



Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za elektroničke sustave i obradbu informacija
Sveučilište u Zagrebu

Sonar za slijepe osobe



- Δ Dio projekta „Pametna kuća“
- Δ Arduino, senzori, programiranje
- Δ Način rada i izgled senzora
- Δ Detektiranje prepreka
- Δ Javljanje nadolazeće prepreke
- Δ Promjena udaljenosti detektiranja

Sažetak

Sonar za slijepe osobe je dio projekta „pametne kuće“ koji služi za olakšavanje kretanja i snalaženja stanara kuće, koji su slijepe ili slabovidne osobe.

Ideja za sustav dobivena je iz tehnologije senzora za parkiranje, koji korisniku olakšavaju bočno parkiranje dojavljivanjem udaljenosti do prepreke zvučnim signalom.

U ovoj dokumentaciji prikazane su osnovne smjernice i ideje za razvoj sustava za pomoć slijepim osobama. Korišten je ultrazvučni senzor HC-SR04, koji detektira prepreke na udaljenosti od 2cm do 400cm uz preciznost mjerenja od oko 3mm u idealnim uvjetima.

Sadržaj

1. UVOD	3
2. OPIS SUSTAVA „SONAR ZA SLIJEPE OSOBE“	4
3. ULTRAZVUČNI SENZOR HC-SR04.....	5
4. ARDUINO DUEMILANOVE	7
5. ZVUČNIK	8
6. TIPKA (ENGL. PUSHBUTTON)	9
7. REALIZACIJA SUSTAVA.....	10
8. PROGRAMSKI KOD	12
9. ZAKLJUČAK.....	15
10. LITERATURA	16
11. POJMOVNIK	17

Ovaj seminarski rad je izrađen u okviru predmeta „Sustavi za praćenje i vođenje procesa“ na Zavodu za elektroničke sustave i obradbu informacija, Fakulteta elektrotehnike i računarstva, Sveučilišta u Zagrebu.

Sadržaj ovog rada može se slobodno koristiti, umnožavati i distribuirati djelomično ili u cijelosti, uz uvjet da je uvijek naveden izvor dokumenta i autor, te da se time ne ostvaruje materijalna korist, a rezultirajuće djelo daje na korištenje pod istim ili sličnim ovakvim uvjetima.

1. Uvod

U današnje vrijeme, razvoja tehnologije, sve veći imperativ se stavlja na poboljšanje života osoba s invaliditetom. U sklopu toga spadaju i slijepe osobe čije se kretanje pokušava olakšati, a sigurnost poboljšati. Ovaj rad se bazirao na ideji, te mogućoj realizaciji sustava, koji bi uz pomoć ultrazvučnih senzora detektirao prepreku, te pomoću zvučnika slao pravovremenu informaciju korisniku sustava.

Nedostatak upotrebe bijelog štapa, kao klasičnog snalaženja, je nedovoljno rano uočavanje prepreka, zbog same dimenzije štapa. Pa, razvoj ovog sustava je logična posljedica za olakšavanje kretanja slijepim osobama.

Postavljen je ultrazvučni senzor na naočale. Senzor detektira udaljenost od prepreke, te u ovisnosti od udaljenosti mijenja se vrijednost frekvencije. Većoj udaljenost odgovara manja frekvencija, a manja udaljenost veća frekvencija.

Udaljenost od prepreke bi se korisniku javljala preko zvučnika, te bi se očekivala pravovremena reakcija korisnika na dolazeću prepreku.

Pretpostavka sustava da služi za jednostavnost snalaženja slijepim osobama u prostoru koji nema rupa.

Ovaj sustav ima dosta prostora za napredak, jer ovo je samo idejna realizacija sustava. Za rješavanje problema rupa ultrazvučni senzori mogli bi se staviti u predjelu ramena, a za rješavanje manjih prepreka ultrazvučni senzori se stavljaju na cipele.

2. Opis sustava „Sonar za slijepe osobe“

Smisao sustava je da slijepa osoba u svojim naočalama nosi ultrazvučni senzor koji kontinuirano mjeri udaljenost do najbliže prepreke. Izmjerena udaljenost manifestira se zvučnim signalom određene frekvencije koji se emitira preko zvučnika.

