

ЧАСТНА ПРОФЕСИОНАЛНА ГИМНАЗИЯ ЗА ДИГИТАЛНИ НАУКИ
„СОФТУНИ БУДИТЕЛ“, гр. София

ДИПЛОМЕН ПРОЕКТ

на Мартин Викторов Димитров

ученик от XII А клас

професия- код: **481030, “Приложен програмист”**

специалност- код: **4810301, “Приложно програмиране”**

Тема: Arduino Радар със звуков сигнал за хора с нарушено зрение

Ръководител-консултант: Николай Палашев

Сесия: май-юни 2024г.

Дата: 26.04.2024г.

Съдържание

1. Увод	4
1.1.Проучвателна част	4
1.2.Мотивация.....	5
1.3.Цели на проекта	5
1.4.Очаквани резултати	6
2. Изложение	6
2.1.Описание на хардуера.....	7
2.1.1. Arduino Uno	8
2.1.2. Ултразвуков сензор (HC-SR04)	10
2.1.3. Зумер (Buzzer)	12
2.1.4. Серво мотор MG90s	13
2.1.5. Breadboard платка	15
2.1.6. Свързващи проводници	15
2.2.Описание на софтуера.....	16
2.2.1. Arduino IDE	16
2.2.1. Processing Application.....	17
2.3.Процес на сглобяване на устройството	18
2.4.Принцип на работа	20
2.5.Алгоритъм и програмен код	21
2.6.Тестове и резултати	25
2.7.Разширения и бъдещо развитие	26
2.8.Сигурност и надеждност	27
2.9.Изисквания за захранване и технически характеристики	28
2.10. Поддръжка и отстраняване на проблеми	29

3. Заключение	30
3.1.Обобщение на постигнатите цели	30
3.2.Оценка на функционалността	30
3.3.Изводи и препоръки	30
3.4.Изследване на приложенията	31
3.5.Заключение	31
4. Информационни източници	32
5. Приложения	33

1. Увод

Дипломният проект представлява разработка на радар в помощ на слепите хора. Проектът е иновативен и увлекателен експеримент, съчетаващ използването на Arduino микроконтролер със сензори за създаване на функционален радар - устройство със способност за откриване на предмети в определен обхват и активиране на звуков сигнал при откриване на такъв. Това ще позволи на хората с увредено зрение да виждат и изследват света уверено и независимо, като разпознават съседните обекти с помощта на ултразвукови вълни и получават информация от звуков сигнал.

1.1 Проучвателна част

РАДАР (акроним от англ. RAdio Detection And Ranging – „радио откриване и определяне на разстояние“) е система за откриване на обекти, която използва радиовълни, за да определи характеристиките на откритите обекти като: обхват, височина, посоката или скоростта на обектите. Ученият Хайнрих Херц, на когото е основната единица за честота демонстрира през 1886 г., че радиовълните могат да се отразяват от метални обекти. През 1903 г. немски инженер получава патент в няколко страни за устройство, използващо радиовълни, способно да открива кораби, но не предизвиква особен интерес поради много ограничения обхват. Маркони, по време на своя лекция през 1922 г., обръща внимание на работата на Херц и предлага принципна схема за работа на устройство, което познаваме днес като морски радар. Въпреки че радарът е използван за определяне на височината на йоносферата в средата на 1920-те, едва през 1935 г. радарните импулси са успешно използвани за откриване и измерване на обхвата на самолет. През 30-те години се наблюдава едновременно, но независимо развитие на радарните технологии във Великобритания, Германия, Франция и САЩ. За първи път радарът се използва в морето на военен кораб през 1937 г. До 1944 г. военноморският радар се появява на търговски кораби и от около края на Втората световна война започва използването на гражданския морски радар. Постепенно той е усъвършенстван до отговарят на нуждите на навигацията в мирно време за избягването на сблъсък между плавателни съдове.

Съвременните радарни системи се предлагат в различни размери и имат разнообразни приложения. Някои радарни системи се използват за контрол на въздушното движение на летищата, други за системи за противовъздушна отбрана, противоракетни системи, локализиране на кораби или самолети, наблюдение и локализиране на валежите и др. Те могат да бъдат малки преносими радарни системи, които могат да се поддържат и управляват от един човек, както и големи по размер системи, които заемат няколко големи стаи.

В този проект изградих радарна система, която използва ултразвуков сензор за откриване на обекти. Ултразвукът се използва за измерване на разстоянието между радара и предмета. Движението на сензора се управлява с помощта на малък серво мотор и всичко това се управлява с радар с помощта на платката Arduino Uno като микроконтролер.

Сигналът получен от сензора се обработва с помощта на приложението Processing, след което резултатът се показва на компютърен екран.

1.2 Мотивация

Моята мотивация за създаването на този проект идва от желанието ми да изследвам възможностите на Arduino технологията и да я приложа в практичен проект.

Желанието ми е да изградя устройство, което да може да помогне на хора с определени нужди, като например слепите хора.

Според СЗО (Световната здравна организация) 2,2 милиарда души страдат от увреждане на зрението. Те се сблъскват с проблеми в начина си на живот. Това устройство може да действа като иновация за хората с увредено зрение. Едно от предимствата на този звуков радар е ниската му цена. Зрението е основното усещане за живота и следователно движението на човек от място на място в това състояние е голямо предизвикателство за хората с увредено зрение. Целта на този проект за слепи или хора с увредено зрение е да предостави приспособление, което е полезно за тях при придвижване или за получаване на информация за обект/предмет в близост.

Докато повечето от нас се борим за повече комфорт в живота, често напълно игнорираме хората, които живеят нещастен живот поради липса на зрение. Те се сблъскват с огромни предизвикателства в ежедневието си и следователно в крайна сметка живеят зависим живот. Те преживяват напълно различен живот от нормалните хора и изпитват отчуждено и незаинтересовано поведение към тях поради това, че са с физически увреждания. Те се нуждаят от други индивиди за своето придвижване от едно място на друго. Хората с физически увреждания обичайно използват бял бастун, който също е ефективен, но има много ограничения. Той може да се използва за идентифициране на неподвижни обекти на пода, небалансирани повърхности, дупки, стъпала, но поради компактната си площ не може да се използва за идентификация на огромни препятствия по пътя. Друг вариант е да имате куче водач, което е скъпо, но полезно. Това устройство може да помогне на човека при идентифицирането на всякакъв вид пречка като препятствие.

1.3 Цели на проекта

Основната цел на проекта е да се разработи функционален радар с Arduino, който да има приложение за подпомагане на хората със зрителни увреждания, като слепите хора.

Основната идея е създаването на устройство, което да може ефективно да засича препятствия и предмети в определен радиус, да определя разстоянието на обекта от системата и да предупреждава потребителя за тяхното присъствие.

Различни сензори и модули ще бъдат използвани, за да се осигури на радара възможно най-добрата функционалност и точност в определянето на предметите в околната среда.

Въвеждането на звуков сигнал при откриване на препятствие е също една от целите на проекта, като желанието е този сигнал да бъде ясен и разбираем за потребителя.

Процесът на сглобяване и програмиране на радара ще бъде подробно документиран, за да бъде полезен източник на информация за всички, които се интересуват от подобни проекти.

Устройството ще бъде модулно и разширяемо, така че да може да се добавят допълнителни функционалности и подобрения в бъдеще.

Целта е да се внесе положителен принос към обществото, като се разработи технологично решение, което да помага на хората с увреждания да живеят по-независимо и с по-голяма безопасност.

1.4 Очаквани резултати

Очаквам устройството да бъде лесно за използване и да предоставя интуитивно разбираеми сигнали за потребителя.

Надявам се, че радарът ще допринесе за повишаване на мобилността и самостоятелността на слепите хора в техния ежедневен живот.

