



Univerza v Mariboru

*Fakulteta za elektrotehniko,
računalništvo in informatiko*

Mikroprocesorski sistemi

Projektno poročilo

**OSVETLJAVA Z UPORABO SENZORJEV IN BLUETOOTH
KOMUNIKACIJE**

Avtor: Gregor Pahor,

E5012185

Kazalo

1. Uvod	3
2. Brežična Bluetooth komunikacija	3
2.1 Implementacija	4
2.2 Komunikacija in povezovanje.....	4
2.3 Uporaba	4
3. Senzorji	5
3.1 Tipi senzorjev	5
3.2 Svetlobni senzorji:	6
3.3 Senzor zaznavanja prisotnosti.....	6
3.3.1 Ultrazvočni senzorji	6
4. Izvedba projekta	7
4.1 Strojni del sistema	7
4.1.1 Bluetooth modul	7
4.1.2 Ultrazvočni senzor	9
4.1.3 Svetlobni senzor (foto upor)	11
4.1.4 Atmega64 in Atmega8	11
4.1.5 Dvovrstični zaslon s tekočimi kristali (dvovrstični LCD) in tipke	11
4.2 Programski del projekta	12
4.2.1 Programski del na svetlobnem modulu	13
4.2.2 Programski del na centralnem modulu	14
5. Zaključek.....	17
Slika 1: Bluetooth modul HC-05.....	7
Slika 2: Shema za povezavo z Bluetooth modulom	8
Slika 3: Vežje za Bluetooth modul	8
Slika 4: Ultrazvočni modul HC-SR04.....	9
Slika 5: Prikaz delovanja ultrazvočnega senzorja.....	10
Slika 6: Primer proženja in zaznavanja senzorja	10
Slika 7: Uporabljen foto upor	11
Slika 8: uporabljen LCD	12
Slika 9: Prikaz priklopa tipk.....	12
Slika 10: Diagram poteka na svetlobnem modulu	13
Slika 11: Diagram poteka centralnega modula.....	14

1. Uvod

V današnjem času vse teži k uporabi brezžičnih povezav kot je npr. Bluetooth ali Wifi in da so stvari čim bolj prijazne uporabnikom in enostavne za uporabo. Bluetooth ali prevedeno Modri zob je varna brezžična tehnologija za povezovanje najrazličnejših digitalnih elektronskih naprav med seboj na razdalji do nekaj metrov. Hitrosti prenosa podatkov segajo tudi do nekaj Mb/s kar naredi to tehnologijo uporabno tudi za prenos datotek, prostorsko telefonijo, igranje igrice itd. Naprave, ki uporabljajo bluetooth imajo zmožnost, da se med seboj avtomatsko povezujejo, ko so v dosegu. Doseg naprav je odvisen od razreda: 1. :10cm, 2. : 10m, 3.:100m. Pri tej tehnologiji pa je poskrbljeno tudi za varnost uporabnikov in njihovih podatkov saj je varnost vgrajena v standard bluetooth.

Standard bluetooth zagotavlja več stopenj varnosti. Osnovna zaščita je izmenjava ključev med napravama med povezovanje. Temu sledijo še zaščita že vzpostavljene povezave z 128-bitno enkripcijo, hitra menjava frekvenc (do 1600x v sekundi) in pa da je vsako bluetooth napravo možno narediti nevidno. Da so naprave nevidne je običajno kar tovarniška nastavitvev (predvsem pri mobilni tehnologiji) in je potrebno ročno nastaviti, da je naprava vidna.

Za zaznavo gibanja je na voljo več vrst senzorjev. Najbolj pogost senzor je verjetno IR (infra rdeči senzor). Za bolj usmerjeno uporabo in pa tudi določanje oddaljenosti predmeta pa se uporabljajo ultrazvočni senzorji. Kot že ime samega senzorja pove, delujejo ultrazvočni senzorji na osnovi zvoka pri 40kHz (v našem primeru). Delovanje poteka tako, da en zvočnik pošlje zvočne pulze v prostor, drugi zvočnik (sprejemnik) pa išče oz. čaka na odmev. Odmev predstavlja odbiti zvok, torej zvočne valove, ki se odbijejo od ovire. Na podlagi dolžine odmeva se določa oddaljenost objekta od senzorja.

2. Brezžična Bluetooth komunikacija

Bluetooth je brezžični tehnološki standard za prenos podatkov na kratke razdalje z uporabo prenosa s kratkimi valovnimi dolžinami v frekvenčnem področju med 2400 – 2480 MHz, iz stacionarnih in mobilnih naprav, ki lahko tvorijo osebno lokalno omrežje (PAN – personal area network) z visokim nivojem varnosti. Ko sta ga leta 1994 ustvarila telekom in Ericsson je bil predstavljen kot alternativa serijskemu vmesniku RS232. Lahko namreč poveže več naprav in pri tem odpravlja probleme s sinhronizacijo.

Bluetooth upravlja ustanova Bluetooth Special Interest Group (SIG), ki ima več kot 18000 članskih organizacij iz različnih področij. Na začetku je bil Bluetooth standardiziran kot IEEE 802.15.1 vendar tega standarda zdaj noben več ne vzdržuje. Če želimo neko napravo imenovati Bluetooth naprava jo mora dosegati standarde, ki so jih dodelili v SIG.

2.1 Implementacija

Bluetooth deluje v frekvenčnem pasu med 2400 in 2483,5MHz (vključno z zaščitnim pasom). Ta pas je globalno ne licenciran industrijski, znanstveni in medicinski pas (ISM), 2.4 GHz kratko valovni radijski frekvenčni pas. Bluetooth uporablja radijsko tehnologijo, ki se imenuje razširjen spekter s frekvenčnim skakanjem. Vsak podatek, ki se želi prenesti se razdeli na pakete in vsaki paket se prenese na enem izmed 79 Bluetooth kanalov. Pasovna širina vsakega kanala je 1MHz. Prvi kanal se začne na 2402Mhz in se po 1 MHz korakih nadaljuje do 2480 MHz. Če je vključeno prilagoditveno frekvenčno skakanje (AFH), skače signal 1600 krat na sekundo.

