

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Комп'ютерних наук _____
(повна назва)

Кафедра _____ Штучного інтелекту _____
(повна назва)

АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____

_____ «Дослідження алгоритмів самокерування в інтелектуальному роботі-машині» _____
(тема)

Виконав:
студент 2 курсу, групи _____ СШМ-19-1 _____
Лоскутова А.О. _____
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки _____
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми _____ освітньо-професійна _____
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Системи штучного інтелекту _____
(повна назва спеціалізації)

Керівник _____ доц. каф. ШІ Вітько О.В. _____
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри _____
(підпис)

В.О. Філатов
(прізвище, ініціали)

2020 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Комп'ютерних наук _____
(повна назва)
Кафедра _____ Штучного інтелекту _____
(повна назва)
Рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____
Спеціальність _____ 122 Комп'ютерні науки _____
(код і повна назва)
Тип програми _____ Освітньо-професійна _____
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)
Освітня програма _____ Системи штучного інтелекту (СШІ) _____
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____
(підпис)

«_____» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
НА АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові _____ Лоскутовій Аліні Олександрівні _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ Дослідження алгоритмів самокерування в інтелектуальному роботі-
машині _____

затверджена наказом університету від _____ 2020 р. № 1497 СТ _____

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 16 _____ грудня _____ 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи Науково-технічні публікації, дані Інтернет та відомих наукових
проектів, електронні документації _____

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі _____

1) Аналіз предметної галузі та постановка задачі _____

2) Побудова інтелектуального робота _____

3) Аналіз та розробка алгоритмів самокерування для робота-машини _____

4) Дослідження інших можливостей Arduino _____

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (п.5 включається до завдання за рішенням випускової кафедри) блок-схема алгоритму руху по чорній лінії та вибору напрямку по шляху найменшого опору

6. Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Теоретична частина	доц. каф. ІІІ Вітько О.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на атестаційне проектування	02.11.2020	виконано
2	Аналіз завдання та пошук літератури з теми роботи	06.11.2020	виконано
3	Опрацювання літератури та аналіз об'єкту	10.11.2020	виконано
4	Вибір апаратного набору Arduino та його збірка	11.11.2020	виконано
5	Розробка алгоритмів керування для робото-машини	20.11.2020	виконано
6	Аналіз отриманих результатів	27.11.2020	виконано
7	Оформлення пояснювальної записки та документації	28.11.2020	виконано
8	Представлення на рецензування	04.12.2020	виконано
9	Оформлення презентаційних матеріалів	12.12.2020	виконано
10	Захист атестаційної роботи	16.12.2020	виконано

Дата видачі завдання 2 листопада 20 20 р.

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис) _____ (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 73 с., 2 табл., 35 рис., 2 дод., 16 джерел.

АЛГОРИТМИ, ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ РОБОТ, РОБОТ-МАШИНА, СЕРВОПРИВІД, УЛЬТРАСОНІК, ARDUINO, ARDUINO IDE, ARDUINO UNO, C++.

Об'єктом дослідження є інтелектуальні можливості робота-машини, реалізованого з набору keyestudio Smart Little Turtle V2.0. Метою даної атестаційної роботи є дослідження можливостей робота Arduino, збірка інтелектуального робота, а також розробка програмного забезпечення та алгоритмів самокерування. Імплементация алгоритмів вибору напрямку по шляху найменшого опору та алгоритму керування роботом для руху по чорній лінії передбачає аналіз можливих засобів оптимізації коду, апаратної частини, щоб зменшити енергоспоживання та ефективно використання пам'яті робота. Також дослідження можливостей даного набору та окремих частин робота-машини для подальшого використання та створення нових засобів, які можуть покращити життя людини, проведення аналізу алгоритмів імплементации цих можливостей.

Методи дослідження – аналіз літератури, інтернет-джерел, і інструментарій збірки Arduino.

Результатом виконання даної роботи є сконструйований робот-машина, розроблені та реалізовані алгоритми та дослідження, заявлені в меті роботи.

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка: 73 с., 2 табл., 35 рис., 2 прил., 16 источников.

АЛГОРИТМЫ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ РОБОТ, РОБОТ-МАШИНА, СЕРВОПРИВОД, УЛЬТРАСОНИК, ARDUINO, ARDUINO IDE, ARDUINO UNO, C++.

Объектом исследования являются интеллектуальные возможности робота-машины, реализованных из набора keyestudio Smart Little Turtle V2.0. Целью данной аттестационной работы является исследование возможностей робота Arduino, сборник интеллектуального робота, а также разработка программного обеспечения и алгоритмов самокерування. Имплементация алгоритмов выбора направления по пути наименьшего сопротивления и алгоритма управления роботом для движения по черной линии предусматривает анализ возможных средств оптимизации кода, аппаратной части, чтобы уменьшить энергопотребление и эффективное использование памяти робота. Также исследования возможностей данного набора и отдельных частей робототехнических машины для дальнейшего использования и создания новых средств, которые могут улучшить жизнь человека, проведения анализа алгоритмов имплементации этих возможностей.

Методы исследования – анализ литературы, интернет-источников, и инструментарий сборки Arduino.

Результатом выполнения данной работы является сконструированный робот-машина, разработаны и реализованы алгоритмы и исследования, заявленные в целях работе.

ABSTRACT

The note explanatory contains: 73 p., 2 tables, 35 figures, 2 app., 16 sources.

ALGORITHMS, ARDUINO, ARDUINO IDE, ARDUINO UNO, C++, INTELLIGENT ROBOT, MACHINE ROBOT, SERVO DRIVE, ULTRASONIC.

The object of research is the intellectual capabilities of the robot machine, implemented from a set of keyestudio Smart Little Turtle V2.0. The purpose of this certification work is to study the capabilities of the Arduino robot, the assembly of an intelligent robot, as well as the development of software and self-management algorithms. The implementation of direction selection algorithms by the path of least resistance and the robot control algorithm for moving along the black line involves the analysis of possible means to optimize the code, hardware to reduce power consumption and efficient use of robot memory. Also, research of possibilities of this set and separate parts of the robot machine for the further use and creation of new means which can improve a human life, carrying out the analysis of algorithms of implementation of these possibilities.

Research methods – analysis of literature, online sources, and tools of the Arduino collection.

The result of this work is a designed robot machine, developed and implemented algorithms and research, stated in the purpose of the work.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів	10
Вступ.....	11
1 Аналіз предметної галузі та постановка задачі.....	13
1.1 Актуальність обраної теми.....	13
1.2 Можливості робота Arduino	18
1.3 Опис та аналіз самокерування в інтелектуальному роботі-машині.....	21
1.4 Мета та задачі дослідження	23
1.5 Переваги та недоліки вибору keyestudio Smart Little Turtle V2.0	24
2 Побудова інтелектуального робота	27
2.1 Пошагова інструкція	27
2.1.1 Підключення модулів робота	22
3 Аналіз та розробка алгоритмів самокерування для робота-машини	52
3.1 Програми для розробки	52
3.1.1 Arduino IDE.....	52
3.1.2 Programino	53
3.1.3 B4R (Basic for Arduino).....	54
3.1.4 CodeBlocks Arduino IDE	54
3.1.5 Переваги Arduino IDE	55
3.2 Аналіз алгоритмів самокерування.....	56
3.2.1 Розробка алгоритму вибору напрямку по шляху найменшого опору	56
3.2.2 Розробка алгоритму керування роботом для руху по чорній лінії	59
3.2.3 Розробка алгоритму керування для руху по білій лінії.....	61
3.2.4 Результати оптимізації алгоритмів.....	62
4 Дослідження інших можливостей Arduino	68
4.1 Дистанційне управління інтелектуальним роботом за допомогою Bluetooth та інфрачервоного пульта.....	68
4.2 Замок з послідовністю ударів.....	70
4.3 Автоматична мусорка	71

4.4 Лічильник відвідувачів у приміщенні.....	73
Висновки	74
Перелік джерел посилання.....	75
Додаток А Код програми.....	77
Додаток Б Відомість атестаційної роботи магістра.....	84

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

USB – universal Serial Bus – універсальна послідовна шина;

LS IN – low Signal – низький сигнал;

HS IN – high Signal – високий сигнал;

SRAM – static random access memory – статична п'яти з довільним доступом;

CPU – central Processing Unit – центральний процесор;

MCU – microcontroller Unit – блок мікроконтролера;

CLI – command Line Interface – інтерфейс командного рядка;

UART – universal Asynchronous Receiver/Transmitter – універсальний асинхронний приймач.

ВСТУП

Розробка та збірка інтелектуальних роботів має широке практичне застосування в сучасному світі. Одночасно роботи починають усе більш широко проникати в галузі господарства, металургію, будівництво, транспорт, легку й харчову промисловість, а також у медицину, сферу обслуговування, освоєння океану й космосу.

Arduino являє собою набір, до складу якого входять готовий електронний блок і програмне забезпечення. Електронний блок – це друкована плата з мікро контролером і елементами, які необхідні для роботи. Друга частина – це програмне забезпечення для створення програм, що включає в себе просту середу розробки і мову програмування C / C ++, що дозволяють маніпулювати та розробляти різні засоби самокерування роботом-машиною.

Об'єкт дослідження – алгоритми самокерування в інтелектуальному роботі-машині.

Мета роботи – розробити алгоритми самокерування в інтелектуальному роботі-машині та провести дослідження інших можливих ідей для дому на основі ключового набіру keyestudio Smart Little Turtle V2.0.

У відповідність з поставленою метою в роботі визначені наступні завдання:

- розглянути існуючі версії платформ Arduino;
- виконати збірку інтелектуальної роботи;
- проаналізувати можливості роботи та методи вирішення можливих проблем при розробці алгоритмів його роботи;
- розробка алгоритму вибору напрямку роботи по шляху найменшого опору;
- розробка алгоритму управління роботом для руху по чорній та білій лінії;

- провести дослідження інших можливостей найбільш зручних засобів керування роботом-машиною у майбутньому;

- проаналізувати алгоритми та принцип роботи для запланованих задач, для яких потрібні будуть додаткові пристрої та датчики (сигналізація за допомогою ультразвука та світлодіодів; замок з сервоприводом і датчиком звуку / вібрації / торкання, які дозволяють задавати і розпізнавати послідовність ударів; відро для сміття з автоматичною кришкою).

У даній роботі досліджені схожі алгоритми самокерування, а також інші можливості цього робота-машини. Також в роботі будуть описані додаткові прилади, засоби та технології для роботи з інтелектуальним роботом, які дають ще більш можливостей.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ГАЛУЗІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1 Актуальність обраної теми

Сучасними попередниками роботів є різного роду пристрої для маніпулювання на відстані об'єктами, безпосередній контакт людини з якими небезпечний або неможливий. Це маніпулятори з ручним або автоматизованим керуванням. Перші пристрої такого роду були пасивними, тобто механізмами без приводів, і служили для повторення на відстані рухів руки людини цілком за рахунок його мускульної сили. Потім були створені маніпулятори із приводами й керовані людиною різними способами аж до біоелектричного. У сучасному світі робототехніка є одним з найперспективніших напрямків наукових досліджень, яке об'єднує досягнення в різних областях штучного інтелекту.

З розвитком науки і техніки, підтримкою інновацій робототехніка перетворилася в самостійну наукову сферу. Головною властивістю будь-якого механізму і робота є його корисність. Залежно від корисності машини в тій чи іншій сфері життя прийнято виділяти такі різновиди роботів: медичні, бойові, побутові, промислові та будівельні, дослідні, ігрові та ін. Також роботи можна розділити на керовані і автономні; мобільні і стаціонарні. Робототехніка спирається на такі дисципліни, як електроніка, механіка, кібернетика, телемеханіка, мехатроніка, інформатика, а також радіотехніка і електротехніка.

Найважливіші класи роботів широкого призначення – маніпуляційні та мобільні роботи.

Маніпуляційний робот – автоматична машина (стаціонарна або пересувна), що складається з виконавчого пристрою у вигляді маніпулятора, що має кілька ступенів рухливості, і пристрої програмного управління, яка служить для виконання у виробничому процесі рухових і керуючих функцій. Такі роботи проводяться в підлоговому, підвісному і

портальному виконаннях. Набули найбільшого поширення в машинобудівних і приладобудівних галузях.

Мобільний робот – автоматична машина, в якій є рухоме шасі з автоматично керованими приводами. Такі роботи можуть бути колісними, крокуючою і гусеничними (існують також плазують, плаваючі і літаючі мобільні робототехнічні системи).

Під управлінням роботом розуміється рішення комплексу завдань, пов'язаних з адаптацією робота до кола розв'язуваних їм завдань, програмуванням рухів, синтезом системи управління і її програмного забезпечення.

За типом управління робототехнічні системи підрозділяються на:

- командні (кнопкове і важеля управління окремими ланками робота);
- копіюють (повтор руху людини, можлива реалізація зворотного зв'язку, що передає додається зусилля, екзоскелети);
- напівавтоматичні (управління одним командним органом, наприклад, рукояткою всієї кінематичною схемою робота);
- програмні (функціонують за заздалегідь заданою програмою, в основному призначені для вирішення одноманітних завдань в незмінних умовах оточення);
- адаптивні (вирішують типові завдання, але адаптуються під умови функціонування);
- інтелектуальні (найбільш розвинені автоматичні системи);
- автоматизовані (можливо чергування автоматичних і біотехнічних режимів);
- супервизорного (автоматичні системи, в яких людина виконує тільки целеуказательные функції);
- діалогові (робот бере участь в діалозі з людиною за вибором стратегії поведінки, при цьому як правило робот оснащується експертною

системою, здатною прогнозувати результати маніпуляцій і дає поради щодо вибору мети).

Серед основних завдань управління роботами виділяють такі:

- планування положень;
- планування рухів;
- планування сил і моментів;
- аналіз динамічної точності;
- ідентифікація кінематичних і динамічних характеристик робота.

У розвитку методів управління роботами величезне значення мають досягнення технічної кібернетики та теорії автоматичного управління.

Області застосування робототехнічних комплексів є велика кількість, далі опишемо деякі з них.

Освіта – робототехнічні комплекси також популярні в галузі освіти як сучасні високотехнологічні дослідні інструменти в області теорії автоматичного управління і мехатроніки.

Промисловість – на виробництві роботи успішно використовуються вже протягом десятиліть. Роботи успішно замінюють людини при виконанні рутинних, енергоємних, небезпечних операцій. Як правило, промислові роботи не володіють штучним інтелектом. Типовим є повторення одних і тих же переміщень маніпулятора по жорсткій програмі.

Сільське господарство – у сільському господарстві знаходять застосування перші роботи, які здійснюють автоматизований догляд за сільськогосподарськими культурами

Медицина – у медицині робототехніка застосовується у вигляді різних екзоскелетів, які допомагають людям з порушеннями функції опорно-рухового апарату. Розробляються мініатюрні роботи для імплантації в організм людини в медичних цілях: кардіостимулятори, датчики інформації і т. д.

Космонавтика – роботи-маніпулятори застосовуються в космічних літальних апаратах. Планетоходи, такі, як місяцехід і марсохід, можуть розглядатися як надзвичайно цікаві приклади мобільних роботів.

Пожежна безпека – пожежні роботи (роботизовані установки) активно застосовуються в пожежогасінні. Робот здатний самостійно без допомоги людини виявити осередок загоряння, розрахувати координати, направити вогнегасна засіб в центр загоряння. Як правило, дані роботи встановлюються на вибухонебезпечних об'єктах.

Ідеально підходить стартовою платформою для розвитку навичок роботостроєння платформа Ардуіно. Вона являє собою зменшений комп'ютер, який дозволяє програмувати дії для управління будь-якими механізмами, включаючи складні конструктори і роботи.

На сьогодні розроблено безліч робототехнічних комплексів:

- Lego Mindstorms. Спеціальний конструктор нового покоління;
- конструктор Fischertechnik. Даний конструктор є розвиваючим. Він підходить як для дітей, так і для підлітків і студентів;
- scratch Board;
- arduino;
- конструктори Умки. Такі модулі оснащені мікропроцесором, а також наборами датчиків.