Желая да постигна точност и надеждност в работата на радара, така че потребителят да може да разчита на него в различни ситуации.

Очаквам да документирам всички стъпки по сглобяването и програмирането на устройството, така че да може да бъде достъпен и полезен за възможно най-голям брой хора.

Очаквам да внесе положителен принос към развитието на технологиите за помощ на хората с увреждания, като предложи ново и иновативно решение с възможности за надграждане.

2. Изложение

Arduino е електронна платформа, базирана на лесен за използване хардуер и софтуер. Софтуерът Arduino с отворен код (IDE) улеснява писането на код и качването му в платката. Може да работи в Windows, Mac и Linux. Този софтуер може да се използва във всяка платка Arduino. Програмите, които се пишат в IDE, са известни като скици - Sketches.

Радарният проект на Arduino включва различни хардуерни компоненти, като Arduino UNO, ултразвуков сензор HC-SR04, серво мотор, зумер. Визуализацията е чрез програмата Processing. Ултразвуковият сензор събира информацията за обекта с помощта на Arduino и я предава на приложението Processing. В приложението Processing е внедрено просто графично приложение, което имитира радарен екран.

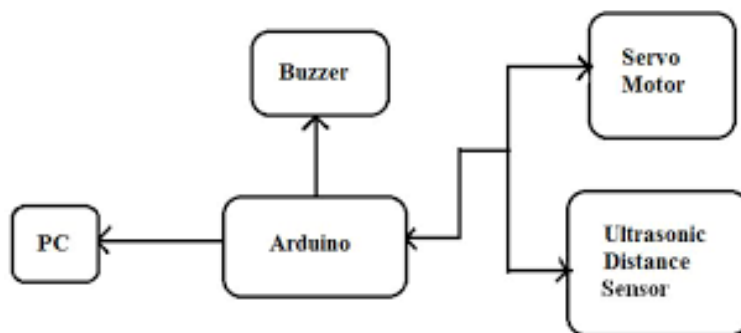


Схема 1: Блок диаграма

2.1 Описание на хардуера

Хардуерът на моя проект включва Arduino Uno микроконтролер, ULTRASONIC Sensor HC-SR04 за засичане на предмети и активиране на радара, и активен зумет за предупреждение със звуков сигнал (buzzer).

Arduino Uno е основният компонент на моята електронна система, който управлява функциите на радара и обработва сигналите от сензорите.

ULTRASONIC Sensor HC-SR04 използва ултразвукови вълни за измерване на разстоянието до предметите и е отговорен за засичането на тях в околната среда.

Активният зумер е използван за излъчване на звукови сигнали, които да предупреждават потребителя за открити препятствия или предмети.

Освен това, захранването на устройството се осигурява чрез USB кабел, свързан към компютъра или друг източник на захранване.

Компоненти:

- Arduino Uno
- Ултразвуков сензор (HC-SR04)
- Зумер (Buzzer)

- Серво мотор MG90s
- Breadboard платка
- Свързващи проводници

2.1.1. Ардуино UNO

Ардуино Уно е една от най-популярните и широко използвани микроконтролерни платформи в света на хобито и професионалното електронно инженерство. Тя е базирана на 8-битовия микроконтролер ATmega328P, работещ с 16MHz тактова честота. Може да бъде захранена чрез USB порта или чрез външно захранване (DC конектора 5,5мм). Разполага с 14 цифрови и 6 аналогови порта, като 6 от цифровите порта поддържат ШИМ. Освен чрез UART (RX и TX пинове) платката може да комуникира с други устройства поддържащи I2C, SPI и 1Wire. Също така разполага и с ISCP конектор, Програмирането се осъществява чрез кабел, свързан с USB конектора, разположен на платката. За преобразуването на данните отговаря ATMEGA16U2. Ардуино Уно е лесна за използване и разработка на проекти, благодарение на простия и интуитивен начин за програмиране с помощта на Arduino IDE (Integrated Development Environment).

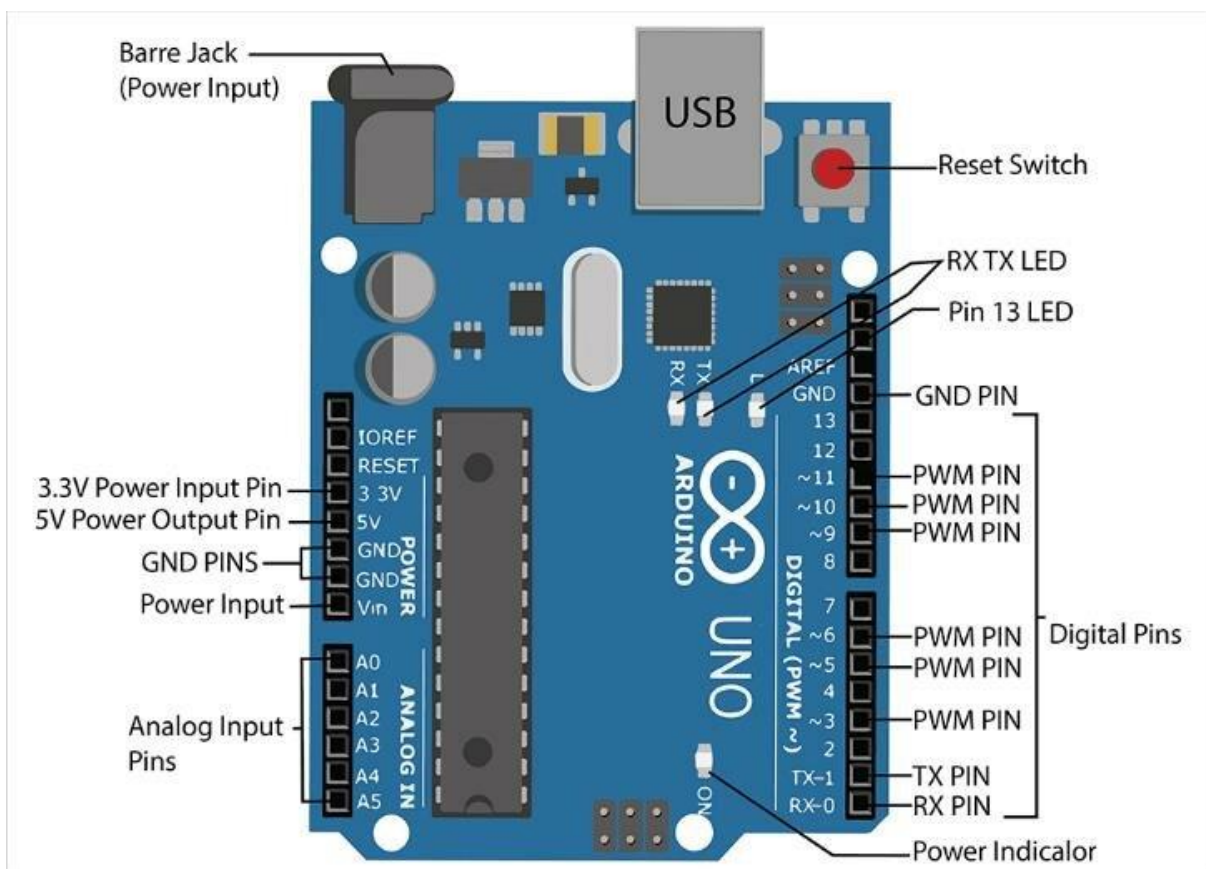


Схема 2: Arduino UNO диаграма

Технически характеристики:

- Микроконтролер: **Atmega328P U DIP**;
- Тактова честота: **16 MHz**;
- Работно напрежение: **5v**;
- Flash памет: **32 KB** (от която 0.5 KB са използвани за бутлоудъра);
- SRAM: **2 KB**;
- EEPROM: **1 KB**;
- 5 Аналогови входа: **A0 ~ A5**;
- 14 Цифрови входно/изходни (I/O) порта: **TX, RX, D2 ~ D13**;
- 6 PWM (pulse-width modulation) - ШИМ порта: **D3, D5, D6, D9, D10, D11**;
- Входно напрежение (препоръчително): **7 - 12v**;
- Мах. консумация на ток за I/O портовете: **40 mA**;
- Мах. напрежение за I/O портовете: **5v**;
- Мах. консумация на ток за 3.3V порта: **50 mA**;
- Размери: 76mm x 52mm x 12mm
- Тегло: 25 g.
- Серийните портове **0 (RX)** и **1 (TX)** се използват за приемане (RX) и изпращане (TX) TTL серийни данни. Тези портове са свързани към съответните портове на **ATMEGA16U2** (USB to serial) чипа;
- Портовете **D2** и **D3** (External Interrupts - външни прекъсвания) могат да бъдат конфигурирани да прихванат прекъсване при наличието на ниска стойност (LOW), при промяна на стойност и др.;
- ШИМ портовете: **D3, D5, D6, D9, D10** и **D11** могат да бъдат управлявани чрез **analogWrite()** функцията;
- SPI портовете: **D10 (SS), D11 (MOSI), D12 (MISO), D13 (SCK)** могат да бъдат свързани с различни допълнителни модули, използващи този тип комуникация;
- Свето диод към **(LED) порт D13** е вграден фабрично. Когато на този порт бъде подаден сигнал HIGH (5v), свето диодът светва, а когато сигналят е LOW (0 v), изгасва;

- При използване на **6-те аналогови входа**, всеки един от тях може да има стойност от 0 до 1024 (от 0v до 5v).
- **AREF**. Reference voltage for the analog inputs. Used with `analogReference()`. Също така е възможна промяна на обхвата чрез функцията `analogReference()`;
- **I2C** портове **A4 (SDA)** и **A5 (SCL)** дават възможност за свързване на различни устройства, поддържащи I2C комуникация. I2C (TWI) комуникацията налага използването на Wire библиотеката;
- **Reset**. свързването към логическа 0 ще доведе до рестартиране на микроконтролера. Този порт се използва когато е поставен 'шиилд' отгоре и не може да бъде използван бутонът 'Reset'.
- **VIN**. порт позволяващ захранване от външен източник. Ако сте захранили платката през захранващия конектор (5,5мм) може да ползвате това напрежение от този порт;
- **5V**. порт извежда напрежението от регулатора - 5v. Платката може да бъде захранена през захранващия (DC 5,5mm) конектор с 7 - 12V, чрез USB конектора (5V) или чрез VIN порта (7 - 12V). Не се препоръчва захранване на платката през портовете 5V или 3.3V. Това може да повреди платката;
- **3V3**. 3.3 v порта е изведен от регулатор на напрежение. Мах. ток през този порт не трябва да надвишава 50

2.1.2. Ултразвуков сензор (HC-SR04)

Ултразвуковият сензор е инструмент, който измерва разстоянието до обект, използващ ултразвукови звукови вълни. Използва се ултразвуков сензорен преобразувател за изпращане и получаване на ултразвукови импулси, които се предават обратно информация за близостта на обекта.

Ултразвуковият сензор работи на принципа на SONAR и RADAR система, която се използва за определяне на разстоянието до даден обект. Ултразвуковият сензор генерира високочестотни звукови (ултразвукови) вълни. Когато този ултразвук удари предмета, той се отразява като ехо, което се улавя от приемник. Ултразвуковите сензори работят чрез излъчване на звукови вълни, чиято честота е твърде висока, за да я чуят хората.

След това изчакват звукът да се отрази обратно, като изчисляват разстоянието въз основа на необходимото време. Това е подобно на начина, по който радарът измерва време, необходимо на радиовълна, за да се върне след удар в предмет.

За ултразвуково наблюдение най-широко използваният обхват е от 40 до 70 kHz. Честотата определя обхвата и разделителната способност; по-ниските честоти

произвеждат най-голям обхват на усещане. Сензорът може да бъде произведен и в по-малка опаковка, отколкото с отделни елементи, което е удобно за приложения, където размерът е от първостепенно значение.

Ултразвуковите сензори се използват по целия свят, на закрито и на открито при най-суровите условия, за различни приложения. Нашият ултразвук сензор е направен с пиезоелектрични кристали, използва високочестотни звукови вълни за резониране на желана честота и преобразуване на електрическа енергия в акустична енергия и обратно.



Схема 3: Ултразвуков сензор

HC-SR04 ултразвуков сензор за безконтактно измерване на разстояния в диапазона 2см - 400 см., като точността на обхвата може да достигне 3мм. Модулът включва предавател, приемник и управляваща схема. Може да бъде използван в различни устройства за измерване на разстояние, разработки на роботизирани коли, системи за засичане на движение, поточни линии и др.

Технически характеристики:

- Работно напрежение : 5V(DC);
- Ток в покой: 2mA;
- Изходен сигнал: Цифров;

- Ъгъл на сензора: не повече от 15 градуса;
- Разстояние на откриване: 2cm-400cm;
- Високо прецизен: до 0.3cm;
- Входен тригерен сигнал: 10us TTL impulse;
- Echo сигнал : изход TTL PWL сигнал;
- Пинове: 1.VCC 2.trig(T) 3.echo(R) 4.GND;

2.1.3. Зумер (Buzzer)

Зумер или звуков сигнал е устройство за аудиосигнализация, което може да бъде механично, електромеханично или пиезоелектрическо (накратко пиезо).

Типичните употреби на зумери и звукови сигнали включват алармени устройства, таймери и потвърждение за въвеждане от потребителя, като щракване с мишката или натискане на клавиш.

Когато се подаде ток към зумера, това кара керамичния диск да се задейства със свиване или разширяване. Това кара околния диск да вибрира. Това е звукът, който се чува.

Чрез промяна на честотата на зумера, скоростта на вибрациите е това, което променя височината на получения звук.

Пиезо зумерите са прости устройства, които могат да генерират основни звукови сигнали и тонове. Те работят с помощта на пиезокристал, специален материал, който се променя по форма, когато към него се приложи напрежение.

Обикновено работното напрежение за магнитния зумер е от 1,5 V до 24 V, за пиезо зумерът е от 3 V до 220V.



Изображение 1: Зумер

„Пиезо зумер“ е основно малък високоговорител, който може да се свържи директно към Ардуино. От Arduino може да се издават зумер звуци чрез тон. Трябва да се укаже на кой щифт е зумерът, както честота (в херци, Hz), която искате, и колко дълго (в милисекунди) вие искате да продължи да създава тон.

Технически характеристики:

- Работно напрежение: 5V DC;
- Консумация на ток: ≤ 30 mA;
- Сила на звука: ≥ 85 dB;
- Резонансна честота: 2300 (∓ 500);
- Работна температура: -20 до 60 C;

2.1.4. Серво мотор MG90s

MG90s микро серво мотор е компактен и лек компонент, предназначен за управление на движението в различни проекти с микроконтролери като Arduino. Той е снабден с вътрешен мотор и механизъм за предаване, който му позволява да върти перката си в обхват от 0 до 180 градуса. Серво мотора е подходящ за приложения, които изискват прецизно управление на позицията, като например управление на камери, роботика, моделиране и други. Той се захранва от външно захранване и може да бъде контролиран чрез импулсни сигнали от микроконтролера, което го прави лесен за интеграция в различни проекти.



