

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Чорноморський національний університет

імені Петра Могили

Факультет комп'ютерних наук

Кафедра комп'ютерної інженерії

ДОПУЩЕНО ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри,
д-р техн. наук, проф.

_____ І. М. Журавська

« __ » _____ 2023 р.


КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Розумна тростина для сліпих

Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

123 – КБР.ПЗ.00 – 405.21910523

Студент


_____ В. А. Ремінна
підпис

« __ » _____ 202__ р.

Керівник ст. викладач

_____ Є. С. Дарнапук
підпис

« __ » _____ 202__ р.

Миколаїв – 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Чорноморський національний університет імені Петра Могили
Факультет комп'ютерних наук
Кафедра комп'ютерної інженерії

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри _____ І. М. Журавська

« _____ » _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ
на виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи

Видано студенту групи 405 факультету комп'ютерних наук

Ремінна Владислава Андріївна

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема кваліфікаційної роботи

Розумна тростина для сліпих

Затверджена наказом по ЧНУ від « _____ » _____ 20__ р. № _____

2. Строк представлення кваліфікаційної роботи « _____ » _____ 20__ р.

3. Очікуваний результат роботи та початкові дані, якщо такі потрібні

Очікуваним результатом роботи є: апаратне та програмне забезпечення розумної тростини для людей з вадами зору. Вхідними даними роботи є специфікація вимог, що описує характеристики зазначеного апаратного _____ та _____ програмного забезпечення.

4. Перелік питань, що підлягають розробці

1) Аналітичний огляд розумних тростин для сліпих ; _____

2) Аналіз переваг та недоліків існуючих систем; _____

3) розробка апаратної частини; _____

4) розробка програмної частини; _____

5. Перелік графічних матеріалів

Блок-схема принципу роботи розумної тростини.

Схема підключення пристрою.

Блок-діаграма GPS-трекінгу.

Дизайн друкованої плати.

6. Завдання до спеціальної частини

- проаналізувати існуючі розумні тростини для сліпих та описати їх функції;
- розглянути можливості використання розумних тростин для сліпих в Україні та адаптацію їх до умов та потреб місцевого населення;
- розробити розумну тростину, яка буде доступна кожному;
- розробити рекомендації щодо ефективного використання розумних тростин для сліпих з метою поліпшення якості життя людей з обмеженими можливостями.

7. Консультанти:

Консультант	Кафедра (організація)	Частина роботи
А. О. Алексеєва, к.т.н., доцент	кафедра екології Медичного інституту ЧНУ імені Петра Могили	Спеціальна частина з охорони праці

Керівник роботи

старший викладач, Дарнапук Євген Сергійович

(посада, прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Завдання прийнято до виконання

Ремінна Владислава Андріївна

(прізвище, ім'я, по батькові студента)



(підпис)

Дата видачі завдання « ____ » _____ 20 ____ р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Виконання кваліфікаційної роботи

Тема: Розумна тростина для сліпих

№	Найменування роботи	Початок	Закінчення	Примітки
1.	Розробка та затвердження завдання на виконання КР	11.12.22	12.12.22	Виконала
2.	Аналіз інформації стосовно загальної інформації про розумні тростини	17.01.23	19.02.23	Виконала
3.	Порівняльний аналіз існуючих розумних тростин	19.02.23	04.03.23	Виконала
4.	Обґрунтування вибору складових для тростини	05.04.23	25.04.23	Виконала
5.	Вибір датчику відстані	30.04.23	07.04.23	Виконала
6.	Вибір п'єзоелектричного динаміку	15.04.23	20.04.23	Виконала
8.	Вибір мікроконтролеру Arduino	23.04.23	27.04.23	Виконала
9.	Розробка програмного забезпечення	02.04.23	23.04.23	Виконала
10.	Розробка апаратного забезпечення	29.04.23	14.05.23	Виконала
11.	Оформлення роботи	15.05.23	12.06.23	Виконала
12.	Підготовка презентації	11.06.23	12.06.23	Виконала
13.	Попередній захист	30.06.23	30.06.23	Виконала
14.	Рецензування	10.06.23	18.06.23	Виконала
15.	Завершення оформлення КР та презентації	16.06.23	19.06.23	Виконала
16.	Захист кваліфікаційної роботи	27.06.23	27.06.23	Виконала

Розробив здобувач ВО Ремінна Владислава Андріївна

(прізвище, ім'я, по батькові)



(підпис)

«__» _____ 20__ р.

Керівник роботи ст. викладач, Дарнапук Євген Сергійович

(підпис)

«__» _____ 20__ р.

АНОТАЦІЯ

до кваліфікаційної бакалаврської роботи

«Розумна тростина для сліпих»

Студент 405 гр: Ремінна Владислава Андріївна

Керівник: ст. викладач, Дарнапук Є. С.

Ця робота присвячена розробці розумної тростини для сліпих людей. Головною метою проекту є створення пристрою, який допоможе сліпим людям безпечно рухатися в навколишньому середовищі та уникати перешкод.

Розумна тростина включає в себе датчики відстані, які вимірюють відстань до перешкод та інформують користувача за допомогою звукового сигналу та вібрації. Для розробки розумної тростини було використано мікроконтролер Arduino Nano R3 датчик відстані HC-SR04, вібромотор Prestigio MultiPhone 5453, активний п'єзодинамік (buzzer), може бути підключений GPS-модуль та додаткове обладнання.

Система GPS-трекінгу допомагає збирати дані про місцезнаходження користувача та передавати їх на центральний сервер, де вони можуть бути використані для моніторингу та відстеження маршруту руху користувача. Така система забезпечує безпеку та контроль над маршрутом руху користувача, що особливо важливо в умовах, коли вони пересуваються по незнайомих місцях.

Програмний код був написаний на мові програмування Arduino, яка базується на мові C++.

Результатом роботи є функціональний прототип розумної тростини, який може допомогти сліпим людям покращити свою мобільність та незалежність у повсякденному житті. Отже, розробка розумної тростини для сліпих з використанням GPS-трекінгу має великий потенціал у поліпшенні якості життя людей з вадами зору та може бути ефективним рішенням для забезпечення їх безпеки та контролю над рухом.

Пояснювальна записка бакалаврської роботи складається зі вступу, трьох розділів, висновків та трьох додатків. У вступі визначається актуальність теми, сформульовані мета, об'єкт, предмет та завдання

дослідження та розроблення бакалаврської роботи. У першому розділі проведено аналіз існуючих аналогів. У другому розділі описано вибір елементів та вимоги для тростини. В третьому розділі етапи розробки пристрою та підключення GPS-модуля, проведено опис програмного забезпечення та тестування тростини. У висновках наведено аналіз виконаної роботи та отриманих результатів дослідження та розроблення. У додатку А перевірка на унікальність. У додатку Б лістинг коду підключення датчиків до плати Arduino Nano R3. У додатку В лістинг коду підключення GPS-модуля до плати Arduino Uno.

В цілому, бакалаврська робота без додатків містить 69 сторінок, 20 рисунків, 7 таблиць, 25 джерел посилання.

Ключові слова: Arduino, C++, GPS, розумна тростина.

ABSTRACT

of the Bachelor's thesis

"Smart cane for the blind"

Student: Reminna Vladyslava Andriivna

Supervisor: Senior Lecturer, Darnapuk Ye. S.

This work is devoted to the development of a smart cane for blind people. The main goal of the project is to create a device that will help blind people move safely in the environment and avoid obstacles.

The smart cane includes distance sensors that measure the distance to obstacles and inform the user with a sound signal and vibration. The Arduino Nano R3 microcontroller and HC-SR04 distance sensors, Prestigio MultiPhone 5453 vibration motor, Active Piezoelectric Speaker (buzzer), can be connected GPS module, and additional equipment were used to develop the smart cane.

The GPS tracking system helps to collect data about the user's location and transmit it to a central server, where it can be used to monitor and track the user's route. Such a system ensures safety and control over the user's route, which is especially important when they are traveling in unfamiliar places.

The program code was written in the Arduino programming language, which is based on C++.

The result is a functional prototype of a smart cane that can help blind people improve their mobility and independence in everyday life. Thus, the development of a smart cane for the blind using GPS tracking has great potential to improve the quality of life of visually impaired people and can be an effective solution to ensure their safety and control over movement.

The explanatory note of the bachelor's thesis consists of an introduction, three chapters, conclusions and two appendices. The introduction defines the relevance of the topic, formulates the purpose, object, subject, and objectives of the research and development of the bachelor's thesis. The first section analyzes existing analogs. The second section describes the selection of elements and requirements for the cane. The third section describes the stages of development of the device and connection

of the GPS module, software description and testing of the cane. The conclusions provide an analysis of the work performed and the results of the research and development. Appendix A contains a uniqueness check. Appendix B lists the code for connecting the sensors to the Arduino Nano R3 board. Appendix C lists the code for connecting the GPS module to the Arduino Uno board.

In total, the bachelor's thesis without appendices contains 69 pages, 20 figures, 7 table, 25 references.

Keywords: Arduino, C++, GPS, smart cane.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	3
ВСТУП	4
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД РОЗУМНИХ ТРОСТИН ДЛЯ СЛІПИХ.....	7
1.1 Розумні тростини для сліпих у сучасному світі.....	7
1.2 Використання розумної тростини в Україні.....	9
1.3 Аналіз розумних тростин	10
1.4 Основні вимоги до тростини та обладнання	17
Висновки до розділу 1	20
2 ВИМОГИ ТА ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТРОСТИНИ	22
2.1 Основні складові розумної тростини	22
2.2 Вибір елементів	25
Висновки до розділу 2	40
3 РОЗРОБКА АПАРАТНОГО ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ...	43
3.1 Розробка апаратного забезпечення.....	43
3.2 Розробка ПЗ.....	47
3.3 Програмування тростини.....	51
3.4 GPS – трекінг для розумної тростини	55
3.5 Вдосконалення тростини	59
Висновки до розділу 3	62
ВИСНОВКИ.....	65
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	67
ДОДАТОК А АНТИПЛАГІАТ	70
ДОДАТОК Б КОД ДЛЯ ARDUINO	71
ДОДАТОК В КОД ДЛЯ GPS-ТРЕКЕРУ	73

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ВООЗ	–	Всесвітня організація охорони здоров'я
ОЗП	–	Оперативна Запам'ятовуюча Програма
ПЗ	–	Програмне Забезпечення
УЗ	–	Ультразвук
ШІМ	–	широотно-імпульсивна модуляція
EEPROM	–	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
GPS	–	Global Positioning System
PWM	–	Pulse Width Modulation

ВСТУП

Зорово обмежені люди зазнають багатьох труднощів у повсякденному житті, особливо коли йдеться про пересування та орієнтування в незнайомих місцях. Розумна тростина для сліпих може стати надійним помічником у цьому процесі, забезпечуючи зручну і надійну опору під час ходьби та надаючи користувачам необхідну інформацію про навколишнє середовище за допомогою звукових та вібраційних сигналів.

У світі зростає популярність розумних тростин для сліпих, які забезпечують ще більше функцій та можливостей для користувачів. Дана дипломна робота присвячена дослідженню можливостей розумних тростин для сліпих та їх впливу на якість життя людей з обмеженими можливостями. Робота містить аналіз існуючих розумних тростин, їхніх функцій та можливостей, опис нових технологій та розробок у цій галузі, а також розглядає перспективи розвитку розумних тростин для сліпих у майбутньому.

Ця дипломна робота має на меті допомогти розуміти важливість розумних тростин для сліпих та їх вплив на покращення якості життя людей з обмеженими можливостями. Вона може бути корисною для інженерів, дослідників, спеціалістів з розробки програмного забезпечення та всіх, хто цікавиться технологіями, спрямованими на покращення життя людей з обмеженими можливостями.

У дипломній роботі буде проаналізовано існуючі розумні тростини для сліпих, їхні переваги та недоліки, а також описано нові технології та розробки у цій галузі. Будуть проаналізовані варіанти розумних тростин, які пропонують різноманітні функції, такі як розпізнавання облич, ідентифікація кольорів, вимірювання відстаней та інше.

Окрім того, буде проаналізовано можливості використання розумних тростин для сліпих в різних сферах, таких як медицина, освіта, туризм та інше. Важливим аспектом дослідження є також розгляд можливостей використання розумних тростин для сліпих в Україні та адаптація їх до умов та потреб місцевого населення.

Отже, ця дипломна робота має на меті розкрити можливості та перспективи використання розумних тростин для сліпих, дослідити їх вплив на якість життя людей з обмеженими можливостями та допомогти розробити ефективні технології для поліпшення їхнього життя.

Об'єкт дослідження :

Функції, можливості та переваги, а також технології, які використовуються для створення розумних тростин для людей з вадами зору.

Предмет дослідження:

Розумні тростини для сліпих.

Мета: Метою дипломної роботи є дослідження і порівняння існуючих аналогів розумних тростин, а також розробка тростини, яка буде доступна кожному.

Завдання дослідження:

- проаналізувати існуючі розумні тростини для сліпих та описати їх функції;
- розглянути можливості використання розумних тростин для сліпих в Україні та адаптацію їх до умов та потреб місцевого населення;
- розробити розумну тростину, яка буде доступна кожному;
- розробити рекомендації щодо ефективного використання розумних тростин для сліпих з метою поліпшення якості життя людей з обмеженими можливостями.

Отже, дослідження розумних тростин для сліпих є важливою галуззю інженерної розробки, яка може внести значний вклад у покращення якості життя людей з обмеженими можливостями. Розумні тростини для сліпих стали популярними в сучасному світі завдяки своїм високотехнологічним можливостям та можливості допомогти людям з визначенням навколишнього середовища, забезпеченням безпеки та самостійності.

Одним з головних викликів розробки розумних тростин для сліпих є забезпечення високої якості та надійності, що є критичним для забезпечення безпеки та здоров'я користувачів. Для досягнення цієї мети необхідно

використовувати сучасні технології, тести та перевірки для забезпечення високої якості продукту.

Окрім цього, важливою задачею є забезпечення доступності розумних тростин для сліпих для широкого кола користувачів. На жаль, в даний час такі тростини мають досить високу вартість, що робить їх недоступними для більшості користувачів. Тому, однією з головних метою дослідження є розробка ефективних технологій, які дозволять знизити вартість розумних тростин.

У цілому, дослідження розумних тростин для сліпих є важливим кроком у поліпшенні якості життя людей з обмеженими можливостями. Розробка високоякісних та доступних розумних тростин може допомогти різним категоріям людей зі зниженим зором, від повного сліпоту до недостатнього зору, дати можливість бути більш самостійними та зменшити ризик нещасних випадків.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД РОЗУМНИХ ТРОСТИН ДЛЯ СЛІПИХ

1.1 Розумні тростини для сліпих у сучасному світі

Розумні тростини для сліпих стали невід'ємною частиною сучасного світу, допомагаючи людям з обмеженими можливостями пересуватися в навколишньому середовищі та зберігати незалежність та автономію.

Розумні тростини для сліпих оснащені різноманітними технологіями, які забезпечують додаткову інформацію про навколишній світ. Наприклад, деякі моделі мають вбудовані сенсори, що дозволяють визначати відстань до перешкод або інших об'єктів, що може допомогти унеможливити зіткнення або каліцтво при руху на вулиці або в інших місцях.

Деякі розумні тростини для сліпих також мають вбудовані голосові помічники, які допомагають інтерпретувати звуки навколишнього середовища та роблять різноманітні аудіо або голосові повідомлення, що допомагають зорозво обмеженим людям зрозуміти, що відбувається навколо.

Розумні тростини для сліпих також можуть бути пов'язані з мобільними додатками, які допомагають користувачеві знайти потрібну інформацію, навіть якщо вони не можуть знайти цю інформацію в самому середовищі. Наприклад, додаток може забезпечити інформацію про те, де знаходяться банкомати або дорожні знаки, або допомогти знайти потрібну адресу.

Узагалі, розумні тростини для сліпих є важливим інструментом для полегшення життя зорозво обмежених людей, які допомагають їм залишатися незалежними та автономними, і які можуть значно покращити їх якість життя. Розумні тростини дозволяють сліпим людям переміщуватися по незнайомому середовищу, виявляти перешкоди, уникати небезпек та зберігати свою незалежність.

Крім того, розумні тростини для сліпих можуть використовуватися не тільки для переміщення, але і для здійснення різних дій у повсякденному житті. Наприклад, деякі моделі можуть допомогти знаходити вхідні двері або знайти предмети вдома, що заблукали.