Na začetku je bila na voljo le Gausova frekvenčna modulacija (GFSK), nato po uvedbi Bluetooth 2.0 +EDR je bila na voljo tudi fazna modulacija, ki pa je bila možna le med kompatibilnimi napravami. Naprave ki so delovale z GFSK so delovale z osnovno hitrostjo 1Mb/s. Z uvedbo okrepljenega prenosa podatkov (EDR) so hitrosti dosegale tudi do 2 oz 3Mb/s.

Bluetooth je protokol, ki temelji na paketih z gospodarjem in sužnjem. En gospodar lahko komunicira z do 7 suženjskimi napravami, ki vse uporabljajo enako uro. Prenos paketov temelji na glavni uri, ki jo generira gospodar in tika na 312,5us intervalih. V preprostem prenosu z enojnimi časovnimi režami, gospodar pošilja v lihih režah, sprejema pa v sodih. Paketi so lahko dolgi 1,3 ali 5 časovnih rež vendar bo v vsakem primeru gospodar začel oddajati v lihi reži.

2.2 Komunikacija in povezovanje

Bluetooth naprava, ki je gospodar lahko komunicira z maksimalno sedmimi suženjskimi napravami, čeprav vse naprave ne dosežejo tega maksimuma. Ob sporazumu lahko naprave zamenjajo vloge, torej suženj postane gospodar in obratno.

Prenos podatkov med gospodarjem in drugo napravo lahko steče kadarkoli (razen v redko uporabljeni široki oddaji). Gospodar izbere katero suženjsko napravo bo naslovil; tipično preklaplja zelo hitro med napravami. Ker je gospodar tisti, ki izbere kateremu sužnju bo poslal podatke mora suženj cel čas poslušati, torej je biti gospodar lažja naloga kot biti suženj. Biti gospodar več sužnjev je preprosto, biti suženj več gospodarjev pa težko.

Danes je na voljo veliko Bluetooth adapterjev ali priključkov, nekateri vsebujejo celo infrardeči adapter. Pred letom 2003 so taki priključki ponujali le Bluetooth popisovalce in šibkejše radie. Take naprave so lahko povezale dva računalnika na 100m vendar ne ponujajo toliko možnosti kot današnji adapterji.

2.3 Uporaba

Bluetooth je standardni komunikacijski protokol za nadomestitev žic, ki je bil primarno zgrajen za nizko porabo energije in kratek doseg (odvisno od močnostnega razreda), ki temeljijo na nizko cenovnih oddajniških mikročipih v vsaki napravi. Ker naprave uporabljajo radijske valove za komunikacijo, ne rabijo biti v vidnem področju druge naprave, kakor koli pa morajo biti v dosegu druge naprave.

Tabela 1: Bluetooth razredi

Razred	Maksimalna dovoljena moč (mW)	Maksimalna dovoljena moč (dBm)	Doseg (m)
Razred 1	100	20	~100
Razred 2	2,5	4	~10
Razred 3	1	0	~1

Efektivni dosegi se razlikujejo zaradi površine materiala, razlik v proizvodnji produktov, nastavitvah antene in baterijskih razmerah. V večini primerov se lahko doseg naprav razreda 2 podaljša, če je priključen na oddajnik razreda 1, v primerjavi z omrežjem iz naprav razreda 2. To se doseže z večjo občutljivostjo in oddajno močjo naprav razreda 1.

Tabela 2: Hitrosti prenosa podatkov

Verzija	Hitrost prenosa podatkov (Mb/s)	Največji pretok pri aplikaciji (Mb/s)
Verzija 1.2	1	0,7
Verzija 2.0 + EDR	3	2,1
Verzija 3.0 + HS	24	Np
Verzija 4	Np	np

*np – ni podatka

3. Senzorji

Senzor je naprava, ki meri ali zazna razmere v okolju. Primeri takšnih senzorjev so senzorji za zaznavanje gibanja ali senzorji za zaznavanje svetlobe, ki nato izmerjene rezultate pretvorijo v analogno ali digitalno obliko. Specifikacije senzorjev vključujejo delovne lastnosti (domet, natančnost, ponovljivost, občutljivost, linearnost in odzivni čas) in praktične in ekonomske stroške (cena, vzdrževanje, kompatibilnost z drugimi napravami in standardi, okoljem in občutljivost na zvok).

3.1 Tipi senzorjev

Različni tipi senzorjev oddajo različne tipe signalov.

1) Analogni senzorji se uporabljajo za merjenje konstantno spremenljivih pogojev. Analogni senzor odda spreminjajoč signal npr. med 0 in 10V.

2) Digitalni senzor lahko priskrbi samo dve stanji npr. če je črpalka vklopljena ali izklopljena. Digitalni senzor odda krmilniku diskretni signal, kot so sklenjeni ali razklenjeni kontakti.

Nekateri senzorji uporabljajo posamezne lastnosti materiala (npr. upornost žice) za ustvarjanje signala in so lahko direktno povezani na elektronski krmilnik. Za primer lahko vzamemo senzor za tlak, ki potrebuje pretvornik, da pretvori signal tlaka v napetost ali tok, ki je uporabna za elektronski krmilnik. Nekateri senzorji merijo temperaturo, kakšne druge električno zahtevane signale ali druge spremenljivke, ki vplivajo na kontrolno logiko. Drugi senzorji pa merijo podatke o spremembi toka in

zraka, toka, ogenj ali dim. Senzorji so izredno pomembni del sistema in so lahko šibki člen v verigi krmiljenja pogojev.

3.2 Svetlobni senzorji:

Svetlobni senzorji zaznavajo nivo svetlobe v zaznavnem senzorskem območju. Uporabljajo se za merjenje svetlobe v notranjosti (npr. v delovnem prostoru) in merjenje zunanje svetlobe (npr. na strehi zgradbe). Svetlobni senzorji so največkrat uporabljeni za prižiganja/izklapljanje ali temnenje svetil. Nekateri osnovni svetlobni senzorji omogočajo zaznavanje dneva ali noči. Ti so lahko uporabni tudi v integriranih sistemih predvsem, če sistem vključuje sončno zaščito.

