ДОДАТОК А

Програма кодування технічної інформації про стан мобільного робота в відео потоці

```
import cv2

def string_to_binary(data):
    # Convert each character to its 8-bit binary representation
    binary_data = ''.join(format(ord(char), '08b') for char in data)
    return binary_data

def encode_data_in_frame(frame, data):
    binary_data = string_to_binary(data)
    data_len = len(binary_data)

    h, w, _ = frame.shape
    max_data_len = h * w * 3  # Each pixel has 3 channels (RGB)
    if data_len > max_data_len:
        raise ValueError("Data is too large to fit in the frame.")

    data_index = 0
    for i in range(h):
        for j in range(w):
            if data_index < data_len:
                pixel = list(frame[i, j])
                for k in range(3):
                    if data_index < data_len:
                        bit_value = int(binary_data[data_index])
```

```
                    # Clear the least significant bit
                    pixel[k] &= 254
                    # Set the least significant bit to bit_value
                    pixel[k] |= bit_value
                    data_index += 1
            frame[i, j] = tuple(pixel)
    return frame

# Technical information to be encoded (Ukrainian text)
technical_data = "Temp:23"

# Open the camera
cap = cv2.VideoCapture(0)

if not cap.isOpened():
    print("Error: Could not open camera.")
    exit()

while True:
    # Capture a frame
    ret, frame = cap.read()

    if not ret:
        print("Error: Could not read frame from camera.")
        break

    # Display the frame
    cv2.imshow('Camera Feed', frame)
```

```
            # Press 'c' to encode information and save the image
            if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('c'):
                try:
                    frame_with_data = encode_data_in_frame(frame.copy(),
technical_data)
                    cv2.imwrite('cod.jpg', frame_with_data)
                    print("Image encoded and saved successfully.")
                except ValueError as e:
                    print(f"Error during encoding: {e}")
                    continue

            # Press 'q' to quit
            if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
                break

        # Release the camera and close all windows
        cap.release()
        cv2.destroyAllWindows()
```

ДОДАТОК Б

Програма декодування технічної інформації про стан мобільного робота

```
import cv2

def binary_to_string(binary_data):
    # Split the binary string into 8-bit characters
    chars = [binary_data[i:i+8] for i in range(0, len(binary_data), 8)]
    # Convert each 8-bit character to the corresponding ASCII character
    text = ''.join(chr(int(char, 2)) for char in chars)
    return text

def decode_data_from_frame(frame):
    h, w, _ = frame.shape

    binary_data = ''
    for i in range(h):
        for j in range(w):
            pixel = frame[i, j]
            for k in range(3):
                # Get the least significant bit from each RGB channel
                lsb = pixel[k] & 1
                binary_data += str(lsb)

    # Decode binary data to text considering English characters (ASCII)
    decoded_text = binary_to_string(binary_data)
    return decoded_text
```

```
        # Load the encoded image
        encoded_image = cv2.imread('cod.jpg')

        if encoded_image is None:
            print("Error: Could not open or find the encoded image.")
        else:
            try:
                # Decode technical information from the image
                decoded_info = decode_data_from_frame(encoded_image)

                # Display the decoded information on the image
                cv2.putText(encoded_image, decoded_info, (20, 40),
cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 255, 0), 2)

                # Display the decoded image along with the displayed information
                cv2.imshow('Decoded Image', encoded_image)
                cv2.waitKey(0)
                cv2.destroyAllWindows()

            except Exception as e:
                print(f"Error during decoding: {e}")
```

ДОДАТОК В

Апробація результатів наукових досліджень

Міністерство освіти і науки України

NURE

Харківський національний університет радіоелектроніки

ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2023

(Випуск 2)

[електронне видання]

KITAP

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

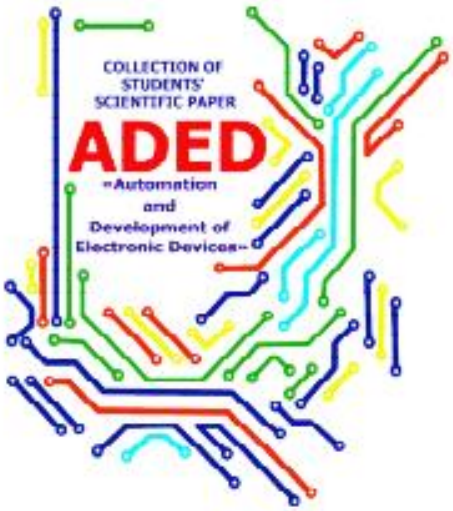
ITED

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

http://kafea.kdu.edu.ua

Харків 2023

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-2023

(Випуск 2)

[електронне видання]

Харків 2023

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

Автоматизація та Приладобудування («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2023) [Електронний ресурс] : збірник студентських наукових статей / Харківський національний університет радіоелектроніки ; [редкол.: І.Ш. Невлюдов та ін.]. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Вип. 2. – 386с.