Sustav „Sonar za slijepe osobe“ sastoji se od Arduino Duemilanove koji je povezan serijskom vezom RS-232 na centralno računalo. Preko serijske veze omogućena je komunikacija Arduina i računala, tako da on može slati prikupljene podatke računalu, te da i računalo može komunicirati s Arduinoom, kako bi dobili neke dodatne opcije.

Pomoću biblioteke NewPing.h dobivamo, preko ultrazvučnog senzora HC-SR04, informaciju o udaljenosti najbliže prepreke izraženu u centimetrima.

Sustav sadrži tri tipke, koje predstavljaju tri načina rada:

1. ako je pritisnuta prva tipka sustav detektira prepreke do 20 cm
2. ako je pritisnuta druga tipka sustav detektira prepreke do 50 cm
3. ako je pritisnuta treća tipka sustav detektira prepreke do 80 cm

Također, ako nijedna tipka nije pritisnuta sustav radi normalno, te detektira prepreke do 180 cm.

Načini rada su podešeni proizvoljno, te ih se u skladu sa zahtjevima može promijeniti.



Slika 1. Shema sustava

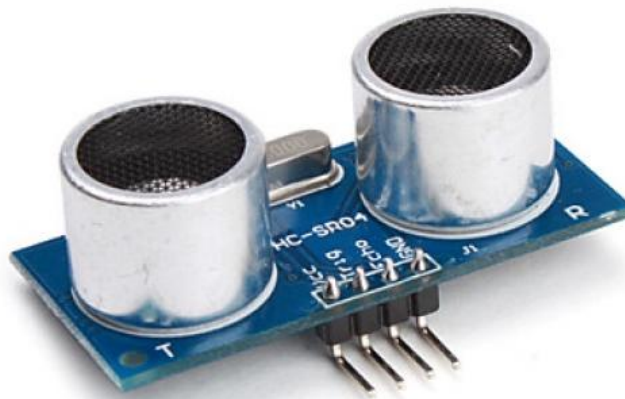
3. Ultrazvučni senzor HC-SR04

Ovaj senzor omogućava beskontaktno mjerenje udaljenosti u rasponu od 2 cm do 400 cm uz preciznost mjerenja od oko 3 mm u idealnim uvjetima. Modul se sastoji od ultrazvučnog odašiljača, ultrazvučnog prijemnika i kontrolne elektronike. Princip rada je sljedeći:

- modul se aktivira slanjem kontrolnog impulsa duljine najmanje $10\mu\text{s}$
- modul zatim automatski šalje osam ultrazvučnih impulsa frekvencije 40 kHz
- kada detektira povratne ultrazvučne impulse, generira izlazni signal čija je dužina proporcionalna udaljenosti

Na modulu postoje sljedeći pinovi:

- pin 1: VCC - napajanje modula, 5 V
- pin 2: Trig - okidanje/aktiviranje mjerenja
- pin 3: Echo - povratni signal, dužina impulsa proporcionalna udaljenosti
- pin 4: GND



Slika 2. Ultrazvučni senzor HC-SR04

Za računanje udaljenosti neophodno je izmjeriti dužinu trajanja povratnog impulsa. Udaljenost se dobije pomoću formule:

$$Udaljenost = \frac{\text{Trajanje povratnog impulsa u sekundama}}{\text{brzina zvuka } (340 \frac{m}{s})/2}$$

Tehničke karakteristike:

- napajanje 5 V DC
- potrošnja struje <2 mA
- efektivni kut <15°
- opseg mjerenja 2 cm-400 cm
- rezolucija 0.3cm

Sam koncept ove tehnologije je jednostavan. Senzor emitira zvučne impulse visoke frekvencije, koji se, u slučaju da se ispred senzora nalazi prepreka, odbijaju od nje k senzoru. Ako su impulsi detektirani nakon emitiranja, možemo pretpostaviti da se ispred senzora nalazi prepreka. Ovaj efekt možemo usporediti s bacanjem lopte. Ako loptu bacimo horizontalno i ako se ona vrati nazad, znači da je udarila u neku prepreku od koje se odbila. Razlika između lopte i vala je u tome što lopta izgubi mnogo više energije na svom putu, dok val gubi zanemarljivo malu količinu energije.

