



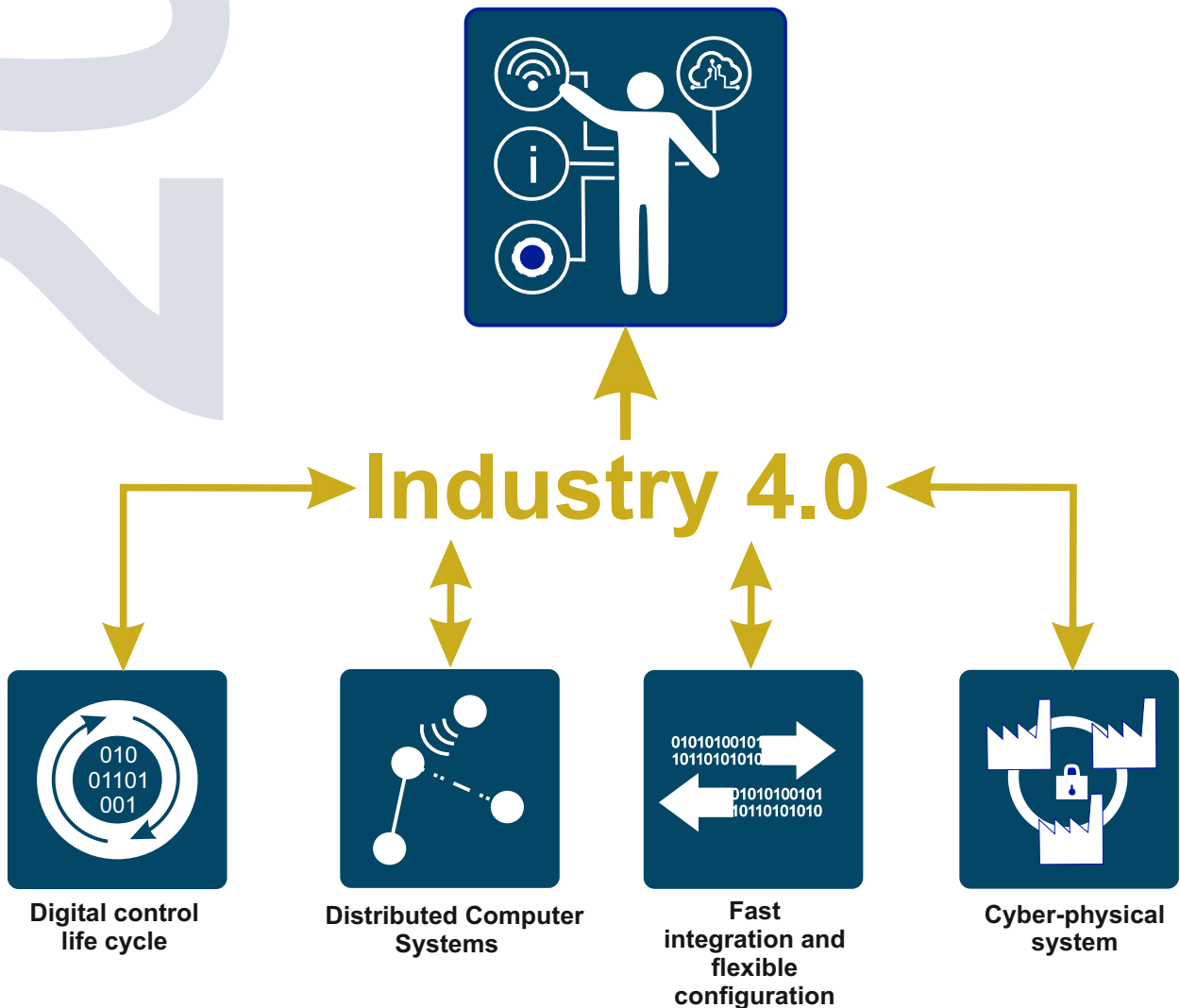
The Ministry of
Education and Science
of Ukraine