Collection of Students' Scientific Paper «Automation and Development Of Electronic Devices» ADED-2023 Part 2 (Key infrastructure 2023) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National Universitety of Radio Elektronics [electronic edition], 2023. – 386p 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 № 6 від 01.05.2023

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, 172 Телекомунікації та радіотехніка, 171 Електроніка та 163 Біомедична інженерія. Статті надані в авторській редакції.

©ХНУРЕ, 2023 рік

УДК 621.391.31

РОЗРОБКА МЕТОДУ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ ВСЕРЕДИНІ СТАТИЧНОГО ЗОБРАЖЕННЯ ДЛЯ МОБІЛЬНИХ РОБОТІВ

М.М. Моргунов
Харківський національний університет радіоелектроніки
Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14
Email: maksym.morhunov@nure.ua

Анотація: Стаття присвячена розробці методу передачі інформації про стан мобільного робота в статичному зображенні, що є стратегічно важливою задачею для створення більш ефективних, безпечних та адаптивних робототехнічних систем, які знаходять своє застосування в різноманітних галузях і покращують якість нашого повсякденного життя. Проведено аналіз сучасних методів передачі інформації про оточуюче середовище мобільного робота та включають в себе різноманітні техніки обробки зображень та аналізу даних, показані їх переваги та недоліки. На базі цих методів, розроблено структуру метода передачі технічної інформації про стан мобільного робота в зображенні.

Ключові слова: мобільний робот, кодування інформації, статичне зображення.

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR TRANSMITTING INFORMATION INSIDE A STATIC IMAGE FOR MOBILE ROBOTS

M. Morhunov
Kharkiv National University of Radio Electronics
Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14
Email: maksym.morhunov@nure.ua

Anotations: The article is devoted to the development of a method for transmitting information about the state of a mobile robot in a static image, which is a strategically important task for the creation of more efficient, safe and adaptive robotic systems that are used in various fields and improve the quality of our everyday life. Modern methods of transmitting information about the mobile robot's environment are analyzed and include various image processing and data analysis techniques, their advantages and disadvantages are shown. Based on these methods, the structure of the method of transmitting technical information about the state of the mobile robot in the image has been developed.

Key words: mobile robot, information coding, static image.

Розробка методу передачі інформації про стан мобільного робота в статичному зображенні оточуючого середовища виступає ключовою задачею у вдосконаленні функціональності та адаптивності робототехнічних систем. У сучасному світі, де висуваються високі вимоги до автономності та ефективності роботів у різноманітних сценаріях, такий метод стає невід'ємною складовою розвитку галузей, таких як індустріальна автоматизація, транспортна логістика та медичні додатки [1-3]. Здатність робота аналізувати оточуюче середовище на основі статичного зображення дозволить йому ефективно взаємодіяти з непередбачуваними обставинами та змінювати свою поведінку в реальному часі. Це особливо важливо в умовах, де динаміка оточення може бути непередбаченою, наприклад, у промислових об'єктах або на дорогах [4]. Розробка такого методу також вирішить проблеми безпеки, дозволяючи роботам уникати перешкод, розпізнавати небезпечні об'єкти та адаптуватися до змін у динаміці навколишнього середовища. Це особливо актуально в галузі медицини, де автономні роботи можуть використовуватися для доставки медичних препаратів чи ведення операцій у важкодоступних місцях [5].

Такий метод передачі інформації також покликаний підвищити рівень взаємодії між роботами та людьми, що стає все більш актуальним у різних соціальних та робочих контекстах. Інтеграція цього методу дозволить створювати роботів, які не лише виконують свої завдання, але й співпрацюють з людьми, враховуючи їхні потреби та особливості [6].