Важливо зазначити, що розумні тростини для сліпих не замінюють зору, але допомагають зорово обмеженим людям більш повно відчутти та зрозуміти навколишній світ. Це дозволяє сліпим людям більш ефективно взаємодіяти зі своїм оточенням, роблячи їхнє життя більш самостійним та вільним.

Нарешті, розумні тростини для сліпих допомагають збільшити увагу громадськості до проблем зорово обмежених людей та просувають ідею інклюзивної суспільної архітектури та середовища. Завдяки цим технологіям зорово обмежені люди можуть бути більш активними учасниками суспільства та брати участь у повсякденному житті, різних культурних та соціальних подіях. Розумні тростини для сліпих використовуються в різних країнах світу та продовжують розвиватися, щоб надати користувачам ще більше функцій та можливостей. Наприклад, деякі нові моделі розумних тростин мають функції розпізнавання облич, що допомагають сліпим людям легше ідентифікувати свої знайомих та співрозмовників. Деякі інші моделі можуть відтворювати голосові повідомлення з інформацією про навколишнє середовище, які дають користувачам більш повну картину про те, що відбувається навколо них.

Крім того, розумні тростини для сліпих також можуть відтворювати музику, допомагаючи зорово обмеженим людям насолоджуватися її звуками та ритмами. Це дозволяє людям з обмеженими можливостями долучатися до музичної культури та музичних подій, що допомагає збільшити їхню соціальну активність та відчуття включеності.

Нарешті, розумні тростини для сліпих допомагають покращувати якість життя зорово обмеженим людям та забезпечують їм більшу незалежність та свободу. Вони допомагають зменшити ризик травм та неприємностей, які можуть виникнути внаслідок пересування по незнайомих місцях, а також допомагають зорово обмеженим людям відчувати себе більш комфортно та впевнено у різних ситуаціях. Завдяки розумним тростинам, зорово обмежені люди можуть бути більш успішними та задоволеними у своєму житті.

1.2 Використання розумної тростини в Україні

Один з головних факторів, який робить розумні тростини для сліпих настільки важливими, є їхні можливості полегшення життя людей з обмеженими можливостями. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), близько 285 мільйонів людей у всьому світі мають проблеми зі зором, з них 39 мільйонів – сліпі. Більшість з них живуть у країнах з низьким і середнім доходом, де доступ до медичної допомоги та сучасних технологій обмежений. [2]

В Україні розумні тростини для сліпих є досить новим технологічним рішенням, яке ще не стало повсякденним для користувачів. Проте, вже зараз можна зазначити деякі успішні приклади використання розумних тростин для сліпих в Україні.

Один з найбільш відомих проєктів використання розумних тростин для сліпих в Україні – це проєкт «Слухаюча тростина» від компанії «Ecoisme». Цей проєкт передбачає використання розумної тростини, яка забезпечує безпечну та комфортну рухомість користувачів з вадами зору, зокрема з діабетичною ретинопатією. Розумна тростина має вбудований датчик, який реагує на нерівності дороги та попереджає про них користувача за допомогою звукових сигналів.

Також, національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» спільно з компанією «Майстерня Світла» розробили розумну тростину, яка має вбудований екран та дозволяє визначати відстань до перешкод на шляху користувача. Ця тростина також оснащена GPS та може надсилати повідомлення про місцезнаходження користувача його родині та друзям в разі екстреної ситуації.

Однак, в Україні відсутні чіткі стандарти використання та випробування розумних тростин для сліпих, що може стати перешкодою для їх широкого впровадження. Також, вартість розумних тростин для сліпих є достатньо високою, що робить їх недоступними для більшості користувачів. Тому, для

впровадження розумних тростин для сліпих в Україні потрібні додаткові зусилля з боку влади, бізнесу та громадських організацій.

Важливо також забезпечити навчання користувачів правильному використанню розумних тростин та забезпечити їм технічну підтримку. Для цього потрібно створити програми навчання та підтримки користувачів розумних тростин, залучати фахівців з вадами зору для створення корисного та зручного програмного забезпечення та працювати над покращенням доступності розумних тростин для сліпих.

Зростання інтересу до розумних тростин для сліпих в Україні свідчить про те, що ця технологія має потенціал вирішити важливі проблеми, з якими стикаються люди з вадами зору. Розумні тростини можуть забезпечити безпеку та комфорт під час руху, а також забезпечити доступ до інформації та послуг в цифровій епохі. Важливо розвивати цю технологію та забезпечити її доступність для всіх користувачів з вадами зору, щоб допомогти їм бути більш незалежними та активними у суспільстві.

Однак, на сьогоднішній день, розумні тростини для сліпих не є широко поширеними в Україні та не доступні більшості людей через їх високу вартість та недостатній розвиток інфраструктури для їх використання. Тому, одним з основних завдань дослідження є розгляд можливостей адаптації технологій та виробництва розумних тростин для сліпих до українських реалій, а також зниження їх вартості, щоб зробити їх доступними для більшої кількості людей.

1.3 Аналіз розумних тростин

Одним з відомих проектів є MWC 2021: смарт-тростина, що підключається до смартфона. На виставці мобільної електроніки Mobile World Congress 2021 було представлено незвичайний стартап, який отримав винагороду за найкращу ідею, що змінює світ. Його засновник – сліпий турок, розробив смарт-тростину з метою допомогти тисячам людей з обмеженими можливостями у всьому світі. Ця тростина підключається до смартфона та

здатна надавати голосові навігаційні підказки. Проект належить до числа відомих на Mobile World Congress 2021 [5].

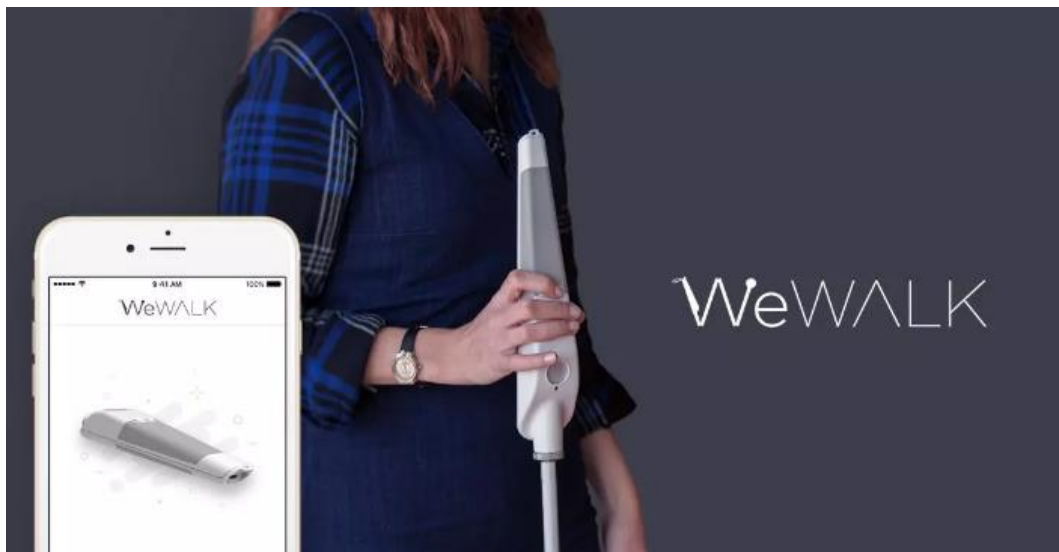


Рисунок 1.1 – Тростина WeWalk

Технічні характеристики WeWalk

- дистанція визначення перешкод: 80-170 см;
 - роздільна здатність: визначення перешкод більше 5 см;
 - ультразвуковий сенсор: 40 кГц, кут охоплення — 55 градусів;
 - тачпад: підтримка мультитач Віброттори: два мотори зліва та справа у клавішах;
 - батарея: 1000 мА/год;
 - звукова система: підсилювач звуку класу D, динамік — 0,5 Вт
- Мікрофон: цифровий MEMS;
- навігація: 3-осьовий гіроскоп, 3-осьовий акселерометр, 3-осьовий компас;
 - роз'єм заряджання USB Micro-B;
 - захист від бруду та вологи: IP20 (немає захисту від води);
 - розміри: 25x289x44 мм;;
 - вага: 280 грамів;
 - мобільний додаток WeWALK працює на смартфонах Android 5.0 та iOS 10 або новіше.

Вартість WeWalk складає \$599, і вона доступна у 59 країнах.

Другим відомим проектом є тростина для сліпих розроблена Стенфордським університетом, який називається «Augmented Cane» . Дослідники Стенфордського університету розробили високотехнологічну білу тростину, яка відштовхує користувачів від перешкод [6].



Рисунок 1.2 – Тростина Augmented Cane

Патрік Слейд, аспірант робототехніки в Стенфорді, був зосереджений на способах покращення мобільності за допомогою екзоскелетів або протезів. Але під час роботи в Стенфордській лабораторії інтелектуальних систем він почав дізнаватися про нові розробки в удосконаленні автономних транспортних засобів. Це змусило його задуматися, чи можна застосувати частину цієї роботи для вдосконалення класичної тростини та зробити її більш придатною для використання в різноманітних середовищах.

The Augmented Cane , яка описана в новому дослідженні опублікований у Science Robotics, має дві основні відмінності від звичайної білої тростини. Поруч із базою є пристрій, наповнений різними датчиками, включаючи камеру, які збирають інформацію про навколишнє середовище навколо людини, включаючи дані GPS і LIDAR (LIDAR використовує відбите лазерне світло, щоб оцінити, наскільки далеко знаходяться інші об'єкти). У підніжжі тростини є все направлене колесо, яке має налаштування для налаштування

швидкості ходьби людини та тактильний зворотний зв'язок, щоб спонукати користувача повертати ліворуч або праворуч за потреби (та сама основна концепція спостерігається в контролерах відеоігор, які вібрувати у відповідь на ігрові дії). Теоретично, пристрій має вловлювати потенційні перешкоди попереду та допомагати орієнтуватися в незнайомих місцях.

Електронна тростина RAY



Рисунок 1.3 – Електронна тростина RAY

Він має зручну особливість – додатковий режим роботи «Escape», в якому користувач зможе знаходити дверні отвори, або проходи. Пристрій носить у руці, перешкоди виявляються шляхом направлення датчика до імовірного об'єкта.[4]

Основні характеристики:

- 1) чутливий елемент – УЗ-локатор;
- 2) дальність виявлення перешкод – до 2,85 м;
- 3) живлення від двох батарейок типу ААА, по 1,5 В;
- 4) вага – 50 г (включно з батареями);
- 5) наявний порт Mini-Jack;
- 6) спосіб сповіщення користувача – тональний звуковий сигнал (через навушники), або тактильно – через вібрацію (вмонтованим віброіндикатором);
- 7) ціна – 360 доларів (приблизно 9680 грн).

Недоліки: висока ціна; необдуманий спосіб заміни елементів живлення

(потрібно зняти кришку з батарейного відсіку, яка ніяк не прикріплена до корпусу і може випасти з рук та загубитися); детектування перешкод лише одним видом чутливого сенсора.

Розумна тростина «Робін»

Розроблений на основі штучного інтелекту інтелектуальний пристрій «Робін» здатен розпізнавати обличчя, попереджувати про перешкоди і допомагати людям з порушеннями зору, таким як сліпі та сліпоглухі, орієнтуватися як у приміщенні, так і на вулиці. «Робін» може співпрацювати з дисплеями Брайля та виводити інформацію про об'єкти, які зберігаються в його пам'яті, на цифрові носії. Крім того, пристрій можна підключити до телефону за допомогою інтерфейсу Bluetooth і використовувати для його пошуку в радіусі 10 метрів.



Рисунок 1.4 – Розумна тростина «Робін»

Основні характеристики:

1. чутливі елементи – дві камери, УЗ-локатор;
2. дальність виявлення перешкод – до 10 м;
3. живлення від вмонтованого акумулятора протягом 3 годин;
4. розпізнання і озвучування речей;
5. обчислення відстані до предметів, чи об'єктів;
6. вага – 480 г;
7. наявний порт Mini-Jack, Mini-USB;

8. спосіб сповіщення користувача – тональний звуковий сигнал (через навушники), тактильно – через вібрацію (вмонтованим віброіндикатором), голосом (через навушники);

9. ціна – 2320 доларів (приблизно 63 тис. грн).

Недоліки: висока ціна; світловий індикатор заряду батареї; власне для детектування перешкод використовується всього один УЗ-давач; довгий час зарядки (6 годин).

Тростина «mySmartCane» [7].

Тростина відрізняється від класичної тростини наявністю в нижній частині кулі, в якій вбудований ультразвуковий давач. Принцип роботи схожий на автомобільний парктронік: чим ближче давач до перешкоди, тим вища частота звукових сигналів, що передаються в навушники користувача. Шляхом маніпуляції тростиною в просторі можна побудувати відносно безпечний маршрут у приміщенні.

Даний проект знаходиться на стадії ранньої розробки, а розробник планує модернізувати пристрій шляхом збільшення кількості давачів, що дадуть більш об'ємну інформацію про оточуючий світ.

Однак, проект має деякі недоліки. Перше, детектування перешкод здійснюється лише одним видом чутливого сенсора – ультразвуковим давачем. Це означає, що тростина не може виявляти одночасно різні види перешкод, такі як шлагбаум і сходинка. Крім того, вона обмежена у своїй функціональності і можливостях у порівнянні з більш сучасними розумними тростинами, які можуть мати розширений набір сенсорів та функцій

Незважаючи на ці недоліки, проект розумної тростини з ультразвуковим давачем відстані є першим кроком у розробці більш удосконалених та функціональних рішень для полегшення мобільності та безпеки людей з обмеженими можливостями. І з подальшою модернізацією пристрою, включаючи більше типів сенсорів та розширені можливості, така тростина може стати більш універсальним та функціональним інструментом для користувачів. Можливість збільшити кількість давачів і отримати більш

детальну інформацію про оточуюче середовище відкриває широкі перспективи для подальшого розвитку розумної тростини.

Незважаючи на обмеження, розумна тростина з ультразвуковим давачем відстані є значним кроком вперед у покращенні якості життя людей з обмеженими можливостями. Вона дозволяє користувачам отримувати реальний час інформацію про перешкоди, що допомагає уникнути потенційних небезпек і забезпечує більшу незалежність та мобільність.

За допомогою подальших досліджень та розвитку, розумна тростина може стати ще більш ефективною та універсальною. Впровадження додаткових типів сенсорів, таких як зумер для акустичного сприйняття або вбудований компас для навігації, може розширити можливості тростини і забезпечити ще більшу підтримку користувачів у різних ситуаціях.

Таблиця 1.1 – Порівняння основних характеристик описаних пристроїв

Назва	Тип датчику	Діапазон відстаней, м	Наявність дод. функцій	Живлення	Ціна
WeWalk	УЗ	0.8- 1.7	+	1000 мА/год	\$599/ 22129 грн.
Augmented Cane	УЗ, камера	1-4	+	Акумулятор (4 год. роботи)	\$650/ 24013 грн.
RAY	УЗ	3 см – 2,85	-	2 x ААА (3В)	9680 грн.
Робін	УЗ, дві камери	0.03- 10	+	Акумулятор (3 год. роботи)	63000 грн.
mySmart Cane	УЗ	2	-	2 x АА (3В)	12000 грн.

На даний час комерційних пристроїв для покращення орієнтації в просторі сліпих людей дуже мало. Некомерційні розробки, як правило, на порядок дешевші, але і менш функціональні. Основна їх частина реалізована на базі Arduino, де чутливими елементами обрані УЗ-давачі. Також існує багато розробок, що знаходяться на стадії стартап проекту.