Протягом багатьох років Arduino був мозком тисяч проектів, від повсякденних об'єктів до складних наукових інструментів. Arduino – це невелика плата з власним процесором і пам'яттю. На платі також є пара десятків контактів, до яких можна підключати всілякі компоненти: лампочки, датчики, мотори, чайники, роутери, магнітні дверні замки і взагалі все, що працює від електрики. Тобто це маленький комп'ютер на колесах. З ним йде безліч прикладів програм, які можна брати за основу при розробці своїх проектів. Arduino – це потужна роботизована платформа для виконання самих різних завдань.

У процесор Arduino можна завантажити програму, яка буде керувати

всіма цими пристроями за заданим алгоритмом. Таким чином можна створити нескінченну кількість унікальних класних гаджетів, зроблених своїми руками і за власною задумом. Це свого роду універсальний інструмент для сполучення всього обладнання, яким вам потрібно управляти. Плати Arduino здатні зчитувати входи світла на датчику, палець на кнопці або повідомлення в Twitter і перетворювати його на вихід активуючи двигун, включаючи світлодіод, публікуючи щось в мережі. Тобто користувач задає алгоритми своїй платі, що робити, надіславши набір інструкцій мікроконтролеру на платі. Для цього використовується мова програмування Arduino (на основі підключення) та програмне забезпечення Arduino (IDE), засноване на обробці. Для написання програмного коду, який керує роботою Arduino систем, використовується мови C / C ++. Відкрита платформа, малі габарити, доступність для широкого кола замовників дозволяють застосовувати Arduino в нескінченній множині інженерних задач.

Головними компонентами інтелектуальної роботи є: сервопривод, контролер та ультразвуковий датчик. Сервопривод – це мотор, положенням вала якого можна управляти, задаючи кут повороту. Сервоприводи використовуються для моделювання різних механічних рухів роботів. Контролер Uno, який є найкращим варіантом для початку роботи з платформою: вона має зручний розмір (не дуже великий, як у Mega і не такий маленький, як у Nano). Ультразвуковий датчик – є приладом безконтактного типу, і забезпечує високоточне вимірювання і стабільність. Діапазон дальності його вимірювання складає від 2 до 400 см. На його роботу не робить істотного впливу електромагнітне випромінювання і сонячна енергія.

Завдяки простому та доступному для користувачів досвіду Arduino використовувався у тисячах різних проектів та додатків. Програма Arduino проста у використанні для початківців, але досить гнучка для досвідчених користувачів. Він працює на Mac, Windows і Linux. Сьогодні випускається

досить багато типів базових плат Arduino. Ще більше – плат розширення. Всі разом вони утворюють свого роду мову, на якому можна писати різні історії – кінцеві додатки. Можливостей Arduino досить для побудови систем управління квадрокоптера. Arduino – системи широко використовуються в інших радіокерованих моделях, в різних рішеннях для «розумного будинку», відомі проекти 3D-принтера на основі Arduino.

1.2 Можливості робота Arduino

Arduino може використовуватися як для створення автономних інтерактивних об'єктів, так і підключатися до програмного забезпечення, що виконується на комп'ютері.

Наприклад, регулятор температури у будинку. Реалізувати такий проект можна з використанням декількох плат Arduino Nano і однієї Arduino Uno або Mega, яка буде виступати в ролі бази. Зв'язок між модулями можна реалізувати за допомогою NRF24L01 – модуля радіозв'язку, який дає можливість об'єднувати до 6 плат. В одному корпусі необхідно зібрати Arduino Nano, з'єднані з датчиками вологості і температури DHT22, а також модулем NRF24L01. Джерелом живлення може виступати звичайна батарейка. Кілька таких пристроїв необхідно розмістити по всіх приміщеннях в будинку. Показники з Arduino Nano будуть передаватися на базу, в ролі якої виступає Arduino Mega або Uno. До неї також необхідно приєднати приймач сигналу NRF24L01, джерело живлення і дисплей LCD для відображення текстової інформації. Розташовувати «базу» необхідно в безпосередній близькості від системи опалення. Беручи і обробляючи надходять дані про вологості і температури, база буде передавати системі опалення команди і підвищенні або зниженні температури.

ЧПУ-верстат. Ця ідея є однією з найскладніших в реалізації. За допомогою Arduino Mega можна реалізувати не тільки ЧПУ-верстат, але і

3D принтер. Крім самої плати, необхідно буде драйвери двигунів L298N, а також самі двигуни. Інша частина роботи – це рама і розробка програмного коду.

Smart-теплиця ще одна можлива реалізація. Всі власники городу чи присадибної ділянки знають, як багато уваги вимагає до себе теплиця і вирощується в ній розсада. Необхідно постійно контролювати вологість ґрунту, вчасно відкривати і закривати двері і т. Д. За допомогою Arduino всі ці рутинні процеси можуть бути автоматизовані. Використовуючи всього одну плату Arduino Mega і контролер DHT22, можна фіксувати і виводити на екран інформацію про температуру в теплиці, а також передавати команди на запуск поливу, управління моторами для відкриття і закриття дверей.

Роботи – найкраща іграшка не тільки для дітей, а й для дорослих, особливо, коли є можливість ними управляти. Використовуючи Arduino і різні підручні матеріали, можна зробити робота в будь-якої конфігурації: від найбільш примітивних до складних моделей. Наприклад, за допомогою ультразвукового далекоміра HC-SR04 ваш робот зможе фіксувати відстань до перешкод і огинати їх при русі. Застосувавши драйвер двигунів L293D, є в своє розпорядження 3 сервоприводу і 4 двигуни. За допомогою модуля HC-06 з'явиться можливість управляти своїм дітищем по Bluetooth через смартфон. Наприклад, Розумний GPS-трекер з використанням Arduino. У цьому проекті створили розумний трекер, який зможе відстежувати дитину. Окрім цього, пристрій можна також використовувати для відстеження місцезнаходження вашого автомобіля та інших об'єктів.

Контроль та моніторинг швидкості обертання вентилятора на основі температури за допомогою Arduino. Цей проект – це автоматичне управління та моніторинг швидкості обертання вентилятора, яке регулює швидкість обертання електричного вентилятора відповідно до вимог за допомогою Arduino.

Фантазійний контролер вогнів побудований на платформі Arduino,

яку можна придбати у попередньо зібраній апаратній формі. Схема – це не що інше, як портативний чотиріканальний багаторежимний цифровий контролер світла, реалізований з використанням дуже мало зовнішніх компонентів. Чотири світлодіоди створені для того, щоб світитися в різних послідовностях і візерунках, керованих з плати Arduino.

Ідея для візуалізатора звукового спектра. Для цього для початку знадобляться Arduino Nano R3 та світлодіодний дисплей. Можна налаштувати дисплей за необхідності, та підключити його до виходу для навушників або просто до підсилювача лінійного виходу.

Система розпізнавання и слежения за лицами на Arduino. Система розпізнавання та слідування для обличчя на Arduino. Детектор розпізнавання осіб (виявлення обличчя) та слідуюча (система відстеження) система. Суть проекту: веб-камера, встановлена на поворотному механізмі, підключена до комп'ютера під управлінням операційною системою Windows та з встановленим програмним забезпеченням OpenCV. Якщо програма виявляє в поле зрінення веб-сайтів літо, то вчислюється центр обличчя. Координати X і Y передаються в контролер Arduino, який підключений до комп'ютера через USB. У свою чергу, контролер Arduino за прийнятим командою управляє двома сервомоторами: за координатою X та за координатою Y, т.о. забезпечується наступна система. Управління камерою, зборами та даними з датчиків на екрані телевізора. Автоматичне освітлення в туалеті. У ході проекту використовувалось:

- arduino (використовується в якості програматора ASP).

Релейний модуль;

- датчик руху;
- мікроконтролер ATtiny13;
- датчик руху використовується HC-SR501.

Сам по собі він представляє закінчений пристрій, яке на виході видає логічну одиницю якщо хтось рухається і нуль якщо руху немає. На платі датчик має два змінних резистора: один регулює частоту спрацьовування а

інший дальність спрацьовування.

Звичайно, на цьому список проектів на Arduino, що можна зробити своїми руками, не вичерпується – можливості тут обмежені лише фантазією і навичками. Також є існуючі найпопулярніші проекти створених з цією робото-машиною.

Arduino може взаємодіяти з кнопками, світлодіодами, двигунами, динаміками, GPS-пристроями, камерами, Інтернетом і навіть вашим смартфоном або телевізором. Arduino можна використовувати як головний мозок майже будь-якого проекту з електроніки.

1.3 Опис та аналіз самокерування в інтелектуальному роботі-машині

Існує кілька версій платформ Arduino, в атестанційній роботі використовується: keyestudio Smart Little Turtle V2.0 – це вдосконалений набір, заснований на простій у використанні та гнучкій платформі Arduino. У складі інтелектуальної роботи є механічна частина і система управління цією механічною частиною, яка у свою чергу отримує сигнали від сенсорної частини. Механічна частина роботи ділиться на маніпуляційну систему і систему пересування. Розумна маленька машинка черепаха Arduino – це розробка навчального додатка MCU мікроконтролер Arduino серії Atmega-328 в якості основного відстеження, усунення перешкод, а також до набору входить інфрачервоний пульт дистанційного керування та функція Bluetooth і розширюваний модуль зовнішньої схеми. Основні параметри робота-машини:

- параметри двигуна: діапазон напруги: 1,5-12 В; довжина вала двигуна: 10 мм; швидкість обертання: 6,0 В 100 об / хв;
- використаний модуль драйвера L298N для управління двигуном;
- використано три лінійних модуля стеження, що виявляють

чорну і білу лінію з високою точністю;

- інфрачервоний модуль дистанційного зв'язку для управління роботом;
- ультразвуковий модуль становить систему запобігання перешкод;
- з Bluetooth-модулем, можливе дистанційно керування роботом після з'єднання Bluetooth з мобільним телефоном;
- використання під зовнішнім напругою $7 \sim 12V$, також з різними модулями датчика для того щоб здійснити різні функції.

У інтелектуальній машині попереду стоїть ультрасонік, він вимірює відстань до об'єкта, коли зазначений межа досягнута, він крутить головою при цьому міряючи відстань навколо і вибирає ту сторону, в якій до перешкоди найдалі. Якщо зробити перешкоду для робота– машини праворуч і ліворуч, то він буде рухатись назад. Щоб здійснити таке керування для Arduino треба отримати дані зовнішнього середовища від ультрасоніка:

- подати на вихід Trig імпульс тривалістю 10 мікросек;
- в ультразвуковому далекомірі hc sr04 підключеному до arduino відбудеться перетворення сигналу в 8 імпульсів з частотою 40 кГц, які через випромінювач будуть послані вперед;
- коли імпульси дійдуть до перешкоди, вони відіб'ються від нього і будуть прийняті приймачем R, що забезпечить наявність вхідного сигналу на виході Echo;
- на стороні контролера отриманий сигнал за допомогою формул слід перевести в відстань.

В атестаційній роботі планується розробити алгоритм, який буде вибирати ту сторону, в яку можна довше їхати без зупинок. Тобто, алгоритм вибору напрямку по шляху найменшого опору. У Ардуіно викликається метод loop, в якому потрібно писати всю логіку роботи, так як тут немає потоків, планувальників. Все потрібно вираховувати з

таймером і відштовхуючись від нього розуміти, яке завдання виконувати в певний момент часу.

1.4 Мета та задачі дослідження

Метою атестаційної роботи є дослідження можливостей робота Arduino, збірка інтелектуального робота, а також розробка програмного забезпечення та алгоритмів самокерування.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити ряд завдань:

- провести аналіз вимог до даної області та її створення;
- розглянути існуючі версії платформ Arduino;
- виконати збірку інтелектуального робота;
- проаналізувати можливості роботу та методи вирішення можливих проблем при розробці;
- розробити алгоритму вибору напрямку по шляху найменшого опору;
- розробити алгоритму керування роботом для руху по чорній лінії;
- провести тестування;
- провести дослідження інших можливостей та розробити найбільш зручних засобів керування робото-машиною у майбутньому (забезпечити дистанційне управління інтелектуальним роботом за допомогою Bluetooth та пультом);
- проаналізувати алгоритми та принцип роботи для запланованих задач для яких потрібні будуть додаткові пристрої та датчики (сигналізація за допомогою ультразвука та світлодіодів; замок з сервоприводом і датчиком звуку / вібрації / торкання, які дозволяють задавати і розпізнавати послідовність ударів; відро для сміття з автоматичною кришкою);
- зробити висновки.

1.5 Переваги та недоліки вибору keyestudio Smart Little Turtle V2.0

Arduino – це електронний конструктор і зручна платформа швидкої розробки електронних пристроїв. Є велика кількість наборів за допомогою яких можна створити різні прилади для дому. У даній атестанційній роботі використовується keyestudio Smart Little Turtle V2.0 набір у цій інтелектуальній машині є переваги та недоліки, з більш це стосується відсутність елементів для ще більш завдань. Наприклад, маємо ультрасонік HC-SR04, мікроконтролер та сервопривід.

За допомогою ультразвукового датчика визначати відстань до об'єкта засновано на принципі сонара – посилаючи пучок ультразвуку, і отримуючи його відображення з затримкою, пристрій визначає наявність об'єктів і відстань до них. Ультразвукові сигнали, які генеруються приймачем, відбиваючись від перешкоди, повертаються до нього через певний проміжок часу. Саме цей часовий інтервал стає характеристикою допомагає визначити відстань до об'єкта. Саме це дає змогу використовувати його для різних задач.

Мікроконтролер, встановлений на платі Arduino, не здатний віддавати великий струм через свої піни. В таких випадках разом з Arduino використовують драйвер – силову частину, керовану платою і здатну комутувати великий струм. Найвідоміший такий драйвер для колекторних двигунів це L298N. L298N – драйвер колекторних двигунів на 2 канали, який може також застосовуватися для управління одним кроковим двигуном. Драйвер бруківці, що дозволяє використовувати його без додаткових транзисторів відсутніх плечей. Максимальна напруга живлення моторів – 46 В, струм на канал – 2 А. Драйвер дозволяє просто і зрозуміло управляти швидкістю обертання моторів в обох напрямках за допомогою ШІМ (окремо для кожного мотора).

Модуль на основі L298N не вимагає зовнішніх компонентів для початку роботи. Все, що потрібно – десяток проводів для підключення

харчування і керуючих сигналів. Для керування напрямком руху використовується 4 дроти + 2 дроти для регулювання швидкості.

Arduino Uno – ATmega328 має на борту 32Кб пам'яті програм і 2Кб оперативної пам'яті, а також 1Кб незалежної від харчування пам'яті даних – це вигідно відрізняє Arduino UNO від плат минулих версій, як Duemilanove і Diecimila, в основі яких лежав контролер з удвічі меншими обсягами пам'яті. Тактова частота процесора – 16МГц, залишилася без змін і є стандартною майже для всіх плат Arduino. Розведення плати версії R3 отримала додаткові Піни інтерфейсу I2C, які дозволяють підключати до цього інтерфейсу вже цілих 2 пристрої замість 1 (нагадуємо – максимум 127 пристроїв). На платі є вбудований перетворювач напруги з усією необхідною обв'язкою – це дозволяє жити Arduino від напруги, що перевищує 5В, а конкретно, від 7В до 12В (гранично – до 20В, але значення вище 12В вкрай не рекомендуються). Підключення зовнішнього нестабілізованого харчування здійснюється за допомогою входу Jack або на Піни Arduino Vin і GND. Основним схемотехнічним відмінністю плати нової ревізії є установка спеціалізованого мікроконтролера з USB інтерфейсом (ATmega8U2 / 16U2), який виконує роль USB-UART перетворювача. Це допомагає перетворити Arduino в будь-який USB-пристрій, починаючи клавіатурою і закінчуючи знімним накопичувачем.