В цілому, розробка методу передачі інформації про стан мобільного робота в статичному зображенні є стратегічно важливою для створення більш ефективних, безпечних та адаптивних робототехнічних систем, які знаходять своє застосування в різноманітних галузях і покращують якість нашого повсякденного життя. На даний час існують наступні методи передачі інформації про оточуюче середовище мобільного робота та включають в себе різноманітні техніки обробки зображень та аналізу даних. Ось деякі найпоширеніші методи [7-10]:

– машинне зорове сприйняття (Computer Vision). Використання алгоритмів комп'ютерного зору дозволяє роботам аналізувати та розпізнавати об'єкти, текстури, форми і розміри на зображеннях. Методи глибинного навчання, такі як нейронні мережі, можуть ефективно використовуватися для вдосконалення точності розпізнавання;

– функції детекторів і виокремлювачів об'єктів. Роботи можуть використовувати спеціальні алгоритми для виявлення конкретних об'єктів чи областей на статичних зображеннях. Це важливо для навігації, уникання перешкод та взаємодії з оточенням;

– сегментація зображення. Розділення зображення на різні сегменти, що дозволяє роботам краще розуміти структуру оточення. Сегментація може використовувати підходи на основі кольору, текстури чи глибини;

– використання сенсорів: Паралельно зі зображеннями, роботи можуть використовувати дані з інших сенсорів, таких як лідари, радари чи акустичні сенсори. Інтеграція даних з різних джерел дозволяє роботам створювати більш повні та достовірні моделі оточення;

– аналіз текстової інформації: Використання оптичного символізування для розпізнавання тексту на зображеннях може бути корисним для ідентифікації інформації, що міститься на написах чи мітках в оточуючому середовищі;

– використання топологічних карт: Роботи можуть створювати топологічні карти оточуючого середовища на основі статичних зображень, щоб ефективно навігувати та визначати своє місце в просторі.

Враховуючи переваги описаних методів машинного зорового сприйняття для передачі інформації про стан мобільного робота, також існують певні недоліки, які представлені в таблиці 1 [11-13].

Таблиця 1 – Аналіз недоліків методів передачі інформації про оточуюче середовище мобільного робота

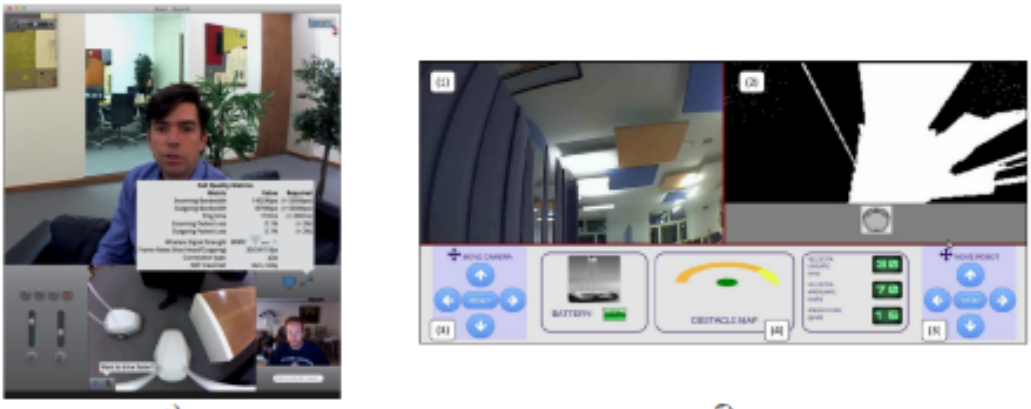
Недоліки	Опис
1	2
Витрати обчислювальних ресурсів	Застосування алгоритмів комп'ютерного зору, особливо тих, що базуються на глибинному навчанні, може вимагати значних обчислювальних ресурсів. Це може бути обмежувальним фактором при роботі з обмеженими обчислювальними платформами
Питома складність і налаштування	Використання функцій детекторів та виокремлювачів об'єктів може вимагати налаштувань параметрів для конкретних умов навколишнього середовища. Це може бути чутливим до змін від одного сценарію до іншого