1.4 Основні вимоги до тростини та обладнання

Вимоги до розумної тростини:

- сенсори здатні виявляти перешкоди: Розумна тростина повинна бути оснащена сенсорами, які здатні виявляти перешкоди на шляху користувача, включаючи стіни, сходи, меблі тощо. Це дозволить тростині розпізнавати небезпеку та надавати користувачеві відповідні попередження або підказки;
- навігаційна система: Розумна тростина повинна мати вбудовану навігаційну систему, яка дозволяє визначати місцезнаходження користувача і надавати детальні вказівки щодо маршруту. Це може включати голосові інструкції або сигнали, які допоможуть користувачу орієнтуватися в просторі;
- голосове керування: Розумна тростина може мати вбудовану систему голосового керування, яка дозволяє користувачеві взаємодіяти з тростиною за допомогою голосових команд. Це дасть можливість зручного управління функціями тростини, без необхідності використання рук;
- повідомлення та нагадування: Розумна тростина може мати можливість надсилати повідомлення або нагадування користувачеві, наприклад, про прийдешні зустрічі, прийом ліків або важливі події. Це сприятиме покращенню організації розкладу користувача та допоможе уникнути пропусків важливих подій;
- аварійні системи: Розумна тростина може мати вбудовані аварійні системи, які надсилають сигнали про небезпеку або аварійні ситуації. Наприклад, тростина може мати вбудований акселерометр, який виявляє різке падіння або рухи, що можуть свідчити про потенційну аварію. У таких випадках тростина може надіслати аварійне повідомлення з деталями про місцезнаходження користувача до зазначених контактів чи до служби екстреної допомоги;
- стильний та комфортний дизайн: Розумна тростина повинна мати стильний і комфортний дизайн, що дозволяє користувачеві відчувати себе

комфортно та довіряти пристрою. Важливо, щоб тростина була легкою, зручною у використанні та можливо надавала можливості для персоналізації зовнішнього вигляду.

Вимоги до обладнання:

– компактність та портативність: Обладнання, що використовується разом з розумною тростиною, повинно бути компактним і портативним. Наприклад, це може бути смартфон або носимий пристрій, який забезпечує зв'язок і взаємодію з розумною тростиною;

– безпека та захист даних: Обладнання повинно мати вбудовані заходи безпеки для захисту важливих даних користувача, таких як медична інформація або особисті дані. Крім того, зв'язок між обладнанням та розумною тростиною повинен бути шифрованим для запобігання несанкціонованому доступу до інформації;

– надійність та довговічність: Обладнання повинно бути високоякісним і надійним, забезпечуючи стабільну роботу протягом тривалого часу. Воно повинно витримувати повсякденне використання, удари, вологу та інші негативні фактори. Надійне обладнання зменшує ризик відмови і забезпечує безперебійну роботу розумної тростини;

– сумісність із розумною тростиною: Обладнання повинно бути сумісним з розумною тростиною та взаємодіяти з нею безперешкодно. Це може включати бездротові технології зв'язку, такі як Bluetooth або Wi-Fi, а також стандарти комунікації, щоб обмінюватися даними та командами між тростиною і обладнанням;

– енергоефективність: Обладнання повинно бути енергоефективним, щоб забезпечувати тривалий час автономної роботи без необхідності часто заряджати або замінювати батареї. Енергозбереження дозволяє забезпечити тривалу витривалість розумної тростини під час використання;

– простота використання: Обладнання повинно бути простим у використанні та інтуїтивно зрозумілим для користувача. Це означає, що

інтерфейси та контролі повинні бути зрозумілими та легкими у використанні, навіть для людей з обмеженими можливостями;

– легкість обслуговування: Обладнання повинно бути легким у обслуговуванні і оновленні. Це може включати простий спосіб оновлення програмного забезпечення, можливість заміни окремих компонентів або батарей, а також надання користувачам доступу до додаткових ресурсів, таких як онлайн-документація або підтримка;

– сумісність з іншими платформами: Обладнання повинно бути сумісним з різними платформами, операційними системами і пристроями, що дозволяє користувачеві використовувати його з різними пристроями та отримувати доступ до функціональності без обмежень;

– цінова доступність: Обладнання повинно бути доступним з точки зору ціни, щоб більш широкий коло користувачів могло мати можливість отримати розумну тростину та відповідне обладнання. Це сприятиме забезпеченню рівного доступу до технологій для всіх користувачів, незалежно від їх фінансових можливостей;

– довгий час роботи від одного заряду: Розумна тростина та обладнання повинні мати ефективні енергозберігаючі функції, щоб тривалий час працювати від одного заряду батареї. Це забезпечить користувачеві незалежність та упевненість в тому, що тростина буде готовою до використання протягом тривалого періоду;

– зручний інтерфейс користувача: Обладнання повинно мати зрозумілий та зручний інтерфейс, що дозволяє користувачеві легко взаємодіяти з пристроєм. Це можуть бути сенсорні екрани, кнопки з позначеннями або голосове керування. Важливо забезпечити, щоб користувачі з різними рівнями моторних та когнітивних навичок могли легко користуватися обладнанням;

– висока якість звуку та сприйняття: Якщо обладнання використовує аудіоінтерфейс для комунікації з користувачем, воно повинно мати високу якість звуку та забезпечувати зрозумілість мовлення. Це

дозволить користувачеві чітко розуміти інструкції та повідомлення, які надходять від розумної тростини;

- надійність зв'язку: Якщо обладнання передбачає бездротову комунікацію з розумною тростиною, воно повинно мати стабільний і надійний зв'язок. Забезпечення міцного сигналу і низької латентності допоможе уникнути втрати зв'язку та забезпечить швидку та ефективну взаємодію з обладнанням;

- легкість налаштування та підключення: Обладнання повинно мати простий процес налаштування та підключення до розумної тростини. Це забезпечить зручність і швидкість використання, а також зменшить необхідність додаткової технічної підтримки для користувачів;

- підтримка оновлень програмного забезпечення: Обладнання повинно мати можливість оновлювати програмне забезпечення для отримання нових функцій, виправлення помилок та забезпечення безпеки. Регулярні оновлення програмного забезпечення дозволять тримати обладнання у сучасному стані та надавати користувачам доступ до нових функцій та покращень;

- інструкції та підтримка користувача: Обладнання повинно надавати зрозумілі інструкції щодо використання, налаштування та догляду. Крім того, користувачам слід мати доступ до підтримки, яка може включати документацію, онлайн-ресурси та можливість звернутися до фахівців для отримання допомоги та відповідей на запитання.

Висновки до розділу 1

Розумна тростина є інноваційним пристроєм, призначеним для підтримки та полегшення мобільності осіб з обмеженими можливостями. Вона надає користувачам широкий спектр функцій, що сприяють їхній безпеці, комфорту та незалежності. Основні функції розумної тростини включають:

- 1) сигналізація та безпека: Розумна тростина може бути обладнана системою сигналізації, яка попереджає про небезпеку або небезпечні ситуації,

наприклад, наближення до перешкоди або небезпечного дорожнього руху. Це допомагає зменшити ризик травм та підвищує рівень безпеки користувача;

2) додаткова підтримка при ходьбі: Розумна тростина може мати вбудовану технологію стабілізації та адаптації до ходьби користувача. Вона допомагає утримувати рівновагу, забезпечує стабільність та розподіляє вагу, зменшуючи навантаження на ноги та суглоби;

3) навігація та маршрутизація: Розумна тростина може мати вбудовану навігаційну систему, яка допомагає користувачеві зорієнтуватися у просторі та знаходити оптимальні маршрути. Вона може надавати вказівки щодо напрямку руху, виявляти перешкоди та небезпеки на шляху користувача;

4) нажаль, через свою високу вартість не кожен має змогу придбати собі таку тростину. Тому в даній дипломній розроблено просту тростину на базі Arduino з системою, яка буде виконувати основну функцію – розпізнавання перешкод та сповіщення звуковим сигналом. Собівартість тростини буде невелика, а отже більше людей з вадами зору отримають змогу придбати її та полегшити собі життя.

2 ВИМОГИ ТА ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТРОСТИНИ

2.1 Основні складові розумної тростини

Розумна тростина – це інноваційний пристрій, який спроектований для надання підтримки та полегшення руху людей з обмеженими можливостями. Один з головних переваг розумної тростини полягає в тому, що вона не має строго визначеного переліку компонентів. Це означає, що вона може бути налаштована та складатись з різних елементів в залежності від потреб користувача.

Кожна розумна тростина може бути унікальною і адаптованою до індивідуальних вимог та фізичних можливостей користувача. Вона може включати сенсори руху, сенсори тиску, GPS-навігацію, вбудований мікропроцесор, акумулятор, аудіо- та візуальні сигнали, засоби комунікації та багато іншого.

Розумна тростина може бути розроблена для підтримки людей з різними видами обмежень, включаючи проблеми зі зором, слухом, рухом та координацією. Вона може надавати розширені можливості для навігації, безпеки, сповіщення про небезпеку та інші функції, які полегшують повсякденне життя користувача.

Завдяки гнучкості у складанні та конфігурації, розумна тростина може враховувати індивідуальні потреби та вдосконалюватись з часом. Це дає можливість користувачам отримувати персоналізовану підтримку та допомогу, а також сприяє постійному розвитку технологій і функціональності розумної тростини.

Основна ідея розумної тростини полягає в тому, щоб створити індивідуальне рішення, яке відповідає потребам і вподобанням кожного користувача. Це означає, що в складі розумної тростини можуть бути використані різні технології, компоненти та функціональні можливості залежно від конкретної потреби.

Наприклад, деякі користувачі можуть потребувати додаткових сенсорів для виявлення перешкод і уникнення зіткнень, тоді як інші можуть бути зацікавлені у вбудованій навігації або голосовому керуванні. Інші функції, такі як вбудований пульсометр, крокомір або сповіщення про медичні показники, можуть бути корисними для людей з особливими потребами у здоров'ї.

Розумна тростина є гнучким рішенням, що може пристосовуватися до змінних потреб користувача. Вона може бути поступово модернізована або налаштовуватися залежно від зміни обставин або нових технологічних розробок.

Завдяки своїй гнучкості і індивідуальному підходу, розумна тростина може значно полегшити повсякденне життя людей з обмеженими можливостями, допомагаючи їм зберігати незалежність, мобільність та безпеку.

Отже, важливо пам'ятати, що розумна тростина не має строгого переліку компонентів, але базується на індивідуальних потребах та можливостях користувача, пропонуючи різноманітні можливості та функціональність для забезпечення комфорту, підтримки та безпеки.

Якщо брати для прикладу звичайну тростину, основною функцією якої буде розпізнавання перешкод, то можна виділити кілька основних складових тростини.

Основні складові розумної тростини можуть включати такі компоненти:

1) датчик відстані: Датчик відстані використовується для вимірювання відстані від тростини до об'єктів або перешкод у навколишньому середовищі. Він може бути оснащений ультразвуковою, інфрачервоною або лазерною технологією, яка дозволяє точно визначити відстань та виявляти наближення до перешкод;

2) зумер: Зумер або динамік використовується для аудіоінформації та комунікації з користувачем. Він може відтворювати звукові сигнали, сповіщати про небезпеку або надавати інструкції користувачеві. Завдяки

зумеру розумна тростина може комунікувати з користувачем у вигляді звукових сигналів, голосових повідомлень чи навіть музики;

3) мікропроцесор або мікроконтролер: Мікропроцесор або мікроконтролер виконує обробку даних, керування функціями та управління тростиною. Він може виконувати аналіз даних з датчиків, приймати рішення щодо реакції тростини на оточення та керувати іншими компонентами системи;

4) вібромотор: Вібромотор використовується для створення вібраційних сигналів, які можуть служити важливими інформаційними сигналами для користувача. Вібромотор може вібрувати в різних режимах та інтенсивностях, використовуючи вібрацію як спосіб комунікації з користувачем;

5) індикатори світла: Індикатори світла, такі як світлодіоди (LED) або світлочутливі діоди, використовуються для візуальної сигналізації та інформування користувача. Вони можуть відображати різні кольори, які вказують на різні стани або події. Наприклад, червоний світлодіод може сигналізувати про небезпеку, зелений – про безпечний шлях, а жовтий – про попередження;

6) бездротовий модуль зв'язку: Бездротовий модуль зв'язку, такий як Bluetooth або Wi-Fi, може використовуватись для передачі даних між розумною тростиною та іншими пристроями, такими як смартфони або комп'ютери. Це дозволяє забезпечити додаткові можливості, такі як віддалене керування, оновлення програмного забезпечення або обмін даними з медичними пристроями.

Важливо зазначити, що розумна тростина може мати різноманітні складові в залежності від її функціональності та потреб користувача. Ці компоненти працюють разом, взаємодіючи один з одним, щоб забезпечити підтримку, комфорт і безпеку людини, яка користується розумною тростиною.

2.2 Вибір елементів

2.2.1 Датчик відстані

Для роботи з Arduino доступно багато різних типів датчиків відстані. Ось деякі з них:

- ультразвукові датчики відстані: Ці датчики використовують ультразвукові хвилі для вимірювання відстані до об'єкта. Вони мають високу точність та досить великий діапазон вимірювання. Наприклад, HC-SR04 є популярним ультразвуковим датчиком, який працює з Arduino;

- інфрачервоні датчики відстані: Ці датчики використовують інфрачервоне випромінювання для вимірювання відстані до об'єкта. Вони зазвичай менш точні, ніж ультразвукові датчики, але вони займають менше простору і можуть бути корисними для деяких проектів. Наприклад, SHARP GP2Y0A41SK0F є популярним інфрачервоним датчиком;

- лазерні датчики відстані: Ці датчики використовують лазерне випромінювання для точного вимірювання відстані до об'єкта. Вони мають високу точність і швидкість вимірювання, але зазвичай коштують більше, ніж ультразвукові або інфрачервоні датчики. Наприклад, VL53L0X є популярним лазерним датчиком відстані;

- капацитивні датчики відстані: Ці датчики вимірюють зміну ємності між сенсором і об'єктом для визначення відстані. Вони використовуються, наприклад, для визначення наявності об'єктів на сенсорі або для вимірювання відстані до провідних матеріалів. Капацитивні датчики відстані можуть бути корисними у проектах, де потрібно виявляти об'єкти без прямого контакту або коли потрібно виміряти невеликі відстані. Наприклад, MPR121 є капацитивним датчиком, який здатний виявляти наявність об'єктів у визначених зонах;

- індуктивні датчики відстані: Ці датчики використовують зміну індуктивності для вимірювання відстані до об'єкта. Вони зазвичай використовуються для виявлення металевих об'єктів і мають обмежений

діапазон вимірювання. Наприклад, LJ12A3-4-Z/VX є популярним індуктивним датчиком.

Кожен датчик відстані має свої характеристики, які варіюються залежно від моделі та виробника. Основні характеристики, на які слід звернути увагу, включають:

- 1) діапазон вимірювання: Максимальна та мінімальна відстань, яку датчик може вимірювати;
- 2) точність: Помилка вимірювання датчика. Вона може виражатися у відсотках або в абсолютних одиницях;
- 3) інтерфейс зв'язку: Спосіб, яким датчик зв'язується з Arduino, наприклад, аналоговий або цифровий;
- 4) швидкість вимірювання: Кількість вимірювань, які датчик може здійснювати за одиницю часу;
- 5) напруга живлення: Робоча напруга, яка необхідна для живлення датчика;
- 6) розміри і монтаж: Фізичні розміри датчика та спосіб його монтажу (наприклад, платка або модуль).



Рисунок 2.1 – Ультразвуковий дальномір HC-SR04

Датчик відстані HC-SR04 є пристроєм, який працює на основі принципу ехолокації. Він складається з випромінювача, що генерує ультразвукові хвилі, приймача, який детектує відбиті сигнали («ехо»), та необхідної обв'язки для правильної роботи модуля [19].

Процес роботи датчика можна спрощено описати таким чином: дальномір генерує ультразвукові хвилі з частотою 40 кГц. Після відбиття цих хвиль від об'єкту і повернення до приймача, датчик надає інформацію про час, який був затрачений на проходження звуку від датчика до об'єкту і назад. Більшість датчиків такого типу працюють за цим принципом, включаючи і той, що розглядається тут.

Датчик HC-SR04 є популярним завдяки своїй низькій ціні, простоті в налаштуванні та використанні. Він широко використовується у робототехніці та інших проектах.

Недоліком датчика є збільшення похибки вимірювання до ± 3 см при вимірюванні відстані, що перевищує 3-3,5 метра. Також, в умовах поганої погоди, таких як підвищена вологість або низька температура, можуть виникати похибки в вимірюваних значеннях. Цю проблему можна вирішити, використовуючи модернізований датчик з інтегрованою температурною компенсацією. Також, можна самостійно реалізувати корекцію використовуючи не дорогий датчик вологості та температури, наприклад, DHT11.

DHT11 є пристроєм, який вимірює температуру і вологість у навколишньому середовищі. Використовуючи дані з DHT11, можна здійснити корекцію вимірювань датчика відстані HC-SR04, враховуючи вплив температури і вологості на точність вимірювань.

Важливо враховувати особливості датчика, його обмеження та можливі похибки при використанні.

Таблиця 2.1 – Основні характеристики HC-SR04

Характеристика	Значення
Тип	Ультразвуковий
Похибка	± 3 мм
Діапазон вимірювання	Від 2 до 400 см
Тип сигналу на виході	Цифровий
Вартість	30 грн.