Изображение 2: Серво мотор MG90s

Модел и изводи:

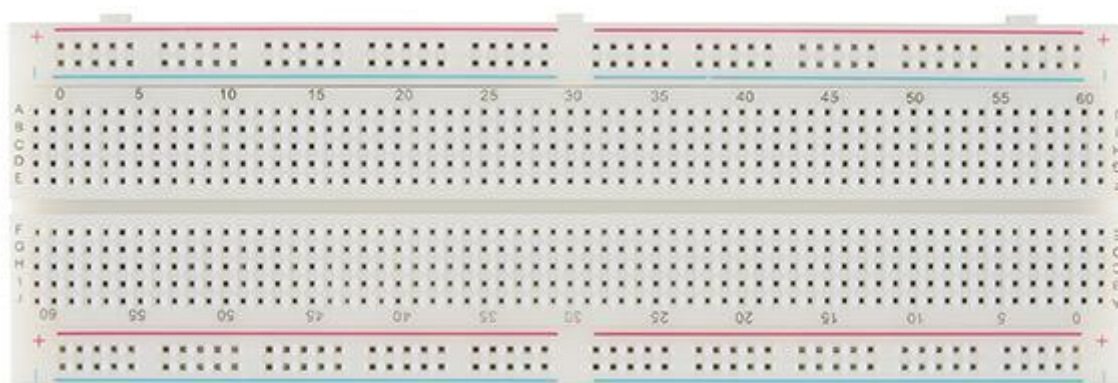
- Кафяв(Тъмно кафяв): GND;
- Червен: VCC 4.8 - 6V;
- Оранжев: импулсен вход-контрол;
- Модел: MG90S.

Техническа информация:

- Работно напрежение: 4.8V - 6V;
- Тегло: 15 g;
- Скорост без товар: 0.1 s/60 degree (4.8 V), 0.08 s/60 degree (6 V);
- Сила: 1.8 kgf·cm (4.8V), 2.2 kgf·cm (6 V);
- Ъгъл на завъртане: 180 градуса;
- Работна температура: -30 to +60 degrees Celsius;

2.1.5. Breadboard платка

Прототипната платка дава възможност за създаване на тестови проекти, без нужда от запояване. Съвместима е с DIP (корпуси) интегрални схеми, по двете и дължини са оцветени каналите за подаване на захранване (+, -), а средните отвори са номерирани по редове (от 1 до 60) и колони (a,b,c,d,e,f,g,h,i,j). Могат да бъдат свързани няколко платки една към друга както по ширина, така и по дължина.



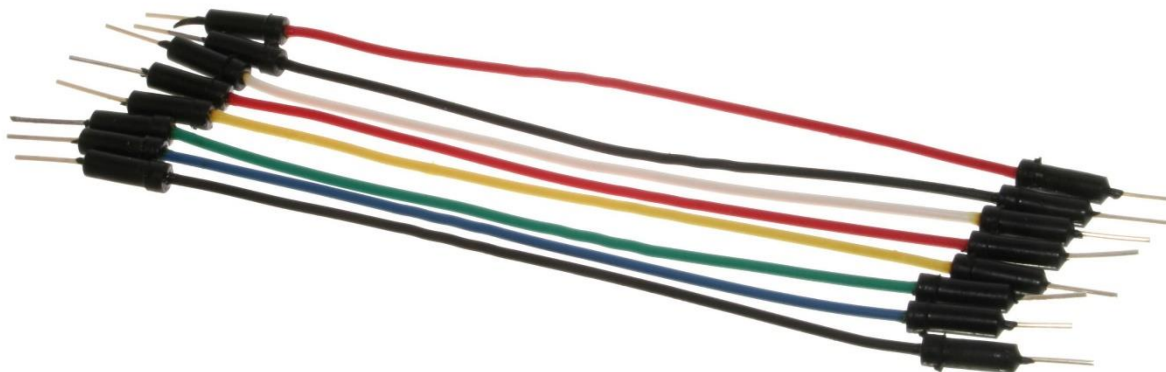
Изображение 3: Breadboard платка

Техническа информация:

- Вътрешни отвори: **600;**
- Отвори за захранване: **200;**
- Материал: ABS пластмаса, Фосфорен бронз никелирани еластични пластини;

2.1.6. Свързващи проводници

Свързващите проводници позволяват на електрически ток да премине от една точка на веригата към друга, защото електричеството се нуждае от среда през която може да движи. При компютрите кабелите са вградени в платки за пренасяне на електрически импулси. Повечето от свързващите проводници са съставени от мед или алуминий. Медта е евтина и има добра проводимост.



Изображение 4: Свързващи кабели

В този проект използваният електрически проводник има щифт от всеки край, който се използва за взаимно свързване на компонентите на Arduino комплекта без запояване. Единичните проводници се монтират чрез вмъкване на техните „крайни конектори“ в слотовете, предвидени за това в платката или друг компонент.

2.2 Описание на софтуера

2.2.1. Arduino IDE

С оглед програмирането на микроконтролерите, „Ардуино“ платформата предоставя интегрирана среда за разработка (IDE), базирана на програмните езици C и C++. Софтуерът Arduino (IDE) - съдържа текстов редактор за писане на код, място за съобщения, текстова конзола, лента с инструменти с бутони за общи функции и серия от менюта. Той се свързва с хардуера на Arduino, за да качва програми и да комуникира с тях. Програмите, написани с помощта на софтуер Arduino (IDE), се наричат скици (sketches).

Езикът за програмиране Arduino има няколко ключови характеристики:

- Той е с отворен код: софтуерът и хардуерът Arduino са с отворен код. По същество това означава, че потребителите имат достъп до изходния код и могат да го променят според нуждите си.
- Базиран е на C++: езикът за програмиране Arduino е базиран на C++, широко използван и добре познат език за програмиране.
- Има голяма библиотека от предварително написан код: по принцип това опростява обичайните задачи и улеснява взаимодействието със сензори и други устройства, свързани към платката.
- Има прост синтаксис: следователно е лесно за научаване и разбиране, дори и за начинаещи.
- Той има междуплатформена съвместимост: софтуерът Arduino работи на Windows, macOS и Linux. По този начин е лесно да се разработи и качи код на дъската, независимо от операционната система на потребителя.
- Има серийна комуникация: Arduino има вградена функция за серийна комуникация, която позволява на платката да комуникира с компютър или други устройства чрез USB.
- Той има вградена поддръжка за PWM: Широчинно-импулсната модулация (PWM) е вградена функция на платките Arduino, която позволява прецизен контрол на количеството мощност, доставена на устройство, като мотор или светодиоди.

2.2.2. Processing Application

Processing е програмен език с отворен код и интегрирана среда за разработка (IDE) създаден за електронни изкуства, нови медийни изкуства и визуален дизайн. Езикът е създаден през 2001 г. от Кейси Риас и Бенджамин Фрай. Езикът се основава на Java, но използва опростен синтактичен и графичен модел на програмиране. С Processing може да се използват серийни данни на Arduino и да се изпратят за обработка с помощта на серийна библиотека.

Processing включва скицник за организиране на проекти. Всяка Processing скица всъщност е подклас на класа PApplet в Java, който имплементира повечето от функциите в Processing езика. При компилиране всички допълнително дефинирани класове се разглеждат като вътрешни класове и се превеждат на чист Java език. Това означава, че използването на статични променливи и методи в класовете е забранено, освен ако

изрично не се избере опция да се пише режим на чиста Java. Processing също така позволява на потребителите да създават свои собствени класове в рамките на PApplet скицата. Това дава възможността за използване за сложни типове данни, които могат да включват произволен брой аргументи и избягва ограниченията на стандартните типове от данни, като: int (цяло число), char (символ), float (число с плаваща запетая) и цвят (RGB, ARGB, hex).