Drugim riječima, val će otići i vratiti se otprilike istom brzinom, dok će brzina lopte opadati zahvaljujući gravitaciji, otporu zraka itd. Pošto znamo brzinu kretanja zraka (340,26 m/s ili 1236 km/h), a u senzoru možemo izmjeriti vrijeme koje je potrebno da se val, nakon emitiranja, odbije od prepreke i vrati do senzora, tako možemo utvrditi dužinu puta koji je val prešao, a samim tim ćemo znati i udaljenost prepreke od senzora. Podmornice koriste isti princip promatranja okoline, jer je vidljivost u oceanima jako mala.

U ovom jednostavnom projektu ćemo prikazati osnovnu upotrebu senzora. Mikrokontroler će, pomoću zvučnika, signalizirati da li se ispred senzora nalazi prepreka. Dakle, potreban nam je senzor HC-SR04, Arduino kontroler, protoboard i zvučnik.

4. Arduino Duemilanove

Arduino Duemilanove je razvojna pločica za mikrokontroler bazirana na ATmega168 ili Atmega328 mikrokontroleru. Ima 14 digitalnih ulaza/izlaza, 6 analognih, 16 MHz kristalni oscilator, USB priključak, priključak za napajanje i reset gumb. Sadrži sve potrebno za jednostavno povezivanje s računalom, priključivanje na napajanje USB kabelom ili AC-DC adapter, te tako omogućuje brzi početak razvoja sustava koji želimo dizajnirati.



Slika 3. Arduino Duemilanove

5. Zvučnik

Korišten je zvučnik otpora od 8Ω , koji se spaja na Arduino preko otpornika vrijednosti 100Ω .

Dimenzije: $\varnothing 28 \times 4,9 \text{ mm}$

Impedancija: 8Ω (tolerancija $\pm 15\%$)

Snaga: 500mW

Max. snaga: 1W

Rezonantna frekvencija: 400Hz (tolerancija $\pm 20 \text{ Hz}$)

Jačina zvuka: 81 dB (tolerancija $\pm 3 \text{ dB}$)

Radna temperatura: $-10 \dots 40^\circ\text{C}$



Slika 4. Zvučnik

6. Tipka (engl. pushbutton)

Tipka je komponenta koja povezuje dvije točke u krug kad je pritisnute.

Povezujemo tri žice na Arduino. Prva ide od jedne etape prekidača kroz pull-up otpornik (ovdje 1 K Ω) na 5V. Druga ide iz odgovarajuće noge tipke na GND. Treća se spaja na digitalni I/O PIN.

Kad je tipka otvorena ne postoji veza između dvije noge prekidača tako da je pin spojen na 5 volti (kroz pull-up otpornik) i čitamo HIGH. Kada je gumb zatvoren (pritisnut), čini vezu između svoje dvije noge (LOW).

U radu je korišteno tri tipke, koje su redom spojene na PIN2, PIN3 i PIN4, gore opisanom načinom.



Slika 5. Tipka

7. Realizacija sustava

U ovom projektu prikazana je osnovna upotreba senzora. Mikrokontroler će, pomoću zvučnika, signalizirati da li se ispred senzora nalazi prepreka. Dakle, potreban nam je senzor HC-SR04, Arduino kontroler, protoboard i zvučnik.

Naprije je potrebno postaviti senzor i zvučnik na protobord i povezati sa Arduinoom.

Zvučnik se spaja na PIN 9 na Arduino preko otpornika vrijednosti 100 Ω . Echo pin senzora se spaja na PIN 11, a Trigger pin senzora na PIN 12, VCC senzora na pin 5V, a GND na GND. Kada to povežemo možemo spojiti Arduino sa računalom.

Smisao sustava je da slijepa osoba u svojim naočalama nosi ultrazvučni senzor koji kontinuirano mjeri udaljenost do najbliže prepreke. Izmjerena udaljenost manifestira se zvučnim signalom određene frekvencije koji se emitira preko zvučnika.

Pomoću biblioteke NewPing.h dobivamo, preko ultrazvučnog senzora HC-SR04, informaciju o udaljenosti najbliže prepreke izraženu u centimetrima.

NewPing.h biblioteka radi s mnogim senzora, i između ostalog i sa HC-SR04.