Рисунок 2.2 – Ультразвуковий дальномір URM37 v5.0

URM37 v5.0 є потужним вимірювачем відстані з температурною компенсацією, який забезпечує точні вимірювання відстані в умовах зі змінною температурою. Він має модуль для вимірювання температури, який точно відображає температуру навколишнього середовища з роздільною здатністю 0.1 °C. Крім того, вимірювач оснащений функцією керування сервоприводом, що дозволяє сканувати перешкоди в діапазоні 0 ~ 180 °[20].

Цей пристрій може працювати з різними інтерфейсами, такими як RS232, TTL, PWM, а також передавати значення напруги, пропорційні виміряній відстані, через аналоговий вихід. Це дозволяє підключати його до платформи Arduino або схожих платформ.

Таблиця 2.2 – Основні характеристики URM37

Характеристика	Значення
Тип	Ультразвуковий
Похибка	±3 %
Діапазон вимірювання	Від 2 до 800 см
Тип сигналу на виході	Аналоговий
Вартість	480 грн

Однак, основним недоліком є висока вартість даного вимірювача.



Рисунок 2.3 – Ультразвуковий дальномір US-100

US-100 є дальноміром, який використовує принцип ехолокації для вимірювання відстані. Більшість ультразвукових датчиків не обчислюють відстань до об'єкта самостійно, а надсилають мікроконтролеру інформацію про час, який сигнал затримується перед поверненням до датчика. Усі необхідні обчислення для визначення відстані виконує мікропроцесор, що пов'язаний з датчиком. Однак, деякі дальноміри самі здійснюють ці обчислення і надають готовий результат на виході [21].

US-100 підтримує обидва способи взаємодії. З одного боку, це дозволяє використовувати його у схемах і програмах, які призначені для датчиків першого типу, наприклад HC-SR04. З іншого боку, цей дальномір звільняє мікроконтролер від обчислень і передає результати вимірювань через послідовний інтерфейс, такий як UART. Крім того, з врахуванням вбудованої термокомпенсації, розрахунки відбуваються в самому датчику, що забезпечує більш точні результати. Таким чином, можна отримувати дані про відстань і температуру навколишнього середовища, що дозволяє використовувати датчик для різних цілей, наприклад, для коригування вимірювань інших датчиків.

Таблиця 2.2 – Основні характеристики US-100

Характеристика	Значення
Тип	Ультразвуковий
Похибка	±3 %

Характеристика	Значення
Діапазон вимірювання	Від 2 до 450 см
Тип сигналу на виході	Цифровий
Вартість	60 грн.

Однак, недоліком цього пристрою є його невелика популярність, що може ускладнити його придбання. Ймовірно, це пов'язано з тим, що версія «100» з'явилася на ринку недавно і замінила більш відому попередню версію US-025.

2.2.2 П'єзоелектричний динамік

Зумери, також відомі як п'єзоелектричні динаміки або п'єзодинаміки, є пристроями, які генерують звук за допомогою п'єзоелектричного ефекту. Вони широко використовуються в електроніці, зокрема в апаратурі, що випускає звукові сигнали або мелодії.

Зумери можуть бути поділені на два основних типи: активні та пасивні.

1) активні зумери: Ці зумери включають вбудований осцилятор, який генерує звукові коливання, коли до нього подається постійна напруга. Вони прості у використанні, оскільки вимагають мінімум зовнішніх компонентів. Для управління активним зумером вам потрібно просто підключити його до джерела живлення;

2) пасивні зумери: Ці зумери не мають вбудованого осцилятора і не можуть самостійно генерувати звук. Замість цього, вони реагують на зміни напруги, що до них подаються, і видають відповідний звук. Щоб пасивний зумер працював, вам потрібно подати на нього змінну напругу від джерела, такого як мікроконтролер Arduino, який може генерувати сигнали з різною частотою.

Для роботи з Arduino, найкращим варіантом буде пасивний зумер. Це через те, що Arduino здатна генерувати сигнали змінної напруги, які пасивний зумер може використати для генерації звуку. Ви зможете контролювати частоту і довжину звукових сигналів, програмуючи Arduino.

При виборі пасивного зумера для роботи з Arduino зверніть увагу на такі характеристики:

- напруга живлення: Переконайтеся, що напруга живлення зумера відповідає напрузі, яку може забезпечити Arduino або ваша електрична схема. Зазвичай зумери працюють при напрузі 5 В;
- частотний діапазон: Виберіть зумер, який покриває потрібний вам частотний діапазон. Деякі зумери можуть генерувати лише одну фіксовану частоту, тоді як інші можуть мати ширший діапазон частот;
- гучність: Розгляньте гучність зумера. Якщо вам потрібен потужний звуковий сигнал, оберіть зумер з вищою гучністю. Гучність зазвичай вимірюється в децибелах (dB);
- розмір та форма: Врахуйте розмір та форму зумера, оскільки він повинен збігатися з вашим проектом або вміщуватися в простір, який ви призначили для нього;
- вартість: Розгляньте свій бюджет і зверніть увагу на вартість зумера. Існує широкий вибір зумерів на ринку з різними цінами, тому знайдіть оптимальний варіант, який відповідає вашим вимогам і бюджету.

Зверніть увагу, що при використанні зумера з Arduino вам також знадобиться налагодити код для генерації звукових сигналів. Arduino має вбудовану бібліотеку Tone, яка допомагає управляти зумером і генерувати різні частоти звуку.

Помимо активних і пасивних зумерів, є ще кілька інших типів зумерів, які можуть бути використані з Arduino або в електронних проектах. Ось кілька інших типів зумерів:

- 1) магнітний зумер: Цей тип зумера використовує електромагніт для генерації звукових коливань. Він має бути підключений до джерела змінної напруги, такого як Arduino, і його роботу можна контролювати шляхом зміни частоти або напруги;
- 2) резонатор зумер: Резонатор зумер використовує п'єзоелектричний матеріал для генерації звуку. Він має більш високу ефективність в порівнянні

зі звичайними п'єзоелектричними динаміками і забезпечує більшу гучність і чіткість звуку;

3) активний зумер з інтегрованим генератором: Цей тип зумера має вбудований генератор звуку, що дозволяє йому самостійно генерувати звук без зовнішнього джерела сигналу. Ви можете контролювати його роботу, налаштовуючи параметри генератора, такі як частота і довжина сигналу;

4) акустичний зумер: Цей тип зумера використовує мембрану або динамік для генерації звуку. Він зазвичай має більший розмір і забезпечує високу якість звуку, але вимагає більшої потужності;

5) активний п'єзоелектричний генератор: Цей тип зумера має вбудований п'єзоелектричний генератор звуку, який дозволяє йому самостійно генерувати звукові сигнали. Ви можете контролювати його роботу шляхом зміни параметрів генератора, таких як частота, амплітуда і форма сигналу.

Кожен тип зумера має свої особливості і застосування. При виборі типу зумера слід враховувати такі фактори, як потрібна гучність, якість звуку, розмір, енергоефективність та можливості керування. Для проектів з Arduino зазвичай найпопулярнішими виборами є п'єзоелектричні динаміки або модулі зумерів, оскільки вони легкі у використанні і забезпечують задовільну якість звуку за доступну ціну.

2.2.3 Мікроконтролер Arduino

Плати Arduino є надзвичайно популярними у світі електроніки та робототехніки через свою простоту використання, широкий спектр можливостей та активну спільноту розробників. Вони використовуються в різних сферах, від навчання електроніці до прототипування та створення повноцінних проектів. Ось декілька способів, які можна використовувати плати Arduino:

1) навчання електроніки та програмування: Arduino є ідеальним інструментом для вступу до світу електроніки. Завдяки простоті програмування та дружньому інтерфейсу, новачки можуть швидко оволодіти

основами програмування та електроніки, створюючи прості проекти з використанням світлодіодів, датчиків, кнопок та інших компонентів;

2) прототипування: Arduino ідеально підходить для швидкого створення прототипів різноманітних пристроїв. Ви можете підключати різні сенсори, актуатори та модулі до плати Arduino, щоб створювати прототипи систем автоматизації, домашніх проектів, інтерактивних іграшок, пристроїв «розумного дому» та багато іншого;

3) робототехніка: Arduino може бути використана для створення різноманітних роботів, від маленьких автономних машинок до складних роботів зі штучним інтелектом. Завдяки багатому набору додаткових модулів та датчиків, які можна підключити до плати Arduino, можна створювати роботів з різними функціями, такими як детектування відстані, слідування за лінією, управління жестикуляціями та багато іншого;

4) інтернет речей (IoT): За допомогою плат Arduino можна створювати проекти, пов'язані з Інтернетом речей. Ви можете підключити плату Arduino до Інтернету за допомогою модулів Wi-Fi, Ethernet або навіть SIM-карти. Це дозволить збирати дані з сенсорів, керувати пристроями на віддаленій основі, створювати моніторингові системи та багато іншого;

5) автоматизація домашнього середовища: Arduino може бути використана для створення систем автоматизації в домашньому середовищі. Ви можете підключати різні датчики та пристрої до плати Arduino, щоб контролювати освітлення, температуру, безпеку та інші аспекти вашого дому. Використовуючи Arduino, можна створити розумну систему управління домом з можливістю дистанційного керування за допомогою смартфона або комп'ютера;

6) музичні проекти: Arduino може бути використана для створення музичних проектів, таких як MIDI-контролери, синтезатори та звукові ефекти. Ви можете використовувати плату Arduino для генерації звуків, керування музичними інструментами та створення власних музичних експериментів;

7) вивчення робототехніки та програмування: Arduino широко використовується в освітніх програмах для вивчення робототехніки та програмування. Він дозволяє учням експериментувати з різними компонентами та програмувати їх для створення роботів та інших інтерактивних проектів. Arduino має велику спільноту користувачів, де можна знайти безліч навчальних матеріалів та проектів для початківців.

Це лише кілька прикладів того, як можна використовувати плати Arduino. Фактично, їх потенціал є безмежним, і обмежується лише вашою уявою та творчістю. Деякі додаткові застосування включають:

- моніторинг та збір даних: Arduino може використовуватись для збору даних з різних датчиків, наприклад, температури, вологості, рівня освітлення тощо. Ці дані можуть бути використані для аналізу, контролю або візуалізації;

- розширення функціональності існуючих пристроїв: Ви можете використовувати Arduino для розширення можливостей існуючих пристроїв або систем. Наприклад, додавши Arduino до робочого столу, ви можете створити автоматичний розпорядок дня з функціями, такими як автоматичне включення світла, контроль температури тощо;

- роботи зі штучним інтелектом: Arduino може бути використана як основа для створення систем зі штучним інтелектом. Ви можете поєднувати плату Arduino з додатковими модулями, такими як камери, датчики руху або голосові модулі, для розробки інтелектуальних систем, які реагують на світове оточення;

- розробка ігор: Arduino може бути використана для створення простих ігор або ігрових контролерів. Ви можете створити свій власний ігровий пристрій, керуючи відтворенням звуку, світлодіодними ефектами або рухом фізичних об'єктів.

Необхідно також зазначити, що Arduino має широку спільноту розробників, яка активно ділиться проектами, кодом та досвідом. Це робить Arduino ще більш привабливим для використання.

Для прикладу ми розглянемо та порівняємо три найпопулярніші плати Arduino – це Arduino UNO, Arduino Nano та Arduino Mega.



Рисунок 2.4 – Плата Arduino UNO

Arduino Uno є однією з найпопулярніших і поширених плат Arduino. Вона є базовою моделлю плати Arduino та вважається добре підходящою для початківців і досвідчених розробників. Ось основні характеристики та особливості Arduino Uno [16]:

- 1) мікроконтролер ATmega328P: Arduino Uno використовує мікроконтролер ATmega328P, що забезпечує високу швидкість та надійність. Цей мікроконтролер має 32 кБ флеш-пам'яті для зберігання програмного коду, 2 кБ оперативної пам'яті та 14 цифрових входів/виходів, з яких 6 можуть бути використані для широтно-імпульсної модуляції (ШИМ) та 6 аналогових входів;
- 2) вбудований USB-інтерфейс: Arduino Uno має вбудований USB-інтерфейс, що дозволяє легко програмувати плату та взаємодіяти з комп'ютером. Це означає, що вам не потрібен додатковий програматор для завантаження коду на плату;
- 3) велика кількість цифрових та аналогових входів/виходів: Arduino Uno має 14 цифрових входів/виходів, з яких 6 можуть бути налаштовані як ШИМ-виходи. Крім того, є 6 аналогових входів, які дозволяють зчитувати аналогові дані від датчиків або контролювати аналогові пристрої;

4) підтримка розширювальних модулів: Arduino Uno має роз'єми для підключення додаткових модулів (штатних або сторонніх), таких як модулі зв'язку (наприклад, Wi-Fi або Bluetooth), сенсори, дисплеї, реле, моторні шилди та інші. Це дозволяє значно розширити функціональні можливості плати Arduino Uno, додавши до неї потрібні модулі і компоненти;

5) легкість використання та програмування: Arduino Uno має простий і зрозумілий інтерфейс, що робить його дуже доступним для початківців. Ви можете програмувати Arduino Uno за допомогою Arduino IDE (інтегроване середовище розробки), яке надає зручні інструменти для написання, завантаження та відлагодження коду. Arduino IDE базується на мові програмування C/C++, але має спрощений синтаксис, що полегшує розробку;

б) широке застосування: Arduino Uno може бути використана в різних проектах, від простих електронних пристроїв і роботів до складніших систем автоматизації, моніторингу та керування. Ви можете створювати ігри, інтерактивні інсталяції, прототипи пристроїв, системи «розумний дім» та багато іншого.

Arduino Uno є надійною, легкою у використанні та розширюваною платою, яка відкриває безліч можливостей для вашого творчого процесу. Вона є відмінним вибором як для початківців, так і для досвідчених розробників, які бажають експериментувати з електронікою та програмуванням.

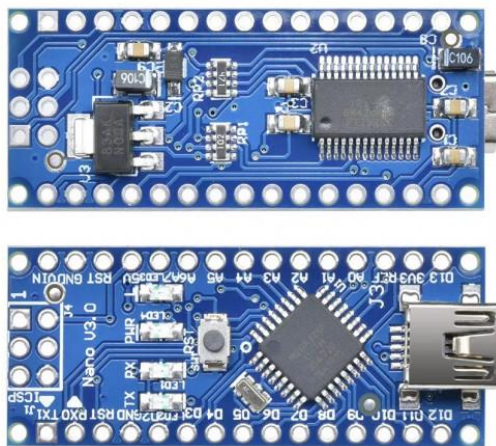


Рисунок 2.5 – Плата Arduino Nano

Arduino Nano є компактною і маленькою платою Arduino, яка зберігає багато з можливостей та функціональності Arduino Uno. Ось деякі ключові характеристики та особливості Arduino Nano [17]:

1) мікроконтролер ATmega328P: Arduino Nano також використовує мікроконтролер ATmega328P, так само як Arduino Uno. Це означає, що вона має такі ж можливості щодо обробки сигналів, керування вхідними/вихідними портами та виконання програмного коду;

2) компактний розмір: Одним з відмінних переваг Arduino Nano є його маленький розмір. Він має форм-фактор, що дуже зручний для вбудовування в проекти з обмеженим простором, де просторові обмеження є фактором. Це робить його ідеальним вибором для мобільних пристроїв, датчиків, дронів та багатьох інших застосувань;

3) вбудований USB-інтерфейс: Як і Arduino Uno, Arduino Nano має вбудований USB-інтерфейс, що полегшує підключення до комп'ютера для програмування та комунікації з Arduino. Ви можете використовувати стандартний micro-USB кабель для підключення до комп'ютера;

4) цифрові та аналогові входи/виходи: Arduino Nano має 14 цифрових входів/виходів та 8 аналогових входів, що дозволяє підключати різні сенсори, пристрої введення/виведення та інші компоненти. Вона також підтримує ШІМ-виходи для керування рівнем сигналу та здатна зчитувати аналогові дані з датчиків;

5) розширювальність: Arduino Nano має піни для підключення додаткових модулів та розширень, таких як модулі зв'язку (наприклад, Wi-Fi або Bluetooth), дисплеї, сенсори, реле та інші. Це дає вам можливість розширити функціональність вашого проекту та пристосувати його до ваших потреб;

6) напруга живлення: Arduino Nano працює з напругою живлення від 7 до 12 вольт, що дозволяє підключати його до різних джерел енергії, включаючи батареї, адаптери живлення та сонячні панелі. Це робить його зручним для портативних та мобільних проектів;

7) легкість використання: Arduino Nano зручно використовувати завдяки своїй сумісності з Arduino IDE та легкій програмуваності. Ви можете використовувати Arduino IDE для написання, завантаження та відлагодження програмного коду на плату Arduino Nano.