Сервомашинка – це мотор-редуктор, здатний повернути вихідну вал строго в заданому положенні (на угоду) і підтримувати його там, перешкоджаючи протидіям і возмущенням недружелюбной середовища. Нужно це було в першій черзі моделей, для управління положеннями різних закритих, рулей і вертолїтних лопастей. Оттуда, з моделїзму, і пришло в інші сфери технічного творчості та в робототехніку зокрема. Управління здійснюється за допомогою пластикового ричага з отворами для закрїплення тяжких рулей висот, глубин, елементів, ніг робота і т.д.

Вбудований 3-піновий кабель (прибл. 25 см) сервопривод підключається до різних контролерів (Arduino, PIC, ARM, AVR та ін.) І відмінно управляється за допомогою них.

Недоліки цього комплекту, що треба купувати додаткові деталі якщо ми хочемо робити більше. Наприклад:

- камера OV7670 до Arduino і появляється змога виводити картинку на дисплей;
- GPS, RFID (безконтактний електронний замок) модулі та MICRO SD КАРТ Дозволяє записувати дані на MicroSD карту, може скласти таблицю результатів вимірювань датчиків, а потім на комп'ютері побудувати графік;
- модуль годинник;
- компактний ETHERNET: дешевий і компактний модуль для з'єднання Arduino з мережею Інтернет;
- сканер відбитків – може бути використаний для замків / дверей / сейфі;
- датчик пульсу – модуль для вимірювання частоти пульсу, працює від пальця.

Та інші прилади, використання яких безмежна кількість: дисплеї, модулі, матриці, пицалка (для сигналізації). Але набір keyestudio Smart Little Turtle V2.0 достатньо щоб роботи та практикуватись с алгоритмами самокерування, тому що саме цій набір розроблен для таких можливостей:

- управління за допомогою модуля Bluetooth;
- установка і підключення для руху використовуючи додаток на телефоні;
- рух по заданій траєкторії;
- управління рухомим роботом arduino з пульта дистанційного керування;
- ідентифікація та об'їзд перешкод з використанням ультразвукового датчика відстані.

2 ПОБУДОВА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО РОБОТА

Користувачі часто підбирають плату управління, щит приводу двигуна, двигуни постійного струму, кілька сенсорних модулів і зв'язку перемичок для створення власного автомобіля-робота. Оновлена версія розумного маленького робота-черепахи Keystudio V3 спрощує монтажні роботи, уникаючи неправильного підключення і заощаджуючи час. Модернізований робот-черепаха як і раніше зберігає такі функції, як відстеження лінії, запобігання перешкод, управління через ІК-порт і Bluetooth. Поліпшення цього набору:

- роз'єми на щиті моторного приводу мають захист від зворотного ходу, їх просто підключити за допомогою всього одного кабелю;
- щиток приводу двигуна поставляється з повзунковим перемикачем для управління потужністю, а також додає 8 перемичок для керування напрямком двигуна постійного струму, що спрощує налагодження коду;
- додавання модуля точкової матриці 8 * 8 для відображення стану роботи робота;
- використання модуля Bluetooth HM-10 може підтримувати Bluetooth 4.0, також додаток Bluetooth підтримує системи Android і iOS;
- можна вільно підключити акумуляторний відсік 18650 або 4-елементний акумуляторний відсік AA для харчування робота-автомобіля;
- прозорий шовкографічний екран.

2.1 Пошагова інструкція

Наступний перелік фізичного обладнання потрібен, щоб створити інтелектуального робота:

- металічний редуктор x2;

- колеса x2;
- моторна нерухома деталь x2;
- універсальне колесо x1;
- шасі x2;
- L298N модуль драйвера двигуна x1;
- arduino UNO контролер x1;
- екран датчика Arduino x1;
- PTZ x1;
- сервомотор x1;
- ультразвуковий модуль x1;
- модуль відстеження трьох каналів x1;
- інфрачервоний датчик прийому x1;
- пульт дистанційного керування x1;
- 2000MA 18650 акумулятор x2;
- 18650 батарейний блок x1;
- 18650 зарядний пристрій x1;
- dupont line 1P x40;
- М3 * 35мм мідний циліндр x4;
- М3 * 10мм мідний циліндр x2;
- М3 гвинти та гайки.

2.1.1 Підключення модулів робота

Крок 1: підключаємо мотор-редуктор та колесо.

Металичний редуктор – це невеликий, але потужний двигун чудове рішення для невеликих роботів. Редуктор SPG10 використовується для створення малогабаритного мобільного робота за допомогою версії HP (High Power) він забезпечує високу потужність із однаковим мініатюрним розміром, і це розширює можливе застосування.



Рисунок 2.1 – Підключення редуктора та колеса

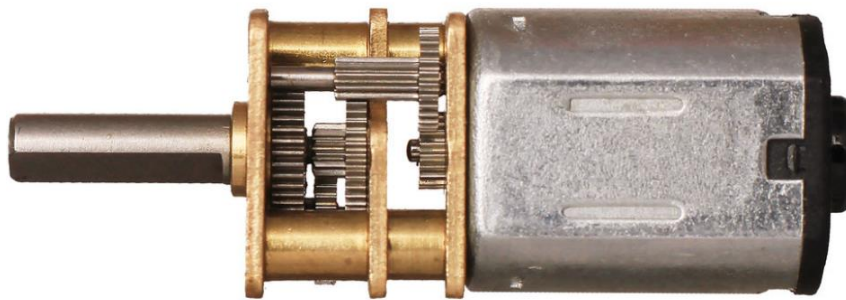


Рисунок 2.2 – Мотор-редуктор

Цей двигун постачається з приєднаною коробкою передач 100:1 (точніше 100,37: 1). Вихідний вал редуктора має D-подібну форму довжиною 9 мм і діаметром 3 мм.



Рисунок 2.3 – Редуктори з набору keystudio Smart Little Turtle V2.0

Крім того, цей мініатюрний двигун також має подовжений вал двигуна (ззаду двигуна), розмір заднього вала становить 6,0 мм (довжина) х 1 мм (діаметр). Подовжений задній вал може бути використаний для кодера.

Крок 2: встановлюємо нерухомі деталі двигуна

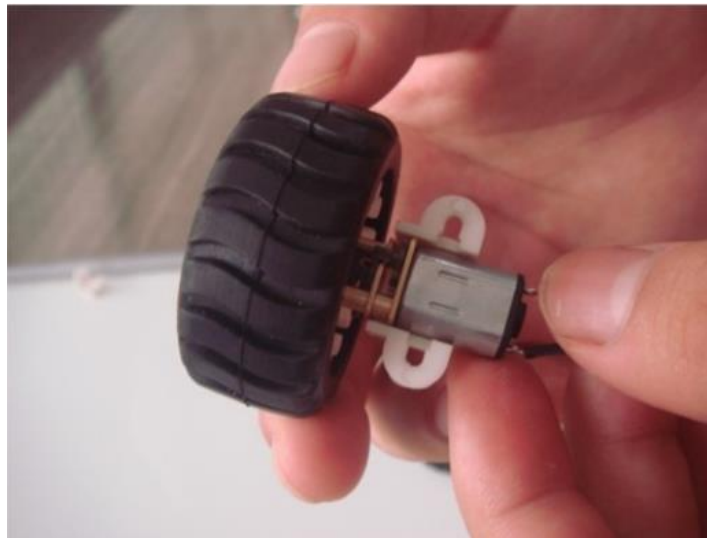


Рисунок 2.4 – Редуктори з набору keyestudio Smart Little Turtle V2.0

Номінальна напруга становить 6В, проте можна перевести цей двигун від 3 В до 9 В. Нижня напруга може не мати достатнього крутного моменту для приводу колеса або механізму; вища напруга забезпечить більший крутний момент і більшу швидкість, але це скоротить термін служби двигуна.

Крок 3: встановлюємо двигун на шасі.

Шасі для робототехнічних проектів двоповерхова двоколісний (+ 2 опори) з дерева. Виконана у вигляді кола платформа дає можливість зробити проект більш маневреним з можливістю розвороту на місці.



Рисунок 2.5 – Встановлюємо двигун на шосі

Крок 4: фіксуємо двигун гайками та гвинтами.

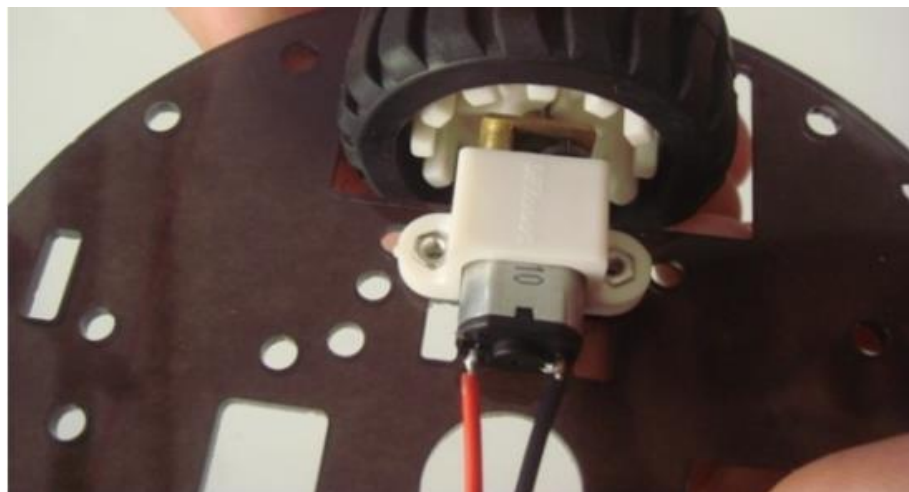


Рисунок 2.6 – Фіксуємо двигун гайками

Це потрібно для того, щоб наша конструкція була зафіксована, та невеликі мотори постійного струму з редуктором будуть спричиняти разом з колесом з гумовим протектором самохід робоплатформ, а також це може бути використано для радіокерованих автомобілів та інших виробів.

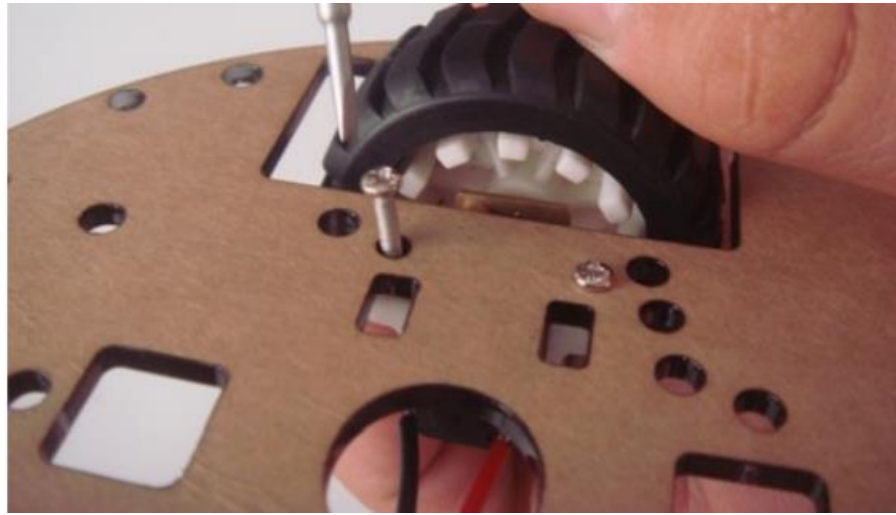


Рисунок 2.7 – Фіксуємо двигун гвинтами

До данного комплекту keyestudio Smart Little Turtle V2.0 входить універсальні колеса, зовні вони виглядають як міцні гумові колеса з пластиковими втулками для мікрометалевих редукторів.

Крок 5: повторюємо кроки вище, встановлюючи інше колесо та двигун.

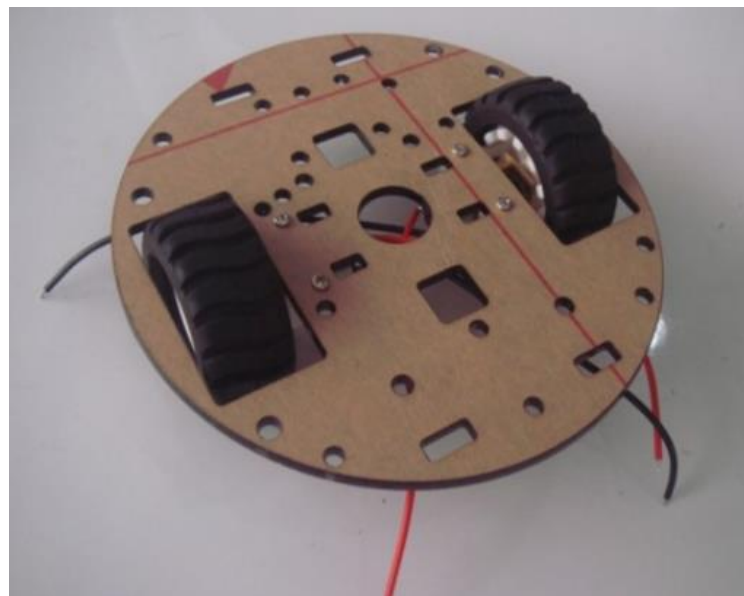


Рисунок 2.8 – Шосе з фіксованими колесами та двигунами

Ця пара білих пластикових коліс з гумовими шинами діаметром 42

мм (1,65) у діаметрі, редуктори кріпляться на «увігнутій» стороні колеса, як показано на рисунку 4. За допомогою шасі зафіксувати обидва колеса не займає багато часу, також потрібно мати викрутки, які не входять до комплекту.

Крок 6: фіксуємо універсальне колесо.

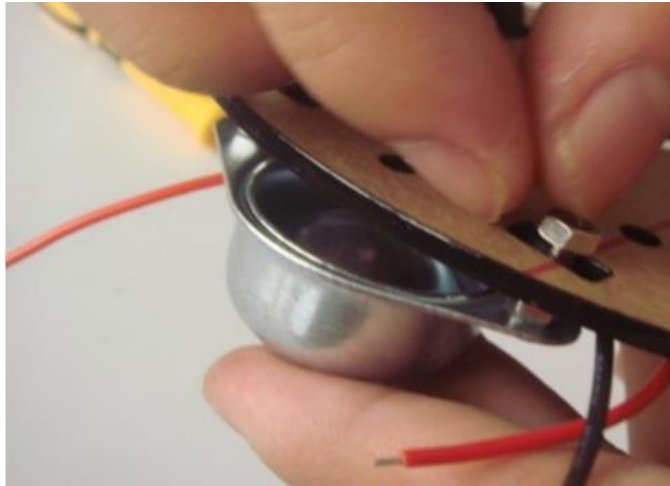


Рисунок 2.9 – Універсальне колесо

Універсальне колесо – це опорне колесо із металевою кулею та білим корпусом для базової конструкції робота-платформи, потрібно для рівноваги нашої шасі з обох сторін. Встановлюється на шасі за допомогою чотирьох наборів гвинтів, що входять до комплекту.

Крок 8: повторюємо кроки вище, та встановлюємо інше універсальне колесо.

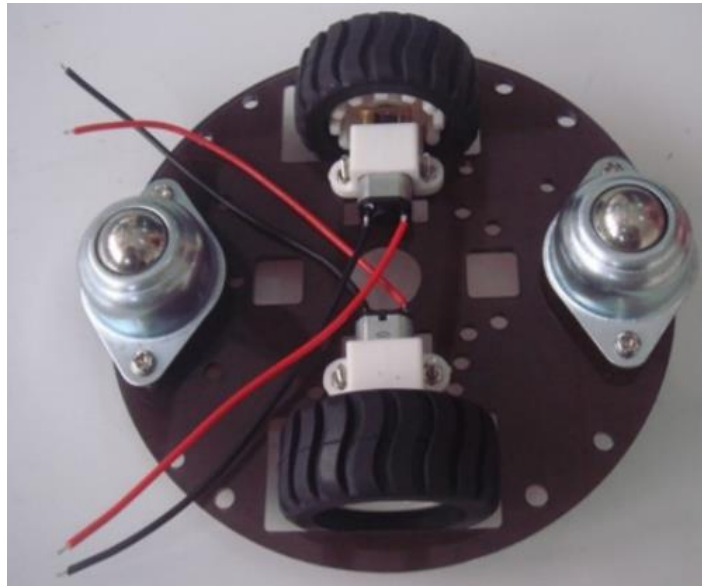


Рисунок 2.10 – Шосе з встановленими двома колесами для
рівноваги

Крок 9: Встановлюємо модуль відстеження трьох каналів.