<https://nure.ua/>

Kharkiv National
University of
Radio Electronics

KITAM

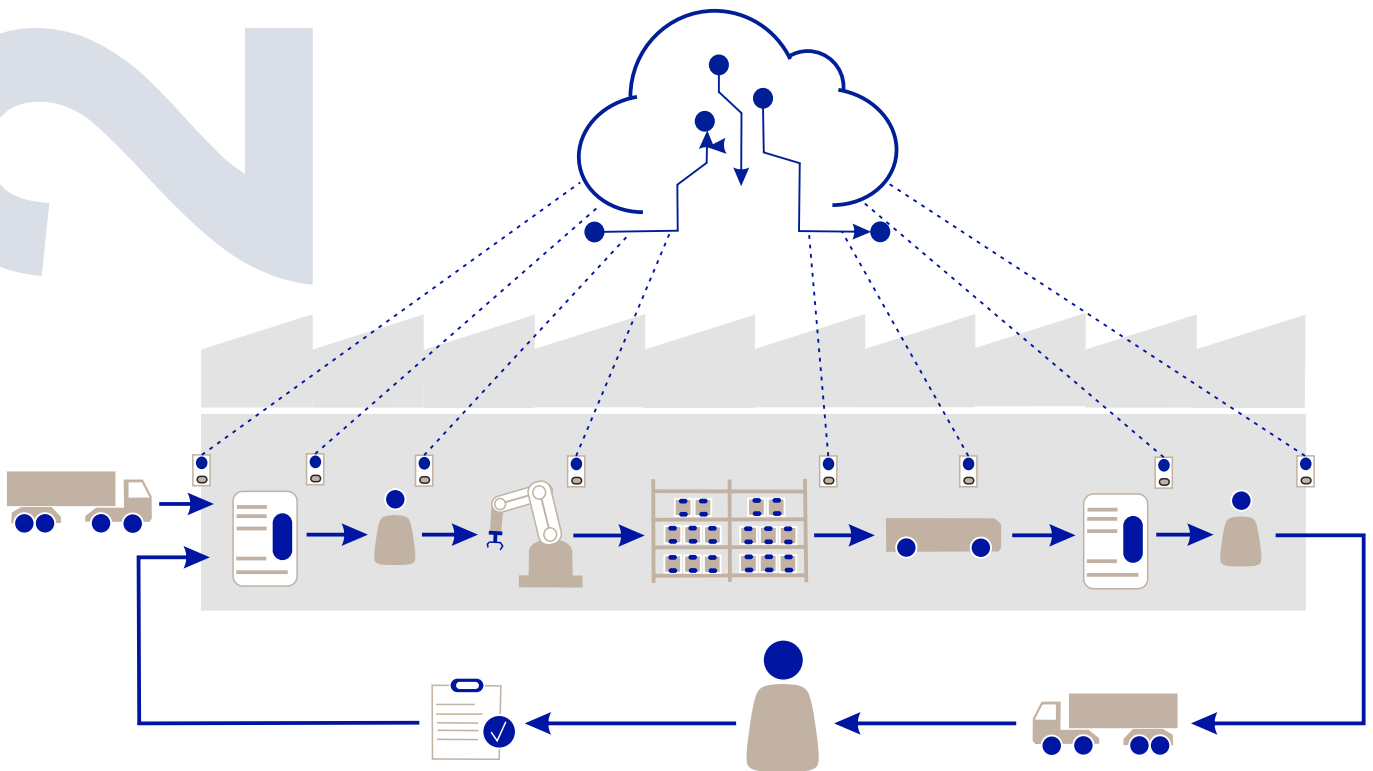
COLLECTION
OF STUDENTS' SCIENTIFIC PAPER
«Automation and Development of Electronic Devices»
ADED-2022
(Part 2)



2022

ЗБІРНИК

студентських наукових статей
«Автоматизація та приладобудування»
ADED-2022
(Випуск 2)
[електронне видання]



Industry 4.0

- Головий 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.

РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ МОБІЛЬНОГО МАНІПУЛЯЦІЙНОГО РОБОТА

Стеценко К.К.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14

E-mail: kateryna.stetsenko2@nure.ua.

Анотація: У цій роботі розглядається розробка структурної схеми на базі доступних компонентів для мобільної платформи. Автор, провівши аналіз наявних мобільних роботів, розробив структурну схему мобільного маніпуляційного робота, що базується на децентралізованій системі керування як маніпулятора, так і системи комп'ютерного зору на базі різних мікроконтролерів, пристроїв системи ESP32. Був обраний, в апаратній частині, для реалізації системи управління і системи переміщення даним мобільним роботом на базі 2 WD для лабораторних випробувань.

Ключові слова: мобільні роботи, маніпулятор, двигун.