Характеристики и предимства на Processing Application:

- Безплатен за изтегляне и отворен код
- Интерактивни програми с 2D, 3D или PDF изход
- OpenGL интеграция за ускорено 2D и 3D
- За GNU/Linux, Mac OS X и Windows
- Над 100 библиотеки разширяват основния софтуер
- Добре документиран, с много налични книги

2.3 Процес на сглобяване на устройството

Процеса на сглобяване на радарната система е както следва:

Положителен щифт на зумера – щифт 8 на Arduino.

Сервосигнален щифт – Пин 13 на Arduino.

Ултразвуков тригерен щифт – щифт 10 на Arduino.

Ултразвуков ехо щифт – щифт 11 на Arduino.

Ултразвуков сензорен щифт VCC - Arduino щифт VCC

Ултразвуков сензорен щифт GND - Arduino щифт GND

Свързваме ULTRASONIC Sensor HC-SR04 към платката на Arduino Uno, както е описано по-горе. Сензорът има четири пина: VCC (захранване), Trig (изпращане на ултразвуков сигнал), Echo (получаване на отговорен сигнал) и GND (земя).

След това монтираме активния зумер на платката на Arduino, свързвайки единия край на зумера с пин 8 (или друг свободен пин) за управление и другия край с GND за заземяване.

Внимателно организираме кабелите и компонентите на борда, за да гарантираме, че няма късо съединение или проблеми с връзката между тях.

След като всички компоненти са свързани, осигуряваме достатъчно захранване на Arduino Uno чрез USB кабела или друг източник на захранване.

Следваме инструкциите за сваляне и инсталиране на Arduino IDE на компютъра, за да можем да програмираме микроконтролера с подходящия код за работата на радара.

След програмирането на Arduino се уверяваме, че кодът функционира коректно и че радарът е готов за тестване.

Преди тестването се уверяваме, че всички връзки са стабилни и няма лоши контакти или прекъсвания на кабелите.

Накрая, тестваме устройството в различни среди и с различни предмети, за да се уверим, че работи правилно и открива препятствията, както е предвидено.

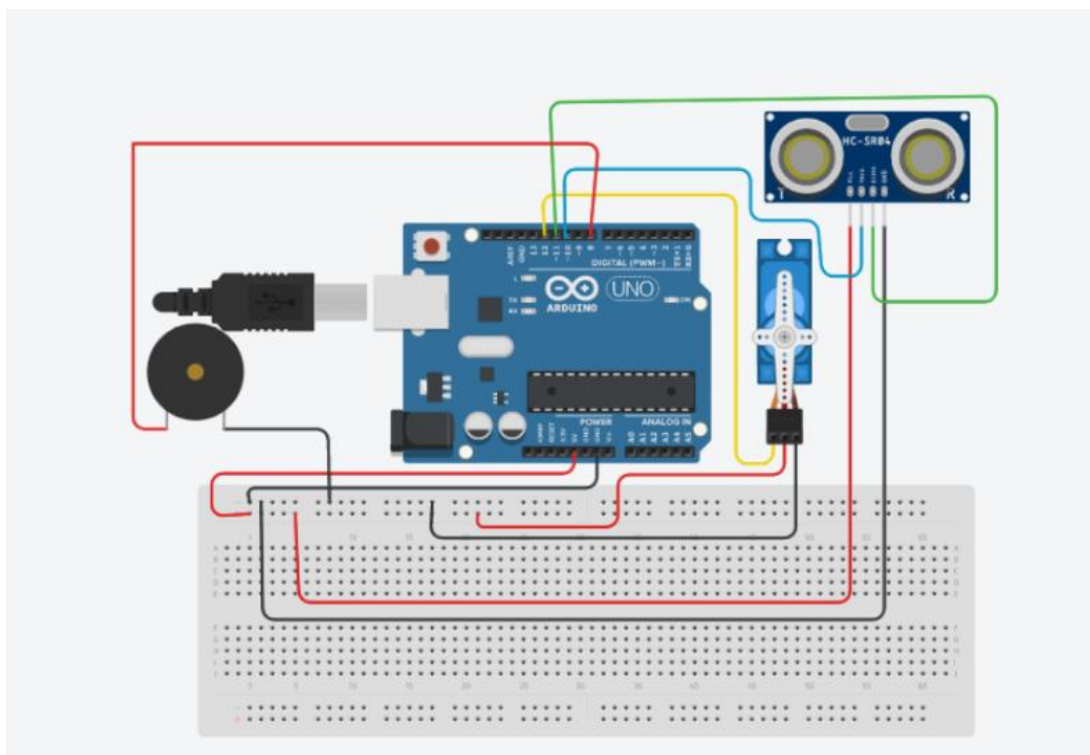


Схема 4: Електрическа схема

2.4 Принцип на работа

В основата на функционирането на радара е използването на ULTRASONIC Sensor HC-SR04, който изпраща ултразвукови вълни в околната среда.

Ултразвуковите вълни се изпращат от сензора и се отразяват от предметите в близостта, връщайки се обратно към сензора.

Чрез измерване на времето, което отнема на ултразвуковите вълни да се върнат до сензора, се определя разстоянието до предметите.

Получената информация се обработва от микроконтролера Arduino Uno, който анализира разстоянието и определя дали има препятствие в определен радиус около радара.

При откриване на предмет в определен радиус (до 40 см. в случая), микроконтролерът активира зумера, който издава звуков сигнал като предупреждение за потребителя.

Различните разстояния до предметите се интерпретират от програмния код, който управлява работата на радара, позволявайки му да реагира адекватно спрямо околната среда.

Принципът на работа е основан на използването на ехо сигналите от ултразвуковите вълни за измерване на разстоянието до предметите и активирането на сигнал от зумера при необходимост.

Важно е да се отбележи, че устройството работи в реално време, непрекъснато изпращайки и приемайки ултразвукови вълни и анализирайки данните за откриване на препятствия.

Принципът на работа е интуитивен и ефективен, позволявайки на радара да бъде полезен инструмент за засичане на препятствия в различни ситуации.

В крайна сметка, принципът на работа на радара е да подобри безопасността и мобилността на потребителя, като му предоставя предупреждение за препятствия в неговата околна среда.