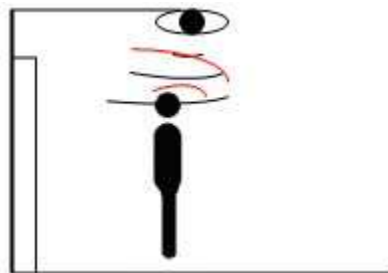
Svetlobni senzorji sporočajo sistemu za osvetljevanje, če zatemni luči ali jih je potrebno izklopiti/vklopiti glede na nivo dnevne svetlobe. Svetlobni senzorji morajo biti nameščeni tako, da merijo nivo svetlobe v večinskem delu prostora. Pametno je označiti mesta, kjer se svetlobni senzorji nahajajo v načrtu za kasnejše operacije ali vzdrževanje.

3.3 Senzor zaznavanja prisotnosti

Senzorji za zaznavanje prisotnosti delujejo tako, da zaznajo gibanje v okolju. Najbolj pogosti senzorji uporabljeni v zgradbah so pasivni infrardeči (PIR)senzorji, ki reagirajo ob spremembi infrardečega sevanja zaradi premikanja oseb in ultrazvočni senzorji, ki zaznavajo prisotnost tudi če se objekt ne giblje.

3.3.1 Ultrazvočni senzorji

Ultrazvočne naprave oddajajo človeku neslišne zvočne valove. Ob istem času naprava preverja, če je že dobila kakšen odbiti val. Če je zaznana sprememba v valu pomeni, da je se je nekaj ali nekdo premaknil v območju opazovanja.



Ultrazvočni senzor

Na trgu so izdelki, ki kombinirajo obe tehnologiji, tako PIR senzorje kot tudi ultrazvočne senzorje za zaznavanje prisotnosti. Imenujejo se pasivni senzorji dveh tehnologij. Ti vidijo in slišijo osebe v prostoru tudi, če ni gibanja.

4. Izvedba projekta

4.1 Strojni del sistema

Naš sistem trenutno sestavlja dva modula: centralni in svetlobni modul. Na centralnem modulu upravljamo meritve oddaljenosti in meritve osvetljenosti. Prav tako pa preko Bluetooth modula (na centralnem modulu je gospodar), pošiljamo podatke svetlobnemu modulu (na katerem je priključen suženjski Bluetooth modul). Na centralnem modulu so prisotne tudi štiri tipke in dvovrstični zaslon iz tekočih kristalov oz. znan pod imenom LCD. S štirimi tipkami se pomikamo po možnostih izbire, ki jih ponuja meni, a o tem več v programskem delu sistema. Delovanje centralnega modula nadzira mikrokontroler. Mikrokontroler pa je prisoten tudi na svetlobnem modulu, kjer preverja dobljene podatke in ustrezno prižiga LED diode (po potrebi in želji uporabnika).

4.1.1 Bluetooth modul

Na obeh modulih (centralnem in svetlobnem) je uporabljen enak bluetooth modul. Odločili smo se za ugodno in dokaj zmogljivo možnost BT(blueetooth) modul HC-05. HC-05 modul je preprost za uporabo, ki uporablja serijski protokol za komunikacijo (med modulom in mikrokontrolerom), narejen za transparentno brezžično serijsko komunikacijo.

BT modul je popolnoma ustrezen Bluetooth verziji 2 + EDR (Enhanced Data Rate), ki dosega hitrosti do 3Mb/s in uporablja oddajnik pri radijskih frekvencah 2,4GHz. Uporablja CSR Bluecore 04- zunanji čip z Bluetooth sistemom v tehnologiji CMOS in uporablja AFH oz. prilagojeno frekvenčno skakanje. Velikost celotnega modula (brez priključne ploščice) je 12.7 mm x 27 mm.

Lastnosti:

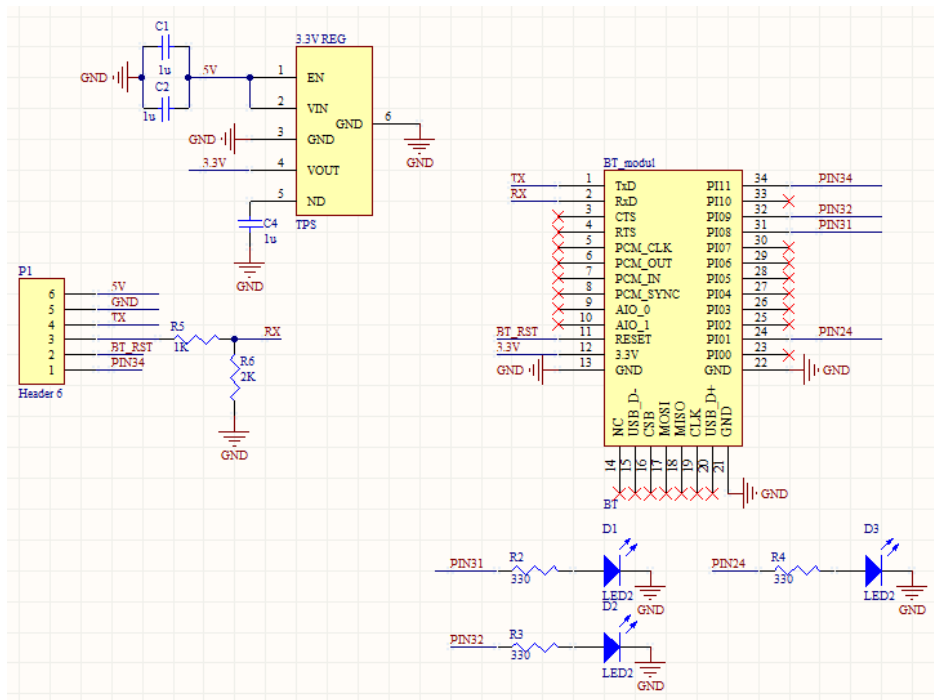
- Tipična občutljivost -80dBm
- RF Oddajna moč do +4dBm
- Deluje na napetostih od 1,8V do 3,6V
- Vhodi in izhodi za kontroliranje modula
- Serijski vmesnik UART z programirljivimi nastavitvami (npr. Baudrate, stopbit...)
- Ima integrirano anteno