Arduino Nano є чудовим вибором для проектів, де простір та портативність мають значення. Вона забезпечує всі основні можливості Arduino в компактному та зручному форм-факторі. Arduino Nano є популярною серед студентів, хобістів та професіоналів, які шукають компактну та потужну плату для своїх проектів.



Рисунок 2.6 – Плата Arduino Mega

Arduino Mega є однією з найпотужніших та найбільш функціональних плат Arduino. Вона надає значно більше ресурсів та можливостей порівняно з Arduino Uno та Arduino Nano. Ось основні характеристики та особливості Arduino Mega [18]:

1) мікроконтролер ATmega2560: Arduino Mega використовує мікроконтролер ATmega2560, який має великий обсяг флеш-пам'яті (256 кБ) для зберігання програмного коду, 8 кБ оперативної пам'яті та більшу кількість цифрових входів/виходів та аналогових входів порівняно з іншими платами Arduino;

2) більша кількість цифрових та аналогових входів/виходів: Arduino Mega має 54 цифрових входи/виходи, з яких 15 можуть бути налаштовані як ШІМ-виходи. Крім того, вона має 16 аналогових входів, що дозволяє підключати багато сенсорів, пристроїв введення/виведення та інших компонентів;

3) розширена пам'ять: Завдяки більшому обсягу флеш-пам'яті, Arduino Mega дозволяє зберігати більші програми та дані. Це особливо корисно для проектів, які вимагають багато коду або обробки даних;

4) більша потужність та швидкодія: Arduino Mega працює на вищій тактовій частоті (16 МГц) та має більше ресурсів, що дозволяє виконувати більш складні завдання та обробку даних з більшою швидкістю;

5) додаткові функції та інтерфейси: Arduino Mega має додаткові функції та інтерфейси, такі як 4 серійних порти, 16 таймерів/лічильників, пам'ять EEPROM для збереження даних після вимкнення живлення, розширення (шляхом використання шини I2C, SPI та інших). Це дозволяє підключати додаткові модулі, сенсори, дисплеї, мотори, зовнішню пам'ять та інші пристрої;

6) багатофункціональність: Arduino Mega має широкий спектр застосувань, від розробки складних роботів та автоматизованих систем до створення великих інтерактивних проектів та систем керування. Її потужність та розширені можливості дозволяють реалізувати складні завдання та проекти, що вимагають великої обробки даних, високої швидкодії та багатофункціональності;

7) розширюваність: Arduino Mega має роз'єми для підключення плат розширення, таких як Ethernet Shield, Wi-Fi модулі, Bluetooth модулі та інші, що дозволяють розширювати її функціональність та забезпечувати комунікацію з мережами, бездротовими пристроями та іншими зовнішніми пристроями.

Arduino Mega є потужною та розширюваною платою, яка надає додаткові можливості та ресурси для реалізації складних проектів. Вона

підходить для досвідчених користувачів та професіоналів, які потребують більшої потужності та функціональності в своїх проектах.

Таблиця 2.3 –Порівняльна таблиця плат Arduino

Характеристика	Arduino UNO	Arduino Nano	Arduino Mega
Мікроконтролер	ATmega328P	ATmega328P	ATmega2560
Вхідні/вихідні піни	14 цифрових	14 цифрових	54 цифрових
	6 PWM	8 PWM	15 PWM
	6 аналогових	8 аналогових	16 аналогових
ОЗП	2 кБ	2 кБ	8 кБ
EEPROM	1 кБ	1 кБ	4 кБ
Вхідна напруга	7-12 В	7-12 В	7-12 В
Розмір	Стандартний	Малий	Великий
	69 x 54 мм	18 x 45 мм	102 × 54 мм
USB порт	1	1 (mini-USB)	1 (тип B)
Серійний порт	1	1	4
Кристал	16 МГц	16 МГц	16 МГц

ОЗП (Оперативна Запам'ятовуюча Програма) або RAM (Random Access Memory) є одним з типів пам'яті, яка використовується в комп'ютерах і мікроконтролерах, включаючи плати Arduino. ОЗП є тимчасовим сховищем для даних і команд, які оброблюються в реальному часі.

EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) є типом неволатильної пам'яті, яка використовується для збереження даних навіть при вимкненні живлення. EEPROM забезпечує зручний спосіб зберігання та зчитування даних на платах Arduino.

Висновки до розділу 2

У даному дослідженні ми обрали плату Arduino Nano, датчик відстані, вібромотор та зумер для розумної тростини для сліпих. Цей вибір був обґрунтований кількома факторами, зокрема бюджетністю та зручністю цих компонентів для нашої розробки.

Arduino Nano була обрана через свою компактність, мала вартість та широкий спектр можливостей. Вона забезпечує всі основні функції Arduino

UNO, але має менший розмір, що робить її ідеальним варіантом для використання в нашій розумній тростині.

Датчик відстані був обраний для надання тростині здатності реагувати на перешкоди та передавати користувачеві необхідну інформацію. Він дозволяє вимірювати відстань до об'єктів у своєму оточенні і використовується для виявлення перешкод та попередження користувача про їх наявність.

Вібромотор і зумер були вибрані як засоби комунікації з користувачем. Вібромотор може генерувати вібрацію, що служить сигналом для користувача про наявність перешкоди або інші події. Зумер дозволяє відтворювати звукові сигнали, які також використовуються для сповіщення користувача про певні події або стан системи.

Завдяки своїй доступності, бюджетності та підходящості до поставленої задачі, обрані компоненти (плата Arduino Nano, датчик відстані, вібромотор і зумер) є оптимальним варіантом для реалізації розумної тростини для сліпих. Вони дозволять створити пристрій, який буде допомагати людям з обмеженими можливостями орієнтуватися у своєму оточенні та надавати їм додаткову безпеку та незалежність.

Крім того, обрані компоненти мають підтримку відкритого програмного забезпечення та мають велику спільноту користувачів, що забезпечує наявність розширених ресурсів, прикладів коду та підтримки для розробки. Це спрощує процес розробки та впровадження розумної тростини для сліпих.

У результаті нашого дослідження та вибору плати Arduino Nano, датчика відстані, вібромотора та зумера ми отримали надійну, доступну та функціональну систему, яка може бути використана для розробки розумної тростини для сліпих. Цей пристрій може значно поліпшити життя людей з обмеженими можливостями, допомагаючи їм незалежно пересуватися та отримувати інформацію про своє оточення.

При подальшому розвитку цього проекту можна розширити функціональність розумної тростини, додавши додаткові сенсори, модулі

комунікації або забезпечивши зв'язок з мобільними пристроями для більш широких можливостей і використання. Крім того, можна розглянути можливість інтеграції інших технологій, таких як штучний інтелект або машинне навчання, для поліпшення функціональності та точності системи.

У цілому, обрані компоненти і платформа Arduino надають гнучкість, доступність та можливості для розробки інноваційних рішень у сфері підтримки людей з обмеженими можливостями.

3 РОЗРОБКА АПАРАТНОГО ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

3.1 Розробка апаратного забезпечення

Як уже стало зрозуміло з розділів 1 та 3 основною метою дипломної роботи є розробка розумної тростини, яка буде доступна по ціні кожному, та виконуватиме свою основну функцію – розпізнавання перешкод та сповіщення користувача. З висновку до розділу 2 ми знаємо, що основними елементами є плата Arduino Nano, датчик відстані, вібротор та зумер. Саме за допомогою даних деталей та кількох додаткових елементів було створено тростину. Блок-схема, на якій зображено принцип роботи тростини, представлена нище [25]:

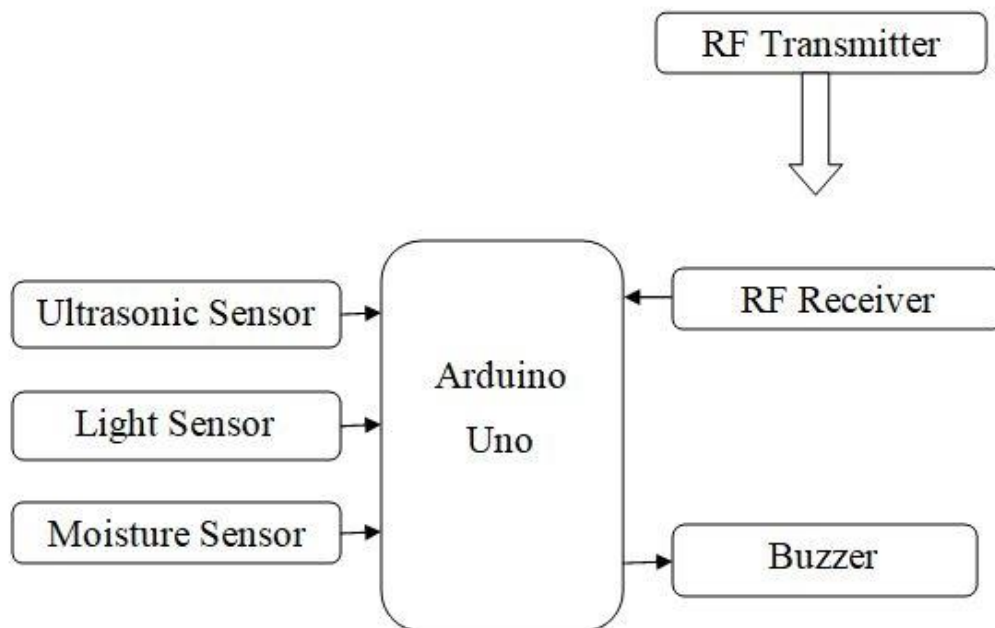


Рисунок 3.1 – Блок-схема принципу роботи розумної тростини

Простіше кажучи, всі елементи (датчики) підключаються до «мозку» майбутнього пристрою, в даному випадку до мікроконтролера Arduino Nano.

Розумна тростина, що складається з зумера, плати Arduino Nano, батарейки, датчика відстані, вібротора та вимикача, розроблена для надання підтримки та безпеки людям з обмеженими можливостями, зокрема для сліпих. Основний принцип роботи такої тростини полягає в виявленні

перешкод у навколишньому середовищі та сповіщенні користувача за допомогою звукових та вібраційних сигналів.

Пристрій працює наступним чином[23]:

– датчик відстані: Датчик відстані, як правило, розташований на верхній частині тростини. Він використовується для вимірювання відстані до об'єктів у своєму оточенні. Він може використовувати ультразвукові хвилі або інфрачервоне випромінювання для визначення відстані;

– Arduino Nano: Плата Arduino Nano використовується як мозок системи. Вона отримує виміряні дані від датчика відстані і приймає рішення щодо подальших дій. Arduino програмується таким чином, щоб реагувати на різні ситуації, які можуть виникнути в процесі пересування користувача;

– зумер: Зумер використовується для відтворення звукових сигналів. Залежно від програмування Arduino, зумер може видавати різні звуки або мелодії для сповіщення користувача про наявність перешкод або інші важливі події;

– вібромотор: Вібромотор використовується для створення вібраційних сигналів, які передаються через тростину до користувача. Вібрація служить додатковим способом комунікації та попередження про небезпеку у випадку до мікроконтролера Arduino Nano. або інші важливі події. Вібрація може бути використана для передачі різних сигналів, наприклад, сигнал про наближення перешкоди або зміну напрямку руху.

– батерейка: Батерейка або джерело живлення використовується для живлення всіх компонентів розумної тростини. Зазвичай використовуються невеликі та переносні батерейки, що забезпечують енергію протягом тривалого часу використання;

– вимикач: Вимикач використовується для управління живленням розумної тростини. Він дозволяє користувачу ввімкнути або вимкнути пристрій за необхідності.

Загалом, принцип роботи розумної тростини полягає в зчитуванні відстані до об'єктів за допомогою датчика відстані, обробці цих даних за

допомогою плати Arduino Nano, і відтворенні звукових сигналів за допомогою зумера та вібраційних сигналів за допомогою вібромотора. Це дозволяє користувачу отримувати інформацію про своє оточення та перешкоди, що допомагає йому безпечно пересуватися та навігувати у невідомих середовищах.

Схема підключення виглядає наступним чином:

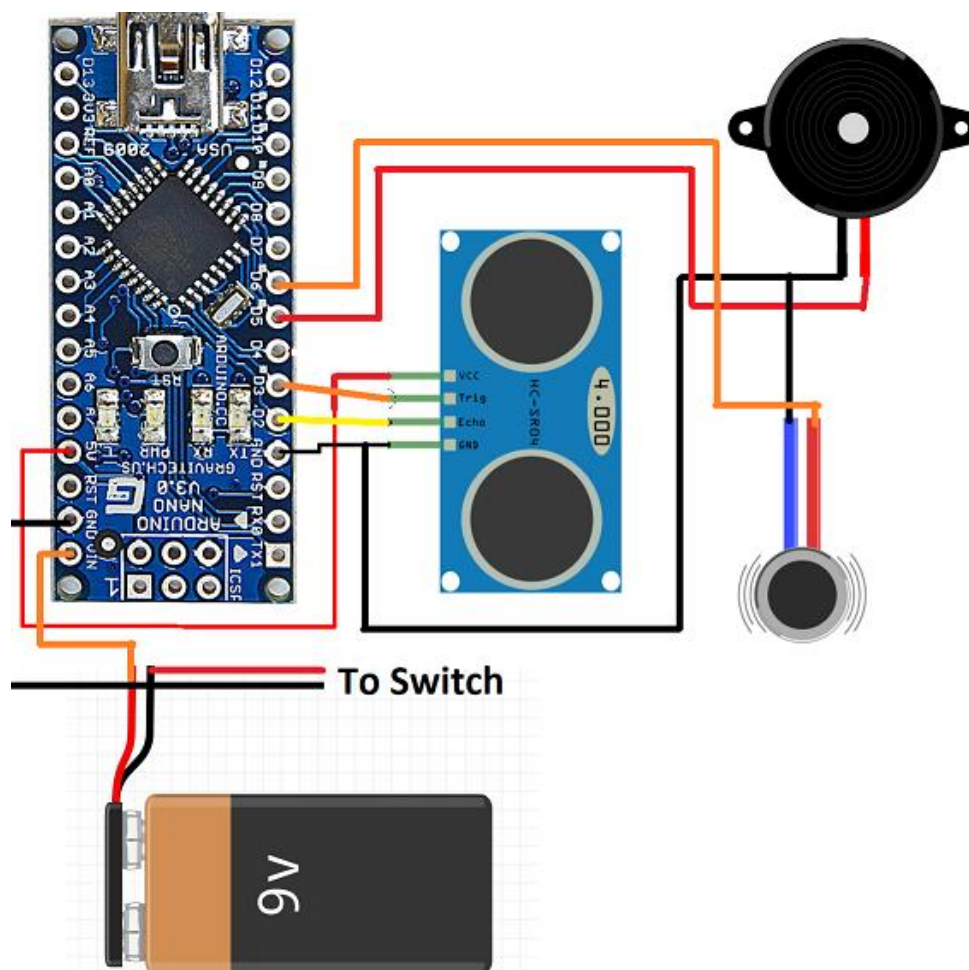


Рисунок 3.2 – Схема підключення пристрою

Зі схеми ми можемо зробити покроковий план:

- 1) беремо Arduino Nano, зумер, ультразвуковий датчик, вібраційний двигун, батарейку, вимикач та дерев'яну паличку або пластикову трубу;
- 2) беремо палицю і кладемо на неї ультразвуковий датчик. Підключаємо до нього дроти перемички;
- 3) потім кладемо на палицю зумер і вібраційний двигун;
- 4) підключаємо дроти перемички до зумера та вібраційного двигуна;

- 5) зробіть з'єднання з електричної схеми;
- 6) встановлюємо Arduino Nano, батарею та вмикаємо пристрій [1];
- 7) завантажуюмо код.