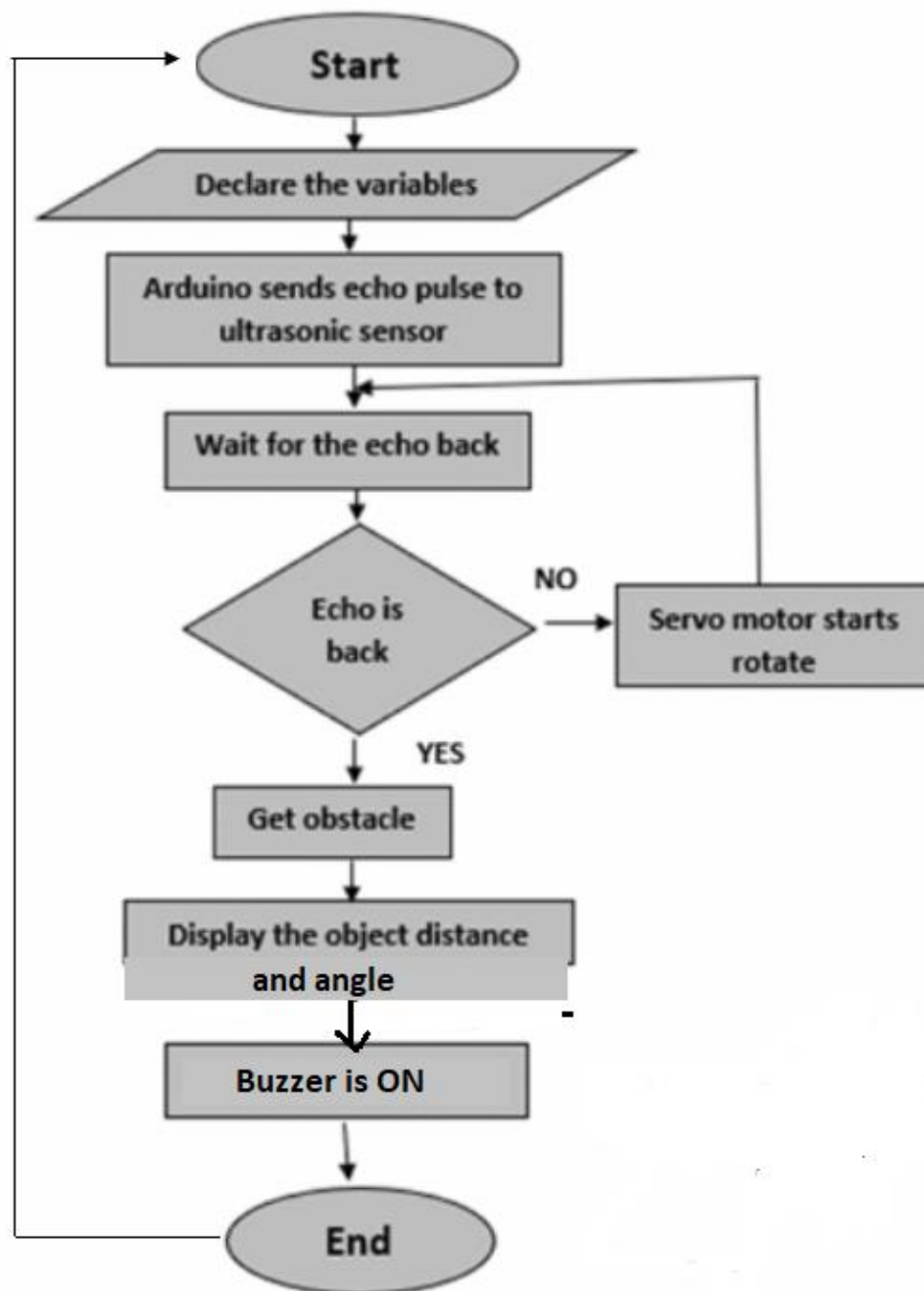


Схема 5: Принцип на работа на Радара

2.5 Алгоритъм и програмен код

Кодът се състои от две части: кодът за Arduino IDE и кодът за обработка на данните в програмата Processing.

В кода за Arduino IDE, микроконтролерът управлява радара, използвайки ULTRASONIC Sensor HC-SR04 за измерване на разстоянието и Servo мотор за въртене на радара. Когато сензорът засече препятствие, зумерът издава звуков сигнал в зависимост от разстоянието до него.

Функцията “**calculateDistance()**” се използва за измерване на разстоянието до предметите чрез ултразвуковия сензор HC-SR04. Тази функция връща разстоянието в сантиметри и се използва в основната функция “**loop()**” за определяне на действията на радара в зависимост от разстоянието до обектите.

```
112  ✓ int calculateDistance(){
113
114      digitalWrite(trigPin, LOW);
115      delayMicroseconds(2);
116
117      digitalWrite(trigPin, HIGH);
118      delayMicroseconds(10);
119      digitalWrite(trigPin, LOW);
120      duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
121
122      distance= duration*0.034/2;
123      return distance;
124  }
```

Изображение 5: програмен код Arduino IDE

Относно въртенето на радара, това се управлява чрез Servo мотора. При всяка итерация на цикъла в функцията “**loop()**”, моторът се върти на определен ъгъл, а след това се измерва разстоянието до обектите.

```

23  ✓ void loop() {
24
25      for(int i=15;i<=165;i++){
26          myServo.write(i);
27
28          distance = calculateDistance();
29
30
31          if(distance > 40){
32              noTone(piezoPin);
33              delay(10);
34              noTone(piezoPin);
35              delay(30);
36          }
37          else if (distance <= 40 && distance > 30){
38              tone(piezoPin, notes[1]);
39              delay(10);
40              noTone(piezoPin);
41              delay(30);
42          }
43          else if (distance <= 30 && distance > 20){
44              tone(piezoPin,notes[2]);
45              delay(10);
46              noTone(piezoPin);
47              delay(30);
48          }
49          else if (distance <= 20 && distance > 10){
50              tone(piezoPin,notes[3]);
51              delay(10);
52              noTone(piezoPin);
53              delay(30);
54          }
55          else {
56              tone(piezoPin,notes[4]);
57              delay(10);
58              noTone(piezoPin);
59              delay(30);
60          }

```

Изображение 6: програмен код Arduino IDE

Това позволява на радара да сканира околната среда, като върти сензора и измерва разстоянието в различни посоки.

В кода за Processing, данните, изпратени от Arduino, се приемат и обработват. Резултатът от тази обработка се визуализира чрез графично представяне на радара и препятствията около него, което се показва на екрана.

Визуализацията се извършва в функцията “**draw()**”, като в нея се извикват различни подфункции за рисуване на радара, препятствията и текстовите данни.

```
void draw() {  
  
    fill(98,245,31);  
  
    noStroke();  
    fill(0,4);  
    rect(0, 0, width, height-height*0.065);  
  
    fill(98,245,31);  
  
    drawRadar();  
    drawLine();  
    drawObject();  
    drawText();  
}
```

Изображение 7: програмен код Processing

Вътре в **draw()** се извикват следните функции:

drawRadar(): Рисува контура на радара и деленията за ъглите.

drawLine(): Рисува линия, която показва отсечката на радара, сочеща към откритото препятствие.

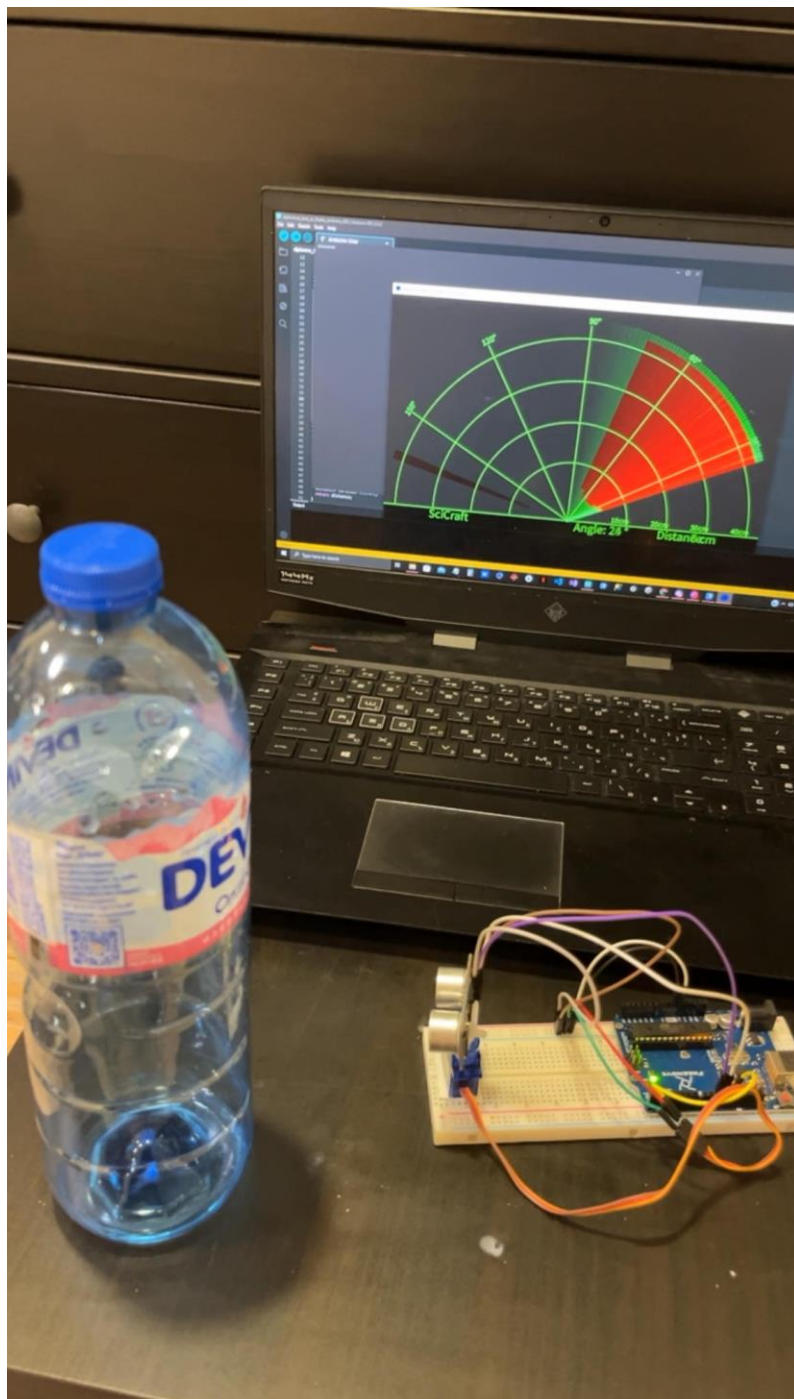
drawObject(): Рисува линия, която представлява откритото препятствие на визуализацията.