Модуль відстеження трьох каналів – цей датчик відстеження ліній може виявляти білі лінії чорним кольором, а чорні лінії білим кольором. Одиночний сигнал відстеження лінії забезпечує стабільний вихідний сигнал TTL для більш точної та стабільної лінії. Багатоканальної опції можна легко досягти, встановивши необхідні датчики робота з відстеженням ліній.



Рисунок 2.11 – Модуль відстеження



Рисунок 2.12 – Встановлений модуль відстеження трьох каналів

Крок 10: Встановлюємо модуль L298N

L298N Dual H-Bridge Motor Driver – це недорога плата драйвера двигуна, яка може використовуватися для приводу двох роботів. Він використовує популярний чіп L298N Dual H-Bridge Motor Driver і достатньо потужний для роботи двигунів від 5-35 Вольт до 2 А на канал.

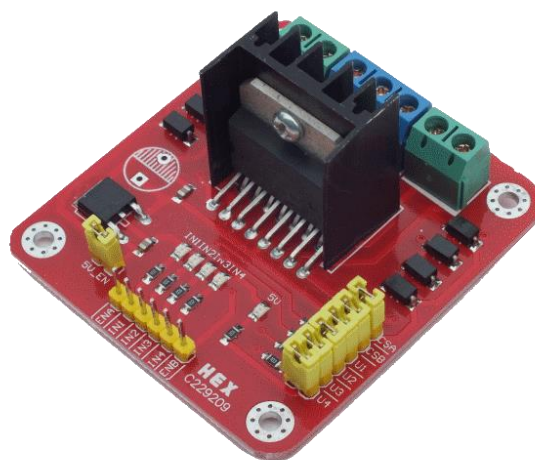


Рисунок 2.13 – L298N Dual H-Bridge Motor Driver

Гнучкі цифрові вхідні регулятори дозволяють кожному двигуну бути повністю незалежним з повним контролем напрямку швидкості та дії гальмування.

Ця плата забезпечує зручний 5В регулятор, який можна використовувати для живлення інших схем, таких як мікроконтролер роботів. Це подвійний повномостовий драйвер високої напруги, призначений для прийому стандартних рівнів логіки TTL та керування індуктивними навантаженнями, такими як реле, соленоїди, двигуни постійного струму та крокові двигуни.

Для ввімкнення або вимкнення пристрою незалежно від вхідних сигналів передбачено два вхідні входи. Випромінювачі нижніх транзисторів кожного моста з'єднані між собою, і відповідна зовнішня клемма може бути використана для підключення зовнішнього чутливого резистора.

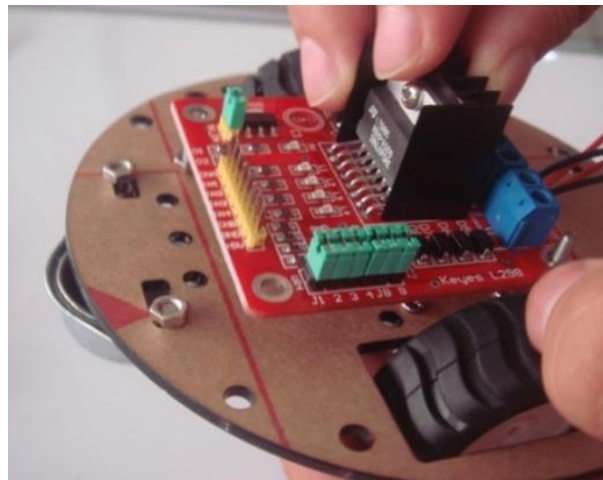


Рисунок 2.14 – Підключення плати драйвера двигуна

Додатковий вхід живлення передбачений для того, щоб логіка працювала при меншій напрузі. Забезпечує 4 світлодіоди, які відображають стан логіки управління: незалежний напрямок, швидкість та гальмування для кожного двигуна.

Крок 11: підключаємо правий провід двигуна та коробку батареї

підключаємо до VMS модуля L298N. Негативний полюс батареї підключаємо до GND модуля L298N.

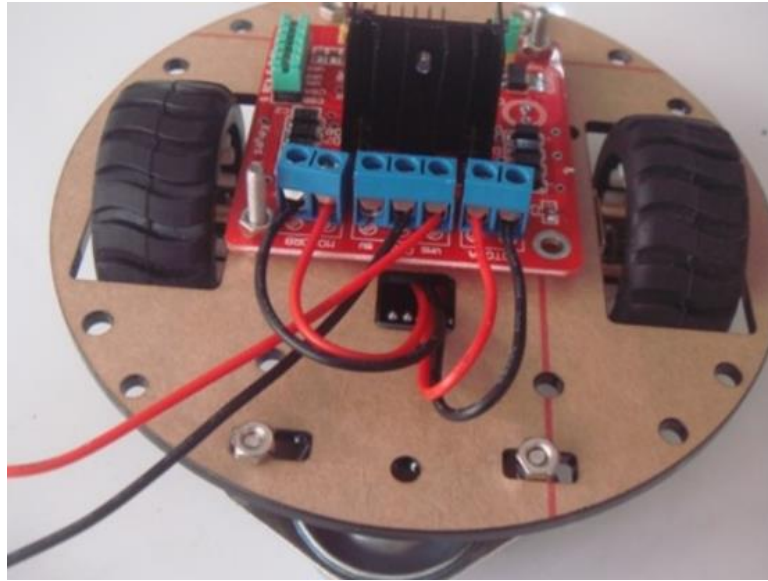


Рисунок 2.15 – Підключення проводів моторів

Крок 12: Встановлюємо батарею 18650 з гвинтом

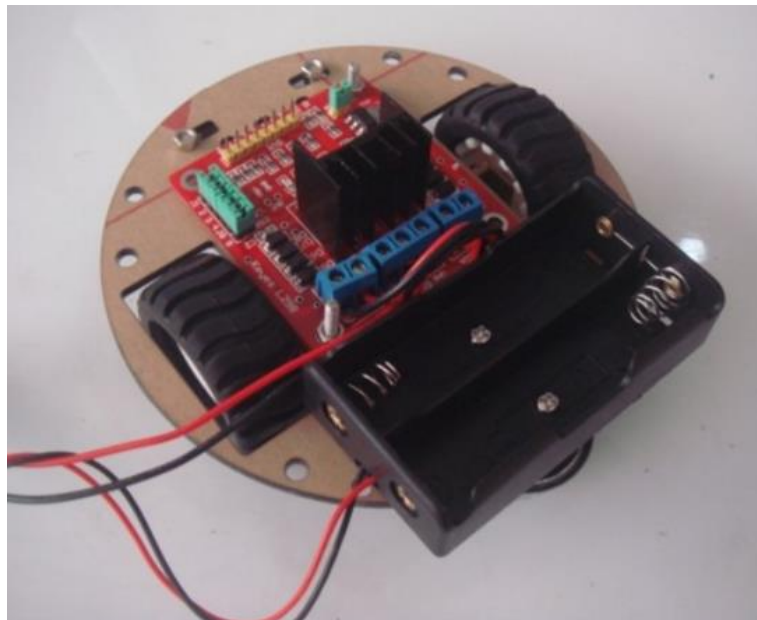


Рисунок 2.16 – Встановлення держателя батареї

Крок 13: встановлюємо чотири мідні циліндри М3 * 35 мм для іншого шасі та встановить його на верхню частину робото-черепахи.

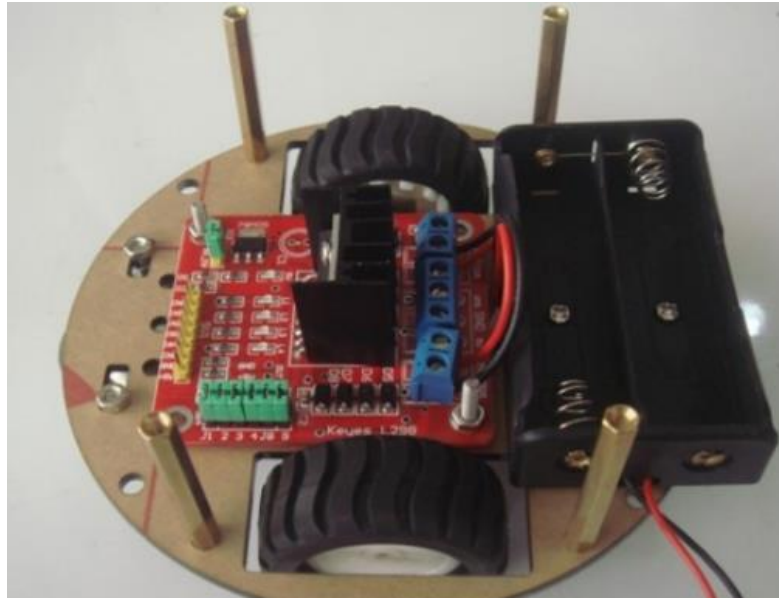


Рисунок 2.17 – Встановлення циліндрів

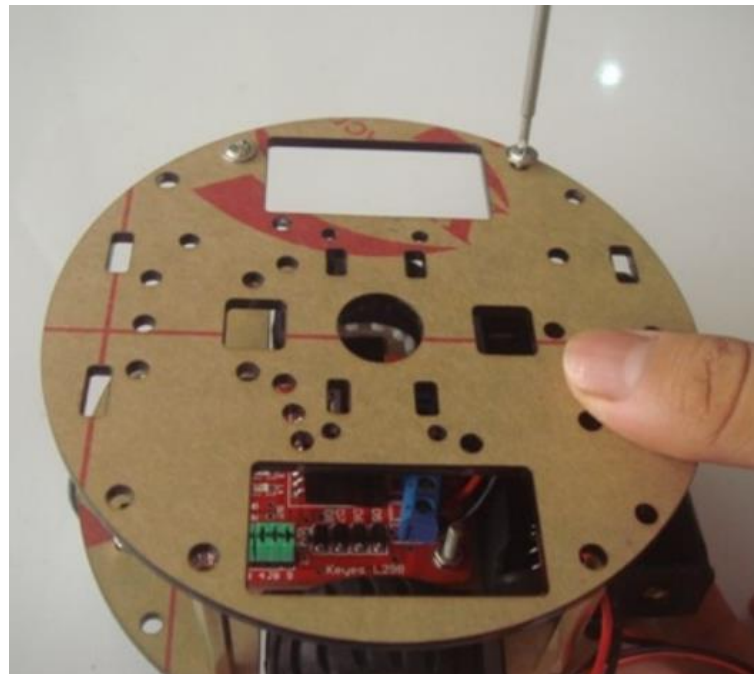


Рисунок 2.18 – Встановлення другої плати на верхню частину робот-машини

Крок 14: установка PTZ

Окремо треба виконати збірку ультразвукового датчика вимірювання відстані HC-SR04. Його технічні особливості: напруга живлення 5V DC; струм спокою: <math><2\text{mA}</math>; ефективний кут: <math><15^\circ</math>; діапазон вимірювання відстані: 2– 400 см; дозвіл: 0.3 см. Принцип його роботи такий, що сенсор випромінює короткий ультразвуковий імпульс (в момент часу 0), який відбивається від об'єкта і приймається сенсором. Відстань розраховується виходячи з часу до отримання луни і швидкості звуку в повітрі. Тобто сенсор отримує сигнал луни, і видає відстань, яке кодується тривалістю електричного сигнал на виході датчика. Наступний імпульс може бути, тільки після зникнення луни від попереднього. Це час називається періодом циклу. Рекомендований період між імпульсами повинен бути не менш 50 мс. Якщо на сигнальний пін подається імпульс тривалістю 10 мкс, то ультразвукової модуль буде випромінювати вісім пачок ультразвукового сигналу з частотою 40кГц і виявляти їх відлуння. На стороні контролера переводимо отриманий сигнал в відстань за формулою: ширина імпульсу (мкс) / 58 = дистанція (см); ширина імпульсу (мкс) / 148 = дистанція (дюйм).

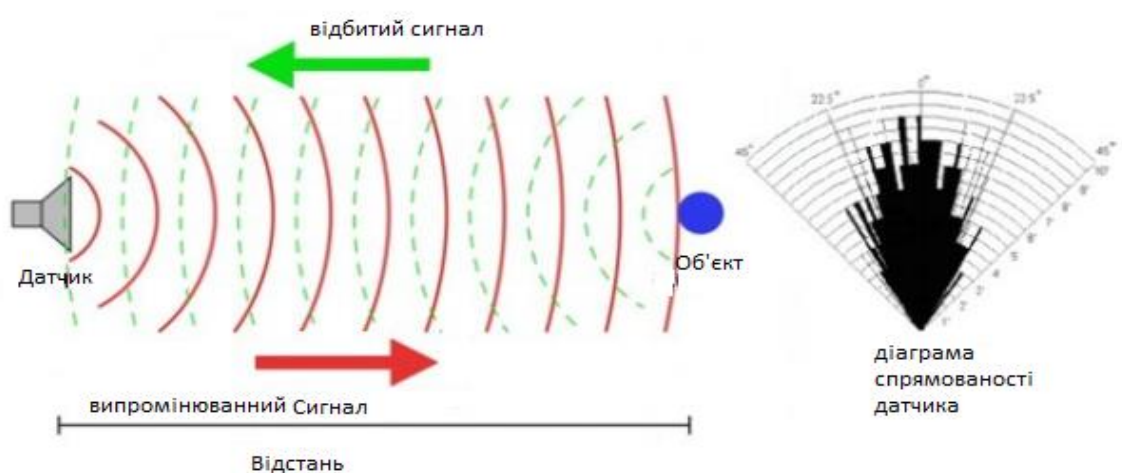


Рисунок 2.19 – Принцип роботи ультразвукового далекоміра HC–SR04

Випромінювач формує акустичний сигнал, який відбившись від перешкоди, повертається до датчика і реєструється приймачем. Знаючи швидкість поширення ультразвуку в повітрі і час запізнювання між випромєненням і прийнятим сигналом, легко розрахувати відстань до акустичної перешкоди. На відміну від інфрачервоних далекомірів на ультразвуковий датчик HC-SR04 не впливають джерела світла або колір перешкоди. Можуть виникнути труднощі при визначенні відстані до пухнастих або тонких об'єктів. Крім приймача і передавача на платі знаходиться необхідна обв'язка. Модуль має 4 виведення стандарту 2,54 мм: VCC – харчування +5 В; Trig (T) – висновок вхідного сигналу; Echo (R) – висновок вихідного сигналу; GND – земля.



Рисунок 2.20 – HC-SR04

Всі необхідні прилади для сборки сервопривода та маніпулятора на рисунку 2.20.



Рисунок 2.21 – Маніпулятор та сервопривод SG90

Перш за все треба взяти сервомотор – це поворотний привід управління положенням. Можна досягти 180 градусів, відрегулювавши в кодї кут повороту двигуна. В основному він складається з корпусу, друкованої плати, безсердечного двигуна, редуктора та датчика положення. У комплекті з вашим сервомотором ви знайдете безліч білих кріплень для двигуна, які з'єднуються з валом сервоприводу.

За допомогою пластикових деталей та болтів можна отримати найпростіший маніпулятор, який може повертатися на кути від 0 до 180 градусів по горизонталі і від 0 до 180 градусів по вертикалі.



Рисунок 2.22 – Зібраний маніпулятор з сервоприводом та зафіксований гвинтами



Рисунок 2.23 – Зафіксований ультразвунок

Коли буде готове кріплення до нашого маніпулятора з сервоприводом – підключимо наш ультразвонік, який буде відстежувати відстань тим самим сервопривід буде ініціювати рух. Також за допомогою програмного коду інтелектуальний робіт буде їхати туди, де ультразвонік не буде бачити перешкоди.