DEVELOPMENT OF A STRUCTURAL SCHEME OF A MOBILE MANIPULATION ROBOT

K. Stetsenko.

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, pr. Nauki, 14

E-mail: kateryna.stetsenko2@nure.ua.

Abstract: This robot deals with the development of a structural circuit based on available components for a mobile platform. The author has analyzed existing mobile robots and developed a structural scheme of mobile manipulation robot based on decentralized control system of both manipulator and computer vision system based on different microcontrollers, devices of ESP32 system. It was selected, in hardware, to implement a control system and motion system of this mobile robot based on 2 WD for laboratory testing.

Keywords: mobile robots, manipulator, engine.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. На сучасному етапі розвитку робототехніки стає невід'ємним завдання розроблення мобільних роботів із розширеними функціональними можливостями. Одним із розширень функціональних можливостей є застосування маніпуляторів на базі мобільного робота, що дають йому змогу локально розв'язувати визначене коло завдань з переміщення об'єктів. Розробка експериментальних лабораторних макетів, а також їхня реалізація з інтегрованою системою комп'ютерного зору дасть змогу в майбутньому використовувати дану розробку для створення мобільних роботів для гуманітарного розмінування, для переміщення вибухових об'єктів та використання їх у зонах техногенних кадастрів [1-5].

ВСТУП. У наш час мобільна робототехніка відіграє все більшу роль у різних сферах нашого життя та суспільства. Роботизація виробничо-технологічних процесів у всіх сферах людської діяльності є основною і довгостроковою тенденцією розвитку сучасного суспільства. Протягом багатьох років медичне співтовариство використовувало мобільних роботів для переміщення матеріалів, зокрема для хірургічних процедур. Роботи ефективно використовуються на складах для точного переміщення матеріалів або піддонів із полиць до місць виконання замовлень. Мобільні роботи також присутні в сільському господарстві, військовій, хімічній і гірничодобувній промисловості, головним чином зосереджуючись на дослідженнях, розвідці, підривних роботах і саперній роботі в небезпечних зонах і на поверхнях, допомагаючи в робочому процесі і навіть виконуючи завдання в неможливих і небезпечних ситуаціях, що загрожують життю. місце. діяльність людини. Промислові

роботи стали основною технічною основою світового промислового машинобудування, приладобудування та електронної промисловості, і вони широко поширені [6-9].

Однак, враховуючи останні досягнення в галузі навігаційних систем, систем технічного зору, систем аналізу тощо, розробка складних роботизованих інструментів гальмується відсутністю відкритої та комплексної науково-теоретичної бази для обчислення та побудови автономних мобільних комплексів. за відсутності оператора Брати участь у ситуаціях, коли рішення приймаються на основі навколишніх обставин [10-12].

РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ. Створення таких роботів дасть змогу порівняно дешево і без небезпеки для здоров'я людей розв'язувати комплекс завдань, пов'язаних із захистом і охороною навколишнього середовища, розвідкою місцевості в інтересах різних організацій. Тому даний мобільний робот маніпулятор в подальшому розвитку зможе розвинутися до гарного помічника при транспортуванні речей. Розвиток даного напрямку досить актуальний, тому виникла ідея про створення структурної схеми мобільного роботу. Структурна схема представлена на рис.1.