В зібраному вигляді це виглядає наступним чином:

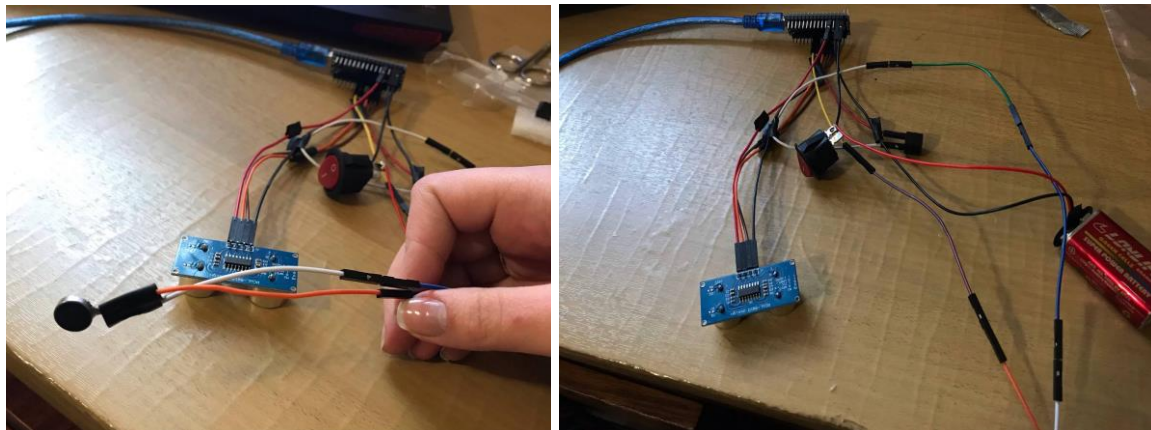


Рисунок 3.3 – Зібраний пристрій

В якості основи для тростини було вирішено взяти основу від звичайної вудки. Вона виготовлена з алюмінію, тому має зовсім не велику вагу, та в той же час досить міцна. Її не так легко зламати, як наприклад, дерев'яну рейку. Звичайна тростина буде заважка, а тому не зручна в використанні. Тому не зважаючи на те, що варіант є дивним, він є практичним та відносно надійним.

Готовий пристрій виглядає так:



Рисунок 3.4 – Кінцевий результат

Щоб довести, що даний пристрій може бути доступний кожному, було складено кошторис собівартості тростини.

Таблиця 3.1 – Кошторис обладнання для тростини

<i>Найменування</i>	<i>К-ть</i>	<i>Од. вим</i>	<i>Ціна, грн</i>	<i>Вартість, грн</i>
Arduino Nano	1	шт.	213.00	213.00
Buzzer (зумер)	1	шт.	10.00	10.00
9V battery	1	шт.	60.00	60.00
Гніздо під крону	1	шт.	22.00	22.00
Ультразвуковий далекомір HC-SR04	1	шт.	65.00	65.00
Кнопка-вимикач	1	шт.	8.00	8.00
Вібромотор	1	шт.	24.00	24.00
З'єднувальні проводи	1	набір	38.00	38.00
Основа для тростини	1	шт.	300.00	300.00
			РАЗОМ	740 грн.

Основа для тростини, вона може відрізнятись в залежності від розробника. Це може бути будь яка рейка, яка, ймовірно, знайдеться в кожного. Також не враховувалось обладнання для роботи, а саме паяльник та канцелярський ніж.

1.2 Розробка ПЗ

1.2.1 Мова програмування Arduino

Arduino – це відкрите програмне забезпечення та апаратна платформа для розробки електронних пристроїв. Мова програмування, яку використовується для розробки програм для Arduino, називається Arduino Language або Arduino Sketch.

Arduino Language базується на мові програмування C/C++, але має спеціальні функції та бібліотеки, що спрощують роботу з мікроконтролерами

Arduino. Синтаксис Arduino Language дуже схожий на C/C++, і багато програмістів з легкістю переходять від однієї мови до іншої.

Основною структурою програми Arduino є функція *setup()* та *loop()*. Функція *setup()* викликається один раз при старті програми і використовується для налаштування пінів, ініціалізації змінних та налаштування початкових значень. Функція *loop()* викликається постійно після функції *setup()* і виконується у безкінечному циклі. Вона використовується для зчитування даних з сенсорів, управління виводами та виконання основної логіки програми.

Arduino Language має багато вбудованих функцій та бібліотек, які спрощують роботу з апаратними можливостями Arduino. Наприклад, є бібліотеки для роботи з датчиками, звуком, екранами, мережами та багато інших. Ці бібліотеки дозволяють програмістам швидко та зручно використовувати функціонал апаратної платформи Arduino без необхідності докладного розуміння роботи з низькорівневими операціями.

Для розробки програм для Arduino потрібно мати Arduino IDE (Integrated Development Environment) – спеціальне середовище розробки, яке надає засоби для написання, компіляції та завантаження програм на платформу Arduino. Arduino IDE також має ряд інструментів та функцій для налагодження коду та взаємодії з платформою Arduino.

Arduino Language також має підтримку стандартних мовних конструкцій, таких як умовні оператори (if, else), цикли (for, while), оператори присвоєння, математичні операції та ряд інших. Це дозволяє програмістам використовувати звичайні підходи до програмування для створення складних програмних рішень.

Однією з переваг Arduino Language є його простота в освоєнні. Для початківців, які тільки починають вивчати програмування або електроніку, Arduino є добрим вибором. Легкий синтаксис та наявність готових бібліотек спрощують процес розробки, а широке співтовариство Arduino надає безліч

ресурсів, документації та прикладів, які можна використовувати для навчання та вирішення практичних завдань.

Крім того, Arduino Language добре поєднується з іншими мовами програмування. Завдяки можливості використання мови C/C++ у скетчах Arduino, програмісти можуть використовувати інші бібліотеки та розробляти більш складні алгоритми, які виходять за межі базових функціональних можливостей Arduino.

Узагальнюючи, Arduino Language – проста, але потужна мова програмування, яка дозволяє розробляти програми для платформи Arduino. Вона спрощує роботу з апаратними можливостями Arduino та надає зручні інструменти для розробки електронних пристроїв та проектів.

1.2.2 Arduino IDE

Arduino IDE (Integrated Development Environment) – це офіційне середовище розробки, призначене для програмування платформи Arduino.



Рисунок 3.4 – Ярлик Arduino IDE

Воно надає зручні інструменти для написання, компіляції та завантаження програм на мікроконтролери Arduino.

Arduino IDE є кросплатформовим і доступним для встановлення на операційних системах Windows, macOS та Linux. Основні риси Arduino IDE включають:

- редактор коду: Arduino IDE має простий інтегрований редактор коду, де можна написати програму для Arduino. Він надає підсвічування синтаксису та автодоповнення, що полегшує процес програмування;

- компіляція та завантаження: Arduino IDE вбудовано підтримує компіляцію програм та завантаження їх на платформу Arduino. Це означає, що можна перевірити правильність коду та відлагодити помилки перед виконанням на самому пристрої;
- Arduino IDE надає можливість моніторингу та виводу даних через послідовний порт (Serial). Завдяки цьому можна відстежувати значення змінних, виводити повідомлення та взаємодіяти з програмою, працюючи на Arduino;
- бібліотеки: Arduino IDE має вбудовану систему керування бібліотеками, яка дозволяє додавати та використовувати різноманітні бібліотеки для розширення функціональності Arduino. Велика кількість бібліотек вже доступна спільноті Arduino і може бути легко встановлена безпосередньо з IDE;
- приклади та документація: Arduino IDE містить велику кількість прикладів програм, які демонструють основні функції та можливості Arduino. Також є документація, яка пояснює основні концепції та допомагає розуміти, як використовувати різні функції та бібліотеки;
- середовище налагодження: Arduino IDE має простий інтерфейс для налагодження програм. Завдяки можливості виводу даних у серійний монітор та вбудованій підтримці точок зупинки, можна відлагоджувати програми на Arduino, крок за кроком перевіряючи правильність виконання.
- завантаження на платформу: Arduino IDE надає можливість завантажувати скомпільовану програму на платформу Arduino через USB або інші доступні засоби підключення. Процес завантаження є простим та інтуїтивно зрозумілим;
- розширені можливості: Хоча Arduino IDE має простий та легкий у використанні інтерфейс, воно також надає розширені можливості для досвідчених користувачів. Ви можете налаштувати параметри компіляції, використовувати зовнішні редактори коду, налаштувати платформу Arduino та багато іншого.

Arduino IDE – це потужний інструмент, який дозволяє швидко розробляти програми для платформи Arduino. Він є добрим вибором для початківців, оскільки має простий та зрозумілий інтерфейс, а також велику спільноту користувачів, яка надає підтримку та ресурси для навчання. Для досвідчених програмістів Arduino IDE надає достатньо функціональних можливостей для реалізації складних проектів на платформі Arduino.

1.3 Програмування тростини

Для того, щоб розумна тростина запрацювала, нам потрібно програмувати плату Arduino Nano, яка буде відповідати за керування всіма функціями та діями тростини. Ось кілька кроків, які можна виконати, щоб програмувати Arduino Nano для цієї конкретної задачі:

1) завантаження Arduino IDE: Перш за все, потрібно завантажити Arduino IDE з офіційного веб-сайту Arduino. Arduino IDE є безкоштовним інструментом, який дозволяє програмувати платформу Arduino;

2) підключення Arduino Nano: Підключіть Arduino Nano до комп'ютера за допомогою USB-кабелю. Впевніться, що комп'ютер розпізнає плату Arduino Nano і правильно встановлює драйвери, якщо необхідно;

3) вибір платформи та порту: У Arduino IDE виберіть правильну платформу для програмування – «Arduino Nano». Також оберіть правильний послідовний порт, до якого підключено Arduino Nano. Це зазвичай знаходиться у меню «Tools» (Інструменти) -> «Board» (Плата) та «Port» (Порт);

4) написання коду: Використовуючи Arduino IDE, напишіть код, який відповідатиме за керування розумною тростиною. Код може містити інструкції для зчитування даних з сенсорів (наприклад, акселерометра або гіроскопа), обробки цих даних, прийняття рішень та керування виводами (наприклад, рухомими моторами);

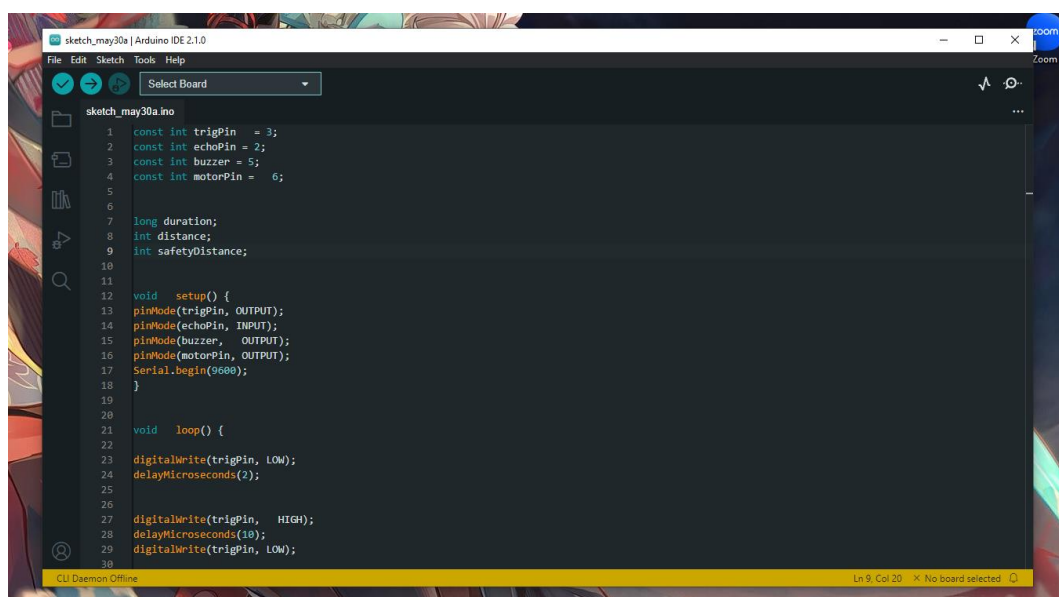
5) компіляція та завантаження: Перед тим як завантажити програму на Arduino Nano, переконайтеся, що код скомпільований без помилок. Використовуючи опцію «Verify» або «Compile» у Arduino IDE, перевірте, чи

немає синтаксичних помилок. Після успішної компіляції завантажте програму на Arduino Nano, використовуючи опцію «Upload» у Arduino IDE;

б) перевірка і тестування: Після завантаження програми на Arduino Nano, виконайте перевірку та тестування розумної тростини. Підключіть необхідні сенсори та актуатори до плати Arduino Nano згідно зі схемою або інструкціями проекту. Переконайтеся, що програма працює належним чином, розпізнає вхідні дані з сенсорів, виконує потрібні обчислення та керує виводами відповідно до заданої функціональності розумної тростини;

в) налагодження та вдосконалення: Якщо виникають проблеми або необхідно вдосконалити функціональність, використовуйте інструменти для налагодження Arduino IDE. За допомогою серійного монітора та інших функцій налагодження можна відстежувати значення змінних, виводити повідомлення для діагностики проблем та вирішувати їх.

Загалом, для програмування плати Arduino Nano для розумної тростини потрібно встановити Arduino IDE, написати код, компілювати його, завантажити на плату, перевірити та протестувати його роботу. З допомогою Arduino IDE та належної документації та спільноти Arduino ви зможете ефективно програмувати Arduino Nano для втілення даного проекту розумної тростини.



```
sketch_may30a.ino
1  const int trigPin = 3;
2  const int echoPin = 2;
3  const int buzzer = 5;
4  const int motorPin = 6;
5
6
7  long duration;
8  int distance;
9  int safetyDistance;
10
11
12 void setup() {
13   pinMode(trigPin, OUTPUT);
14   pinMode(echoPin, INPUT);
15   pinMode(buzzer, OUTPUT);
16   pinMode(motorPin, OUTPUT);
17   Serial.begin(9600);
18 }
19
20
21 void loop() {
22
23   digitalWrite(trigPin, LOW);
24   delayMicroseconds(2);
25
26
27   digitalWrite(trigPin, HIGH);
28   delayMicroseconds(10);
29   digitalWrite(trigPin, LOW);
30
```

Рисунок 3.5 – Процес програмування плати Arduino Nano за допомогою застосунку Arduino IDE

Цей код розроблений для використання з платою Arduino та датчиком відстані (ultrasonic sensor), щоб контролювати відстань і виконувати певні дії в залежності від відстані, яку виміряє датчик.

```
const int trigPin = 3;
const int echoPin = 2;
const int buzzer = 5;
const int motorPin = 6;
```

Ці рядки коду визначають піни, до яких підключені різні компоненти: `trigPin` – пін для відправки сигналу з датчика, `echoPin` – пін для отримання відповіді від датчика, `buzzer` – пін для керування звуковим сигналом, `motorPin` – пін для керування рухомих мотором.

```
long duration;
int distance;
int safetyDistance;
```

Ці змінні використовуються для зберігання значень, що пов'язані з відстанню. `duration` – зберігає тривалість (час), виміряну датчиком, `distance` – зберігає відстань, розраховану на основі тривалості, `safetyDistance` – зберігає безпечну відстань.

```
void setup() {
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  pinMode(buzzer, OUTPUT);
  pinMode(motorPin, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}
```

Функція `setup()` викликається один раз при запуску плати Arduino. У цій функції налаштовуються піни, до яких підключені компоненти (встановлюється режим вводу або виводу). `Serial.begin(9600)` встановлює швидкість передачі даних для з'єднання зі змінною швидкістю 9600 біт/с.

```
void loop() {
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
```

```
distance = duration * 0.034 / 2;
safetyDistance = distance;
if (safetyDistance <= 30) {
    digitalWrite(buzzer, HIGH);
    digitalWrite(motorPin, HIGH);
} else {
    digitalWrite(buzzer, LOW);
    digitalWrite(motorPin, LOW);
Serial.print("Distance: ");
Serial.println(distance);
}
```

У циклі *loop()* виконується основна логіка програми. Спочатку ми встановлюємо сигнал LOW на піні *trigPin* на протязі 2 мікросекунди, а потім встановлюємо його на HIGH протягом 10 мікросекунд. Після цього знову встановлюємо сигнал LOW на *trigPin*. Це генерує ультразвуковий сигнал, який відправляється датчиком.

Функція *pulseIn()* вимірює тривалість високого сигналу, який повертається від датчика до пін *echoPin*. Значення тривалості зберігається в змінній *duration*.

Далі, на основі значення *duration*, ми обчислюємо відстань, використовуючи формулу: $distance = duration * 0.034 / 2$. Фактор 0.034 використовується для перетворення тривалості від мікросекунд до сантиметрів, а ділення на 2 потрібно, оскільки відстань до перешкоди рахується туди й назад.