drawText(): Показва текстови данни като разстояние, ъгъл и статус на обекта в полетата на визуализацията.

Тези функции се извикват на всяка итерация на цикъла “**draw()**”, като обновяват визуалното представяне на радара и откритите препятствия в реално време.

2.6 Тестове и резултати

Следващата снимка показва резултатите и изградената радарна система. На екрана на монитора се вижда, че когато сензорът открие препятствие се появява червена зона на екрана и също така се указва ъгъла, където се намира предмета и на какво разстояние е.



Изображение 8: Радарна система

Извършени са различни тестове за проверка на функционалността на радара, включително измерване на разстояния в различни условия на околната среда. Този радарен сензор не се влияе от вятър, прах, дъжд, сняг и други.

Проведени са тестове за оценка на точността на измерванията на разстоянията, като са сравнявани резултатите със стойности, измерени с линия и транспортир.

Точност на измерванията от Радара

	Ръчно (с транспортир и линия)		с Радара	
	Ъгъл (градуси)	разстояние (см)	Ъгъл (градуси)	разстояние (см)
1	90	9	87	9.18
2	60	12	61	12.14
3	140	14.5	141	14.6
4	130	24	129	24.17

Схема 6

Извършени са тестове за оценка на възможността за откриване на препятствия от различни материали и текстури и осветеност. Установено е, че не се влияе от цвят или прозрачност. По принцип ултразвуковите сензори предават звука от обекта, следователно цветът и прозрачността нямат ефект върху отчитането на радара. Може да се използва и през нощта.

Извършени са тестове за проверка на ъгловата покриваемост на радара, като са измервани разстоянията до препятствия в различни ъглови положения.

Осъществени са тестове за оценка на реакцията на системата при различни видове препятствия, включително фиксирани и движещи се обекти с различни скорости.

Проведени са тестове за оценка на стабилността и издръжливостта на системата при продължителна работа.

Резултатите от тестовете показват, че уреда е надежден и може да се разчита на него за откриване и съобщаване за наличие на препятствия.

2.7 Разширения и бъдещо развитие

Подобрена точност и обхват на измерванията: В бъдеще може да се разработят алгоритми и хардуерни подобрения, които да увеличат точността и обхвата на измерванията на радара, осигурявайки по-прецизно определяне на по-далечни разстоянията.

Интеграция на допълнителни сензори: Включването на допълнителни сензори като камери, микрофон, инфрачервени сензори или лазерни скенери може да допълни възможностите на радара за обхващане на различни видове обекти и ситуации. Подаване на гласови съобщения и вибрации от радара ще е в помощ на хората с нарушено зрение – информация за разстоянието до обекта, вида на обекта и неговия размер. Освен това може да се внедри детектор за влажност на почвата за откриване на количеството влага в почвата, осигурявайки по-безопасен достъп на пътя до потребителя.

Адаптивност и самообучение: Разработката на алгоритми за адаптивност и самообучение може да позволи на радара да се адаптира към различни околни условия и да усъвършенства своите способности за разпознаване на обекти.

Интелигентни функции за обработка на данни: Разработката на интелигентни алгоритми за обработка на данни може да увеличи ефективността на радара в разпознаването на обекти по вид и размер и вземането на решения в реално време.

Миниатюризация и портативност: Работата върху по-малък и по-лек дизайн може да направи радара по-портативен и удобен за носене от хора с нарушено зрение. Вграждането му в обувка или дреха ще е удобство при ползването му извън дома.

Интеграция с интернет на нещата (IoT): Интегрирането на радара с IoT технологии може да даде възможност за дистанционно управление и мониторинг чрез интернет, Bluetooth, както и за обмен на данни и взаимодействие с други устройства и системи. Интегриране на GPS модул за откриване на местоположението на потребителя, в случай на спешност и връзка към мобилния телефон за по-добро и гладко откриване на местоположението.

2.8 Сигурност и надеждност

Използването на надеждни и качествени компоненти за изграждане на радара гарантира неговата надеждност при работа в различни условия на околната среда.

Системата трябва да бъде проектирана с вградени механизми за защита срещу възможни прекъсвания на захранването или електромагнитни смущения, които могат да доведат до неправилна работа или загуба на данни.

За да се осигури сигурността на данните, предавани между радара и контролния център или други устройства, може да се използват криптиране и други методи за защита на информацията.

Редовните профилактики и поддръжка на хардуера и софтуера на радара са от съществено значение за поддържане на неговата надеждност и функционалност.

Системата трябва да бъде оборудвана с автоматизирани процеси за откриване на евентуални проблеми и извършване на аварийни мерки за възстановяване на работоспособността.

Провеждането на редовни тестове и анализи на работата на радара може да помогне за откриване на евентуални уязвимости или недостатъци в системата, които да бъдат отстранени.

Вграждането на механизми за откриване и корекция на грешки в софтуерната част на системата може да увеличи нейната надеждност и способността ѝ да се справя с неочаквани ситуации.

Осигуряването на резервни механизми и дублиране на критични компоненти може да осигури продължителната работа на радара дори при евентуални бъгове в системата.

Обучението на операторите за правилната експлоатация на системата и за предприемане на необходимите мерки в случай на авария е от съществено значение за осигуряване на сигурността и надеждността на радара.

Системата трябва да се подлага на регулярни проверки за спазване на стандартите за сигурност и качество, за да се гарантира нейната надеждност и безопасност при експлоатация.

2.9 Изисквания за захранване и технически характеристики

Радарът трябва да бъде захранван от стабилен електрозахранващ източник с подходящо напрежение и ток, което да осигури непрекъсната и надеждна работа на системата. Техническите характеристики на всеки един от използваните компоненти в системата са описани в т. 2.1 от този документ.

Захранващият източник трябва да отговаря на специфичните изисквания на радара за напрежение, ток и честота, както и да предоставя защита срещу възможни смущения и прекъсвания в електрозахранването.

Системата трябва да бъде проектирана с ниска консумация на енергия, за да се осигури дълъг период на работа без нужда от честа замяна на батерии или прекъсване на захранването.