Таблиця 2.1 – Основні характеристики модулів Arduino

Параметр	Arduino Uno	Arduino Micro	Arduino Nano	Arduino MEGA 2560	Arduino Leonardo Ethernet	Arduino Due	Arduino 101
Мікроконтролер	ATmega328P	ATmega32U4	ATmega168 / ATmega328	ATmega2560	ATmega32U4	AT91SAM3X8E	Intel Curie
Робоча напруга	5	5	5	5	5	3,3	3,3
Вхідна напруга (реком.), В	7–12	7–12	7–12	7–12	7–12	7–12	7–12
Вхідна напруга (допус.), В	6–20	6–20	6–20	6–20	6–20	6–16	6–20
Число цифрових ввідів/виводів	14 (6)	20 (7)	14 (6)	54 (15)	20 (7)	54 (12)	14 (4)

Продовження таблиці 2.1

Параметр	Arduino Uno	Arduino Micro	Arduino Nano	Arduino MEGA 2560	Arduino Leonardo Ethernet	Arduino Due	Arduino 101
Число аналогових входів	6	12	8	16	12	12	6
Флеш-пам'ять * (з них для завантаження – в скобках), Кбайт	32 (0,5)	32 (4)	16 (2) у ATmega16 / 32 (2) в ATmega328	256 (8)	32 (4)	512	196
SRAM*, Кбайт	2	2,5	1 / 2	8	2,ф5	96	24
EEPROM*, Кбайт	1	1	0,5 / 1	4	1	–	–
Тактова частота, МГц	16	16	16	16	16	84	32
Габарити, мм	68,6×53,4	48×18	45×18	101,52×53,3	68,6×53,3	101,52×53,3	68,6×53,4
Маса, г	25	13	5	37	30	36	27

Arduino Uno – це широко використовувана плата мікроконтролерів з відкритим кодом на базі мікроконтролера ATmega328P. У його склад входить все необхідне для зручної роботи з мікроконтролером: 14 цифрових входів/виходів (з них 6 можуть використовуватися в якості ШІМ– виходів), 6 аналогових входів, кварцовий резонатор на 16 МГц, роз'єм USB, роз'єм живлення, роз'єм для програмування всередині схеми (ICSP) і кнопка скидання. Для початку роботи з пристроєм досить просто подати живлення від AC/DC– адаптера або батарейки, або підключити його до комп'ютера за допомогою USB– кабелю. Однак на відміну від перших плат, реалізований він не на контролері FTDI, а за допомогою додаткового мікроконтролера ATmega16U2 (ATmega8U2 в ранніх версіях).

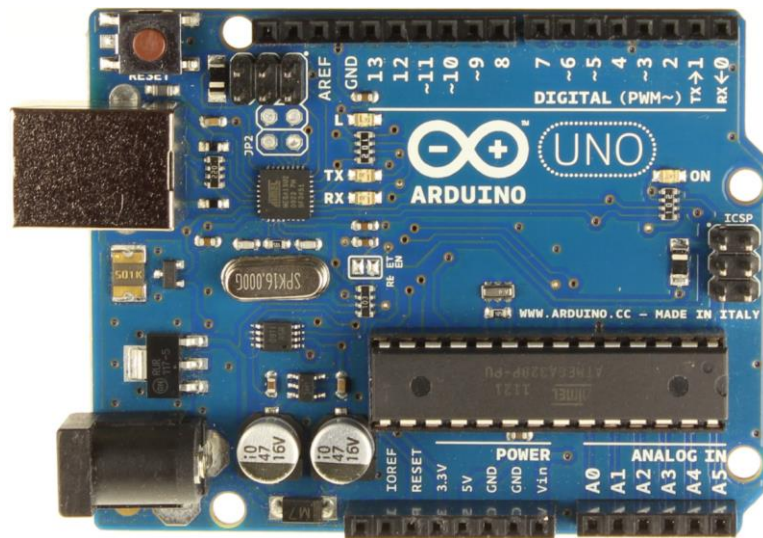


Рисунок 2.24 – Arduino Uno

На платі Arduino Uno версії R2 для спрощення процесу оновлення прошивки доданий резистор, що підтягує до землі лінію HWB мікроконтролера 8U2.

Плата Arduino Uno має на борту 3 способу підключення харчування: через USB, через зовнішній роз'єм живлення і через роз'єм Vin, виведений на одну з гребінок збоку. Платформа має на борту вбудований

стабілізатор, що дозволяє не тільки автоматично вибирати джерело живлення, але і вирівнювати ток до стабільних 5 вольт, необхідних контролеру для роботи. Зовнішнє живлення можна подавати як безпосередньо від USB порту комп'ютера, так і від будь-якого AC / DC блоку живлення через роз'єм живлення або USB. На платі передбачено кілька висновків, що дозволяють жити від неї підключені датчики, сенсори і актуатори. Всі ці висновки мають особливі позначення.

Vin – вхід харчування, використовується для отримання живлення від зовнішнього джерела. Через дані висновки відбувається тільки подача харчування на плату, отримати звіт харчування для зовнішніх пристроїв неможливо. На вхід Vin рекомендується подавати напругу в діапазоні від 7В до 20В, в уникненні перегріву і згоряння вбудованого стабілізатора.

5V – джерело п'ятивольтового напруги для живлення зовнішніх пристроїв. При отриманні харчування платою з будь-яких інших джерел (USB, роз'єм живлення або Vin) на цьому контакті ви завжди зможете отримати стабільну напругу 5 вольт. Його можна вивести на макетну плату або подати безпосередньо на свій пристрій.

3V3 – джерело 3.3 вольта напруги для живлення зовнішніх пристроїв. Працює за принципом, що і контакт 5V. З даної ніжки також можна вивести напруга на макетну плату, або подати на необхідний датчик сенсор безпосередньо.

GND – контакт для підключення землі. Необхідний для створення замкнутого кола при підключенні до контактів Vin, 5V або 3V3. У всіх випадках ніжку GND необхідно виводити як мінус, інакше що ланцюг не буде замкнута і харчування (що зовнішнє, що внутрішнє) не подасть.

Платформа Arduino Uno має на борту мікроконтролер ATmega328, який володіє Flash, SRAM і EEPROM пам'яттю.

Входи і виходи: з використанням функцій pinMode () digitalWrite і digitalRead () кожен з 14 цифрових висновків може працювати в якості входу або виходу. Рівень напруги на висновках обмежений 5В.

Максимальний струм, який може віддавати або споживати один висновок, становить 40 мА. Всі висновки пов'язані з внутрішніми підтягуються резистори (за замовчуванням відключеними) номіналом 20– 50 кОм. Крім цього, деякі висновки Arduino можуть виконувати додаткові функції.

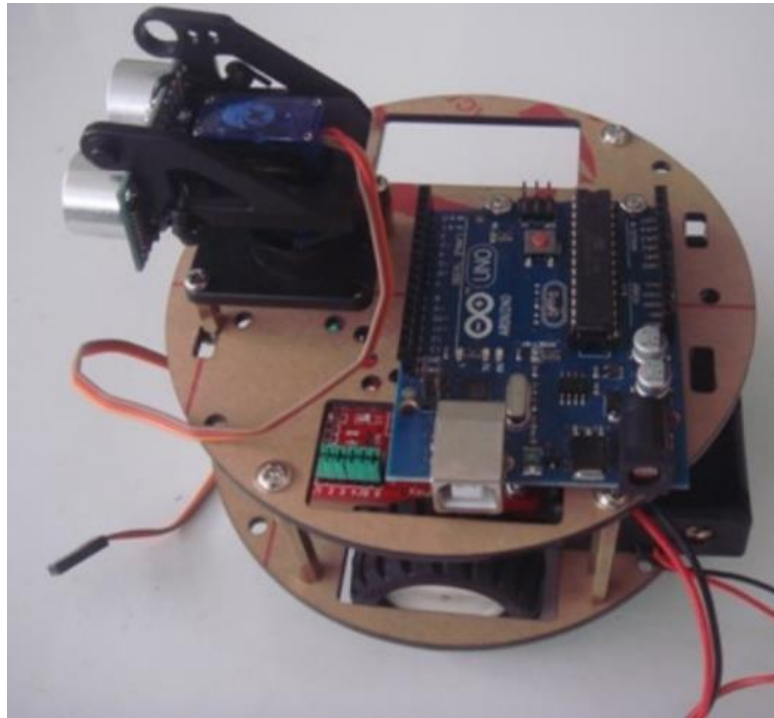


Рисунок 2.25 – Фіксуємо маніпулятор з сервоприводом та ультрасоніком

Крок 15: Підключаємо контролер Arduino UNO

Підключення складається з декілька етапів: модуль – HC-SR04 підключається чотирма проводами. Контакти VCC і GND служать для підключення харчування, а Trig і Echo - для відправки і прийому сигналів далекоміра. Що до сервоприводу, він володіє трьома контактами, які пофарбовані в різні кольори. Коричневий провід веде до землі, червоний – до харчування 5В, провід оранжевого або жовтого кольору – сигнальний. Помаранчевий провід (сигнальний) підключається до цифрового піну, чорний і червоний – до землі і харчуванню відповідно. Для того, щоб

уникнути зайвих перевантажень і характерного тріску в положенні 0 і 180 градусів краще виставляти крайні точки в 10° і 170° . При роботі пристрою важливо стежити за напругою живлення. При сильному завищенні цього показника можуть пошкодитися механічні елементи зубчастих механізмів.

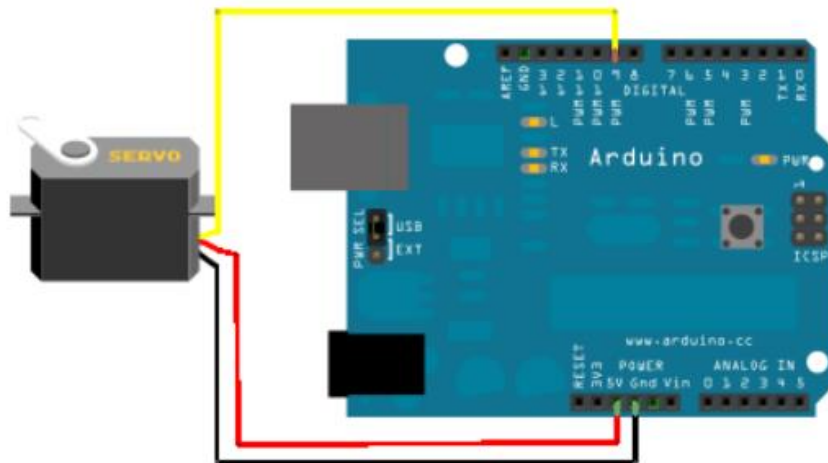


Рисунок 2.26 – Підключення сервоприводу до Arduino Uno

В Arduino Uno вбудований самовостанавливаючийся запобіжник (автомат), що захищає порт USB комп'ютера від струмів короткого замикання і надструмів. Хоча практично всі комп'ютери мають подібний захист, тим не менш, цей запобіжник забезпечує додатковий бар'єр. Запобіжник срабативат при проходженні струму більше 500 мА через USB порт і розмикає ланцюг до тих поки нормальні значення струмів не будуть відновлено.

На платформі Arduino Uno встановлено кілька пристроїв для здійснення зв'язку з комп'ютером, іншими пристроями Arduino або мікроконтроллерами. ATmega328 підтримують послідовний інтерфейс UART TTL (5В), здійснюваний висновками 0 (RX) і 1 (TX). Встановлена на платі мікросхема ATmega8U2 направляє даний інтерфейс через USB, програми на стороні комп'ютера мають зв'язок з платою через віртуальний

COM порт. Прошивка ATmega8U2 використовує стандартні драйвера USB COM, ніяких сторонніх драйверів не потрібно, але на Windows для підключення потрібно файл ArduinoUNO.inf. Моніторинг послідовної шини (Serial Monitor) програми Arduino дозволяє посилати і отримувати текстові дані при підключенні до платформи. Світлодіоди RX і TX на платформі будуть мигати при передачі даних через мікросхему FTDI або USB підключення (але не при використанні послідовної передачі через висновки 0 і 1). Бібліотекою SoftwareSerial можливо створити послідовну передачу даних через будь-який з цифрових висновків Uno.

ATmega328 підтримує інтерфейси I2C (TWI) і SPI. В Arduino включена бібліотека Wire для зручності використання шини I2C. Мікроконтроллер ATmega328 поставляється з записаним завантажувачем, що полегшує запис нових програм без використання зовнішніх програматоров. Зв'язок здійснюється оригінальним протоколом STK500.

Особливість цього чіпа полягає в апаратній підтримці USB, що дозволяє організовувати зв'язок без додаткових перетворювачів. Платформа Arduino Uno, як і всі інші Arduino – сумісні платформи, програмується в середовищі Arduino IDE.

Додатково було куплено акумулятор для робота-машини і щит для зручності підключення різноманітних модулів.

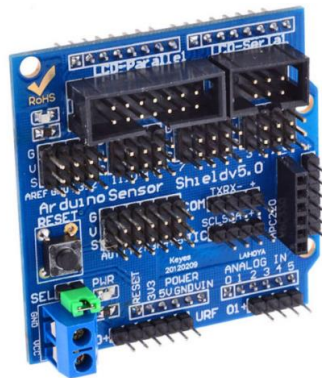


Рисунок 2.27 – Щит для зручності підключення, який кріпиться зверху Arduino Uno

Плата розширення Arduino Sensor Shield V5.0 APC220 призначена для підключення до неї різних пристроїв Arduino або аналогів пристроїв через стандартні інтерфейси. Для використання плати розширення потрібно зібрати на її основі макет за допомогою підключення різних зовнішніх пристроїв до інтерфейсів плати.

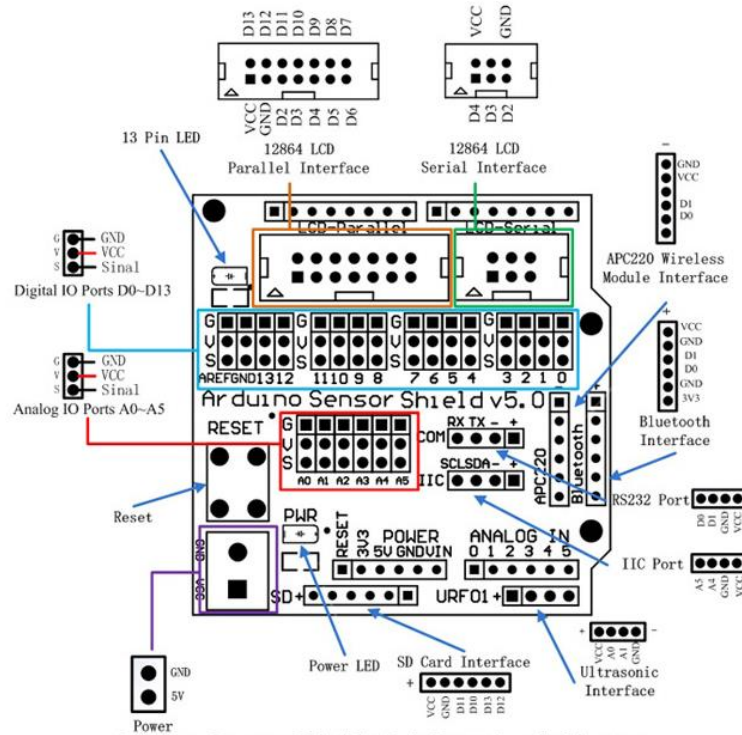


Рисунок 2.28 – Arduino Sensor Shield V5.0

Потім до плати потрібно підключити Arduino контролер або інше управляє мікропроцесорний пристрій. І в завершенні подати на плату харчування або від Arduino, або від зовнішнього джерела живлення (блоку харчування, батареї) і починати роботу. Управління платою розширення здійснюється або від Arduino контролера, або іншим мікропроцесорним керуючим пристроєм. На платі розширення знаходиться кнопка перезавантаження або перезавантаження RESET. Коли на плату подається харчування, повинен спалахнути світлодіод PWR. На платі розширення Arduino Sensor Shield V5.0 APC220 розташовано безліч інтерфейсів для підключення різних зовнішніх пристроїв і харчування:

- SD card interface (інтерфейс для підключення карт пам'яті SD) - має 6 висновків, перший висновок позначений на платі знаком «+». Позначення висновків: VCC, GND, D11, D10, D13, D12;
- ultrasonic interface (інтерфейс для підключення ультразвукових датчиків) - має 4 виведення, перший висновок позначений на платі знаком «+». Позначення висновків: VCC, A0, A1, GND;
- інтерфейс для підключення зовнішнього джерела живлення (блоку харчування, батареї). Позначення висновків: GND, VCC;
- колодка харчування Arduino, позначення висновків: RESET, 3V3, 5V, GND, VIN;
- встановлено шість аналогових входів позначених: 0, 1, 2, 3, 4, 5;
- analog IO ports (інтерфейс аналогових входів-виходів) має 6 висновків, позначення висновків: A0, A1, A2, A3, A4, A5. Кожен вхід-вихід має 3 контакту GND, VCC, Signal;
- I2C (IIC) port (Inter-Integrated Circuit) - послідовна шина даних для зв'язку інтегральних схем. Має 4 виведення, позначення контактів: SCL (Serial CLock), SDA (Serial DAta), «-», «+»;
- інтерфейс RS232 (послідовна шина COM), має 4 виведення позначення висновків: Tx, Rx, «-», «+»;
- ACP220 wireless module interface (інтерфейс для підключення зовнішнього Wi-Fi модуля ACP220). Має 6 входів, позначення входів: GND, VCC, що не задіяний, D1, D0, що не задіяний;
- bluetooth interface (інтерфейс для підключення зовнішнього пристрою Bluetooth) має 6 висновків. Позначення висновків: VCC, GND, D1, D0, GND, 3V3;
- digital IO ports (колодка цифрових входів-виходів) має 16 виводів. Позначення висновків: D0, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D13, GND, AREF. Кожен вхід-вихід має 3 контакту GND, VCC, Signal. Висновок AREF (опорна напруга для аналогових входів);
- LCD parallel interface (паралельний порт для підключення

рідкокристалічного дисплея) має 14 висновків. Позначення виводів на схемі інтерфейсів плати;

- LCD serial interface (послідовний порт для підключення рідкокристалічного дисплея) має 6 висновків. Позначення виводів на схемі інтерфейсів плати.