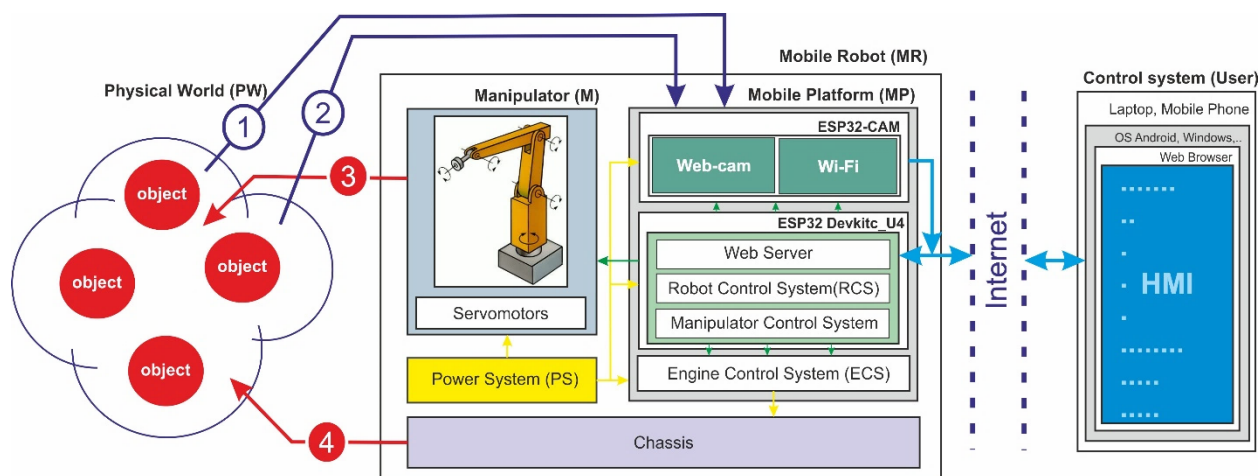


Рисунок 1 - Структурна схема та вибір компонентів для реалізації запропонованого мобільного робота

Запропонований варіант структури мобільного робота (MB) реалізує можливість пересування робота в фізичному світі, за допомогою аналізу оточення, та підхоплення певних предметів на невеликих відстанях.

На мобільній платформі (MP) розміщено дві ESP32, ESP32-CAM з них робить запис та відправляє його на локальний адрес другої ESP32, де отримуймо вид з даної камери. На платі ESP32_Devkite_U4 створюється точка доступу до якої підключається асинхронний веб-сервер. На даному сервері створюється локальний адрес, за допомогою створюється можливість керувати роботом.

За допомогою системи керування двигуном (L298N), якій передаються електричний заряд від системи живлення (PS) та електричні імпульси від ESP32_Devkite_U4 здійснюється керування шасі.

Маніпулятор (M) містить у собі чотири серводвигуна, які регулюють нахил маніпулятора, стискання щелеп або кут повороту механічної руки.

Система живлення (PS) постачає електроенергію в маніпулятор для живлення сервоприводів, в платі керування та трансляції зображення та в L298N.

В даному випадку пристрій може бути різним (ноутбук, планшет, телефон чи інше), головне щоб він міг підключитися до інтернету та мав браузер.

Перейшовши по локальному адресу в браузері користувач побачить відео потік, який транслює ESP32-CAM та поля для руху маніпулятора, шасі.

Даний об'єкт зв'язаний з роботом можливістю змінювати одне одного, бо від нього отримуються дані, у вигляді відео, по яким можливо здійснити висновок про місце знаходження мобільного робота та змінити його.

ОБУМОВЛЕННЯ ВИБОРУ САМЕ ЦИХ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ ПОБУДОВИ. Обрання певних елементів відбувалося згідно аналізу їх компонентів та сумісності одне з одним.

В якості платформи застосовується мобільне шасі для Arduino 2WD. Розміри та вагу шасі зображено на рис.2.

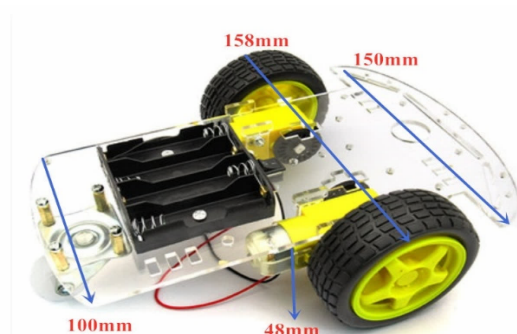


Рисунок 2 – Розміри та вага платформи

Дана площадка є достатньо компактною але придатна для наших цілей, вільний майданчик легко вміщає на собі маніпулятор, плати, систему керування та живлення.

В якості системи керування двигуном обрано саме L298N, бо ця плата гарно сумісна, популярна, багатофункціональна та легка в підключенні.

Схема модуля, що складається з двох Н-мостів, дозволяє підключати до нього один біполярний кроковий двигун або одночасно дві щіткові двигуни постійного струму. При цьому є можливість змінювати швидкість та напрямок обертання моторів. Управління здійснюється шляхом подачі відповідних сигналів на командні входи, виконані у вигляді контактів штирю. На рисунку 3 показаний зовнішній вигляд модуля з коротким описом його складових.