Значення відстані зберігається в змінній *safetyDistance*, а потім перевіряється умова `if (safetyDistance <= 30)`. Якщо відстань менше або дорівнює 30 сантиметрам, то сигнал на піні *buzzer* встановлюється на HIGH, що вмикає звуковий сигнал, а сигнал на піні *motorPin* також встановлюється на HIGH, що може викликати рухові дії (якщо підключений руховий мотор).

У протилежному випадку (якщо відстань більше 30 сантиметрів), сигнали на пін *buzzer* і *motorPin* встановлюються на LOW, що вимикає звуковий сигнал і зупиняє рухові дії.

Нарешті, ми виводимо значення відстані на моніторі серійного порту за допомогою функції *Serial.print()* та *Serial.println()*. Це дозволяє відобразити значення відстані на моніторі серійного порту для зручності налагодження та спостереження за роботою програми.

Цей код виконується в безкінечному циклі, оскільки плата Arduino Nano постійно перевіряє відстань та здійснює відповідні дії в залежності від цієї відстані. Якщо відстань менше або дорівнює 30 сантиметрам, то спрацьовує звуковий сигнал і руховий мотор. У протилежному випадку, коли відстань більше 30 сантиметрів, звуковий сигнал та руховий мотор вимикаються.

Цей код можна модифікувати для виконання різних дій в залежності від вимірної відстані. Наприклад, замість вмикання звукового сигналу і рухового мотора можна виконати інші дії, які відповідають потребам даного проекту з розумною тростиною.

1.4 GPS – трекінг для розумної тростини

GPS-трекінг (Global Positioning System tracking) – це технологія, яка дозволяє визначати місцезнаходження об'єкта за допомогою сигналів від GPS-супутників. В контексті розумної тростини для сліпих GPS-трекінг може бути використаний для надання інформації про місцезнаходження користувача та навігації.

Основний принцип роботи полягає в тому, що розумна тростина має вбудований GPS-приймач, який отримує сигнали від супутників і розраховує точне місцезнаходження. За допомогою спеціального програмного забезпечення на смартфоні або іншому пристрої, користувач може отримувати інформацію про своє місцезнаходження.

Програмне забезпечення може надавати звукові або візуальні сигнали, щоб сповістити користувача про його поточне місцезнаходження. Також можливо встановити певні маркери або пункти призначення, до яких користувач може навігуватися. При наближенні до певної локації розумна

тростина може надавати додаткові сигнали або вібрацію, щоб повідомити користувача про це.

GPS-трекінг у розумній тростині для сліпих може значно полегшити навігацію та забезпечити більшу незалежність і безпеку для користувачів з візуальними обмеженнями. Вони зможуть легше орієнтуватися в незнайомих місцях та зручно дістатися до потрібних місць.

Нижче описано систему GPS-трекінгу, яку можна буде вдосконалити та інтегрувати в тростину в майбутньому. Поки що ця ідея є досить не практичною, тому що конструкція буде мати занадто великий розмір, проте буде виконувати свою функцію [22].

Таблиця 3.2 – Обладнання для GPS-трекінгу

<i>Номер</i>	<i>Назва</i>	<i>Кількість</i>
1.	Arduino Nano	1
2.	Модуль GPS Neo-6m	1
3.	Модуль GSM Sim800l	1
4.	16x2 LCD Display	1
5.	Модуль I2C	1
6.	10k Pot	1
7.	Push Button	1
8.	Buzzer	1
9.	Zero PCB	1
10.	12V DC Supply	1

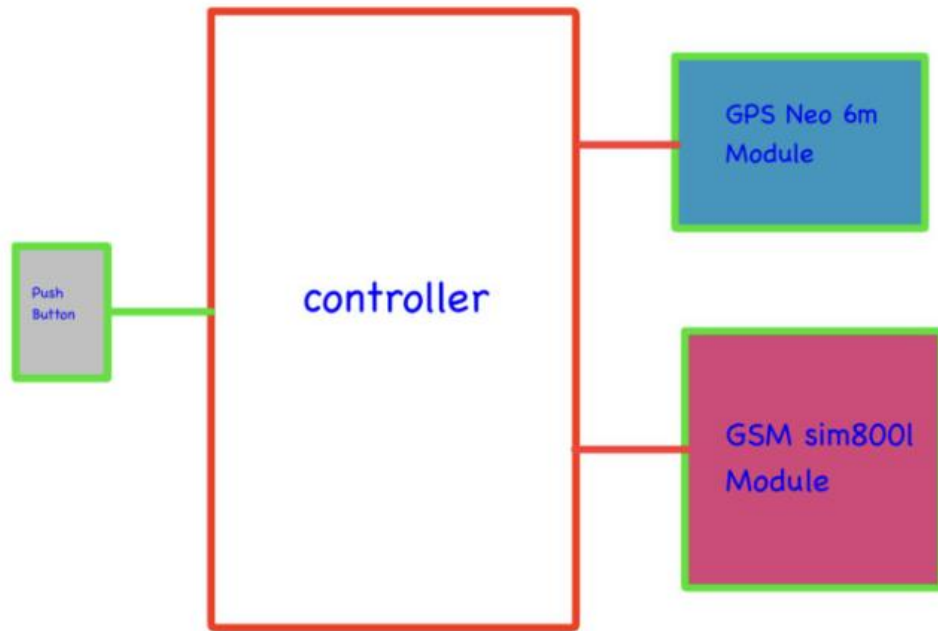
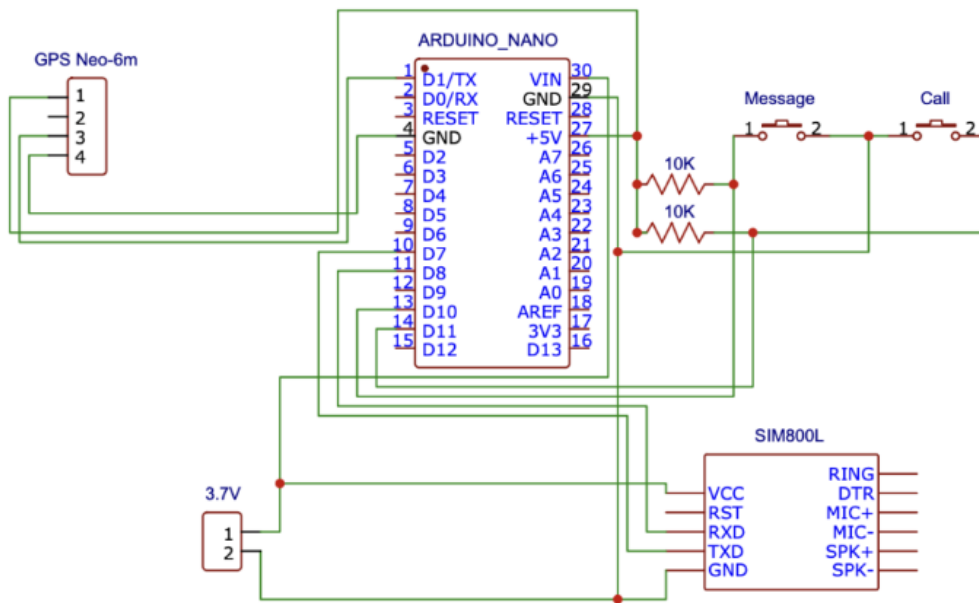
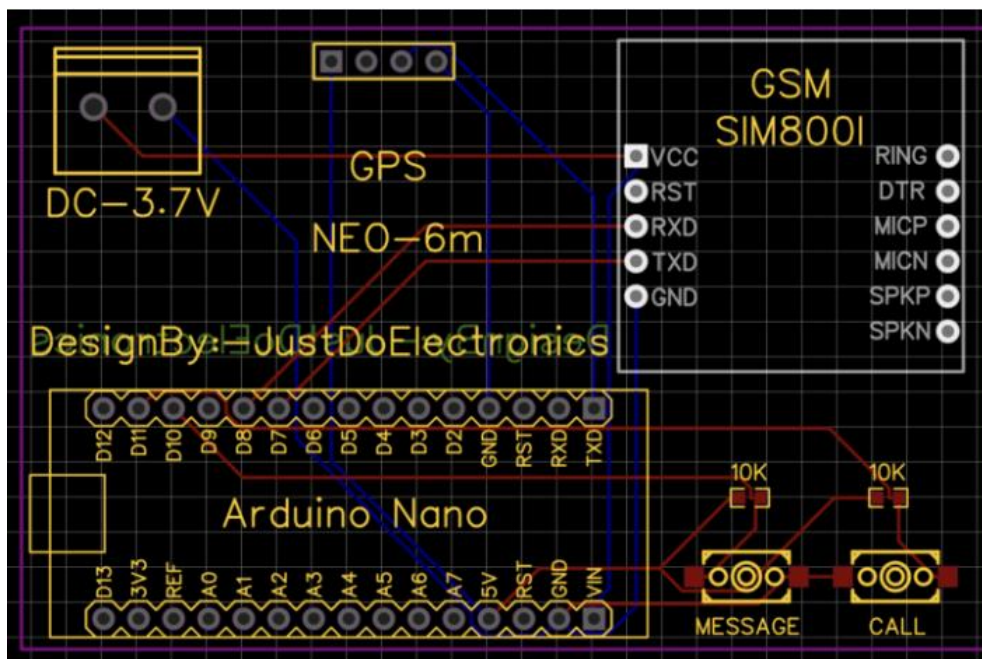


Рисунок 3.6 – Блок-діаграма GPS-трекінгу



(a)



(б)

Рисунок 3.7 – (а, б) Дизайн друкованої плати

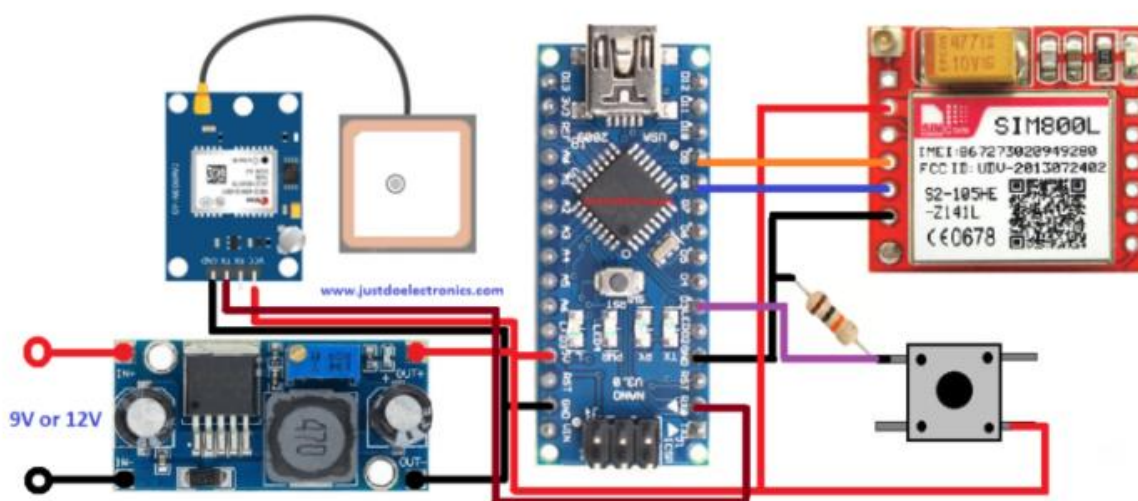


Рисунок 3.8 – Схема підключення

На цій схемі ми просто підключаємося до модуля GPS, модуля GSM і лише кнопки.[24] І забезпечуємо джерело живлення 3,7 В постійного струму за допомогою понижувального перетворювача LM2596.

GSM зв'язок:

- ВКЦ – ВКЦ;
- Тх – 8;

- Rx – 9;
- GND – GND.

Підключення GPS:

- VKЦ – VKЦ;
- Tx – RX;
- GND – GND.

Нажимна Кнопка:

- PIN-код – 3.

Після підключення залишається лише завантажити бібліотеки та код. Потрібно лише звернути увагу, що в коді необхідно вказати номер телефону опікуна, якому будуть приходити сповіщення про місцезнаходження підопічного.

```
1 char phone_no[] = "+91xxxxxxxxxx";
```

Рисунок 3.9 – Рядок, який необхідно змінити при підключенні

В додатку Б надано код, для підключення GPS-трекеру. Суть цього трекінгу в тому, що на телефон опікуна буде приходити смс з посиланням, на GoogleMap з розташуванням особи.

1.5 Вдосконалення тростини

Розумну тростину, яка складається з плати Arduino Nano, зумера, вібромотору та датчика відстані, можна вдосконалювати і адаптувати в залежності від потреб споживача. Ця гнучкість дозволяє створити розумну тростину, яка відповідає індивідуальним потребам і надає користувачеві більше функціональності та комфорту. Ось декілька можливих вдосконалень:

- додаткові сенсори: Розгляньте можливість додавання додаткових сенсорів, які можуть покращити функціональність тростини. Наприклад, вбудовані датчики освітленості або акселерометр можуть допомогти забезпечити більш точне виявлення перешкод або розпізнавання руху;

- бездротове з'єднання: Розгляньте можливість додавання модуля бездротового зв'язку, наприклад Bluetooth або Wi-Fi. Це дозволить тростині взаємодіяти зі смартфонами, планшетами або комп'ютерами для передачі даних, керування чи навіть отримання нагадувань про небезпеку;
- керування голосом: Інтеграція голосового керування може зробити тростину більш зручною для користувача. Додавання модуля розпізнавання голосу, наприклад Google Assistant або Amazon Alexa, дозволить користувачеві взаємодіяти з тростиною шляхом простих голосових команд;
- вбудований GPS: Додавання модуля GPS дозволить тростині визначати місцезнаходження користувача. Це може бути корисним для виявлення небезпеки або для стеження за трасою під час прогулянок або подорожей;
- можливості навігації: Розгляньте можливість додавання вбудованого екрану або світлодіодних індикаторів, які допоможуть користувачеві отримувати візуальні підказки та орієнтуватися в просторі;
- підключення до хмарного сервісу: Розгляньте можливість підключення тростини до хмарного сервісу, такого як платформа IoT (Internet of Things). Це дозволить збирати, аналізувати і зберігати дані з тростини в хмарі. Крім того, ви зможете отримувати повідомлення на мобільний пристрій або електронну пошту щодо стану батареї, виявлення перешкод або інших важливих подій;
- розширені режими відгуку: Додайте можливість налаштування різних режимів відгуку тростини. Наприклад, режими звукових сигналів для різних типів перешкод або режими вібрації залежно від відстані до перешкоди. Це забезпечить більш індивідуальний і зручний досвід користувача;
- забезпечення безпеки: Розгляньте можливість додати функції безпеки до тростини, наприклад, панічну кнопку, що активує негайне повідомлення про допомогу або виклик екстрених служб. Також ви можете

додати функції трекінгу, що дозволять знаходити втрачену тростину через смартфон або інше пристрій;

– енергоефективність: Поліпшіть енергоефективність тростини, щоб продовжити тривалість роботи від однієї зарядки акумулятора. Використовуйте енергозберігаючі методи, такі як сну або глибокого сну для мікроконтролера, а також оптимізуйте споживання енергії зумера та вібромотора;

– мобільний додаток: Розгляньте створення мобільного додатку, який буде взаємодіяти з тростиною. Це дозволить користувачеві налаштовувати параметри тростини, отримувати статистику про використання, встановлювати нагадування про прийом ліків або нагадувати про фізичну активність. Додаток також може включати функції відстеження маршруту та реалізувати можливість спілкування з медичним персоналом чи іншими користувачами;

– машинне навчання та штучний інтелект: Використання методів машинного навчання та штучного інтелекту може поліпшити функціональність тростини. Наприклад, використання алгоритмів комп'ютерного зору для виявлення перешкод, автоматичне адаптування параметрів відгуку в залежності від попереднього досвіду користувача, або розпізнавання жестів для керування тростиною;

– надійність та водонепроникність: Зверніть увагу на забезпечення надійності та водонепроникності тростини. Використовуйте високоякісні компоненти, які витримують довгий термін експлуатації і відповідають необхідним стандартам водонепроникності. Це забезпечить тривалий та надійний функціонування тростини в різних умовах;

– персоналізація та дизайн: Розгляньте можливість надати користувачам можливість персоналізувати тростину, як зовнішньо, так і функціонально. Наприклад, використання змінних обкладинок, які відповідають індивідуальному стилю користувача, або можливість налаштовувати параметри відгуку, такі як гучність або інтенсивність вібрації,

залежно від вимог і зручності користувача. Також, приділяйте увагу ергономіці та зручності використання, щоб забезпечити комфортну та приємну взаємодію з тростиною;

- оптимізація алгоритмів: Постійно працюйте над оптимізацією алгоритмів, що використовуються в розумній тростині. Вдосконалюйте алгоритми виявлення перешкод, алгоритми попередження користувача та інші функції для забезпечення максимальної точності та ефективності роботи тростини;

- технологія зарядки: Розгляньте використання бездротової технології зарядки для тростини. Це забезпечить зручність в зарядці та уникне необхідності підключення кабелю. Крім того, використання ефективних акумуляторів та системи керування енергією допоможе продовжити тривалість роботи тростини між зарядками;

- розширення функціональності: Враховуйте потенціал для розширення функціональності тростини через оновлення програмного забезпечення. Забезпечуйте підтримку оновлень і додаткових функцій, що дозволяють розширити можливості тростини в майбутньому.