Харчування плати здійснюється або з Arduino, або від зовнішніх джерел живлення (блоків живлення, батарей). Перемикання з джерела живлення Arduino на зовнішнє джерело здійснюється за допомогою перемички SEL. Для живлення плати потрібна напруга 5В. Було використано акумулятор Li-ion Sanyo 21700 4800mA.

Особливості акумулятору 21700 Li-ion Sanyo:

- без плати захисту;
- ємність: 4800mAh;
- мінімальна напруга: 2.5 V;
- номінальна напруга: 3.7 V;
- максимальна напруга: 15 V.



Рисунок 2.29 – Акумулятор Li-ion Sanyo 21700 4800mA

3 АНАЛІЗ ТА РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ САМОКЕРУВАННЯ ДЛЯ РОБОТА-МАШИНИ

Програмна частина включає в себе середовище розробки (програма для написання і налагодження прошивок), безліч готових і зручних бібліотек, спрощений мова програмування. Апаратна частина включає в себе велику лінійку мікроконтролерів і готових модулів для них. Існують багато різних платформ програмування для Arduino, таке кожна середина розробки індивідуальна та зручна для кожного. Розглянемо кілька таких платформ.

3.1 Програми для розробки

3.1.1 Arduino IDE

Для програмування Arduino використовується спрощена версія мови C ++ з зумовленими функціями. Як і в інших Cі-подібних мовах програмування є ряд правил написання коду. Ось самі базові з них:

- після кожної інструкції необхідно ставити знак крапки з комою;
- перед оголошенням функції необхідно вказати тип даних, що повертається функцією або void якщо функція не повертає значення;
- так само необхідно вказувати тип даних перед оголошенням змінної.

Інтегроване середовище розробки для Windows, MacOS і Linux, розроблена на C та C ++ , призначена для створення і завантаження програм на Arduino-сумісні плати, а також на плати інших виробників.

Arduino IDE надає бібліотеку програмного забезпечення з проекту Wiring [en], яка надає безліч загальних процедур введення і виведення. Для написаного користувачем коду потрібні тільки дві базові функції для запуску ескізу і основного циклу програми, які скомпільовані і пов'язані з

заглушкою програми `main ()` в виконувану циклічну програму з ланцюжком інструментів GNU, також включеною в дистрибутив IDE. Використовує програму `avrdude` для перетворення коду, в текстовий файл в шістнадцятковій кодуванні, який завантажується в плату Arduino програмою-завантажувачем у вбудованому програмному забезпеченні плати. З ростом популярності Arduino інші постачальники в якості програмної платформи почали впроваджувати призначені для користувача компілятори і інструменти з відкритим вихідним кодом (ядра), які можуть створювати і завантажувати ескізи в інші мікроконтролери, що не підтримуються офіційною лінійкою мікроконтролерів Arduino.

3.1.2 Programino

Programino – це платна середовище розробки, але її можна випробувати протягом 14-ти днів безкоштовно. Programino, як і інші середовища розробки, вимагає, однак, щоб у вас була встановлена Arduino IDE. При першому запуску програми слід в настройках вказати шлях до виконуваного файлу `arduino.exe`. Для цього йдемо в меню настройки: `Options Editor Settings`. З'явиться вікно, в якому потрібно буде вказати шляхи до директорії з Arduino IDE і супутніми бібліотеками. Тепер ми готові писати програми в Programino. Мова, який використовується в даному середовищі розробки - такий же, як і в оригінальній Arduino IDE - C++. Тобто, якщо писати скетчі в Arduino IDE, то не доведеться вивчати нову мову програмування, що є великим плюсом даного середовища розробки.

Однак крім цього, дана IDE пропонує такий зручний спосіб швидкої розробки як автодоповнення коду. Тобто, не доведеться постійно лазити в довідник по командам і методам Arduino. Ви починаєте набирати код, і середовище розробки запропонує вибрати з доступних варіантів той, який потрібен.

В даному середовищі розробки є кілька додаткових корисних інструментів, доступних через меню Tools. Наприклад: блокнот, дизайнер LCD символів, перетворювач між DEC-BIN-HEX, термінал послідовного порту. Підтримувані формати файлів і мови програмування: Arduino, C, C++, C Header, HTML, HTML5, JavaScript, CSS, Text, а також: повна сумісність з Arduino; автозаповнення коду; два розширених UART-терміналу; перегляд обладнання легка компіляція і завантаження; функція пошуку зв'язків по посиланнях; виділення призначеного для користувача синтаксису; оглядач об'єктів і функцій; дизайнер точково-матричних РК-дисплеїв; аналоговий плоттер.

3.1.3 B4R (Basic for Arduino)

B4R (Basic for Arduino) – ще одна цікава альтернатива Arduino IDE - B4R, або «Basic for Arduino». Це середовище розробки унікальна тим, що використовує мову Basic, а не Cі. Вона також підтримує функцію автодоповнення коду. Крім того, вона повністю безкоштовна. При першому запуску середу B4R також вимагає вказати шлях до директорії з Arduino IDE і, при необхідності, додатковим нестандартним бібліотекам і загальним модулів.

3.1.4 CodeBlocks Arduino IDE

CodeBlocks Arduino IDE – це індивідуальний дистрибутив з відкритим кодом Code :: Blocks IDE, вдосконалений для розробки Arduino. Він надає більш вимогливим розробникам програмного забезпечення все, що повинно бути в сучасній IDE, включаючи папку коду, завершення коду, навігацію кодом, компіляцію, а також завантаження для Arduino. За допомогою спеціального майстра проекту легко створити готовий проект Arduino. Дистрибутив інтегрує найновіші основні файли Arduino,

стандартні бібліотеки Arduino, ланцюжок інструментів AVR, Arduino Builder. Особливості:

- спеціальний майстер проекту для розробки Arduino;
- інтегровані основні файли та бібліотеки Arduino;
- скопільовані основні файли, кешовані для вищої швидкості компіляції (порівняно з оригінальною IDE Arduino);
- інтегрований попередньо налаштований інструментарій компілятора AVR;
- популярні плати Arduino, що підтримуються як цілі побудови;
- завантаження HEX на плати Arduino (підтримується Леонардо) шляхом запуску побудованої цілі.

3.1.5 Переваги Arduino IDE

Для розробки власних алгоритмів самокерування для роботомашини, вибір був здійснений у сторону безкоштовної платформи Arduino IDE. Середовище налаштовано для написання, компіляції та завантаження власних програм в пам'ять мікроконтролера, встановленого на платі Arduino-сумісного пристрою. Основою середовища розробки є мова Processing / Wiring – це фактично звичайний C ++, доповнений простими і зрозумілими функціями для керування введенням / виводом на контактах. Arduino IDE заснований на AVRGCC. Якщо не подобається конкретна високорівнева команда або бібліотека для Arduino, можна завжди замінити її на аналогічну C ++. Також легко програмувати і обмінюватися повідомленнями з Arduino за допомогою одного USB кабелю (або FTDI кабелю для деяких клонів). Arduino IDE – надає змогу зробити простий проект за кілька хвилин, використовуючи стандартні бібліотеки, не вникаючи в них. Для зчитування сигналів кнопок, виведення інформації на семисегментні або ЖК-дисплеї та управління двигунами для всього цього є стандартні бібліотеки.

3.2 Розробка алгоритмів самокерування

Існують багато вже реалізованих алгоритмів самокерування для робото-машини. Проаналізувавши різні було зроблено висновок реалізувати свої, які збільшать його функціональність та завдяки оптимізації коду буде збільшено часи роботи та додано декілька нових функцій.

3.2.1 Опис алгоритму вибору напрямку по шляху найменшого опору

Існує багато алгоритмів для запобігання перешкод та вибіру найкращого напрямку. Було розроблений алгоритм який більш універсальний та підійде під різні набори Arduino.

Головний метод алгоритму – це `void TurtleRunner::run()`, який виконує основну роботу ультрасоніка. Змінні які використовуються в даному алгоритмі а точніше прапори, які будуть стежити за деякими процесами.

Прапори:

- `m_checkObstacle` (перевірити, чи є навколо перешкоди, використовується масив з відстанню);
- `m_checkObstacleAvoidance` (перевірити, чи можемо ми об'їхати перешкоду в одну з доступних для огляду сторін вправо \ вліво);
- `m_movinBack` (рухаємося назад);
- `m_needToTurn` (потрібно повернути).

Розробка алгоритма:

- перша дія в циклі - це зчитування відстані з ультрасонік і запис його в масив (5 елементів, використовується для округлення відстані при підрахунку. Тобто $[5, 3, 1, 5, 5] \sim = 4$;

- перевірка по лічильнику, не виконується чи якась із завдань в даний момент часу. Якщо виконується, ми пропускаємо цей цикл. Якщо не виконується то йдемо далі;

- якщо не один з прапорів `NE = true`, то перевіряємо, чи є попереду перешкоду на основі усередненого значення з масиву відстані. Якщо перешкода виявлено, зупиняємо робота і виставляємо прапор `m_checkObstacle` в `true`, якщо перешкода не виявлено, продовжуємо рухатися вперед;

- якщо прапор `m_checkObstacle = true`, перевіряємо обстановку навколо. Для цього є масив (пара напрямок: відстань) усередненого відстані до перешкоди для кожної сторони (вперед, вліво, вправо), в нього записуються показники з Ультрасонік для всіх сторін. В кінці прапор `m_checkObstacle` виставляється в `false`, а прапор `m_checkObstacleAvoidance` в `true`;

- якщо прапор `m_checkObstacleAvoidance` варто в `true`, то дістаємо з масиву максимальне значення відстані до перешкоди, і отримуємо напрямок, в якому найдовше можна продовжувати рух. Виставляємо прапор `m_checkObstacleAvoidance` в `false`. Так само перевіряємо, якщо отримане значення більше мінімальної відстані до об'єкта (конфігурується в коді). Якщо більше, то виставляємо прапори `m_canAvoidObstacle` і `m_needToTurn` в `true`. Запам'ятовуємо сторону, в яку потрібно повернути. Якщо менше, виставляємо прапор `m_movingBack` в `true`;

- якщо прапор `m_movingBack = true`, їдемо назад і виставляємо `m_movingBack = false`, `m_checkObstacle = true`;

- якщо прапор `m_needToTurn = true`, повертаємо в збережену раніше сторону і виставляємо прапор `m_needToTurn = false`.

Ультрасонік є «очима» робота і допомагають об'їжджати перешкоди, отримувати розміри предметів, моделювати карту приміщення і сигналізувати про наближення або видалення об'єктів. Здатність

ультразвукового датчика визначати відстань до об'єкта засновано на принципі сонара, тобто посилаючи імпульси ультразвуку частотою 40 кГц і отримуючи його відображення з затримкою, пристрій визначає наявність об'єктів і відстань до них. Ультразвукові сигнали, які генеруються приймачем, відбиваючись від перешкоди, повертаються до нього через певний проміжок часу. Цей часовий інтервал стає характеристикою, що допомагає визначити відстань до об'єкта.

Після проведення тестування на розпізнавання різних поверхонь було зроблено висновок, що ультрасонік має кілька недоліків, він дає неправдиві свідчення від пористих матеріалів типу поролон та датчик не підходить для визначення відстані до звукопоглинальних об'єктів, зокрема пухнастих тканин. Оптимальними для вимірювання є предмети з рівною гладкою поверхнею. Що стосується апаратної частини робота для кращого результату хорошим рішенням може стати спільне використання ультразвукового далекоміра в парі з лазерним, який здатний забезпечити точне вимірювання відстані незалежно від кольору і відбивної здатності об'єкта, забезпечуючи кращий захист від перешкод. У такому випадку, вони будуть нівелювати недоліки один одного, тому що лазерний дальномер не може виміряти відстань до вікон і дзеркал та більш відчутний до сонячного проміння.

Швидкість виконання програми сильно залежить від обчислювальної потужності процесора. Але найбільше на швидкість виконання програми впливає її структура. І для прискорення роботи програми її потрібно оптимізувати, скорочуючи число операцій, виконуваних в критичних до швидкості місцях програми. Було порівнено, як працює робото-машина, коли власний алгоритм вибору напрямку по шляху найменшого опору з оптимізацією коду та без. Ще більш швидкість можна досягти купуючи більш дорожчі мотори.

3.2.2 Розробка алгоритму керування роботом для руху по чорній лінії

Arduino – це електронний конструктор і зручна платформа швидкої розробки електронних пристроїв. Інша можливість інтелектуального роботу, яка була розроблена - це рух по чорній лінії. Щоб робот Arduino переміщався уздовж чорної лінії, йому потрібно під'єднати три світлових датчика. Принцип модуля відстеження: TCRT5000 – використання інфрачервоної відбивної здатності кольору відрізняється, сила відбитого сигналу перетворюється на електричні. Чорно-білий модуль трасування на високому рівні ефективно виявляють чорний, білий виявляється на низькому рівні, ефективно виявляють 0-3 см у висоту.

Спосіб застосування фізичного роботу та програми таке ,що існує 3-рядний інтерфейс датчика голки, це GND, VCC, OUT, VCC. На стороні живлення виводиться сигнал OUT. Виявлено об'єкт, вихідний сигнал низький, якщо не виявлені об'єкти, вихідний сигнал високого рівня. Вихідний сигнал головного судження 0 або 1, зможе визначити, чи є об'єкт.