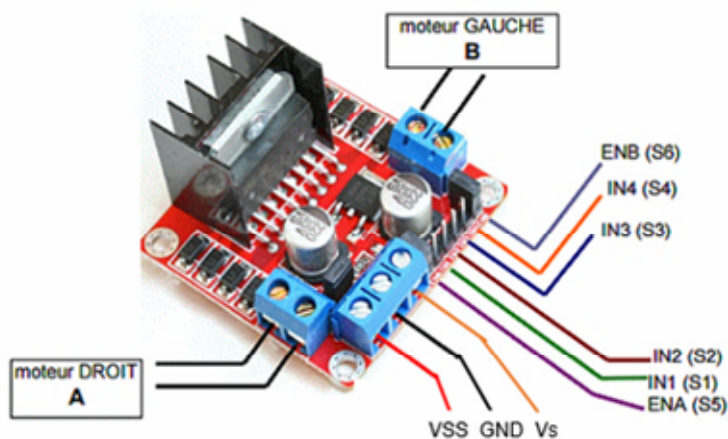


Рисунок 3 – Зовнішній вид модуля L298N

Moteur DROIT A (OUT1 та OUT2) – роз'єми для підключення першого щіткового двигуна або першої обмотки крокового двигуна;

Moteur DROIT B (OUT3 та OUT4) – роз'єми для підключення другого щіткового двигуна або другої обмотки крокового двигуна;

VSS – вхід для живлення двигунів (максимальний рівень +35V);

GND - загальний провід (не забуваємо з'єднати з аналогічним входом Arduino!);

Vs – вхід для живлення логіки +5V. Через нього безпосередньо запитується сама мікросхема L298N. Є ще другий спосіб живлення, при якому 5V для L298N береться від вбудованого модуль стабілізатора напруги. У такому випадку на роз'єм подається тільки живлення для двигунів (Vss), контакт Vs залишається не підключеним, а на платі встановлюється перемичка живлення від стабілізатора, який обмежить напругу живлення до прийнятних 5V.

IN1, IN2 – контакти керування першим щітковим двигуном або першою обмоткою крокового двигуна.

IN3, IN4 – контакти керування другим щітковим двигуном або другою обмоткою крокового двигуна.

ENA, ENB – контакти для активації/деактивації першого та другого двигунів або відповідних обмоток ШД. Подача логічної одиниці ці контакти дозволяє обертання двигунів, а логічний нуль – забороняє. Для зміни швидкості обертання щіткових двигунів на ці контакти подається ШІМ-сигнал. Для роботи з кроковим двигуном, як правило, на ці контакти ставлять перемички, що забезпечують постійну підтяжку +5V.

Для руху маніпулятора обрані популярні серводвигуни SG90.

Обрання плат керування мобільного робота ґрунтувалося на їх технічних характеристиках.



Рисунок 4 – Зовнішній вид ESP32-CAM

Згідно з описом: The I2S subsystem in the ESP32 also provides a high speed bus connected directly to RAM for Direct Memory Access. Putting it simply, you can configure the ESP32 I2S subsystem to send or receive parallel data under hardware control.” В нас є можливість безперервно відправляти дані (відео потік) на сервер.

Модуль ESP32-CAM має технічні характеристики, головні з них представлено в табл. 1.

Таблиця 1 - ESP32-CAM технічні характеристики

Назва	Характеристики
Зв'язок	Wi-Fi 802.11b/g/n+Bluetooth 4.2 з BLE. Підтримує завантаження зображень через Wi-Fi
Зв'язки	UART, SPI, I2C, у ШІМ. Він має 9 контактів GPIO
Тактова частота	160 МГц
Обчислювальна потужність мікроконтролера	до 600 DMIPS
Пам'ять	520 КБ SRAM + 4 МБ PSRAM + слот для картки SD
Екстракт	має кілька сплячих режимів, прошивку з можливістю оновлення по OTA та світлодіоди для використання вбудованої флеш-пам'яті
Камера	Підтримує камери OV2640, які можна придбати в комплекті або придбати окремо

Плату ESP32_Devkit_U4 обрано після аналізу входів/виходів плати та технічних характеристик. Зовнішній вигляд мікроконтролера представлено на рис.5.