Slika 1: Bluetooth modul HC-05

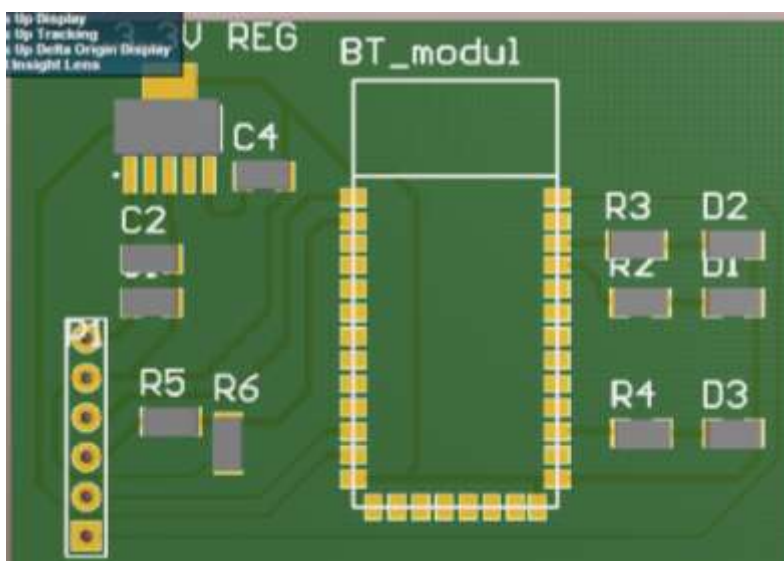


Ker smo se odločili za nakup modula brez ploščice, ki vsebuje priključke za programiranje in delovanje samega modula, smo to naredili sami. Tiskano vezje smo oblikovali v programskem orodju Altium Designer. Ta ploščica je komaj verzija 1, ki ne omogoča direktnega priklopa na 3,3V zato vsebuje 3,3V linearni regulator z majhnim padcem napetosti TPS79533. Pri izdelavi prototipa ni bilo potrebe po izdelavi nove ploščice, zato ta še ni bila narejena. Spodnja slika prikazuje vezje za BT modula.

Slika 2: Shema za povezavo z Bluetooth modulom



Slika 3: Veze za Bluetooth modul



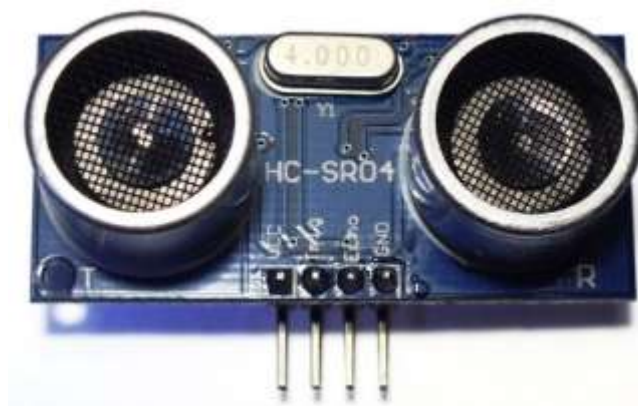
Za TPS79533 smo se odločili zato, ker ima nizek padec napetosti, torej smo lahko vzeli 5V napetost, ki smo jo uporabljali za napajanje ostalih komponent v sistemu in pri tem nismo rabili spreminjati ničesar drugega. Izbran regulator napetosti pa ima tudi zelo nizek šum – 33uV, kar je zelo pomembno saj je v bližini BT antena in, če bi veliko šuma prišlo do samega modula tudi oddajanje ne bi bilo več zanesljivo. Na izhodu lahko zagotovi 500mA, kar je bilo za začetni sistem povsem dovolj. Če pa bi se svetlobni modul še razširil pa bi bilo potrebno poiskati alternativo z nizkim šumom in večjim izhodnim tokom.

Na tiskani lahko vidimo, da so priključene tri LED diode. Uporabljamo samo dve. Ti dve diodi pa prikazujeta stanje bluetooth modula in njegovo delovanje. Predno se modul poveže z drugim, LED1 (D1) hitro utripa (2Hz) . Ko se modula med seboj povežeta se na centralnem modula prižge LED2 (D2) in LED1 začne počasneje utripati. Pri uporabi smo opazili, da LED diodi na enakem mestu (mislimo LED1) utripata izmenično – najprej na gospodarju in nato na sužnju – ko sta modula povezana. Torej LED2 označuje, da je povezava uspešna, LED1 pa prenos podatkov oz. da komunikacija poteka.

4.1.2 Ultrazvočni senzor

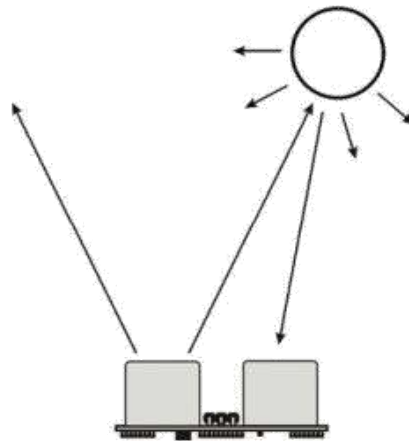
Pri uporabi ultrazvočnega senzorja smo se odločili za modul, ki je namenjen za Arduino – te HC-SR04. Ta modul ne vsebuje le ultrazvočnega oddajnika in sprejemnika ampak tudi manjše vezje, ki naredi uporabo enostavnejšo. Modul vsebuje štiri priključke: napajanje, sprožilec pulza ali trigger, echo ali odmev pin in pin za maso. Priporočeno je, da ob vklopu sistema modul ne prižgemo takoj (pin za napajanje ne priključimo takoj) ampak najprej priključimo maso in nato napajanje, v nasprotnem primeru lahko vplivamo na normalno delovanje modula. Tako smo storili tudi mi in modul programsko vklopimo nekaj ms po vklopu sistema.

Slika 4: Ultrazvočni modul HC-SR04



Ultrazvočno merjenje razdalje se izvaja s pošiljanjem impulzov visoke zvočne frekvence. Te impulze sprejme ultrazvočni sprejemnik. Iz časa od trenutka oddaje do sprejema izračunamo razdaljo.

