterConf», (141), P. 331-334.
- [13] A Small-Scale Manipulation Robot a Laboratory Layout Development / Yevsieiev V., Starodubcev N., Maksymova S., Stetsenko K. // International independent scientific journal, №47, 2023. P.18-28.
- [14] Yevsieiev V. Analysis of Crawler Robots / V. Yevsieiev, S. Shmatko // “Innovations Technologies in Science and Practice” : The VI International Scientific and Practical Conference, February 15-18, 2022. – Haifa, Israel, 2022. – P. 510-514.
- [15] Yevsieiev, V. , Maksymova, S. , & Starodubcev, N. . (2022). A ROBOTIC PROSTHETIC A CONTROL SYSTEM AND A STRUCTURAL DIAGRAM DEVELOPMENT. Collection of Scientific Papers «ΛΟΓΟΣ», (August 12, 2022; Zurich, Switzerland), 113–114. <https://doi.org/10.36074/logos-12.08.2022.33>
- [16] Yevsieiev V., Maksymova S., Starodubcev N. Software Implementation Concept Development for the Mobile Robot Control System on ESP-32CAM // Current issues of science, prospects and challenges: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the II International Scientific and Theoretical Conference (Vol. 2), June 10, 2022. Sydney, Australia: European Scientific Platform., 2022. P. 54-56
- [17] Yevsieiev V. Development of Architecture for Mobile Robot Control Based on Raspberry Pi Model 3 B+ / V. Yevsieiev, A. Skripkin // Scientific Horizon in the Context of Social Crises : The XI International Scientific and Practical Conference, April 6-8, 2022. – Tokyo, Japan, 2022. – P. 274–277.
- [18] Yevsieiev V. Analysis of Crawler Robots / V. Yevsieiev, S. Shmatko // “Innovations Technologies in Science and Practice” : The VI International Scientific and Practical Conference, February 15-18, 2022. – Haifa, Israel, 2022. – P. 510-514.
- [19] Розробка 3D-моделі зооморфного мобільного робота для вертикальних переміщень по металевим поверхням / І. Ш. Невлюдов, В. В. Євсєєв, Н. П. Демська, В. О. Руденко // Наука і техніка сьогодні. – 2022. – № 4(4). – С.163-174.
- [20] Yevsieiev , V., Maksymova, S. , & Starodubcev, N. . (2022). DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR ESP32-CAM OPERATION IN HTTP SERVER MODE FOR STREAMING VIDEO. Collection of Scientific Papers «ΛΟΓΟΣ», (July 8, 2022; Paris, France), 177–179. <https://doi.org/10.36074/logos-08.07.2022.049>