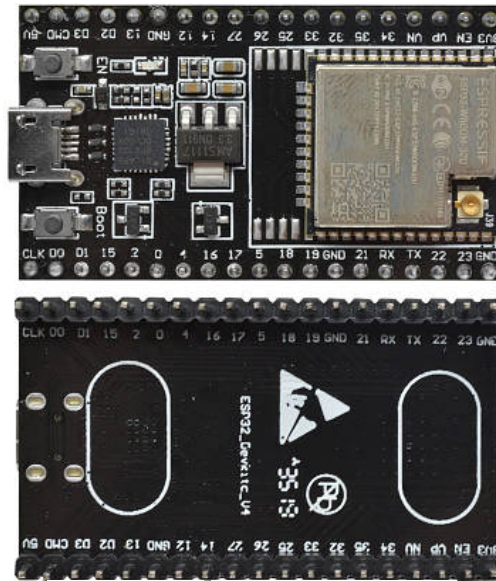


Рисунок 5 - ESP32_Devkit_U4

Таблиця 2 - ESP32_Devkit_U4 технічні характеристики

Назва	Характеристики
Модуль	ESP-WROOM-32
Мікроконтролер	ESP32-D0WDQ6
Процесорна частина	Tensilica Xtensa LX6, співпроцесор із ультранизьким енергоспоживанням
Пам'ять	4 MB FLASH
Бездротові інтерфейси	Wi-Fi: 802.11 b/g/N, Bluetooth: v4.2 BR/EDR та BLE
Безпека	шифрування FLASH
Камера	Підтримує камери OV2640, які можна придбати в комплекті або придбати окремо

Дійсно, мікроконтролер з такими приголомшливими можливостями і такою низькою ціною може бути використаний будь-де. Але виробник - компанія Espressif Systems, перш за все, виділяє призначення ESP32 для створення IoT пристроїв.

IoT (Internet of Things), у перекладі “Інтернет Речів” – це концепція підключення всього до Інтернету, що дозволить керувати цим через Інтернет. Дійсно, наявність інтегрованих інтерфейсів WiFi та Bluetooth, висока продуктивність та низька ціна роблять ESP32 ідеальними контролерами для IoT технологій.

Висока продуктивність дозволяє використовувати ESP32 у системах обробки зображень та мовлення у реальному часі. Саме тому, що цю плату можна застосувати майже будь де, її і було обрано для роботи.

ВИСНОВКИ. Під час розроблення структурної схеми мобільного маніпуляційного робота був проведений аналіз наявних наразі мобільних роботів, були обрані апаратні частини, розроблені струнні елементи. У подальшому майбутньому планується розробка структурної схеми підключення, розробка алгоритмів і розробка макета для проведення експериментів.

ЛІТЕРАТУРА

1. 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>.
2. 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.
3. Невлюдов І. Ш., Андрусевич А. О., Євсєєв В. В., Новоселов С. П., Демська Н. П. Проектування мобільних маніпуляційних роботів: Монографія. – Х. :, 2022. – 427 с.
4. Yevsieiev, V. ., Maksymova, S. ., & Starodubcev, N. . (2022). A ROBOTIC PROSTHETIC A CONTROL SYSTEM AND A STRUCTURAL DIAGRAM DEVELOPMENT. *Collection of Scientific Papers «ЛОГОС»*, (August 12, 2022; Zurich, Switzerland), 113–114. <https://doi.org/10.36074/logos-12.08.2022.33>
5. 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
6. Development of a 3D Model of a Manipulator for Mobile Robotic Platforms Based on Unigraphics NX / V. Yevsieiev, I. Nevliudov, N. Demska, Y. Valkivskyi // *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. – Серія : Технічні науки. – 2022. – Т. 33(72), № 1. – С. 157–164*
7. Yevsieiev V. Development of the Environmental Visualization System Based on ESP32-CAM / V. Yevsieiev, O. Luchaninova // *Theory and Practice of Modern Science : The III International Scientific and Theoretical Conference*, 1 April 2022. – Kraków, Republic of Poland, 2022. – Vol. 1. – P. 79-81
8. 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*
9. Analysis of Software Products for Simulation Modeling of the Operation of the System of Shuttles for Warehousing / Igor Nevliudov, Vladyslav Yevsieiev, Svitlana Maksymova, Oleksandr Klymenko, Maksym Vzhesnievskyi // *Manufacturing & Mechatronic Systems 2022: Proceedings of VIst International Conference, Kharkiv, October 21-22, 2022: Theses of Reports / [Ed. I.Sh. Nevliudov (chief editor).] - Kharkiv .: [electronic version], 2022. - 136 p. with. P. 24-26.*
10. 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.
11. Nevliudov I., Yevsieiev V., Lyashenko V., Ahmad M. Ayaz. GUI Elements and Windows Form Formalization Parameters and Events Method to Automate the Process of Additive Cyber-Design CPPS Development // *Advances in Dynamical Systems and Applications. – 2021. – Vol. 16(2). – pp. 441-455.*
12. 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>.