Slika 5: Prikaz delovanja ultrazvočnega senzorja



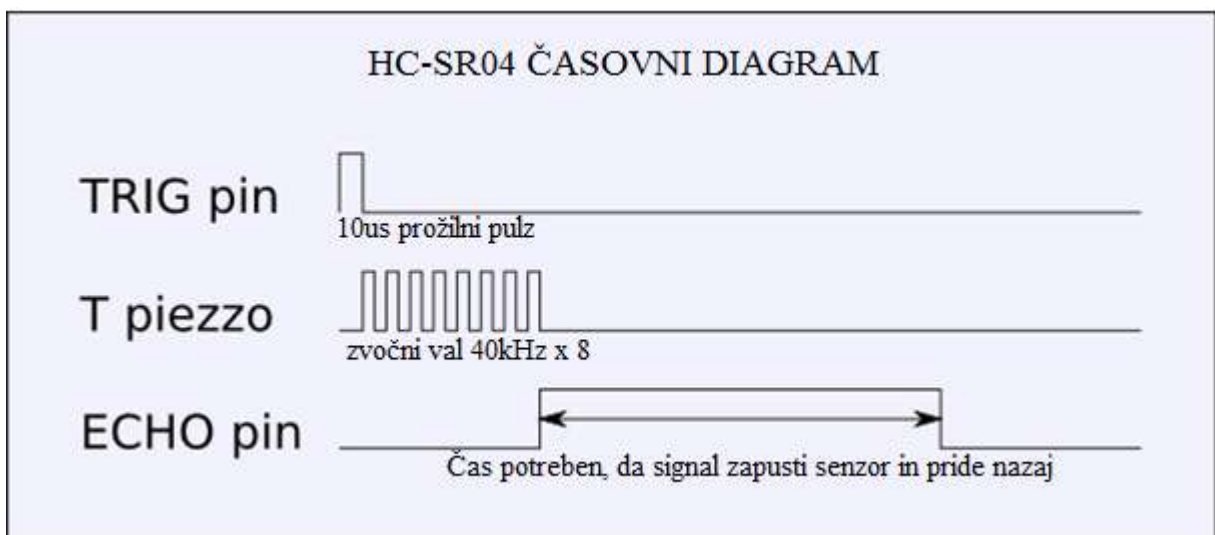
Senzor potrebuje za napajanje 5V enosmerne napetosti in maso. Mirovni tok znaša le 2mA. Velikost tiskanine je 40mm x 15mm. Modul in priključki so narejeni tako, da jih je zelo preprosto priključiti na kateri koli mikrokrmilnik. Za proženje moramo dovesti pozitivni pulz dolžine 10 uS ali več. Ta sproži serijo osmih 40 kHz kratkih zvokov na oddajniku (T), katerih odboj od predmeta (njihovo povprečje) sprejemnik (R) sprejme in poda kot pozitivni pulz na priključku Echo. Dolžina tega pulza je odvisna od oddaljenosti predmeta.

Formula za izračun:

$$\text{Razdalja} = ((\text{čas na visoki ravni}) * (\text{zvočna hitrost } 340\text{m / s})) / 2$$

$$\text{Ali razdalja(cm)} = \text{čas na visoki ravni} / 58$$

Slika 6: Primer proženja in zaznavanja senzorja



Čeprav je maksimalni čas odziva brez ovire 38ms, proizvajalec priporoča da se pulzi ne pošiljajo prej kot 60ms en za drugim, da slučajno nebi prišlo do oviranja ali mešanja odziva in prožilnega pulza. Tudi mi pošiljamo pulze na več kot 60ms. Oddajanje in sprejem sta narejena programsko zato ju bomo razložili v programskem delu.

4.1.3 Svetlobni senzor (foto upor)

Za merjenje osvetlitve smo uporabili preprost princip uporovnega delilnika napetosti s to razliko, da je eden izmed uporov takšen, da se mu z osvetlitvijo spreminja napetost. Ko osvetlitve ni ima upor največjo vrednost 1Mohm (v našem primeru). Z naraščanjem osvetlitve upornost hitro pada. Po nekaj poizkusih smo ugotovili, da potrebujemo uporovni delilnik pri katerem ima drugi upor vrednost 15kohm. S tem dosežemo pri polni osvetlitvi (če nanj usmerimo luč) 3,2V in pri polni temi 200mV. Vhod in s tem uporovni senzor je vezan na 5V napajanje, nato sledi 15kohm upor, ki je vezan na maso. Izhod iz uporovnega delilnika je vezan na priključek na mikrokrmilniku, ki omogoča analogno/digitalno pretvorbo. Program je prirejen napetostim, ki jih dobimo iz spreminjanja osvetlitve.

Slika 7: Uporabljen foto upor



4.1.4 Atmega64 in Atmega8

Za realizacijo sistema smo uporabili dva mikrokrmilnika, po en na vsakem modulu. Oba delujeta na napajanju 5V in na notranji uri 8MHz. S tem se prihranijo stroški za nakup oscilatorjev in ob manjši hitrosti ure je manjša tudi poraba vezja. Velikost pomnilnika tukaj ni igrala vloge pri izbiri krmilnikov. Uporabili smo tisto, kar je bilo že na domači zalogi. Uporabili pa smo kar nekaj funkcij, ki jih krmilnika posreduje. Pri obema smo uporabili priključka namenjena serijski komunikaciji, da smo lahko komunicirali z BT moduloma. Na centralnem modulu smo uporabili atmega64. Na tej smo uporabljali tudi možnosti zunanjih prekinitev, da smo lahko ustrezno spremljali dogajanje senzorja za gibanje. Za štetje časa pri opazovanju odziva ultrazvočnega senzorja smo uporabili še notranji števec. En notranji časovnik pa uporabljamo za zaznavanje pritiska tipk. Sedem priključkov uporabljamo za komunikacijo z LCD zaslonom. Na drugi strani (na svetlobnem modulu), uporabljamo atmega8. Tam koristimo priključke za serijsko komunikacijo z BT modulom in v kombinaciji s tem uporabljamo notranje prekinitev za serijsko komunikacijo, da zaznamo, kdaj je podatek prišel. Ko preverjamo kateri podatek je prišel prižgemo ustrezno kombinacijo LED diod, ki so priključene. Za testne namene in prikaz delovanja smo uporabili samo 5 LED diod.