Параметри продуктивності:

- виявити відстань: Тестовий білий папір становить близько 2 см залежно від кольору різного відстань різна. Білий – найдалший;
- напруга живлення: 2,5 В ~ 12 В, не більше 12 В (найкраще жити низькою напругою, занадто висока напруга живлення скоротить термін служби датчика. Тому використовується 5 В живлення);
- робочий струм: 18-20 мА при 5 В. Налаштування для 18 ~ 20мА найкраща продуктивність при робочому струмі, основна продуктивність увімкнена здатність проти заклинювання. Вихід датчика рівня TTL можна підключити безпосередньо до мікроконтролера 3,3 В або 5 В;

Принцип виявлення чорної лінії:

- використання чорного кольору для освітлення відбивної здатності характеристик, коли колір поверхні відсутній;

- чорні, інфрачервоні датчики для запуску найбільш відображеними. Вихід датчика низький рівень 0;

- коли є чорна лінія площини, датчики знаходяться в чорній, оскільки здатність відбиття чорного є дуже слабке, дуже мало відбитого інфрачервоного світла, не вистачає рівня дії датчика, тому датчик виводить 1. Однокристальний мікрокомп'ютер, якщо ми використовуємо для оцінки виходу датчика 0 або 1, буде здатний виявити чорну лінію;

Створимо процедуру руху по чорній лінії робота назвемо її «checkIfBlackLineMissing». Щоб робот їхав по чорній лінії нескінченно ми повинні викликати процедуру в тілі основної програми. Якщо не працює жодне інше відгалуження управління (типу поворот корпусу, їзда задом, поворот голови) то він перевіряє поверхню під собою. На ньому 3 датчика (лівий, середній і правий).

Принцип роботи алгоритма:

- якщо лівий датчик на чорному, а правий немає, то повертає на N градусів вліво;

- якщо правий датчик на чорному, а лівий немає, то повертає на N градусів вправо;

- якщо середній датчик не на чорному, то їде назад (до цієї перевірки дійде тільки якщо і правий і лівий не чорний, виходить що робот з'їхав з чорної поверхні), де N становить 20 градусів – що дає досить плавний поворот. Щоб зрозуміти, що датчик заїхав на чорну лінію, потрібно вважати дані з датчика і порівняти його з значенням. Якщо значення з датчика чорної лінії більше значення, то ми заїхали на чорну лінію, якщо менше, то на білу (це залежить від роботи конкретного датчика чорної лінії). Щоб виконувалося одночасно дві умови використовуємо оператор умови і логічну операцію «&&»;

- прочитуємо дані з лівого датчика `Left_1 = analogRead(LeftSensor_1);`

- прочитуємо дані з правого датчика `Right_1 = analogRead (RightSensor_1)`;
- таким чином, при заїзді мобільного робота Arduino лівим датчиком на чорну лінію, прочитуємо дані з лівого датчика та прочитуємо дані з правого датчика;
- якщо лівий датчик бачить чорний а правий білий, то повертаємо наліво;
- при заїзді робота Arduino на чорну лінію правим датчиком, прочитуємо дані з лівого датчика та прочитуємо дані з правого датчика;
- якщо правий датчик бачить чорний, а лівий датчик білий, то повертаємо направо;
- якщо всі три датчики не чорні, то йде назад.

Світлові датчики або датчики чорної лінії приєднуються до плати Arduino послідовно, тобто порт датчика чорної лінії GND під'єднується до GND через макетної плати, порт датчика VCC під'єднується до шини харчування через макетну плату в 5V, A0 під'єднується до аналогових портів плати Ардуіно A0, A1. Щоб прочитати дані з світлового датчика, використовується команда – `analogRead (номер Піна)`. Ця команда зчитує значення датчика з номером Піна.

3.2.3 Розробка алгоритму керування роботом для руху по білій лінії

Інша можливість інтелектуального роботу, яка була розроблена – це рух по білій лінії, даний алгоритм працює за тим же самим сценарієм, який був розроблений для руху по чорній лінії, але робот-машина визначає білу лінію і їде тільки по ній уникаючи чорну.

Створимо процедуру руху по білій лінії робота назвемо її «`checkIfWhiteLineMissing`». На ньому 3 датчика (лівий, середній і правий). Принцип виявлення білої лінії:

- якщо лівий датчик на білому, а правий ні, то повертає на N градусів вліво;
- якщо правий датчик на білому, а лівий ні, то повертає на N градусів вправо;
- якщо середній датчик не на білому, то їде назад;
- якщо всі датчики на білому, то їде завжди прямо.

Щоб зрозуміти, що датчик заїхав на білу лінію, потрібно вважати дані з датчика і порівняти його з значенням. Якщо значення з датчика білої лінії більше значення, то ми заїхали на білу лінію, якщо менше, то на чорну.

3.2.4 Результати оптимізації алгоритмів

Алгоритми потрібно було вибудувувати в певній послідовності, бо при роботі з Arduino ми спілкуємось з процесором і немає прошивки операційної системи, відповідно немає багатопоточності і не вийде распаралелити роботу окремих модулів роботи. Тому все відбувається послідовно. Отже, розрахуємо приблизну енерговартість, якщо ємність AA батарейки в кращому випадку 500 мА. Мотор L298N Dual H-Bridge Motor Driver при споживаній потужності 20 Вт та напрузі 5В, потребує 4 мА. Ультрасонік споживає в режимі тиші: 2 мА, а в час проходження по лінії: 15 мА. Arduino Uno - споживає мінімум 15 мА струму, що звучить не так погано, але в певних ситуаціях ця цифра швидко зростає. За результатами аналізу енергоспоживання отримано приблизні розрахунки роботи роботомашини, якщо датчики кольору ініціюють рух по чорній лінії, разом з роботою ультрасоніка, який перевіряє відстань, то за 1 хвилину роботи втрачається – 24 мА. Отже, завдяки акумулятору 18650 LI-ION SANYO 4800mAh (напруга якого становить 3,7В) , замість 20 годин роботи з AA батарейками, з акумулятором це становить 200 годин роботи, а ще ми можемо підзарядити його за допомогою зарядки, що забезпечує роботу

робото-машини значно довше. Офіційний сайт Arduino надає бібліотеки для низького енергоспоживання плат Arduino, що дозволяють використовувати функції з низьким енергоспоживанням. Така бібліотека як, External Wake-Up (зовнішнє пробудження) – за допомогою цієї бібліотеки ваша Arduino вийде із сплячого режиму при натисканні зовнішньої кнопки. Ви можете використовувати такий код, щоб розбудити Arduino за допомогою датчика. Та Timed Wake-up (заплановане пробудження): пробуджує Arduino після заданої кількості часу в режимі сну. Вищевказані режими очікування знижують енергоспоживання Arduino Uno в режимі очікування. Струм, споживаний уві сні, може падати від 25mA до 0.57mA.

Показане нижче пристрій являє собою понижуючий перетворювач DROK DC 4.5-24, який значно більш ефективний, ніж лінійний регулятор, який використовується на UNO.

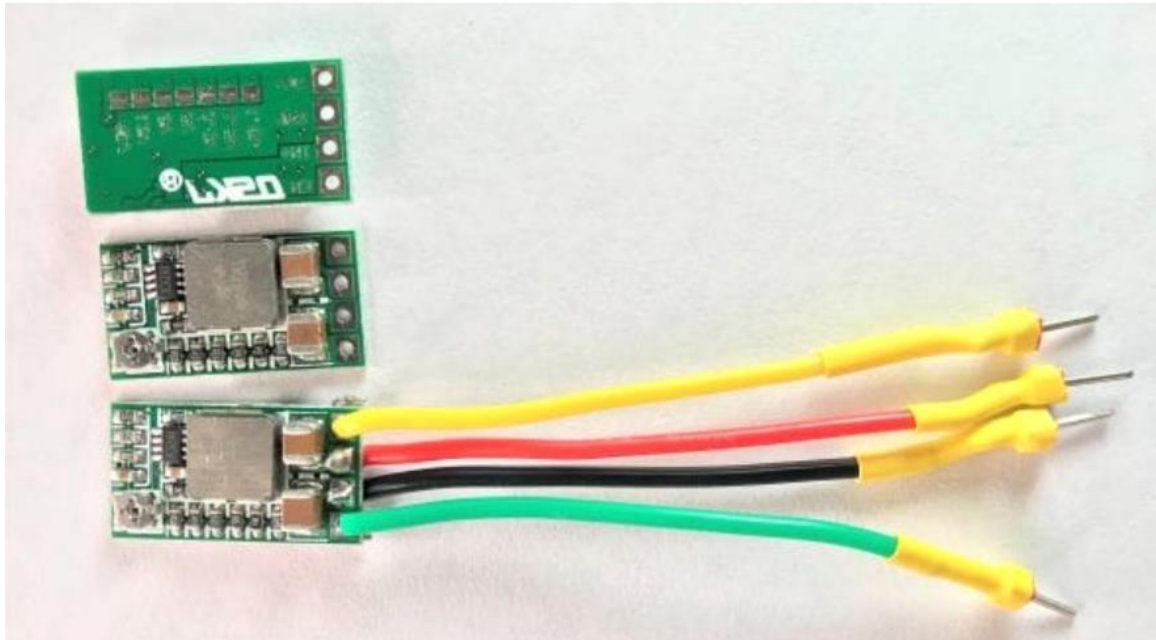


Рисунок 3.1 – Понижуючий перетворювач DROK DC 4.5-24

Схема повинна працювати з будь-яким знижувальним перетворювачем, який має вихід 5 В або 3,3 В, що дає додаткову перевагу,

оскільки ви можете відключити вихідну потужність, просто заземливши жовтий EN (включити) висновок.

На схемі чорний провід – це маса (загальна заземлення), а червоний – вхідна напруга. Цей конкретний блок працює до 24 В (в залежності від вашого понижуючого перетворювача), зелений – вихідна напруга. Ще одна приємна особливість, він також підтримує 3,3 В. В обхід вбудованого регулятора напруги струм знижується з 52 мА до приблизно 23 мА при 5 В. процесори, використовувані в Arduino, призначені для використання багатьох технологій енергозбереження.

У данному випадку, було використано бібліотека сна «Low-Power», щоб ульстрасонік працював тільки коли бачить щось перед собою на відстані 10 см. Процесори, використовувані в Arduino, призначені для використання багатьох технологій енергозбереження.

Оскільки зазвичай ми працюємо з періодичної вибіркою, бібліотеку LowPower Arduino можна налаштувати на відключення певних процесів і навіть виключення процесора в міру необхідності для економії значної кількості енергії.

В таблиці 3.1 наведені результати додавання бібліотеки Low Power Arduino. Вони отримані від ідентичних Arduino Uno, що працюють від 12В за допомогою вбудованого регулятора і від 12В із знижуючим перетворювачем. Результати роботи плати Arduino Uno: 3,3 постійного струму, 5В = 17,1 мА в сплячому режимі, 26,9 мА в робочому режимі.

Завантажимо код в Arduino Uno, він повідомить, скільки байтів він використовує з доступних 32К. Поки програма працює, вона використовує те, що називається SRAM.

Таблиця 3.1 – Енергосберегання з Low-Power бібліотекою

Без Low-Power	З Low-Power
12В з бортовим стабілізатором напруги = 50мА	12В с бортовим стабілізатором напруги = 45мА
Понижуючий перетворювач 5В = 27 мА	Понижуючий перетворювач 5В = 25 мА
Понижуючий перетворювач 3,3В = 10 мА	Понижуючий перетворювач 3,3В = 8 мА

У мікроконтролерах, що використовуються на платах Arduino (наприклад, ATmega168), є три пули пам'яті:

- флеш-пам'ять (програмний простір) – це місце, де зберігається ескіз Arduino;
- SRAM (статична оперативна пам'ять) -- це місце, де ескіз створює та обробляє змінні під час його запуску;
- EEPROM – це простір пам'яті, який програмісти можуть використовувати для зберігання довгострокової інформації.

Флеш-пам'ять та пам'ять EEPROM є енергонезалежними (інформація зберігається після вимкнення живлення). SRAM є мінливим і буде втрачено при включенні живлення.

Також, можна зробити нашу програму меншій за розміром, завдяки бібліотеці MemoryFree було отримано скільки байтів займають алгоритми 8 697 bytes (used 24% of a 32 256 byte maximum).

Щоб покращити цей показник, є декілька способів оптимізації коду. Працювати з масивом, а не зі змінними r1, r2 і т.д. Це дозволить використовувати цикли. Всі рядкові константи перемістити в PROGMEM. Це сильно заощадить ОЗУ. Записує дані не в SRAM, а під flash-пам'ять (тобто в програмну пам'ять). Ключове слово PROGMEM – це модифікатор змінних, і його можна використовувати тільки з тими типами даних, які

визначені в бібліотеці `pgmspace.h`. Він каже компілятору «розмістити інформацію у flash-пам'яті», а не в SRAM, як це відбувається зазвичай. Зберігання рядків у Flash замість SRAM. Одна з найпоширеніших речей – це брак пам'яті в чіпі, тому що занадто багато довгих рядків. Тому треба використовувати цю `F()` функцію при використанні рядків, щоб вони зберігалися в Flash, а не в SRAM, оскільки у вас їх набагато більше.

Після деяких маніпуляцій з 6 276 bytes (used 19% of a 32 256 byte maximum) (14,83 secs). Навидемо інші засоби оптимізації енергоспоживання. ДОП Індикатор живлення (світлодіод). Постійно горить, що вказує на те, що плата отримує достатньо кількість харчування. Зняття світлодіода харчування может знизити струм в 2,85 мА в нормальному режимі. У Спляча режимі без світлодіода енергоспоживання Arduino UNO ставити Всього 30,8 мкА. Тактова частота плати Arduino визначає, скільки операцій вона может Виконувати в секунду. Більшість плат Arduino працюють з тактовою частотою 16 МГц. Зменшення цього значення до 8 МГц может знизити необхідній струм з 12 мА до 8,5 мА. У довгостроковій перспективі метод может відключити більшу часть енергоспоживання и продовжити срок служби батареї. На рисунку 3.2 зображена готова робото-машина рухаючись по чорній лінії.

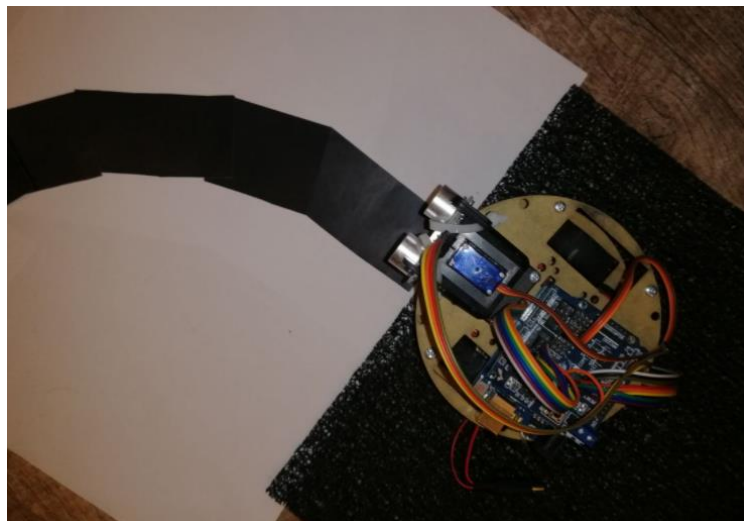


Рисунок 3.2 – Робото-машина в реальному житті

На рисунку 3.3 зображена блок-схема, за якою працює робот-машина Arduino.