Висновки до розділу 3

У цьому розділі було представлено розробку розумної тростини для сліпих, яка базується на платі Arduino Nano, зумері, вібромотору та датчику відстані. Завдяки поєднанню апаратного та програмного забезпечення, було створено бюджетний і доступний варіант тростини, яка виконує основну функцію – розпізнавання перешкод.

Ця розумна тростина має великий потенціал для полегшення повсякденного життя сліпих людей. Здатність розпізнавати перешкоди та вчасно попереджати користувача дозволяє забезпечити безпеку при руху та незалежність.

Розробка розумної тростини для сліпих, що базується на платі Arduino Nano та різноманітних компонентах, відкриває широкі можливості для

покращення якості життя осіб з обмеженими можливостями. Цей проект спрямований на забезпечення безпеки та незалежності, допомагаючи сліпим людям орієнтуватись у навколишньому середовищі та уникати небезпеки, що можуть виникнути під час їх руху.

Однією з головних переваг цієї розумної тростини є її вартість. Завдяки використанню доступних компонентів та відкритому джерелу Arduino, цей проект є бюджетним рішенням, яке може бути доступним для широкого кола користувачів. Це важливо, оскільки багато сліпих людей зазнають фінансових обмежень, і вони шукають доступні технологічні рішення, які відповідають їхнім потребам.

Однак, незважаючи на свою доступність, розумна тростина демонструє вражаючу функціональність. Вона виявляє перешкоди за допомогою датчика відстані та інформує користувача про їх наявність за допомогою зумера та вібратора. Це дозволяє користувачеві своєчасно реагувати на небезпеку та виконувати безпечний рух.

Окрім основної функції розпізнавання перешкод, розумна тростина також може бути адаптивною та вдосконалюватись залежно від індивідуальних потреб користувача. Це означає, що можливості тростини можна розширити шляхом додавання додаткових сенсорів, модулів зв'язку. Розробка розумної тростини є лише початком шляху до її повного вдосконалення. Шляхом додавання нових функцій та можливостей, ця тростина може стати ще більш корисним інструментом для сліпих людей.

Одна з можливостей для вдосконалення полягає в додаванні модуля GPS. Це дозволить тростині визначати місцезнаходження користувача і надавати навігаційні вказівки, що допоможе уникнути загублення. Крім того, можна розробити додаткове програмне забезпечення, яке буде відображати мапу маршруту на смартфоні або іншому пристрої, що підтримується.

Іншою перспективою для розумної тростини є використання машинного навчання та штучного інтелекту. Застосування цих технологій дозволить тростині вчитися розпізнавати та класифікувати різні типи перешкод, а також

вдосконалити алгоритми попередження та реагування. Наприклад, тростина може навчитися розпізнавати двері, сходи або нерівності на поверхні, що допоможе користувачеві уникати потенційних небезпек.

Крім того, можна дослідити можливість інтеграції тростини з мобільним додатком, що дозволить користувачам налаштовувати параметри тростини, отримувати статистику щодо їх руху та навіть спілкуватися з іншими користувачами через платформу. Це підвищить соціальну включеність та сприятиме обміну досвідом та порадами між користувачами.

У кінцевому результаті, розумна тростина може стати незамінним помічником для сліпих людей, надаючи їм більше незалежності, безпеки та комфорту у повсякденному житті. Це лише початок шляху до створення ще більш розширених та потужних рішень.

ВИСНОВКИ

Розумна тростина для сліпих – це інноваційний пристрій, спеціально розроблений для полегшення життя та покращення мобільності людей з вадами зору. Вона поєднує в собі традиційну функцію тростини з сучасними технологіями, що дозволяють користувачу отримувати інформацію про навколишнє середовище та навігаційні підказки.

Розумна тростина зазвичай оснащена різноманітними сенсорами, які допомагають виявляти перешкоди та перепади рівня. Вона може мати вбудовану технологію GPS, що дозволяє визначати місцезнаходження користувача та навігувати його по потрібному маршруту. Деякі моделі розумних тростин також використовують звукові сигнали або голосове відтворення, щоб інформувати користувача про навколишні об'єкти або перешкоди.

Окрім цього, розумна тростина може бути підключена до мобільних додатків або інших пристроїв, що дозволяє збирати та аналізувати дані про використання тростини, прогнозувати ризики та пропонувати оптимальні маршрути для користувача.

Мета розумної тростини для сліпих полягає в тому, щоб зробити рух користувача більш безпечним та самостійним, допомагаючи йому уникати перешкод, навігувати в невідомому середовищі та забезпечувати взаємодію з навколишнім світом.

У ході дослідження та розробки дипломної роботи на тему «Розумна тростина для сліпих» було проведено комплексне вивчення потреб та вимог цільової аудиторії – людей з вадами зору. Було проведено аналіз існуючих рішень на ринку, їхніх переваг та недоліків, що дало можливість визначити недостатню доступність та високу ціну існуючих розумних тростин.

На основі проведеного аналізу було розроблено концепцію бюджетної тростини, яка базується на платі Arduino Nano, зумері, вібромотору та датчику відстані. Завдяки поєднанню апаратного та програмного забезпечення, було

створено бюджетний і доступний варіант тростини, яка виконує основну функцію – розпізнавання перешкод.

Вона буде доступна кожному та відповідатиме потребам користувачів. Розроблена тростина має властивості адаптивності та може вдосконалюватись в залежності від бажань замовника. Це відкриває можливості для персоналізації тростини з урахуванням індивідуальних потреб користувача.

Узагальнюючи, розумна тростина для сліпих, розроблена в рамках дипломної роботи, є інноваційним рішенням, що має потенціал вирішити проблему доступності та високої ціни існуючих розумних тростин. Вона пропонує бюджетну альтернативу, яка доступна кожному користувачу, забезпечуючи необхідну функціональність для самостійного та безпечного руху. Крім того, можливість адаптації та вдосконалення тростини відповідно до бажань замовника дає користувачам гнучкість та особисту налагодженість.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Гречмак Д. В. Використання платформи arduino uno для управління інтелектуальними мобільними об'єктами : thesis. 2020. URL: <http://openarchive.nure.ua/handle/document/12225> (дата звернення: 10.06.2023).
2. Толбатов В. А. Прилад для орієнтування сліпих на місцевості : thesis. 2011. URL: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/10430> (дата звернення: 10.06.2023).
3. Момот М. Мобільні роботи на базі Arduino. 2018. URL: <https://monster-book.com/reader/28803> (дата звернення: 10.06.2023).
4. Мальцев М. О. Пристрій допомоги незрячим у просторовому орієнтуванні : тезис. 2021. URL: <https://re.kpi.ua/wp-content/uploads/2021/11/zvit-malczev-ri-01mp.pdf> (дата звернення: 10.06.2023).
5. MWC 2021: смарт-тростина, що підключається до смартфона. URL: <https://www.vodafone.ua/shop/ua/blog/mwc-2021-smart-trost-podkljuchaemaja-k-smartfonu.html> (дата звернення: 10.06.2023).
6. Augmented Cane 2021. URL: <https://gizmodo.com/stanford-researchers-design-a-high-tech-white-cane-that-1847862570> (дата звернення: 10.06.2023).
7. Blind Walking Stick Using Arduino. 2021. URL: <https://www.pantechsolutions.net/blind-walking-stick-using-arduino> (дата звернення: 10.06.2023).
8. Hapsari G. I., Mutiara G. A., Kusumah D. T. Smart cane location guide for blind using GPS. *2017 5th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)*, Melaka, Malaysia, 17–19 May 2017. 2017. URL: <https://doi.org/10.1109/icoict.2017.8074697> (Last accessed: 12.06.2023).
9. Husin M. H., Lim Y. K. InWalker: smart white cane for the blind. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*. 2019. Vol. 15, no. 6. P. 701–707. URL: <https://doi.org/10.1080/17483107.2019.1615999> (Last accessed: 12.06.2023).

10. Petri Pulli B. C. Smart Cane Outdoor Navigation System for Visually Impaired Deaf-blind and Blind Persons. *Journal of Communication Disorders, Deaf Studies & Hearing Aids*. 2014. Vol. 02, no. 04. URL: <https://doi.org/10.4172/2375-4427.1000125> (Last accessed: 12.06.2023).
11. Priyadarshini. P., Srimathi. K., Suba Lakshmi K., Raja Kumari K. Smart Backing Cane For Visually Impaired. *International Journal of Computer Science and Engineering*. 2020. Vol. 7, no. 5. P. 21–24. URL: <https://doi.org/10.14445/23488387/ijcse-v7i5p106> (Last accessed: 12.06.2023).
12. Udayagini L. Smart Cane For Blind People. *2023 10th International Conference on Signal Processing and Integrated Networks (SPIN)*, Noida, India, 23–24 March 2023. URL: <https://doi.org/10.1109/spin57001.2023.10116301> (Last accessed: 12.06.2023).
13. Smart Cane for Blind People using Raspberry PI and Arduino. *International Journal of Recent Technology and Engineering*. 2020. Vol. 9, no. 1. P. 1520–1522. URL: <https://doi.org/10.35940/ijrte.a2498.059120> (Last accessed: 12.06.2023).
14. Smart Walking Cane For Blind. *International Journal of Recent Technology and Engineering*. 2019. Vol. 8, no. 2S3. P. 790–792. URL: <https://doi.org/10.35940/ijrte.b1146.0782s319> (Last accessed: 12.06.2023).
15. Zhou S. A Smart Cane to Help the Blind People Walk Confidently. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2018. Vol. 439. P. 032121. URL: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/439/3/032121> (Last accessed: 12.06.2023).
16. Arduino Uno : характеристики. URL: <https://doc.arduino.ua/ru/hardware/Uno> (дата звернення: 14.06.2023).
17. Arduino Nano : характеристики. URL: https://hobbymania.com.ua/ru/tovar.php?id_tovar=5144 (дата звернення: 14.06.2023).

18. Arduino Mega : характеристики. URL:
<https://doc.arduino.ua/ru/hardware/Mega2560> (дата звернення: 14.06.2023).

19. Ультразвуковий датчик відстані HC-SR04 : характеристики. URL:
<https://arduino.ua/ru/art21-yltrazvukovoi-dalnomer-hc-sr04> (дата звернення:
14.06.2023).

20. Ультразвуковий датчик відстані URM37 V5.0 : характеристики.
URL: <https://uamper.com/URM37-V5-%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA-%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D1%8F-%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9-%D1%81%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D1%80> (дата звернення: 14.06.2023).

21. Ультразвуковий датчик відстані US-100 : характеристики. URL:
<https://beegreen.com.ua/modul-ultrazvukovogo-vimiryuvannya-vidstanej-us-100-dlya-ard> (дата звернення: 14.06.2023).

22. GPS on Arduino. URL: <https://www.prateeks.in/2021/12/build-your-own-gps-tracking-system.html> (дата звернення: 14.06.2023).

23. Smart Stick for Blind Peoples. URL:
<https://projecthub.arduino.cc/mohammadsohail0008/smart-stick-for-blind-peoples-310a0d> (дата звернення: 14.06.2023).

24. GPS Tracker System Using Arduino. URL:
<https://justdoelectronics.com/build-your-smart-gps-tracker-system-using-arduino/>
(дата звернення: 14.06.2023).

25. Blind Walking Stick Using Arduino. URL:
<https://www.pantechsolutions.net/blind-walking-stick-using-arduino> (дата
звернення: 14.06.2023).

ДОДАТОК А

Антиплагіат

про перевірку на унікальність пояснювальної записки
кваліфікаційної бакалаврської роботи
на тему: «Розумна тростина для сліпих»
студента спеціальності 123 «Комп'ютерна
інженерія», групи 405
Ремінна Владислава Андріївна
прізвище, ім'я, по-батькові

Перевірку тексту здійснено сервісом: онлайн-сервіс Unicheck.
Результат перевірки тексту роботи: схожість складає 4,21 %.



Ім'я користувача:
Евген Дарнапук

ID перевірки:
1015651370

Дата перевірки:
20.06.2023 00:32:35 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
20.06.2023 00:33:53 EEST

ID користувача:
100012258

Назва документа: Ремінна_В_А_405_Кваліфікаційна_бакалаврська_робота

Кількість сторінок: 34 Кількість слів: 12545 Кількість символів: 99689 Розмір файлу: 114.86 KB ID файлу: 1015297073

4.21%
Схожість

Найбільша схожість: 2.3% з Інтернет-джерелом (https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/45827/1/Maltsev_magistr.pdf)

3.77% Джерела з Інтернету

78

Сторінка 36

0.6% Джерела з Бібліотеки

5

Сторінка 36


0% Цитат

Вилучення цитат вимкнено

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнено

0%
Вилучень

Немає вилучених джерел

Студент

В. А. Ремінна
підпис ініціали, прізвище

Керівник
Ст. викладач

Є. С. Дарнапук
підпис ініціали, прізвище

Дата: «__»_____2023 р.

ДОДАТОК Б

Код для Arduino

```
const int trigPin = 3;
const int echoPin = 2;
const int buzzer = 5;
const int motorPin = 6;

long duration;
int distance;
int safetyDistance;

void setup() {
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  pinMode(buzzer, OUTPUT);
  pinMode(motorPin, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {

  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);

  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);

  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);

  distance= duration*0.034/2;

  safetyDistance = distance;
  if (safetyDistance <= 30){
    digitalWrite(buzzer, HIGH);
    digitalWrite(motorPin, HIGH);
  }
  else{
    digitalWrite(buzzer, LOW);
    digitalWrite(motorPin, LOW);
  }
}
```

```
}  
  
Serial.print("Distance: ");  
Serial.println(distance);  
}
```

ДОДАТОК В

Код для GPS-трекеру

Додаємо бібліотеку та змінюємо номер мобільного телефону, перед тим,
ЯК ЗАВАНТАЖИТИ КОД:

```
#include <TinyGPS.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
SoftwareSerial Gsm(8, 9);
char phone_no[] = "+38xxxxxxxxxx";
TinyGPS gps;
int state;
String textMessage;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Gsm.begin(9600);
  Serial.print("AT+CMGF=1\r");
  delay(100);
  Serial.print("AT+CNMI=2,2,0,0,0\r");
  delay(100);
  pinMode(3, INPUT);
}
void loop() {
  bool newData = false;
  unsigned long chars;
  unsigned short sentences, failed;
  for (unsigned long start = millis(); millis() - start < 1000;) {
    while (Serial.available()) {
      char c = Serial.read();
      Serial.print(c);
      if (gps.encode(c))
        newData = true;
    }
  }
  if (Gsm.available() > 0) {
    textMessage = Gsm.readString();
    textMessage.toUpperCase();
    delay(10);
  }
  Serial.println(failed);
}
```



```
}
```

При натисканні кнопки, відбувається наступне:

```
state = digitalRead(3);
  if (state == 0)
  {
    float flat, flon;
    unsigned long age;
    gps.f_get_position(&flat, &flon, &age);
    Gsm.print("AT+CMGF=1\r");
    delay(400);
    Gsm.print("AT+CMGS=\");
    Gsm.print(phone_no);
    Gsm.println("\");
    Gsm.println("Alert I need help.....");
    Gsm.print("http://maps.google.com/maps?q=loc:");
    Gsm.print(flat == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flat, 6);
    Gsm.print(",");
    Gsm.print(flou == TinyGPS ::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flon, 6);
    delay(200);
    Gsm.println((char)26);
    delay(200);
    Gsm.println();
    Serial.println("SMS Sent");
    Serial.println("Call");
    delay(20000);
    Gsm.println("ATD+38xxxxxxxxxxx;");
    delay(15000);
    Gsm.println("ATH");
    delay(1000);
  } else {
    delay(10);
  }
}
```