4.1.5 Dvovrstični zaslon s tekočimi kristali (dvovrstični LCD) in tipke

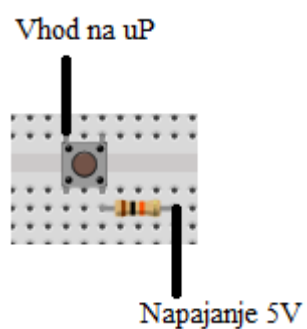
Pri tem projektu smo uporabili pogosto uporabljen dvovrstični LCD, ki uporablja HD44780 set čipov za krmiljenje zaslona. Ima modro osvetlitev in belo pisavo. Kontrast je možno nastavljati preko nastavljivega upora. V našem primeru smo se odločili za konstantni kontrast in smo tako povezali priključek za kontrast preko 1,5kohma na maso. S tem kontrastom so črke in znaki lepo vidni. LCD ima tri kontrolne linije in osem podatkovnih. Ker na zaslonu uporabljamo le osnovne funkcije, je zadostovalo da uporabimo le štiri od osmih podatkovnih linij. Za delovanje potrebuje 5V napajanje. Prav toliko rabi za polno osvetlitev vgrajene osvetlitve zaslona.

Slika 8: uporabljen LCD



Za pomikanje po meniju in izbirah smo uporabili štiri tipke. Uporabili smo vezavo »pull up«, to pomeni, da ko tipka ni pritisnjena, kontakti niso sklenjeni in mikrokontroler nič ne zazna. Ko pa tipko stisnemo, se kontakti v tipke sklenejo in pride do spremembe napetosti na vhodu mikrokontroler. En priključek tike je vezan neposredno na vhod mikrokontroler, drugi pa je preko upora speljan na napajanje 5V.

Slika 9: Prikaz priklopa tipk

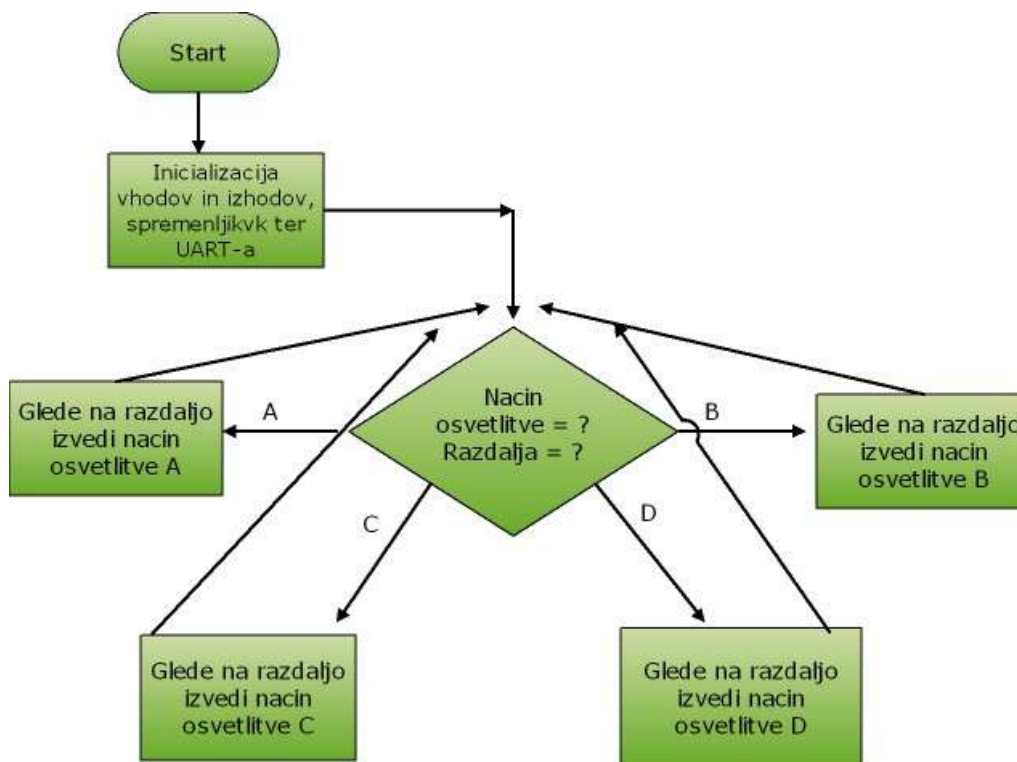


4.2 Programski del projekta

Kot je strojna oprema razdeljena na dva modula, je tudi programski del razdeljen na dva modula. Na svetlobnem modulu je program nekoliko krajši zato bomo najprej opisali delovanje na svetlobnem modulu.