Продовження таблиці 1

1	2
Чутливість до шуму та артефактів	Сегментація зображення та робота з текстовою інформацією може бути вразливою до шумів та артефактів на зображенні. Це може призвести до помилкового розпізнавання об'єктів або тексту, що впливає на надійність системи
Залежність від освітлення	Використання оптичних методів може бути вразливим до змін освітлення. Зміни в яскравості чи тіні можуть вплинути на точність розпізнавання об'єктів та тексту
Обмежена реакція на динамічні зміни	В тих випадках, коли оточення змінюється дуже швидко, наприклад, при великій кількості рухомих об'єктів, використання статичних методів може призвести до недостатньої адаптації та неефективності робота
Обмеження в роботі з текстовою інформацією	Попри те, що аналіз тексту може бути ефективним, він може обмежуватися в розпізнаванні рукописних чи неправильно надрукованих текстів, що може створювати проблеми в певних сценаріях

З урахуванням цих обмежень, інтеграція різних методів та використання додаткових датчиків може допомогти забезпечити більш високу ефективність та надійність системи сприйняття мобільного робота в різноманітних умовах [14].

Приклад реалізації передачі технологічної інформації про стан мобільного робота всередині GUI системи керування представлено на рисунку 1.



а) б)

а) Beam інтерфейс; [2]

б) GUI інтерфейс роботизированної платформи телеприсутствия; [3]

Рисунок 1 – Приклад реалізації передачі інформації всередині GUI системи керування мобільного робота

Виходячи з проведеного аналізу, можливо бачити, що передача технічної інформації не тільки обмежує робочій простір який бачить оператор, а також не дозволяє передавати всю інформацію в одному потоці даних з відео. В наслідок цього розробка метода кодування технічної інформації про стан мобільного робота в середині статичної картинки, яка є елементом потокового відео – є актуальної задачею [15-16].

На базі проведеного аналізу побудови та реалізації методів передачі технічної інформації про стан мобільного робота, їх переваг та недоліків пропонується реалізувати новий метод передачі технічної інформації для автономних роботів на базі можливості кодування цих даних у середині зображення. Сутність запропонованого метода представлена на рисунку 2.

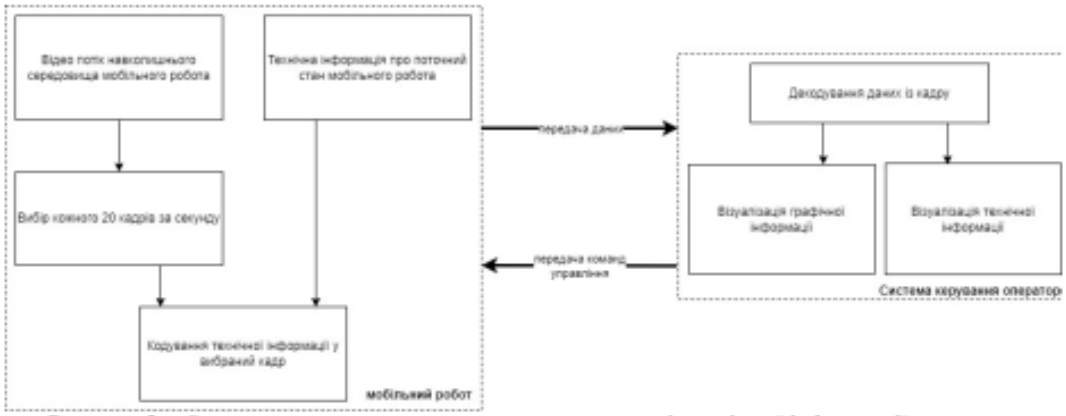


Рисунок 2 – Структура запропонованого метода передачі технічної інформації про стан мобільного робота в зображенні

Як можна бачити з рисунку 2, суть метода полягає в кодуванні технічної інформації про стан мобільного робота, або стан датчиків та допоміжної інформації в певному кадрі відео потоку. Це по задумці дозволіть зменшити навантаження на інформаційний поток, та дозволить передавати всю необхідну та достатню інформацію не тільки про стан мобільного робота, а також про навколішнє середовище [17].

Висновки: В ході проведеного дослідження були розглянути наступні методі передачі інформації про оточуюче середовище мобільного робота, що включають в себе різноманітні техніки обробки зображень та аналізу даних. Враховуючи переваги описаних методів машинного зорового сприйняття для передачі інформації про стан мобільного робота побудована порівняльна таблиця їх недоліків. На базі проведеного аналізу побудови та реалізації методів передачі технічної інформації про стан мобільного робота, їх переваг та недоліків пропонується реалізувати новий метод передачі технічної інформації для автономних роботів на базі можливості кодування цих даних у середині зображення. Розроблена структура метода передачі технічної інформації про стан мобільного робота в зображенні. Що по задумці дозоліть зменшити навантаження на інформаційній поток, та дозволить передавати всю необхідну та достатню інформацію не тільки про стан мобільного робота, а також про навколішнє середовище.