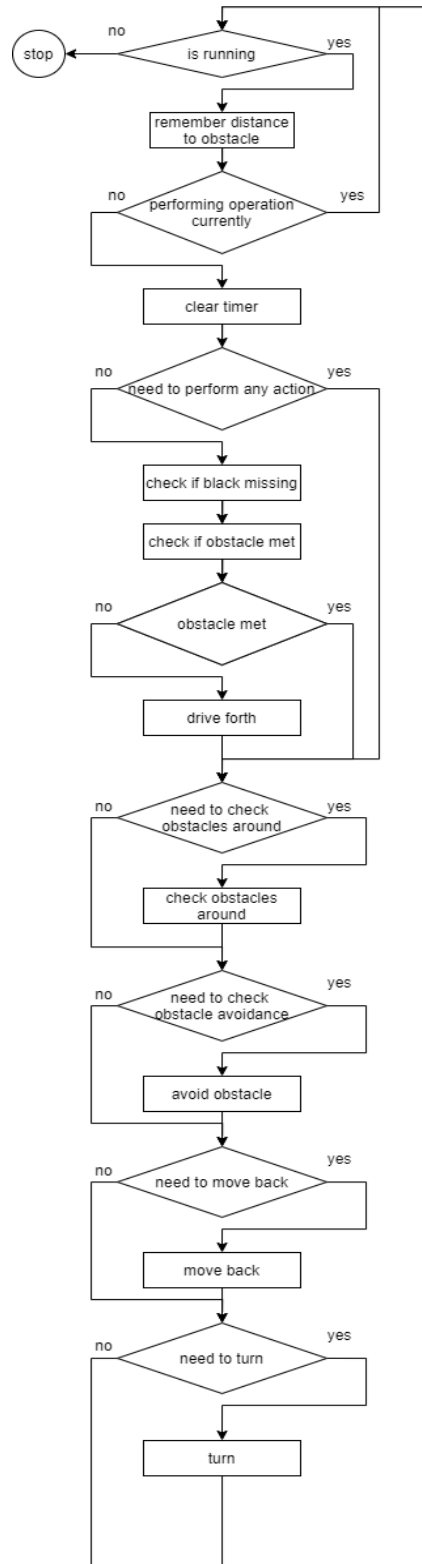


Рисунок 3.3 – Блок-схема алгоритму руху по чорній лінії та вибору напрямку по шляху найменшого опору

4 ДОСЛІДЖЕННЯ ІНШИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ARDUINO

4.1 Дистанційне управління інтелектуальним роботом за допомогою Bluetooth та інфрачервоного пульта

Набір `keyestudio Smart Little Turtle V2.0` включає в собі можливість імплементації дистанційного управління за допомогою Bluetooth (та пультом, якщо докупити обладнання). Це може робити за наступним принципом.

Перш за все треба розробити верстку додатку, елементи: кнопки і тіло шаблону для списку пристроїв. Кнопка запускає процес знаходження пристроїв з активним Bluetooth. Екран управління спирається на верстку, в якій є тільки кнопка, яка в майбутньому стане джойстиком. Далі за допомогою готових бібліотек для Arduino, потрібно отримати повний доступ по блютузу, який включає в собі метод, який перевіряє знайдені пристрої та якщо Bluetooth адаптер включен, то виконується клік та устроювання між собою з'єднуються (тобто функції перевіряють, чи отримали дозвіл на використання блютуза, без дозвіл користувача не можна передавати дані). Якщо всі умови зроблені метод повертає `true`, якщо ні – користувач бачить повідомлення на смартфон. Пошук пристрою ділиться на три частини: підготовка списку, додавання в список знайдених пристроїв, установка з'єднання з обраним пристроєм. Коли Bluetooth-модуль, повішений на Arduino, буде знайдений, він з'явиться в списку. Натиснувши на нього, почнеться створення `socket`. З'єднання буде встановлено, це можна буде зрозуміти по светодиодам на Bluetooth-модулі: без з'єднання вони блимають швидко, при наявності з'єднання помітно частота зменшується. Після того як з'єднання встановлено, можна переходити до другої активності, тобто управління роботом. Метод складається з функцій, він відловлює дотик, пересування і підйом пальця, коли дізнаємося, які дію було зроблено та передаємо точки дотика в

пікселях. Коли дані пораховані і переведені буде вступати другий потік. Він відповідає саме за відправку інформації. Отримані дані (точку з координатами x і y) перетворюються в кут повороту і швидкість. Не можна обійтися без нього, інакше сокет, що передає дані, буде гальмувати відлов торкань, створиться черга, яка може нанести шкоду зрозумілості дій користувача до робота. Далі відправляються дані, які розділяються спеціальними знаками.

За даним принципом розроблено багато алгоритмів дистанційного управління за допомогою Bluetooth. Також розроблені вже готові бібліотеки, підключення котрих надає змогу розробляти подібний функціонал швидше.

За допомогою інфрачервоного пульта дистанційного керування та IR- приймача можна також керувати роботом-машиною.

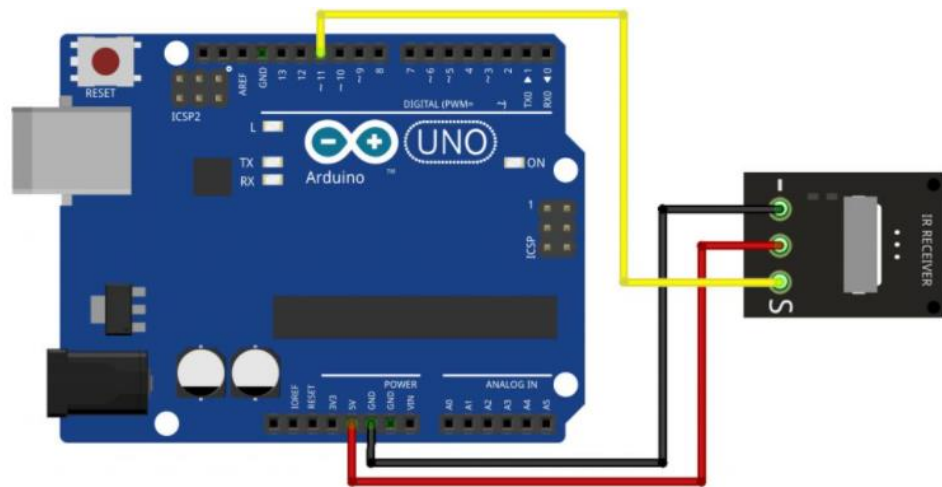


Рисунок 4.1 – Підключення IR-приймача до плати UNO

Принцип дії:

- IR-приймач на Ардуіно здатний приймати і обробляти інфрачервоний сигнал, у вигляді імпульсів заданої тривалості і частоти;
- під впливом інфрачервоного випромінювання в фотодіоді починає текти струм. Сигнал надходить на вбудований підсилювач і далі -

на смуговий фільтр, налаштований на фіксовану частоту, який захищає приймач від перешкод;

- щоб сигнал від пульта дистанційного керування приймався IR приймачем Ардуіно, пульт повинен бути налаштований на відповідну частоту;

Для програмування знадобиться бібліотека «IRremote», котра потрібна для підключення приймача та бібліотека «Shift595.h» для взаємодії Ардуіно та пульта.

4.2 Замок з послідовністю ударів

Якщо використати сервопривод, мікроконтролер, тримач для батарейок для 2xAA з комплекту keyestudio Smart Little Turtle V2.0, можна створити замок, який запам'ятовує стук по скринці та який в подальшому використанні являється кодом, щоб відкрити скринку. Щоб розробити це з апаратної частини треба докупити ще сенсорну кнопку, датчик звуку та датчик удару.

Замок з сервоприводом і датчиком звуку / вібрації / торкання, які дозволяють задавати і розпізнавати секретний стук, тобто послідовність ударів. Сервопривод відкриває і закриває кришку, харчується система від пальчикових батарейок / акумуляторів. Тобто датчик:

- запам'ятовує секретний стук, а саме - час між «ударами»;
- вміє розпізнавати занадто швидке натискання, занадто повільне;
- працює від апаратного переривання, що дає дуже стабільну і чітку відпрацювання «стукотів»;

Використана бібліотека сну, споживання в режимі очікування близько 0.1 мА. Логіка роботи побудована наступним чином: при підключенні живлення запускається функція запису секретної комбінації натискань або стукотів. Все стуки і натискання обробляються як

переривання, тому точність запису і розпізнавання дуже висока. Спочатку система чекає першого натискання. Якщо є сигнал, то починає вимірювати час між усіма подальшими стуками і записувати їх в пам'ять. Далі якщо протягом 3 секунд сигнали не приходять, комбінація вважається завершеною, далі записана комбінація програється, кришка закривається і система засинає щоб не витратити енергію. Ця функція збереження енергії здійснена за допомогою спеціальної бібліотеки сну «Low-Power». Так як можна використовувати переривання, то від будь-якого спрацьовування з датчика система прокидається і починає розпізнавати секретний стук, порівнюючи час між ударами або натисканням. І тут можливі варіанти, занадто швидко або занадто повільно, в будь-якому випадку спроба провалюється. Щоб відкрити замок, потрібно щоб повністю збіглася вся комбінація. Щоб закрити замок потрібно просто торкнутися датчика або натиснути кнопку закриття.

4.3 Автоматичний смітник

Ще інший прилад, який буде розроблено в майбутньому відро для сміття з автоматичною кришкою і продуманим автономним живленням від батарейок. За данною схемою на рисунку 4.2 треба зробити підключення. У данному випадку можна скористатись платою Nano, тому що UNO буде більш помітна у відрі.

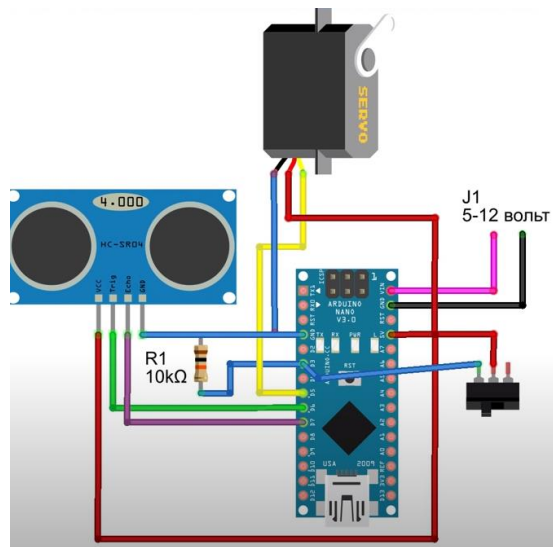


Рисунок 4.2 – Підключення ультразвука та сервопривода до плати

Прицип роботи:

- датчик відстані, який вже є у наборі keyestudio Smart Little Turtle V2.0 за певною відстанню відкриває кришку (наприклад коли людина підносить руку до ультразвука на відстані 20 см);
- починає працювати таймер 10 секунд після цього кришка зачинається.

Використовуються бібліотека сна «Low-Power», щоб ульстрасонік працював тільки коли бачить щось перед собою на відстані 20 см.

4.4 Лічильник відвідувачів у приміщенні

Лічильник зайнятості приміщення – відстежує кількість людей в приміщенні чи будівлі, збільшуючи лічильник, коли люди входять, і зменшуючи лічильник, коли люди виходять. Як тільки кількість людей в приміщенні перевищить максимальну дозволена кількість (яке може бути встановлено користувачем), сигнал тривоги буде спрацьовувати до тих пір, поки кількість людей знову не опиниться в межах норми. Це може запобігти переповненість будівель і кімнат, що може допомогти обмежити

поширення вірусу, спростивши практику соціального дистанціювання. Треба докупити ще один ультразвунік HC-SR04, TM1637 4-значний дисплей, та зумер.

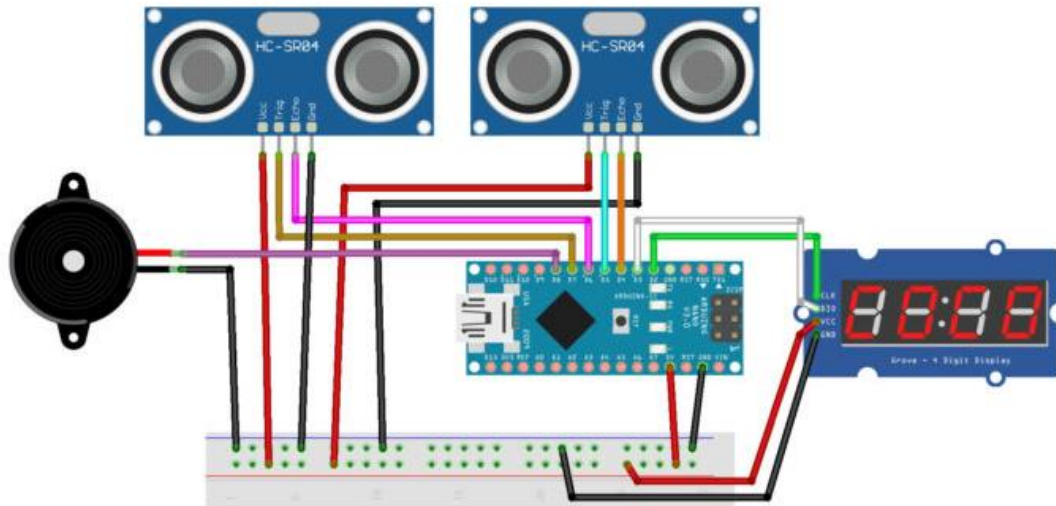


Рисунок 4.3 – Підключення ультразвуніків, дисплею, зумеру до плати

Алгоритм роботи такий, що наприклад максимальна кількість людей, дозволених до спрацьовування сигналізації буде 5. Відбувається считування датчиків ультразвуніка потім відображується поточної кількості людей на 4-значному дисплеї, якщо кількість людей занадто велике, увімкнеться зумер.

ВИСНОВКИ

Платформа Arduino користується величезною популярністю в усьому світі завдяки зручності та простоті мови програмування, а також відкритій архітектурі та програмного коду. Пристрої на базі Arduino можуть отримувати інформацію про навколишнє середовище за допомогою різних датчиків, а також можуть управляти різними виконавчими пристроями.

В ході роботи було проаналізовані можливості Arduino. Виконувалась збірка робота з фотоінструкцією та описом кожного пристрою у деталях, порівняння їх з іншими аналогами. Проводилися дослідження та розробка алгоритмів самокерування для інтелектуальної робото-машини, а саме: алгоритм вибору напрямку по шляху найменшого опору та алгоритм управління роботом для руху по чорній лінії. Також було проаналізовано різні середовища для розробки алгоритмів, Arduino IDE найкраще підійшла до цієї мети.

Під час розробки було розв'язування проблеми з енергоспоживанням та пам'яттю робото-машини, також завдяки оптимізації коду і використання спеціальних бібліотек ці показники були покращені. Було проведено тестування алгоритмів, а саме рух робото-машини по чорній лінії з перешкодами, де інтелектуальний робот за допомогою датчиків розпізнавав чорній колір, та ультразвуку розпізнавав перешкоди на відстані 10 см.

На заключному етапі роботи було проаналізовано інші можливості набору «keyestudio Smart Little Turtle V2.0» для розробки інтелектуальних застосувань робота, зокрема аналіз інших засобів робота для отримання інформації від зовнішнього середовища та розробка цікавих застосувань для дому.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Робототехніка. URL: <http://wiki.amperka.ru/> (дата звернення 8.11.2020)
2. Arduino відео-уроки. URL: <https://arduinomaster.ru/> (дата звернення 20.10.2020)
3. Arduino tutorial. URL: <https://www.arduino.cc/> (дата звернення 4.11.2020)
4. Дуглас Вільямс, «Програмований робот, керований з КПК» 2013.
5. Майк Предко, «Пристрої управління роботами: схемотехніка і програмування» 2003.
6. Оуен Бішоп, «Настільна книга розробника роботів» March 2007.
7. Прилади до робота. URL: <https://arduino-kit.com.ua/> (дата звернення 3.11.2020)
8. Основи робототехніки. URL: <http://galvinpower.org>. (дата звернення 20.11.2020)
9. Єгоров О.Д., Подураєв Ю.В., Буйно М.А. , «Робототехнічні мехатронні системи» April, 2010.
10. Булгаков А.Г., Воробйов В.А., «Промислові роботи. кінематика, динаміка, контроль і управління » 2010.
11. Все,що треба знати об Arduino. URL: <http://arduino-diy.com> (дата звернення 3.10.2020)
12. Переривання на мікроконтролері Arduino. URL: <http://robotosha.ru/arduino/arduino-interrupts.html> (дата звернення 15.11.2020)
13. Аналогові вимірювання з Arduino. – Сайт користувачів «Arduino». URL: <http://robotosha.ru/arduino/analogmeasurements-arduino.html>(дата звернення 10.11.2020)
14. Функції Arduino. URL: <http://codius.ru/articles.html> (дата звернення 25.11.2020)

15. Сайт програмного середовища і фірми «Arduino». URL: <https://www.arduino.cc> (дата звернення 9.11.2020)
16. Курс «Arduino для початківців». URL: <http://edurobots.ru/kurs-arduino-dlya-nachinayushhix> (дата звернення 15.10.2020)