4.2.1 Programski del na svetlobnem modulu

Slika 10: Diagram poteka na svetlobnem modulu



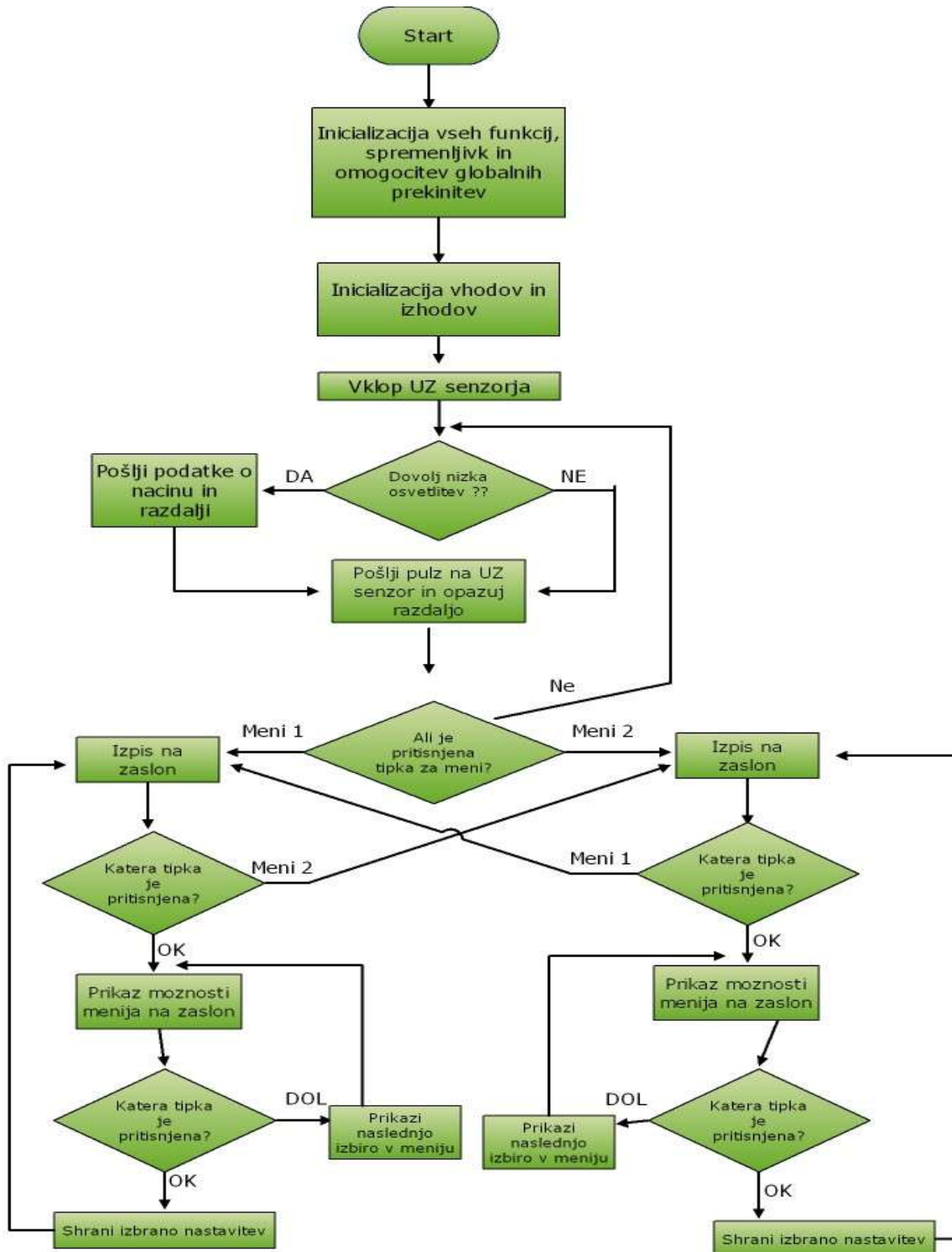
Svetlobni modul deluje kot sprejemnik podatkov, ki mu jih pošilja centralni modul. Osnova celotnega programa temelji na sprejetih podatkih. V začetku programa poteče inicializacija vseh spremenljivk, port na katerega so vezane LED diode se nastavi za izhod in kliče se funkcija za zagon serijske komunikacije UART. UART je tudi edina funkcija, ki je uporabljena. Pri inicializaciji funkcije vključimo vse potrebne registre – omogočimo sprejem na RX, oddajo na TX, nastavi se baudrate (hitrost prenosa podatkov) (za komunikacijo z Bluetooth modulom je nastavljena na 38400kbps), nastavijo se stop biti (v našem primeru 1stop bit) in pariteta (none). Ker uporabljamo tudi prekinitve, ko podatek sprejmemo je potrebno omogočiti prekinitveni vektor za sprejem podatkov in globalno omogočiti prekinitve.

Ko Bluetooth modul sprejme podatek, skoči program v prekinitveno rutino. Tam se sprejeti znak shrani v spremenljivko (buffer). Ker pošiljamo po dva znaka naenkrat uporabljamo tudi dva bufferja. V glavni zanki preverjamo katera dva znaka smo dobili. En znak pomeni kateri način delovanja osvetlitve imamo izbran, drugi znak pa kolikšna je razdalja oddaljenosti od sensorja na centralnem modulu. Glede na sprejete podatke prižigamo LED diode v določenem zaporedju, ki pa je odvisno od izbranega načina in razdalje. Prvi način: vse led diode se prižgejo naenkrat, ne glede na razdaljo. Gorijo nekaj časa in nato skupaj ugasnejo (ko senzor ne zazna več gibanja). Drugi način: LED diode se prižgajo posamezno glede na razdaljo objekta. Gorijo nekaj časa in nato skupaj ugasnejo. Tretji način: glede na razdaljo se prižge LED dioda, ki je namenjena drugi razdalji (torej če smo na oddaljenosti manj kot pol metra od sensorja se nam prižge naslednja dioda za razdaljo 1m). To je za način hoje, da se nam prižge dioda, ki je pred nami. Pri tem načinu je potrebno tudi opazovati iz katere smeri smo prišli, da vemo katera je naslednja dioda. Četrty način: to je naš poljuben način.

Trenutno se prižigajo diode v parih oz. po tri naenkrat odvisno na kateri razdalji smo. Ugasnejo skupaj.

4.2.2 Programski del na centralnem modulu

Slika 11: Diagram poteka centralnega modula



Na centralnem modulu preverjamo in delamo nekoliko več stvari, kot le oddajanje podatkov preko serijske komunikacije z Bluetoothom. Najprej bomo opisali funkcije posebej in nato opisali glavno zanko in kako so funkcije med seboj povezane.

Serijska komunikacija z Bluetooth: na tem modulu ima BT modul, ki ga uporabljamo kot gospodarja, torej je zmožen pošiljanja podatkov in ne samo sprejemanja kot suženjski modul na svetlobnem modulu. Vsakega izmed uporabljen BT modulov je bilo potrebno pravilno sprogramirati, da sta se lahko potem povezala in komunicirala. To smo storili tako, da smo pin 34 na BT modulu priključili na visok nivo (3,3V) predno smo priklopili napajanje na BT modul. Ko smo nato dodali še napajanje je BT modul prešel iz komunikacijskega načina v nastavitveni način. Vse ukaze mu je potrebno podati z začetkom AT+ime nastavitve. Primer: AT+role = 1 (s tem ukazom nastavimo, da je BT modul gospodar). Če napišemo AT+UART=38400,1,0 nastavimo baudrate, stop,bit in pariteto. Za uporabo BT modulom smo morali nastaviti tudi da se naj modul poveže s katerim koli naslovom na voljo, ker nismo uporabljali točnega naslova drugega modula (kar je tudi mogoče in pride v poštev pri večjem številu modulov). Na obeh BT modulih smo morali nastaviti enake nastavitve (z izjemo vlog), da je komunikacija potekla. Iz centralnega modula smo pošiljali podatke o načinu delovanja in razdaljo od sensorja. Za komunikacijo smo uporabili preprost znakovni prenos – vsak način je svoja črka in prav tako razdalja.