Техническите характеристики на радара включват подробна спецификация за диапазона на измерване на разстоянията, ъгловата покриваемост, резолюцията и точността на измерванията.

Работната честота на радара трябва да бъде определена в зависимост от конкретните приложения и условия на използване, като се вземат предвид евентуални смущения и интерференции от други електронни устройства.

Системата трябва да бъде оборудвана с подходящи сензори и механизми за измерване на разстоянията и управление на радара, като се осигурят надеждна работа и прецизност на измерванията.

Радарът трябва да бъде снабден с подходящи интерфейси и комуникационни протоколи за взаимодействие с други устройства и системи, което да позволи лесна интеграция в различни среди и приложения.

За да се осигури съвместимост с различни операционни системи и програмни платформи, радарът трябва да бъде създаден с отворена архитектура и поддръжка на стандартни протоколи и формати за данни.

Размерите и теглото на радара трябва да бъдат оптимизирани за лесно пренасяне и монтаж в различни среди и условия на използване.

Системата трябва да бъде оборудвана с подходящи защитни мерки и механизми за предотвратяване на външни въздействия и устойчивост на неблагоприятни условия на околната среда, като влага, прах, вибрации и температурни промени.

2.10 Поддръжка и отстраняване на проблеми

Редовната поддръжка на радара включва проверка на захранващите връзки, състоянието на батериите (ако са приложими), както и състоянието на хардуерните и софтуерните компоненти за евентуални замърсявания или повреди.

Провеждане на систематични тестове и калибриране на радара за гарантиране на неговата точност и надеждност в работата.

Поддръжката може да включва и актуализации на софтуерните компоненти, за да се осигури съвместимост с нови версии на операционни системи или подобрения в функционалността.

Експлоатацията на мониторинг на системата за да се открият ранни сигнали за проблеми или аномалии в работата на радара, които могат да се отстранят преди да доведат до сериозни прекъсвания.

Поддръжката може да включва и регулярно почистване на сензорите и оптиката на радара, за да се осигури ясно и надеждно измерване на разстоянията и обекти.

Системата може да бъде оборудвана със система за автоматично диагностициране на грешки, която да известява операторите за евентуални проблеми и да предлага решения за тяхното отстраняване.

Поддръжката може да включва и резервни части и компоненти, които да се използват за замяна на повредените или износени елементи на радара, като се осигури продължителната му работоспособност.

Обучението на операторите за правилната експлоатация и поддръжка на радара е от съществено значение за намаляване на вероятността от проблеми и за гарантиране на неговата продължителна работа.

Въвеждането на система за систематично документиране на проблемите и техните решения може да помогне за по-ефективното управление на поддръжката и отстраняването на проблеми в рамките на системата.

3. Заключение

3.1 Обобщение на постигнатите цели

Проектът по създаване на Arduino радар с вграден зумер имаше за цел да демонстрира възможностите на микроконтролерната платформа за създаване на ефективно и достъпно устройство за детекция на обекти, който да има приложение за подпомагане на хората със зрителни увреждания, като слепите хора. Основната цел за създаването на устройство, което да може ефективно да засича препятствия и предмети в определен радиус и да предупреждава потребителя за тяхното присъствие е успешно постигната.

3.2 Оценка на функционалността

Проектът с Arduino радар и вграден зумер демонстрира стабилна и надеждна работа при детекция на обекти. Системата е способна да разпознава препятствия и да издава звуков сигнал в реално време, когато те са засечени. Тестванията показват, че радарът работи ефективно в различни условия на околната среда, включително при променлива осветеност и различни материали на предметите. Въпреки че може да има леки аномалии в измерванията, общата функционалност на системата е задоволителна и отговаря на очакванията за един проект от такъв мащаб.

3.3 Изводи и препоръки

Проектът с Arduino радар е базова система, която може да се използва от хора с нарушено зрение предимно в домашни условия. Нейното основно предимство пред други такива системи е ниската цена, но тя също така представлява стабилна основа за бъдещо развитие и подобрения. Една от ключовите препоръки за бъдеще е разширяване на

функционалността на системата чрез добавяне на допълнителни сензори или модули. Също така, е важно да се обърне внимание на оптимизирането на софтуерния код за по-ефективно управление на ресурсите на микроконтролера и за подобряване на реакцията на системата при засичане на обекти. Възможността за интеграция с облачни услуги или мобилни приложения може да разшири потенциала на проекта за хора с нарушено зрение и да го направи по-лесно използваем. В крайна сметка, продължаването на изследванията и експериментите с проекта ще допринесе за неговото постоянно усъвършенстване и адаптация към различни потребности и изисквания.

В бъдеще, с използваните компоненти в този проект, може да се изгради радарна система, която незрящите хора да носят като гривна или част от облеклото. Възможно е дори да използваме пиезо електрически плочи в обувките на потребителя, които да могат да генерират достатъчно електричество, с което да работят модулите.

3.4 Изследване на приложенията

Изследването на приложенията на проекта Arduino радар открива широк спектър от възможности за употреба в различни области. В областта на сигурността, радарът може да бъде използван за наблюдение на периметъра на сгради. В автомобилната индустрия, той може да бъде интегриран в системи за предотвратяване на сблъсъци или за асистенция при паркиране. В роботиката, радарът може да бъде използван за навигация и избягване на препятствия. Също така, в медицинската сфера, той може да бъде приложен за дистанционно наблюдение на пациенти или за помощ при навигация в непознати среди за хора с увредено зрение. В бъдеще, допълнителни изследвания и разработки могат да разкрият още приложения за този универсален инструмент.

3.5 Заключение

Проектът с Arduino радар и вграден зумер може да се използва като помощник от незрящи хора. Предложената система е проста, евтина, ефективна, конфигурируема, лесна за управление електронна систем, която може да бъде надграждана. Системата е ефективна и уникална в способността си да определя източника и разстоянието на обектите, които могат да срещнат незрящите. Тя е в състояние да сканира, сигнализира и открива препятствията в области като ляво, дясно и пред незрящия, независимо от неговата височина. При изпълнението ѝ бяха постигнати целите за създаване на функционираща система, която е способна да разпознава обекти и да реагира по подходящ начин. Проектът представлява стабилна основа за бъдещи разработки и подобрения във функционалността му, като се откриват широки възможности за приложения в различни сфери на индустрията и наука. В крайна сметка, проектът служи като вдъхновяващ пример за използване на технологията за решаване на реални проблеми и е предпоставка за създаване на иновативни решения.

4. Информационни източници

<https://softuni.bg/blog/main-components-of-arduino-uno>

<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Radar>

https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_radar

<https://www.arduino.cc/en/software>

[UNO R3 | Arduino Documentation](#)

<https://emeritus.org/blog/coding-arduino-programming-language/>

<https://processing.org/reference/libraries>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Processing>

5. Приложения

В рамките на разработката на проекта Radar, е създадено Github репозитори, което служи като централно място за съхранение на всички изходни кодове, свързани с Arduino проекта- Radar. То дава възможност на общността да допринесе към проекта чрез предложения за подобрения.

В README файла на репозиторито може да се намери допълнителна важна информация относно Arduino проекта - Radar, за целите на проекта, използван хардуер и софтуер. Този файл служи като първоначално ръководство за всеки, който желае да разбере повече за структурата и функционалностите на Arduino проекта, както и за онези, които искат да допринесат към неговото непрекъснато развитие и подобрене.

За достъп до Github репозиторито на Radar, моля посетете следния URL: [Radar](#). Там ще намерите всички необходими ресурси и документация, за да разберете по-добре структурата и функционалностите на радарната система, както и да допринесете към неговото развитие.