Pozivom naredbe:

```
NewPing sonar(trigger_pin, echo_pin, [ max_cm_distance]);
```

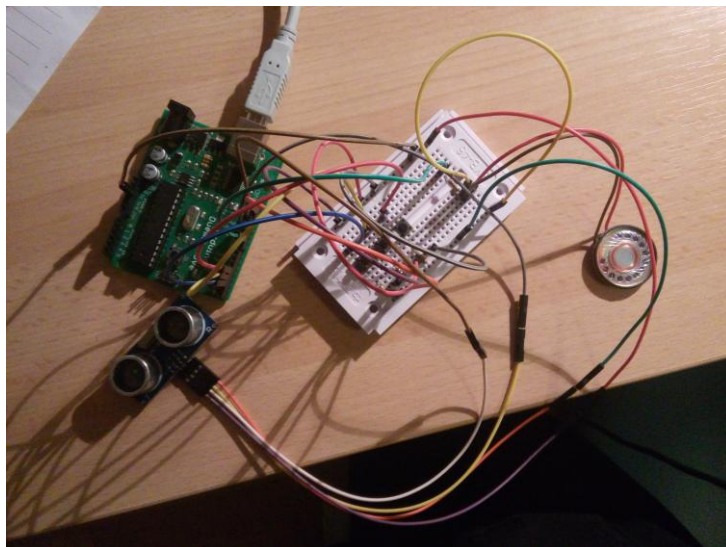
inicijaliziramo trigger pin, echo pin i maksimalni prag detekcije senzora, u našem slučaju:

```
NewPing sonar(12, 11, 400);
```

Pozivom naredbe: `sonar.ping_cm()`; vraća nam najbližu udaljenost od prepreke u centimetrima.

Drugi dio realizacije sustava je omogućavanje sustava da radi u tri načina rada. Taj dio realizacije sustava nije uspješno izveden u sklopu ovog projekta. Razlog u neuspješnosti izvedbe vjerojatno leži u programskoj izvedbi.

Načini rada su podešeni proizvoljno, te ih se u skladu sa zahtjevima može promijeniti.



Slika 6. Realizacija sustava

8. Programski kod

Realizacija 1

```
#include <NewPing.h>

#define TRIGGER_PIN 12
#define ECHO_PIN 11
#define MAX_DISTANCE 300
#define ZVUCNIK 9
#define buttonPin1 5
#define buttonPin2 6
#define buttonPin3 7
int k;

NewPing sonar(TRIGGER_PIN, ECHO_PIN, MAX_DISTANCE);

void setup() {
  digitalWrite(ZVUCNIK, LOW);
  pinMode(buttonPin1, INPUT);
  pinMode(buttonPin2, INPUT);
  pinMode(buttonPin3, INPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {

  int udaljenost = sonar.ping_cm();

  delay(100);

  k = udaljenost/20;

  if (k==0) {
    analogWrite(ZVUCNIK, 60);
  }

  else {
    analogWrite(ZVUCNIK, 60);
    delay(k*2*100);
    analogWrite(ZVUCNIK, 0);
    delay(k*2*200);
  }

  Serial.print("Udaljenost iznosi: ");
  Serial.print(udaljenost);
  Serial.println("cm");

}
```