Za merjenje razdalje smo uporabili ultrazvočni senzor, katerega princip delovanja smo opisali pri strojni opremi. Za zaznavanje, kdaj se nivo na Echo nožici spremeni smo uporabljali zunanjo prekinitvev in temu namenjen prekinitveni vektor. Za merjenje časa smo uporabili še vgrajeni časovnik, ki je štel čas (po 1us), ko je bil signal na visokem nivoju. Ko je signal prešel iz nizkega na visok nivo se je sprožila prekinitvev in v prekinitvenem vektorju smo zagnali časovnik ter spremenili proženje prekinitvev iz pozitivne fronte na negativno. Ko je nivo prešel iz visokega na nizki nivo program spet pride v prekinitveni vektor in tokrat se časovnik ustavi in rezultat se shrani v globalno spremenljivko. Proženje zunanje prekinitvev postavimo ponovno na pozitivno fronto. V glavni zanki se preračuna razdalja po zgoraj opisani formuli : $\text{razdalja(cm)} = \text{čas na visokem nivoju(us)}/58$. Za proženje signala smo Trig nožico priklopili na mikrokrmilnik in jo za 10us postavili na visok nivo, nato nazaj na nizkega. Tak krog ponavljamo na najmanj 60ms.

Za pomikanje po meniju in možnostih smo uporabili štiri tipke. Če so pritisnjene smo pregledovali s pomočjo časovnika in prekinitvev časovnika. Glede na to katera tipka je pritisnjena smo v prekinitvi postavili določeno spremenljivko, ki je kasneje predstavljala določeno tipko. Glede na pritisnjeno tipko se potem ustrezno izvede ukaz (prikaz nečesa na LCD zaslon ali shranjevanje nastavitve). V katerem meniju smo in katera tipka je pritisnjena preverjamo v glavni zanki.

Svetlobni senzor je analogni tako, da smo za branje njegove vrednosti uporabili še priključek na mikrokrmilniku, ki nam omogoča analogno digitalno pretvorbo. Uporabili smo free running mode (način prostega teka), kar pomeni da smo pri inicializaciji A/D pretvorbe zagnali pretvorbo, ki nato dalje teče neprestano. Neprestano pa teče zato, ker gledamo osvetlitev v prostoru in če osvetlitev pade moramo prižgati diode. Drugače diod ne prižgemo. Uporabljamo 8bitno pretvorbo, ker bolj natančne ne potrebujemo. Prav tako je frekvenca vzorčenja znižana na minimum (glavno uro delimo s 128), ker hitrejša pretvorbe ne potrebujemo.

Za komunikacijo z dvovrstičnim LCD zaslonom smo uporabili že pripravljeno knjižnico in zato te komunikacije ne bomo veliko opisovali. Uporabili smo celotni port, ker smo potrebovali 7 pinov saj

potrebujemo 3 za kontrolne linije in 4 za podatkovne linije. Tako smo uporabili 4bitno podatkovno povezavo. Zaslona ima možnost tudi 8bitne podatkovne povezave, vendar nam je 4bitna zadostovala. Uporabljali smo funkcije za izpis podatkov na zaslon ter določanje mesta na zaslonu, da smo lahko izpisovali poljubne znake na želena mesta (to velja predvsem za pomikanje po možnih načinih delovanja ali nastavitvah občutljivosti).

Glavni del programa (glavna zanka):

Najprej inicializiramo vse potrebne funkcije, ki jih uporabljamo ter omogočimo globalne prekinitve. Prav tako ustrezno nastavimo izhode in vhode mikrokontrolnika. 300ms po zagonu programa vključimo tudi napajanje za ultrazvočni senzor. Nato se preverja rezultat A/D pretvorbe, kar predstavlja osvetlitev. Če je dovolj nizka steče prenos podatkov preko serijske komunikacije na BT. Če je osvetlitev dovolj visoka – visoka napetost pa komunikacija ne poteče. Nato se pošlje pulz na ultrazvočni senzor in se opazuje čas na visoki ravni Echo priključka. Preko formule se nato izračuna razdalja in se ji pripiše določen znak, ki ga potem pošljemo. Omejili smo se na 250cm, kar je možno lepo razdeliti na 5 LED diod, ki jih uporabljamo. Nato pa večji del glavne zanke preverjamo katera tipka je pritisnjena in v katerem meniju se nahajamo. Glede na izbran meni in pritisnjeno tipko se nam možnosti izpišejo na zaslon. Na voljo sta dva menija – izbira načina in prag osvetlitve. Uporablja se krožno pomikanje znotraj menijev, torej z eno tipko lahko krožno preletimo vse možne izbire. Ena izmed tipk služi za potrjevanje izbire menija in izbir znotraj menija.

5. Zaključek

Dosegli smo večino zastavljenih ciljev pri delovanju celotnega sistema. Med dvema moduloma poteka brezžična Bluetooth komunikacija do dosega 10m, saj uporabljamo Bluetooth verzijo 2. Ultrazvočni senzor zaznava gibanje dokaj natančno (na okoli 10cm), kar ni v pričakovanju z začetno zastavljenimi cilji a se je izkazalo, da je še vedno dovolj uporabno za takšen sistem. Imamo možnost izbire med štirimi v naprej pripravljenimi programi osvetlitve ter devetimi različnimi stopnjami občutljivosti svetlobnega sensorja. Sistem uporablja preprost vmesnik z LCD zaslonom, tako da je z nekaj napotki primeren tudi za nepoznavalce.

Naš sistem pa ima tudi možnosti razširitve. Bluetooth gospodar modul lahko pošilja podatke sedmim različnim suženjskim modulom kar pomeni, da jih v sistem lahko dodamo še maksimalno šest. Sužnji znajo komunicirati tudi z mobilnimi napravami. Žal zaradi težav s programom za programiranje Androida nismo uspeli narediti še mobilne aplikacije za prižiganje luči. V končnem sistemu bi tudi naredili dve tiskanini, eno za vsak modul kjer bi minimizirali velikost modulov. Zaradi pomanjkanja časa do te stopnje še nismo prišli.