ЛІТЕРАТУРА

1. Li Wang,1Lijun Zhao,Guanglei Huo,Ruifeng Li,Zhenghua Hou,Pan Luo,Zhenye Sun,Ke Wang, and Chenguang Yang (2018). Visual Semantic Navigation Based on Deep Learning for Indoor Mobile Robots. Neural Network for Complex Systems: Theory and Applications. Volume 2018, Article ID 1627185. https://doi.org/10.1155/2018/1627185

2. Robots and telepresence: Bandwidth-heavy tools invade the business world. Advance: https://arstechnica.com/information-technology/2013/12/robots-and-telepresence-bandwidth-heavy-tools-invade-the-business-world/

3. M. K. Ng, Stefano Primatesta. (2015). A cloud robotics system for telepresence enabling mobility impaired people to enjoy the whole museum experience. International Conference on Design & Technology of Integrated Systems in Nanoscale Era. DOI:10.1109/DTIS.2015.7127391

4. Attar, H., & et al.. (2022). Control System Development and Implementation of a CNC Laser Engraver for Environmental Use with Remote Imaging. Computational Intelligence and Neuroscience, 2022, Article ID 9140156, https://doi.org/10.1155/2022/9140156.

5. 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

6. 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

7. 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.

8. Невлюдов І. Ш., Андрусевич А. О., Євсєєв В. В., Новоселов С. П., Демська Н. П. Проектування мобільних маніпуляційних роботів: Монографія. – Х. :, 2022. – 427 с.

9. Mykhailo Akopov, Svitlana Maksymova, & Vladyslav Yevsieiev. (2023). Choosing a Camera for 3D Mapping. Journal of Universal Science Research, 1(11), 28–38. Retrieved from https://universalpublishings.com/index.php/jusr/article/view/2486

10. Nevliudov Igor, Maksymova Svitlana, Yevsieiev Vladyslav, & Klymenko Oleksandr. (2023). Using Mecanum Wheels for Radio Shuttle. Multidisciplinary Journal of Science and Technology, 3(3), 182–187.

11. Yevsieiev V. Some aspects of the development of the BEAM robot control scheme / V. Yevsieiev // In IV International Scientific and Theoretical Conference,Singapore, Republic of Singapore. - P. 79-81.

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 «ΛΌГОΣ», (September 29, 2023; Bologna, Italy), 113–115. https://doi.org/10.36074/logos-29.09.2023.31

14. Vladyslav Yevsieiev, Nikolaj Starodubcev (2023). Development of a control algorithm for a small-sized mobile manipulation robot. Scientific Collection «InterConf», (140), P. 648-651.

15. 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.

16. 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.

17. Yevsieiev, V. ., Maksymova, S. ., & Starodubcev, N. . (2022). A ROBOTIC PROSTHETIC A CONTROL SYSTEM AND A STRUCTURAL DIAGRAM DEVELOPMENT. *Collection of Scientific Papers «ΛΌГОΣ»*, (August 12, 2022; Zurich, Switzerland), 113–114. https://doi.org/10.36074/logos-12.08.2022.33

ДОДАТОК Г

Демонстраційний матеріал

Формат	Позиція	ПОЗНАЧЕННЯ	НАЙМЕНУВАННЯ	Кількість	Примітки
			Текстові документи		
А4	1	ГЮІК 501340.013 ПЗ	Пояснювальна	92	с.
			записка		
			Інші документи		
	2		Додаток А	3	с.
			Програма кодування технічної		
			інформації про стан		
			мобільного робота в відео		
			потоці		
	3		Додаток Б	2	с.
			Програма декодування		
			технічної інформації про стан		
			мобільного робота		
	4		Додаток В	9	с.
			Апробація результатів		
			наукових досліджень		
	5		Додаток Г	16	с.
			Демонстраційний матеріал		

					ГЮІК 501340.013 ПЗ			
Змін	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Моргунов М.М.			Розроблення програмного модуля для передачі інформації про стан мобільного робота в зображенні	Літера	Аркуш	Аркуш
Перевірив		Євсєєв В.В.				Н	1	1
						Кафедра КІТАР ХНУРЕ		
Норм. контроль		Демська Н.П.						
Затв.		Невлюдов І.Ш.						