Realizacija 2

```
#include <NewPing.h>

#define TRIGGER_PIN 12
#define ECHO_PIN 11
#define MAX_DISTANCE 300
const int ZVUCNIK = 9;
const int buttonPin1 = 2;
const int buttonPin2 = 3;
const int buttonPin3 = 4;
int k;
int limit=0;
int buttonState1 = 0;
int lastButtonState1=0;
int buttonState2 = 0;
int lastButtonState2=0;
int buttonState3 = 0;
int lastButtonState3=0;

NewPing sonar(TRIGGER_PIN, ECHO_PIN, MAX_DISTANCE);

void setup() {
  digitalWrite(ZVUCNIK, LOW);
  pinMode(buttonPin1, INPUT);
  pinMode(buttonPin2, INPUT);
  pinMode(buttonPin3, INPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {

  int udaljenost = sonar.ping_cm();

  k= udaljenost/20;

  buttonState1 = digitalRead(buttonPin1);
  buttonState2 = digitalRead(buttonPin2);
  buttonState3 = digitalRead(buttonPin3);

  if(buttonState1 != lastButtonState1){
    if(buttonState2 != lastButtonState2){
      if(buttonState3 != lastButtonState3){
```

```
if (!((digitalRead(buttonPin1)==HIGH) &&
(digitalRead(buttonPin2)==HIGH) &&
(digitalRead(buttonPin3)==HIGH))) {

    analogWrite(ZVUCNIK, 20);
    delay(k*100+20);
    analogWrite(ZVUCNIK, 0);
    delay(k*100+20);

    }

    else {

        if(buttonState1==LOW) {
            limit=1;
        }
        else if (buttonState2==LOW) {
            limit=3;
        }
        else (buttonState3=LOW){
            limit=5;
        }

    }

    if (k <= limit) {
        analogWrite(ZVUCNIK, 20);
        delay(50);
        analogWrite(ZVUCNIK, 0);
        delay(50);
        }

        else {
            analogWrite(ZVUCNIK,0);

            }

        }
    }

    lastButtonState1 = buttonState1;
    lastButtonState2 = buttonState2;
    lastButtonState3 = buttonState3;

    Serial.print("Udaljenost iznosi: ");
    Serial.print(limit);
    Serial.println("cm");

    }
```

9. Zaključak

U ovom radu je opisan sustav za snalaženje slijepim i slabovidnim osobama u prostoru. Pomoću ultrazvučnog senzora koji je postavljen na naočalama detektira se najbliža prepreka.

Ovaj sustav je jako jednostavan, te za njegovu uporabu u realnom vremenu trebalo bi sustav očistiti od svih smetnji, točnije filtrirati. Također, prilikom realizacije ovog sustava, uvidjela sam osjetljivost senzora na brzo hodanje. Pošto senzor detektira najbližu udaljenost, mijenjanjem udaljenosti, sustav „zablokira“. Javljanju se okolne smetnje, te zvučnik ne emitira pravu udaljenost od prepreke.

U radu je pokušano riješiti problem „fokusa“, te pomoću tri tipkice sustav podesiti da radi u tri načina: za male, srednje i velike udaljenosti. No, problem nije uspješno izvršen, te mislim da tu postoji dosta mjesta za razvoj sustava. Također, jedna od ideja za daljnji razvoj uključuje i dodavanje „korisničkog sučelja“.

Budućnost razvoja ovog sustava je jako široka, i mislim da bi mnogo koristila slijepim osobama. Prvenstveno, razvoj sustava bi usmjerila na zatvorene prostorije, kao što su unutrašnjost kuće, ureda, i tome slično. Tu naravno dolazi do problema rupa i stepenica. Te probleme možemo riješiti tako da postavimo senzore na ramena, te na cipele. Također, za što bolje detektiranje prepreka senzori se mogu postaviti na predjelu abdomena.

Na kraju se nadam kako će se ove ideje projektiranja sustava potaknuti daljnje projektiranje sustava za pomoć osobama s invaliditetom, te u konačnici napraviti sonar koji uspješno pomaže slijepim osobama.

10. Literatura

- [1] Arduino Tutorial. URL: <http://www.arduino.cc/> (2015-10-06)
- [2] Arduino Reference. URL: <http://arduino.cc/en/Reference/HomePage> (2015-10-06)
- [3] Arduino Duemilanove. URL: <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardDuemilanove> (2015-10-06)
- [4] Eckel T., NewPing Library for Arduin: <http://playground.arduino.cc/Code/NewPing> (2015-10-06)
- [5] Ultrasonic Ranging Module HC - SR04: <http://elec Freaks.com/store/download/HC-SR04.pdf>
- [6] ButtonState Change: <http://www.arduino.cc/en/Tutorial/ButtonStateChange> (2015-10-06)

11. Pojmovnik

Pojam	Kratko objašnjenje	Više informacija potražite na
White paper	Kratak dokument koji daje uvid u neko područje, tehniku, politiku, proizvod, metodu, standard i sl.	en.wikipedia.org/wiki/White_paper
Arduino	Arduino razvojna platforma	http://www.arduino.cc/
HC-SR04	Ultrazvučni senzor	http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf