

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Jure Balabanič

**Daljinsko vodenje vozila z video
nadzorom**

DIPLOMSKO DELO
NA UNIVERZITETNEM ŠTUDIJU

Mentor: prof. dr. Dušan Kodek

Ljubljana, 2011

Rezultati diplomskega dela so intelektualna lastnina Fakultete za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani. Za objavljanje ali izkoriščanje rezultatov diplomskega dela je potrebno pisno soglasje Fakultete za računalništvo in informatiko ter mentorja.

Besedilo je oblikovano z urejevalnikom besedil \LaTeX .

Št. naloge: 01784/2011

Datum: 07.10.2011



Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko izdaja naslednjo nalogo:

Kandidat: **JURE BALABANIČ**

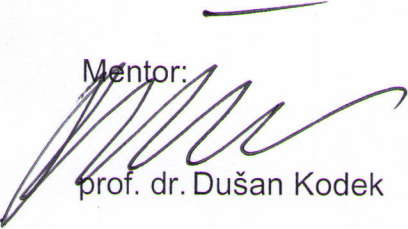
Naslov: **DALJINSKO VODENJE VOZILA Z VIDEO NADZOROM**
REMOTE VEHICLE CONTROL WITH VIDEO SURVEILLANCE

Vrsta naloge: Diplomsko delo univerzitetnega študija

Tematika naloge:

Računalniško daljinsko vodenje vozil raznih vrst, pri katerem ima upravljalca realno-časovno povratno video informacijo, je v današnjem času pomembno področje raziskav. Na osnovi znanih rešitev zasnujete splošen sistem, ki se na osnovi radijskega vodenja lahko uporablja v različne namene. Izdelajte potrebno programsko okolje in demonstracijski sistem, na katerem je mogoče preveriti pravilnost delovanja. Kot osnovo uporabite model električnega avtomobila, ki ga ustrezno predelajte in dopolnite. Izberite ustrezno strojno okolje, v katerem po možnosti uporabite kar največ standardnih komponent. Pravilnost delovanja preverite in podajte oceno delovanja ter načine za izboljšave.

Mentor:


prof. dr. Dušan Kodek

Dekan:


prof. dr. Nikolaj Zimic



IZJAVA O AVTORSTVU

diplomskega dela

Spodaj podpisani Jure Balabanič,

z vpisno številko 63030193,

sem avtor diplomskega dela z naslovom:

Daljinsko vodenje vozila z video nadzorom

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- sem diplomsko delo izdelal samostojno pod mentorstvom prof. dr. Dušana Kodeka
- so elektronska oblika diplomskega dela, naslov (slov., angl.), povzetek (slov., angl.) ter ključne besede (slov., angl.) identični s tiskano obliko diplomskega dela
- soglašam z javno objavo elektronske oblike diplomskega dela v zbirki "Dela FRI".

V Ljubljani, dne 15.12.2011

Podpis avtorja:

Zahvala

Zahvaljujem se staršema, ki sta mi omogočila študij in mi stala ob strani, bratu Damjanu za vso podporo in koristne napotke tokom študija ter prof. Dušanu Kodeku za pomoč pri izdelavi diplomske naloge.

*Diplomsko delo
posvečam vsem prijateljem in znancem, ki so in bodo
vztrajali pri dokončanju študija*

Kazalo

Povzetek	1
Abstract	2
1 Daljinsko vodenje	3
1.1 Kaj je daljinsko vodenje?	3
1.1.1 IR vodenje	3
1.1.2 Radijsko vodenje	4
1.1.2.1 Kako radijsko vodenje deluje?	4
1.1.2.2 Kje se radijsko vodenje uporablja?	5
1.2 Željeni cilj in namen uporabe	5
2 Uporabljene komponente	6
2.1 Radijsko voden avtomobilček	6
2.2 2,4 GHz oddajnik z mini brezžično barvno kamero in sprejemnik	8
2.3 Seeeduino	10
2.4 EasyCAP	13
2.5 Ostale komponente	14
3 Zasnova in realizacija	15
3.1 Zasnova delovanja	15
3.2 Modificiranje vozila	16
3.3 Modificiranje na strani oddajnika	17
3.3.1 Radijski oddajnik	17
3.3.2 Uporaba tranzistorjev	17
3.3.3 Povezovanje vsega skupaj	19
4 Programska oprema	20
4.1 Arduino	20
4.1.1 Kaj je Arduino?	20

4.1.2	Program “Upravljanje vozila” na Seeeduinu	20
4.1.3	Koda programa “Upravljanje vozila” na Seeeduinu napisana v okolju Arduino	22
4.2	Processing	23
4.2.1	Kaj je Processing?	23
4.2.2	Program na računalniku	24
4.2.3	Koda programa “Nadzor vozila” napisana v okolju Processing	25
5	Primer uporabe	27
5.1	Priključitev potrebnih komponent	27
5.2	Uporaba programa za nadzor vozila	28
6	Zaključek	30
6.1	Ugotovitve in testiranje	30
6.2	Izboljšave na strojni opremi	30
6.3	Izboljšave v programu	31
	Seznam slik	33
	Literatura	34

Seznam uporabljenih kratic in simbolov

RC - Radio Control
RF - Radio Frequency
IR - Infrared
USB - Universal Serial Bus
RCC - Radio Controlled Car
PAL - Phase Alternating Line
NTSC - National Television System Committee
FPS - Frames Per Second
RFID - Radio Frequency Identification
CMOS - Complementary Metal–Oxide–Semiconductor
RH - Relative Humidity
AV - Audio-Video
IDE - Integrated Development Environment
I/O - Input-Output
PWM - Pulse Width Modulation
DC - Direct Current
VCC - Voltage at the Common Collector
GND - Ground
DPST - Double Pole, Single Throw
LED - Light-Emitting Diode
BPS - Bits Per Second

Povzetek

Diplomska naloga obravnava izdelavo računalniško daljinsko vodenega vozila z nadzorovanjem prek brezžične kamere. V uvodnem delu je opisano delovanje daljinskega vodenja, kakšne oblike poznamo in njihov namen. Sledi osrednji del, ki je razdeljen na tri dele. V prvem delu so opisane vse potrebne strojne komponente. Drugi del prikazuje modifikacijo radijsko vodenega vozila in povezovanje strojnih komponent. Tretji del pa opisuje izdelavo programske opreme na razvojni ploščici Seeeduino in računalniku.

V zadnjem delu diplomskega dela pa je kot primer uporabe prikazana še priključitev potrebnih komponent ter opis uporabe programa za upravljanje in nadzor vozila. Končni izdelek omogoča upravljanje daljinsko vodenega vozila pri frekvenci 40 MHz prek smernih tipk tipkovnice na računalniku in nadzorovanje le-tega prek brezžične kamere s frekvenco 2,4 GHz.

Tako prirejeno vozilo se lahko uporablja v različne namene. Uporabimo ga lahko za raziskovanje potencialno nevarnih, še neodkritih območij, vohunjenje, iskanje in deaktiviranje bomb ipd.

Ključne besede:

radijsko vodenje, radijsko vodeno vozilo, brezžična kamera, oddajnik, sprejemnik, Seeeduino, Arduino, Processing

Abstract

The thesis deals with the development of a computer-controlled remote control vehicle with video surveillance. The introduction describes the remote control operation, the types of the remote control and their purpose. The main part is divided into three parts. The first one describes all the necessary hardware components. In the second part the modification of the radio-controlled vehicle and the integration of the hardware components are presented. The third part describes the software development on a computer and Seeeduino board.

The final part of the thesis provides the user's guide for the program that controls the vehicle and video surveillance and shows a proper way of connecting all of the necessary components. The final product allows controlling the remote-controlled vehicle with the arrow keys on the computer keyboard at a frequency of 40 MHz and video surveillance with the wireless camera at a frequency of 2.4 GHz.

Such modified vehicle can be used for different purposes. It can be used to explore potentially dangerous, as yet undiscovered sites, spying, bomb search and disposal, etc.

Key words:

radio control, remote control vehicle, wireless camera, transmitter, receiver, Seeeduino, Arduino, Processing

Poglavje 1

Daljinsko vodenje

1.1 Kaj je daljinsko vodenje?

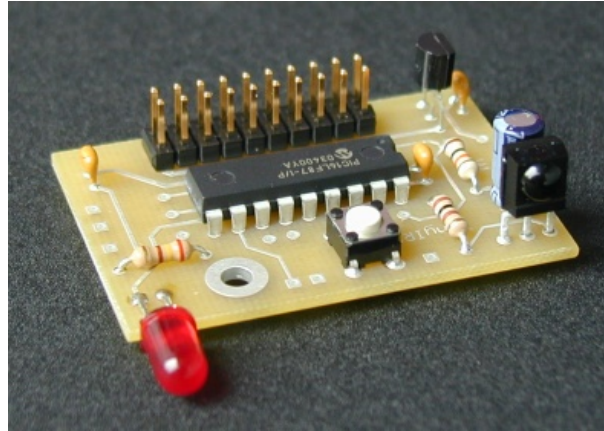
Daljinsko vodenje je upravljanje določene stvari brezžično. Poznamo več načinov daljinskega vodenja. Za komunikacijo med oddajnikom in sprejemnikom se lahko uporabljajo svetlobni signali ali pa radijski valovi. Pri svetlobnih signalih je najpogostejši način uporaba IR (Infrared) valovanja, medtem ko radijsko vodenje uporablja radijske valove.

1.1.1 IR vodenje

Infrardeče sevanje označuje elektromagnetno valovanje z valovnimi dolžinami, daljšimi od valovnih dolžin vidne svetlobe, a krajšimi od mikrovalovnega valovanja. Latinska predpona infra- pomeni "pod"- in označuje, da je frekvenca infrardečega valovanja pod frekvenco rdeče svetlobe, ta pa ima v spektru vidne svetlobe najnižjo frekvenco [1].

Temeljna stvar pri uporabi IR daljinskega vodenja je uporaba svetlobe za prenos signalov med oddajnikom in napravo, ki jo želimo upravljati. IR oddajnik pošilja impulze infrardeče svetlobe, ki predstavljajo binarno kodo.

Infrardeči daljinski upravljalniki delujejo dovolj dobro, da so se obdržali približno 25 let, vendar pa imajo nekatere omejitve povezane z infrardečo svetlobo. Prvič, infrardeči oddajniki imajo domet le okoli 10 metrov v vidnem polju. To pomeni, da infrardeči signal ne bo potoval skozi stene ali okoli vogalov - potrebujete ravno črto do naprave, ki jo poskušate nadzorovati. Prav tako je infrardeča svetloba vseprisotna zato so motnje lahko problem. Nekaj vsakdanjih infrardečih virov svetlobe so sončna svetloba, fluorescentne žarnice in človeško telo. Da bi preprečili motnje, ki jih povzročajo drugi viri infrardeče



Slika 1.1: IR oddajnik

svetlobe, se infrardeči sprejemniki odzivajo samo na določeno valovno dolžino infrardeče svetlobe. Poleg tega pa je svetloba iz IR daljinskega upravljalnika modulirana na frekvenco, ki ni prisotna v svetlobi okolice in se sprejemnik odziva samo na svetlobo modulirano na to frekvenco. [2]

1.1.2 Radijsko vodenje

Radijsko vodenje deluje s pomočjo radijskih valov. Radijski valovi so tisti del spektra elektromagnetnega valovanja, v katerem je moč elektromagnetno valovanje vzbuditi tako, da skozi anteno teče izmenični električni tok. [3]

Medtem ko so infrardeči upravljalniki prevladujoča tehnologija v domačih napravah (radio, TV ipd.), obstajajo tudi druge tržne niše, posebni oddajniki in sprejemniki, ki delujejo na radijskih valovih, namesto svetlobnih valov. Če imate npr. garažna vrata na daljinsko vodenje, imate na vratih nameščen RF (Radio frequency) sprejemnik, v avtomobilu pa RF oddajnik.

1.1.2.1 Kako radijsko vodenje deluje?

Namesto pošiljanja svetlobnih signalov, RF oddajniki oddajajo radijske valove, ki ustrezajo binarnemu zapisu ukaza od gumba, ki ga pritiskamo. RF sprejemnik sprejme signal in ga dekodira. Problem pri radijskem vodenju je število radijskih signalov, ki letijo po zraku v danem trenutku. Mobilni telefoni, walkie-talkiji, druge WiFi naprave in brezžični telefoni so vsi oddajniki radijskih valov na različnih frekvencah. RF oddajnik svoj signal prenaša na posebni frekvenci (npr. za radijsko vodena vozila: 27MHz - 40MHz) in mu

doda zakodiran digitalni naslov. To RF sprejemniku na napravi omogoča da ve kdaj se odzvati na signal in kdaj ga ignorirati.

Največja prednost radijskega vodenja je njegov domet. Npr. oddajnik za vodenje vozil pri frekvenci 40MHz lahko pošilja signale tudi več 100 metrov stran od sprejemnika. Domet je odvisen predvsem od frekvence in moči signala (Bluetooth[®] do met je precej manjši), poleg tega pa lahko grede radijski valovi tudi skozi stene. [2]

1.1.2.2 Kje se radijsko vodenje uporablja?

Radijsko vodenje se ne uporablja samo v igračah. Veliko novejših brezžičnih naprav uporablja podobne tehnologije, vključno z Bluetooth[®] (priročen način za brezžično upravljanje računalniških naprav), RFID (radiofrekvenčna identifikacija) tehnologijo, ki se uporablja predvsem za ugotavljanje zalog in preprečevanje krajev v trgovinah in Wi-Fi, ki se uporablja pri brezžičnem internetu. Tudi mobilni komunikirajo brezžično s pomočjo radijskih valov.

1.2 Željeni cilj in namen uporabe

Cilj diplomskega dela je pripraviti programsko in deloma tudi strojno okolje za katerokoli brezžično napravo, ki jo želimo upravljati preko računalnika in to predstaviti na modelu električnega vozila. Končna rešitev naj bi bila v grobem razdeljena na dva dela. Na eni strani imamo računalnik na katerem teče program, radijski oddajnik za upravljanje vozila s frekvenco 40MHz in AV (Audio-Video) sprejemnik za sprejem slike in zvoka pri frekvenci 2,4GHz. Na drugi strani pa sta električno vozilo z vgrajenim radijskim sprejemnikom pri frekvenci 40MHz in brezžična kamera z oddajnikom s frekvenco 2,4GHz. Uporabnik lahko z uporabo programa z računalniško tipkovnico usmerja vozilo v vse smeri, medtem pa na zaslonu računalnika opazuje trenutno lokacijo vozila.

Nadzorovanje in vodenje (npr. električnega vozila, letala, helikopterja, ladje ali robota) preko računalnika se lahko uporablja v različne namene. Uporabimo ga lahko za raziskovanje potencialno nevarnih, še neodkritih območij, vohunjenje, iskanje in deaktiviranje bomb ipd. Seveda pa ga lahko uporabimo tudi za zabavo, npr. tekmovanje v dirkanju po vnaprej načrtani progi. V mojem primeru gre za osnovno predstavitev delovanja zato ga lahko uporabljamo zgolj za zabavo ali testiranje.

Poglavje 2

Uporabljene komponente

2.1 Radijsko voden avtomobilček

Model avtomobilčka je Serpent znanega proizvajalca tovrstnih igrac New Bright. Vozilo lahko usmerjamo v vse smeri: naprej, nazaj, levo in desno. Ogrodje vozila je narejeno iz plastike, kolesa pa so gumijasta. Pogon ima na zadnjih kolesih, kjer se tudi nahaja manjši električni motor. V sprednjem delu vozila pa je servo motor, ki vozilu omogoča zavijanje v levo ali desno smer.



Slika 2.1: Radijsko voden avtomobilček Serpent (sprejemnik se nahaja v notranjosti vozila)

Specifikacije sprejemnika:

- Proizvajalec: New Bright
- Model sprejemnika: 1466AW (SMD)
- Napajanje: 5 x 1,5V AA baterij (7,5V)
- Frekvenca: 40 MHz
- Št. izhodov: 4 (naprej, nazaj, levo, desno)
- Material ogrodja: plastika
- Gumb za vklop in izklop vozila
- Dolžina antene: 50cm



Slika 2.2: Radijski oddajnik

Specifikacije oddajnika:

- Proizvajalec: New Bright
- Model: 2425HKW (SMD)
- Napajanje: 2 x 1,5 AA bateriji (3V)
- Frekvenca: 40 MHz
- Domet: 30m

- Št. vhodov: 4 (naprej, nazaj, levo, desno)
- Material ogrodja: plastika
- Indikator za delovanje: Zelena LED (Light-Emitting Diode)
- Dolžina antene: 40cm

2.2 2,4 GHz oddajnik z mini brezžično barvno kamero in sprejemnik

Kamera z oddajnikom in sprejemnikom omogoča brezžični prenos slike in zvoka visoke kakovosti. Uporablja se lahko doma, v delavnicah, v skladiščih, v trgovinah, na bencinskih črpalkah in na vseh krajih kjer ožičenje ni mogoče. Uporabljajo ga tudi zasebni preiskovalci in organi pregona za nadzor in video nadzor. Glavne značilnosti vključujejo brezžični prenos, relativno velik domet, majhna kompaktna velikost in minimalna teža, nizka poraba energije, enostavna namestitev in delovanje, ter enostavno prikrivanje. Standardni objektiv, ki prihaja z kamero 208C, lahko zamenjamo z vrsto drugih objektivov za različne namene, ki ustrezajo posebnim potrebam.

Večji domet je mogoče doseči, če se uporablja v odprtem prostoru, brez ovir. Sicer pa lahko signali iz oddajnika prikazanega na sliki 2.3 potujejo tudi skozi nekaj sten, stekla, lesa ali drugih ovir. Ob nakupu prejmemo:

- Kamero z oddajnikom
- Sprejemnik z anteno
- 2 omrežna adapterja
- A/V-kabel
- Material za namestitev
- Navodila



Slika 2.3: Kamera z oddajnikom

Specifikacije kamere z oddajnikom:

- Proizvajalec: Shenzhen Rui Ye Electronic Co.
- Model: 208C
- Dimenzije: 36x28x36mm
- Teža: 60g
- Frekvenca oddajanja: 2400MHz - 2483MHz
- Skupno št. pikslov - CMOS: 628 x 582 (PAL) / 510 x 492 (NTSC)
- Vidni kot: 54 stopinj
- Moč oddajanja: 150mW
- Poraba toka: 80 mA
- Efektiven domet: 30m/100m (z ovirami/na odprtem)
- Napajanje: DC 8V 200mA ali 9V baterija
- Minimalna osvetlitev: 3.0Lux / F1.2
- Temperaturno območje delovanja: od -10°C do $+40^{\circ}\text{C}$



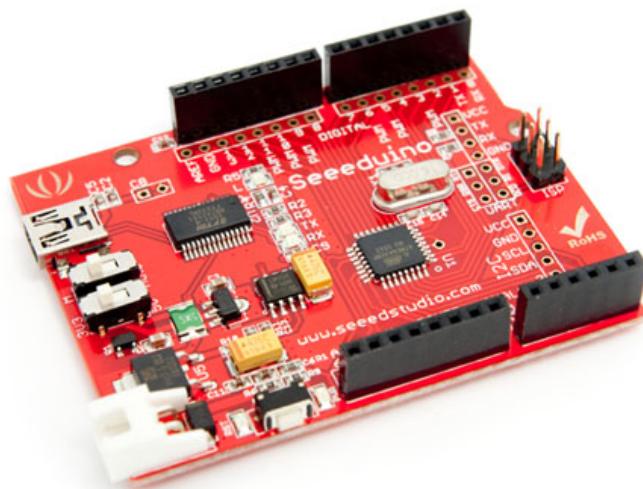
Slika 2.4: 2,4 GHz radijski AV sprejemnik

Specifikacije sprejemnika:

- Proizvajalec: Shenzhen XiHAMA Technology Co.
- Frekvenca sprejemanja: 2400MHz - 2483MHz
- Napetost: AC-DC adapter (DC +9-12v 500mA)
- Poraba toka: 400mA
- Moč: približno 3W
- Temperaturno območje delovanja: od -10°C do $+50^{\circ}\text{C}$
- Temperaturno območje skladiščenja: od -40°C do $+80^{\circ}\text{C}$
- Maksimalna vlažnost: 85% RH (Relative humidity)

2.3 Seeeduino

Poleg svetovno znanih razvojnih ploščic Arduino obstajajo tudi alternativni izdelki, ki so precej cenejši. Seeeduino je v primerjavi z Arduinom, ki ima relativno visoko ceno, mnogo cenejši, kljub temu pa omogoča enake stvari kot



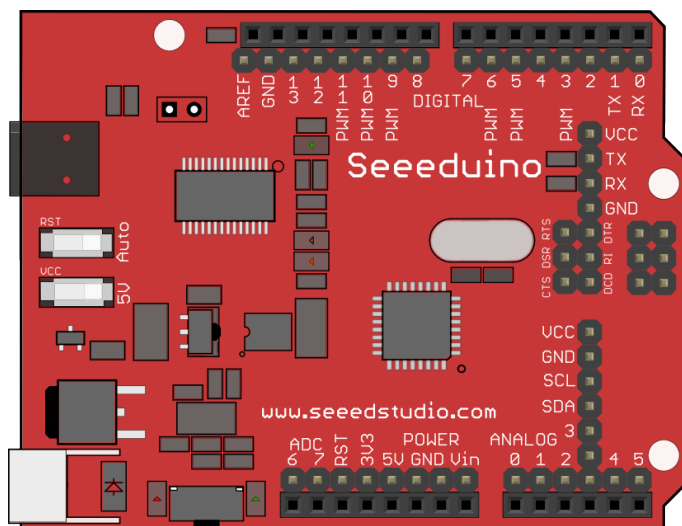
Slika 2.5: Seeeduino V2.21 (Atmega 328P)

Arduino. Seeeduino je združljiv z Arduino, njegova zasnova pa temelji na shemi Arduino Diecimila (glej sliko 2.6). Je 100% združljiv tudi z obstoječo programsko opremo, njegova strojna oprema pa je bila vidno spremenjena za izboljšanje fleksibilnosti in lažje uporabe.

Seeeduino je univerzalni mikrokontroler snovan na ATmel tehnologiji in je idealen za elektroniko in robotiko. Podobno platformo uporablja tudi znani robotski sesalnik iRobot – Roomba, Scooba in ostali iz družine. Seeeduino je odprto kodna mikrokontrolna platforma snovana na enostavni razvojni ploščici z vhodno/izhodnimi konektorji in uporabniku prijaznem razvojnem okolju (uporablja brezplačno programsko opremo Arduino). Seeeduino je lahko samostojen ali pa povezan z računalnikom. [4]

Specifikacije:

- Model: Seeeduino V2.21 (Atmega 328P)
- Teža: 20,19g
- Microcontroller: ATmega328
- Frekvenca procesorja: 16 MHz
- Napetost: 5V
- Vhodna napetost (priporočena): 7-12V
- Vhodna napetost (omejena): 6-20V
- Digitalne I/O nožice : 14 (6 za PWM)
- Analogne vhodne nožice: 8
- DC na I/O nožici: 40 mA
- DC za 3,3V nožici: 500 mA
- Pomnilnik Flash: 32 KB
- Pomnilnik SRAM: 2 KB, EEPROM: 1 KB



Slika 2.6: Podrobnejši prikaz komponent na Seeeduino V2.21 (Atmega 328P)

2.4 EasyCAP

USB video snemalnik EasyCAP omogoča priklop video nadzorne, navadne kamere ali DVD predvajnika na računalnik kar preko USB vhoda. Priložen je tudi program za obdelavo videoposnetkov (Ulead Video Studio), prav tako omogoča zajem arhivskih posnetkov, ki bi jih želeli digitalizirati in posneti na disk, CD ali DVD. Nanj se lahko, poleg zgoraj napisanih naprav, priključi tudi starejše naprave, npr. gramofon, kasetofon, videorekorder in analogno kamero.

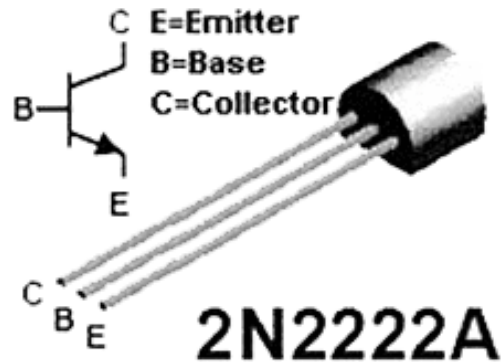


Slika 2.7: EasyCap

Specifikacije:

- Proizvajalec: EasyCAP
- Model: EasyCAP DC60
- Dimenzije: 88mm x 28mm x 18mm (D x Š x V)
- Podpira video formata NTSC, PAL (ne podpira PAL60 or NTSC)
- Vhod video: S-Video.
- Vhod audio : Stereo audio
- Napajanje: USB
- Podpira visoko ločljivost
- Ločljivost NTSC: 720 x 480 pri 30fps
- Ločljivost PAL: 720 x 576 pri 25fps

2.5 Ostale komponente



Slika 2.8: NPN Tranzistor 2N2222

Poleg raznih žic, kablov in spajka velja omeniti tudi 70W pištolo za vroče lepljenje Pattex Hot Melt ter 40W spajkalnik kitajskega proizvajaca Best. Za kontroliranje radijskega oddajnika preko razvojne ploščice Seeduino pa potrebujemo še 4 tranzistorje (za vsak gumb enega (naprej, nazaj, levo, desno)).

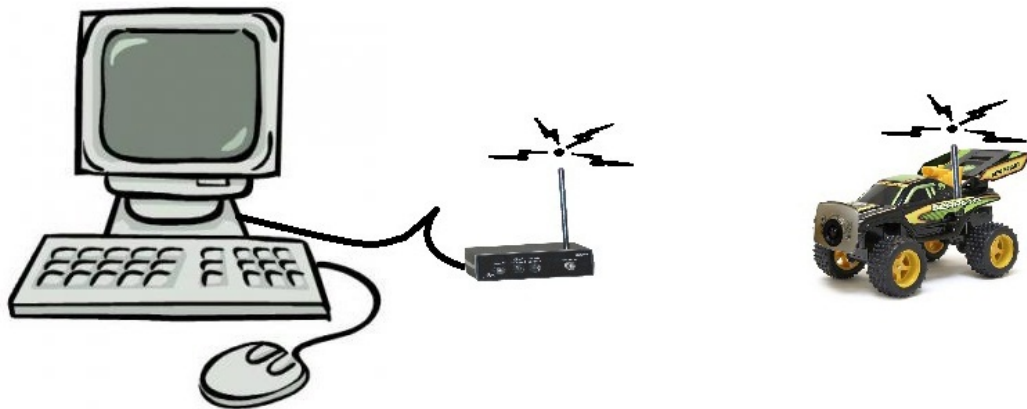
Na emitor in kolektor privedemo ustrezno povezavo iz gumba oddajnika, na bazo tranzistorja pa signal iz Seeduino razvojne ploščice, ki ga aktiviramo s pritiskom tipke na tipkovnici računalnika.

Uporabil sem tranzistorje 2N2222A za katere velja, da je lahko maksimalna napetost med kolektorjem in bazo 75V, tok na kolektorju pa ne sme presegati 0,8A.

Poglavje 3

Zasnova in realizacija

3.1 Zasnova delovanja



Slika 3.1: Zasnova delovanja

Na sliki 3.1 je prikazan sistem, ki omogoča uporabniku upravljanje in nadzorovanje brezžičnega vozila preko računalnika. Vendar, če želimo priti do takega delovanja, moramo pri kupljeni opremi spremeniti veliko stvari, predvsem na strani oddajnika.

3.2 Modificiranje vozila

Kot prvo se znebimo odvečne teže vozila zato odstranimo nepotrebno ogrodje. V notranjosti vozila na sredini opazimo sprejemnik. V zadnjem delu se nahaja električni motorček, ki služi za pogon vozila, spredaj pa je električni servo motorček, ki vozilo usmerja levo ali desno.

5 AA baterij (1,5V) je precej težkih, pa tudi vozilu ne dovajajo dovolj visoko napetost.



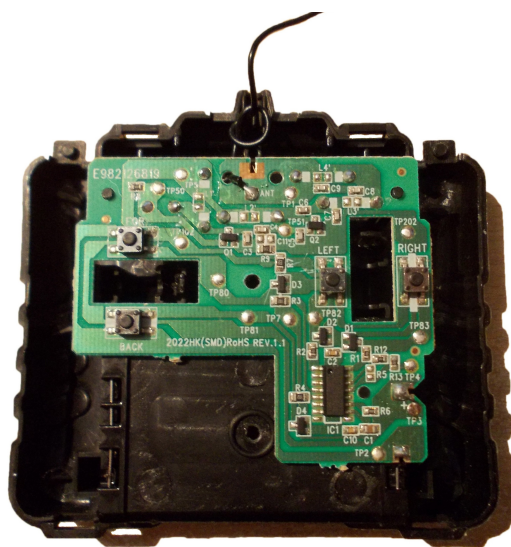
Slika 3.2: Vozilo brez ogrodja z dodatno 9V baterijo in brezžično kamero

Zato poiščemo Vcc in Gnd in ju povežemo z eno, precej lažjo baterijo z višjo napetostjo (9V). Ta ima sicer nižjo kapaciteto vendar za naše namene zadošča. Nato na sprednji del vozila namestimo brezžično kamero, ki je povezana na drugo 9V baterijo. Obe bateriji se nahajata v zadnjem delu vozila. S tem dosežemo, da je teža enakomerno razporejena.

3.3 Modificiranje na strani oddajnika

3.3.1 Radijski oddajnik

Ko odpremo radijski oddajnik najprej poiščemo gumbe, ki upravljajo vozilo. Opazimo 4 gumbe DPST (Double Pole, Single Throw), ki služijo za usmerjanje vozila v 4 smeri (levo, desno, naprej, nazaj). Z enim DPST gumbom dejansko upravljamo 2 povezavi, zato za 4 gumbe potrebujemo 8 žic.

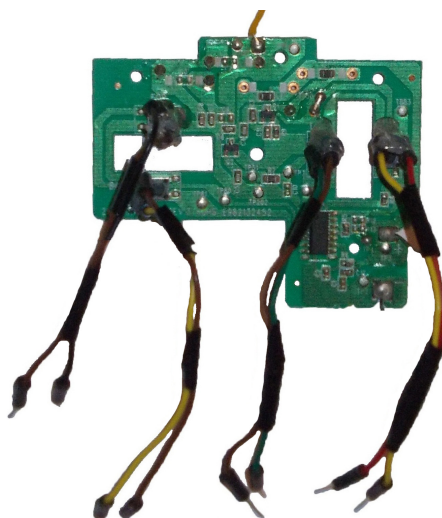


Slika 3.3: Notranjost radijskega oddajnika

S spajkalnikom in vročim lepilom pričvrstimo vse žice (glej sliko 3.4). Poiščemo tudi Vcc in Gnd, ki ju bomo kasneje povezali na Seeeduino in ugotovimo v katero smer teče tok.

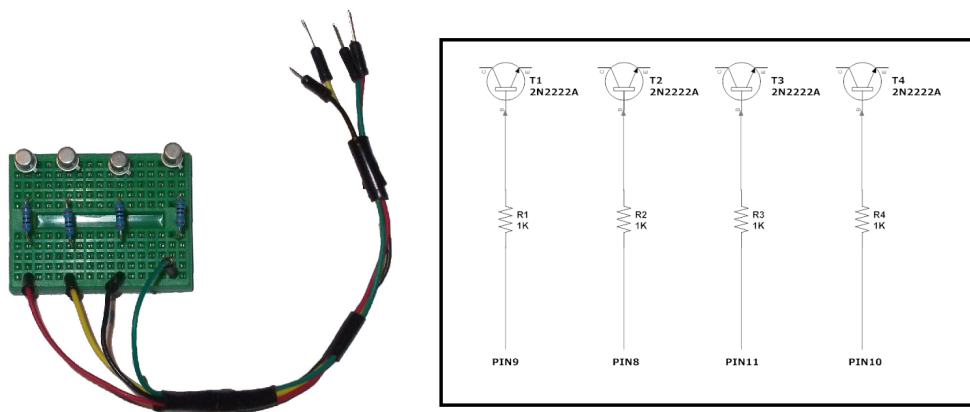
3.3.2 Uporaba tranzistorjev

Če želimo upravljati vozilo preko računalnika moramo s signali kontrolirati povezave na oddajniku. Tukaj uporabimo bipolarne tranzistorje (NPN 2N2222). Na bazo tranzistorja privedemo signale, ki prihajajo iz Seeeduina. Na emitor in kolektor pa privedemo signale iz oddajnika. Da ne preobremenimo tranzistorja, moramo na priključku baze spojiti tudi manjši upor. Ta omeji tok, ki steče na bazo in s tem prepreči poškodbo. Uporabljeni so bili $1k\Omega$ upori (glej sliko 3.5).



Slika 3.4: Povezava gumbov oddajnika z žicami

Ko na bazo tranzistorja prispe aktiven signala iz Seeeduina, steče tok skozi tranzistor. S tem pa steče, kot bomo kasneje videli, tudi tok čez DPST (Double Pole, Single Throw) gumb in tako usmerimo vozilo v eno izmed štirih smeri.

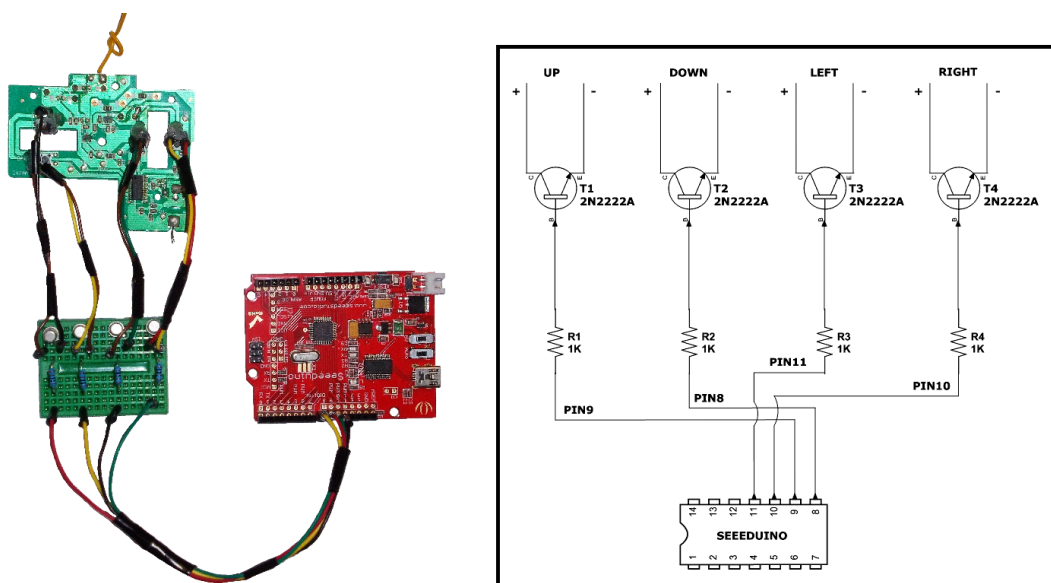


Slika 3.5: Povezava tranzistorjev in $1k\Omega$ uporov ter pripadajoča električna shema

3.3.3 Povezovanje vsega skupaj

Vsak par žic iz oddajnika povežemo na 1 tranzistor. Eno žico na emitor in drugo na kolektor. To storimo glede na smer toka v oddajniku. Na upor, ki ščiti bazo tranzistorja pa privedemo povezave iz Seeeduina. Vsaka povezava služi kontroliranju ene izmed 4 smeri premikanja električnega vozila. Zato je potrebno vedeti katero žico moramo vstaviti v katero nožico Seeeduina. To pa je razvidno tudi iz slike 3.6.

- nožica 11 - LEVO
- nožica 10 - DESNO
- nožica 9 - NAPREJ
- nožica 8 - NAZAJ



Slika 3.6: Celotna povezava na strani oddajnika s pripadajočo električno shemo

Ko je vse skupaj povezano, je potrebno privedi iz Seeeduina napetost na gnd in vcc in Seeeduino povezati z mini USB kablom na računalnik. Povežemo še AV sprejemnik preko EasyCAPa na računalnik in vklopimo kamero. Na računalniku nato poženemo program. V programu se prikazuje slika trenutne lokacije vozila, s smernimi tipkami pa lahko to vozilo usmerjamo.

Poglavje 4

Programska oprema

4.1 Arduino

4.1.1 Kaj je Arduino?

IDE (Integrirano razvojno okolje) Arduino je program napisan v programskem jeziku Java. Izhaja iz programskega jezika Processing (glej poglavje 4.2.1) in deluje v različnih računalniških okoljih. Zasnovan je tako, da predstavi programiranje tudi začetnikom in nepoznavalcem pri razvoju programske opreme. Vključuje urejevalnik kode s funkcijami, kot so sintaksno poudarjanje, avtomatski zamik, omogoča pa tudi prevajanje in prenos programa na razvojno ploščico z enim klikom. Tam ponavadi ni treba zaganjati programov iz ukazne vrstice. [5]

IDE Arduinu je priložena tudi C / C++ knjižnica, imenovana “Wiring” (iz projekta z istim imenom), ki naredi pogoste vhodno/izhodne operacije veliko enostavnejše za uporabo. Arduino programi so napisani v C / C++, čeprav je za delujoč program uporabnikom potrebno definirati samo dve funkciji:

- `setup()` - funkcija, ki inicializira nastavitve in se izvede samo enkrat, na začetku programa;
- `loop()` - funkcija se izvaja dokler ne izklopimo razvojne ploščice.

4.1.2 Program “Upravljanje vozila” na Seeeduinu

Ker je Seeeduino 100% združljiv s programsko opremo za Arduino, lahko program, napisan v IDE Arduinu, prenesemo na razvojno ploščico Seeeduino. Ta prenos lahko izvedemo z enostavnim klikom na gumb z oznako “Upload to I/O



```

Arduino - 0011 Alpha
File Edit Sketch Tools Help
Blink
/*
 * Blink
 *
 * The basic Arduino example. Turns on an LED on for one second,
 * then off for one second, and so on... We use pin 13 because,
 * depending on your Arduino board, it has either a built-in LED
 * or a built-in resistor so that you need only an LED.
 *
 * http://www.arduino.cc/en/Tutorial/Blink
 */

int ledPin = 13;           // LED connected to digital pin 13

void setup()              // run once, when the sketch starts
{
  pinMode(ledPin, OUTPUT); // sets the digital pin as output
}

void loop()              // run over and over again
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // sets the LED on
  delay(1000);              // waits for a second
  digitalWrite(ledPin, LOW); // sets the LED off
  delay(1000);             // waits for a second
}

Done compiling.

Binary sketch size: 1098 bytes (of a 14336 byte maximum)

22

```

Slika 4.1: Integrirano razvojno okolje Arduino in testni program Blink za prižiganje vgrajene LED

Board”. Program mora biti pred tem seveda preveden (s prevajalnikom za Arduino).

Program “Upravljanje vozila” sem napisal tako, da v neskončni zanki čaka, da iz računalnika pošljemo zahtevo za usmerjanje vozila. Določeno zahtevo pošljemo glede na to katero tipko pritismemo na računalniku, vendar za to komunikacijo skrbi drug program, napisan v okolju Processing. Vozilo lahko usmerjamo v 4 smeri (levo, desno, naprej, nazaj). Zahteve pa pošiljamo preko serijske povezave med računalnikom in Seeduinom.

4.1.3 Koda programa “Upravljanje vozila” na Seeedu- inu napisana v okolju Arduino

```

byte incomingByte;                //to read incoming serial data
boolean left = false;
boolean right = false;
boolean up = false;
boolean down = false;

void setup()
{
  Serial.begin(28800);            //setting baud rate
  pinMode(11, OUTPUT);           //LEFT
  pinMode(10, OUTPUT);           //RIGHT
  pinMode(9, OUTPUT);            //UP
  pinMode(8, OUTPUT);            //DOWN
}

void loop()
{
  if (Serial.available() > 0){
    incomingByte = Serial.read();
    if (incomingByte == 'l')      //if left key pressed
      left = HIGH;
    else if(incomingByte == 'r')  //else if right key pressed
      right = HIGH;
    if (incomingByte == 'u')      //if up key pressed
      up = HIGH;
    else if (incomingByte == 'd') //if down key pressed
      down = HIGH;
    if (incomingByte == 'f')      //if left key released
      left = LOW;
    if(incomingByte == 'h')       //if right key released
      right = LOW;
    if (incomingByte == 't')      //if up key released
      up = LOW;
    if(incomingByte == 'g')       //if down key released
      down = LOW;

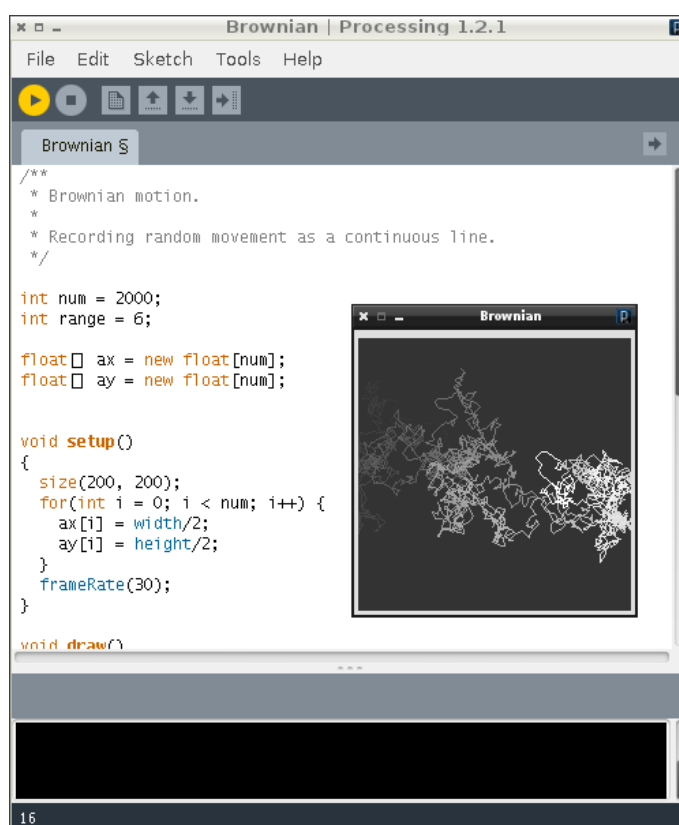
    digitalWrite(8, down);        //digital write of current state
    digitalWrite(9, up);
    digitalWrite(10, right);
    digitalWrite(11, left);
  }
}

```

4.2 Processing

4.2.1 Kaj je Processing?

Processing je odprtokodni programski jezik in integrirano razvojno okolje (IDE). Narejen je za razvijalce elektronskih projektov in z namenom poučevanja osnov računalniškega programiranja v vizualnem kontekstu. Služi kot temelj za elektronsko skiciranje. Eden od zastavljenih ciljev Processinga je, da deluje kot orodje, v katerem se tudi ne-programerji lahko začnejo ukvarjati s programiranjem. Jezik temelji na programskem jeziku Java, vendar pa uporablja bolj poenostavljeno sintakso in model grafičnega programiranja. [6]



Slika 4.2: Integrirano razvojno okolje Processing in prikaz zagona programa “Brownian motion”

Processing vključuje skicirko (sketchbook), minimalno alternativo integrirano razvojno okolje za organizacijo projektov. Vsaka skicirka Processinga je pravzaprav podrazred Java razreda PApplet, ki izvaja večino funkcij jezika

Processing.

Prednosti Processinga:

- Brezplačen prenos orodja in odprtost
- OpenGL 3D pospeševanje
- GNU/Linux, Mac OS X in Windows
- Projekti delujejo kot aplikacija zagnana z dvojnimi klikom
- Več kot 100 knjižnic za delo z zvokom, slikami, videi itd.
- Dobra dokumentacija in veliko literature

4.2.2 Program na računalniku

Program sem poimenoval "Nadzor vozila" in pri programiranju uporabil 2 ključni programski knjižnici. Prva se imenuje "serial" in omogoča komunikacijo med računalnikom in Seeeduinom, druga pa je "video" in omogoča predvajanje slike, ki jo oddaja brezžična kamera. Program najprej inicializira vse spremenljivke in ostale stvari potrebne za delovanje komunikacije med računalnikom in Seeeduinom ter AV sprejemnikom in računalnikom. Potem pa v neskočni zanki čaka, da s smernimi tipkami upravljamo vozilo in medtem predvaja trenutno sliko v resoluciji 640x480 pikslov, ki jo zaznava in oddaja brezžična kamera pritrjena na oddaljeno vozilo.

Pomembno je tudi, da vemo katere ukaze moramo poslati Seeeduinu v primeru pritisnjene ali izpuščene določene tipke (glej poglavje 4.1.3). V primeru pritiska določene tipke na tipkovnici (gor, dol, levo desno), program za nadzor vozila preko serijskih vrat samo enkrat pošlje Seeeduinu zahtevo za premik vozila v določeno smer in potem nobene več dokler ne spustimo te tipke. To pomeni, da Seeeduino pošilja oddajniku zahtevo za določeno smer vozila ne prestando, kljub temu, da komunikacija med računalnikom in Seeeduinom ne poteka več. Šele ko izpustimo to tipko, program znova pošlje Seeeduinu zahtevo, tokrat za prenehanje oddajanja signala za usmerjanje vozila.

Npr., če pritisnemo tipko gor na tipkovnici, program ne daje zahteve Seeeduinu periodično ampak samo enkrat. Ko Seeeduino prejme to zahtevo, drži signal za premik vozila naprej, ki ga oddaja oddajniku, v visokem stanju vse dokler ne izpustimo tipke gor. Po izpustu tipke program znova izda zahtevo

Seeeduinu, tokrat, da se omenjeni signal spremeni v nizko stanje in v takem stanju ostane dokler ponovno me pritisnemo tipke gor na tipkovnici.

Program lahko izvozimo kot samostojno aplikacijo v obliki "ime programa".exe v operacijskih sistemih Windows, podobno pa velja tudi za Linux in Mac OS X.

4.2.3 Koda programa "Nadzor vozila" napisana v okolju Processing

```
import processing.video.*; //video library
import processing.serial.*;

Capture myCapture;
char current=' ';
char leftright='m';
char forwback='m';
Serial myPort;
boolean[] keys = new boolean[526];

void setup(){
    int width = 960; int height = 480;          //program resolution
    int width_cam = 640; int height_cam= 480; //video resolution
    size(width, height);
    myPort = new Serial(this, Serial.list()[2],28800);
    myCapture = new Capture(this, width_cam, height_cam, 25);
    PImage car = loadImage("car.jpg");
    PImage keys = loadImage("long_keys.bmp");
    image(car, width_cam, 0, width-width_cam, height/2);
    image(keys, width_cam, height/2);
}

void captureEvent(Capture myCapture){
    myCapture.read();
}

void mouseClicked(){
    myCapture.settings(); //opens video settings
}

boolean checkKey(String k){
    for(int i = 0; i < keys.length; i++)
        if(KeyEvent.getKeyText(i).toLowerCase().equals(k.toLowerCase()))
            return keys[i];
    return false;
}
```

```
void keyPressed(){
  keys[keyCode] = true;
  if(leftright != 'l' && checkKey("LEFT")){
    leftright='l';
    myPort.write(leftright);
  }
  else if(leftright != 'r' && checkKey("RIGHT")){
    leftright='r';
    myPort.write(leftright);
  }
  if(forwback != 'u' && checkKey("UP")){
    forwback='u';
    myPort.write(forwback);
  }
  else if(forwback != 'd' && checkKey("DOWN")){
    forwback='d';
    myPort.write(forwback);
  }
}
```

```
void keyReleased(){
  keys[keyCode] = false;
  if(!checkKey("LEFT")){
    myPort.write('f');
    leftright='m';
  }
  if(!checkKey("RIGHT")){
    myPort.write('h');
    leftright='m';
  }
  if(!checkKey("UP")){
    myPort.write('t');
    forwback='m';
  }
  if(!checkKey("DOWN")){
    myPort.write('g');
    forwback='m';
  }
}
```

```
void draw(){
  image(myCapture, 0, 0);
}
```

Poglavje 5

Primer uporabe

5.1 Priklučitev potrebnih komponent

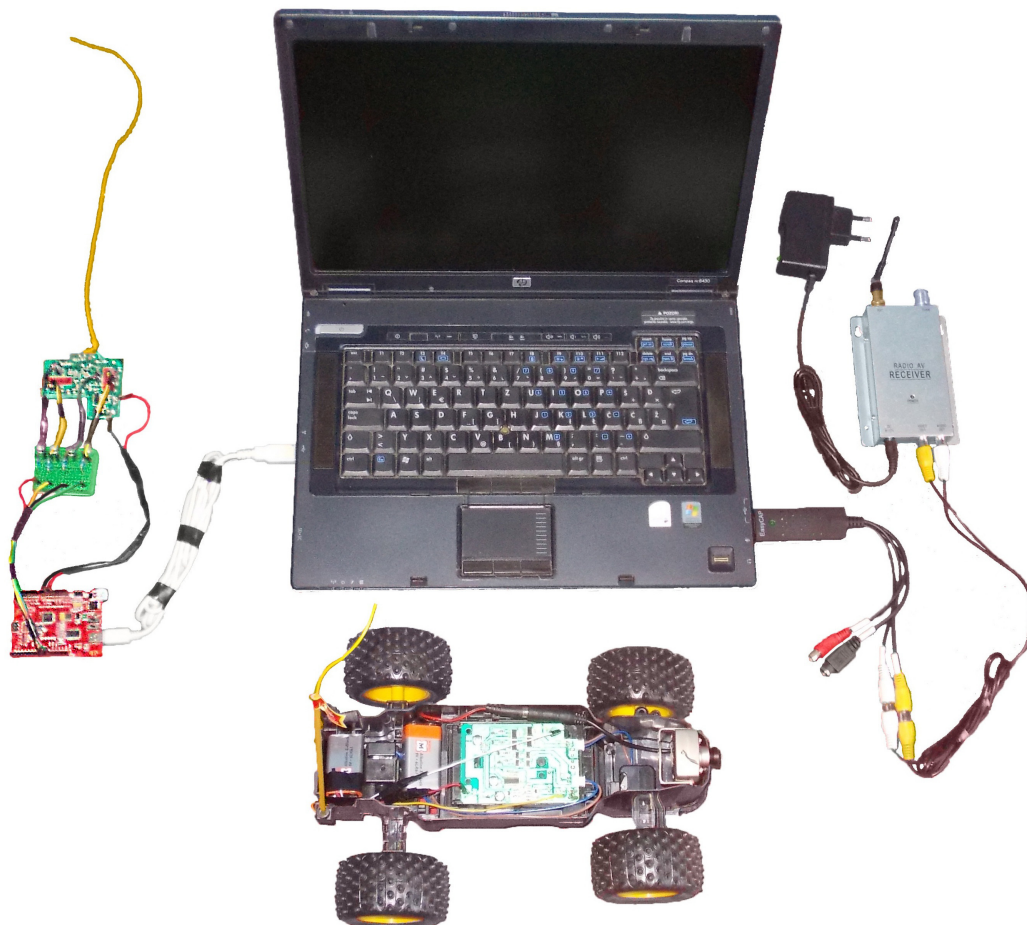
Za pravilno delovanje programa “Nadzor vozila” je najprej potrebno vse komponente povezati kot kaže slika 5.1. Radijski oddajnik vozila, preko tranzistorjev in uporov, povežemo na razvojno ploščico Seeeduino in mu dodamo električno napajanje (5V). Previdni moramo biti predvsem na pravilno razporejene povezave med nožicami (nožice 8-11) Seeeduina in pripadajočimi povezavami na oddajniku (povezava z gumbi za različne smeri vozila). Seeeduino pa povežemo preko mini USB kabla na USB vrata v računalnik. Pri prvi uporabi Seeeduina je potrebno najprej namestiti gonilnike za Arduino.

Nato iz AV sprejemnika preko AV kabla povežemo sliko in zvok na USB snemalnik EasyCAP, tega pa, enako kot Seeeduino, povežemo na USB vrata računalnika. AV sprejemnik preko adapterja (12V, 500mA) priklopimo na električno omrežje. Enako kot za Seeeduino, velja tudi za EasyCAP, da je potrebno pri prvi uporabi namestiti potrebne gonilnike, ki jih prejmemo ob nakupu na CD mediju. Na spodnji strani vozila premaknemo stikalo za delovanje na oznako ON in vklopimo kamero.

Po prenehanju uporabe vozila je potrebno izklopiti kamero ter stikalo za delovanje vozila premakniti na OFF. Kljub temu, da vozila ne uporabljamo in stoji pri miru, sprejemnik za delovanje troši baterijo. Res, da je električna poraba minimalna, vendar se lahko v daljšem obdobju (več dni) baterija vseeno popolnoma iztroši.

Nekateri kabli so bili zaradi želje po prikazu preglednejše slike zlepljeni skupaj. Priporočljivo je, da so kabli med uporabo raztegnjeni in ne zviti kot to prikazuje omenjena slika. Tukaj velja omeniti tudi to, da se moramo držati navodil proizvajalca različnih komponent, kar pomeni, da ne smemo uporabljati

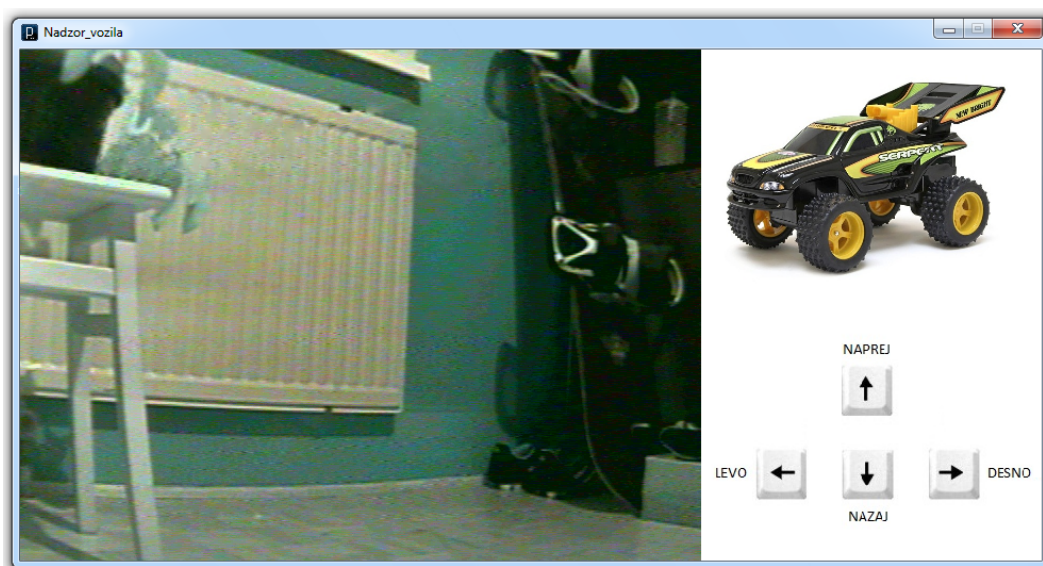
komponent izven meja temperaturnega območja delovanja in skladiščenja ter maksimalne vlažnosti.



Slika 5.1: Povezava komponent za uporabo

5.2 Uporaba programa za nadzor vozila

Po zagonu programa "Nadzor vozila" se prikaže uporabniški vmesnik (glej sliko 5.2) s katerim lahko nadzorujemo in upravljamo vozilo. Vozilo nadzorujemo na levi strani programa kjer se v ločljivosti 640x480 pikslov prikazuje trenutna slika, ki jo oddaja brezžična kamera na vozilu. Na desni strani se spodaj nahaja slika pušic, ki predstavljajo tipke računalniške tipkovnice (levo, desno, gor,



Slika 5.2: Program napisan v okolju Processing

dol). Ta slika prikazuje uporabo programa (s katerimi smernimi tipkami kam usmerimo vozilo). V desnem zgornjem kotu pa je slika daljinsko vodenelega električnega vozila, zgolj za lepši vizualni efekt.

Program lahko hkrati zazna največ dve pritisnjeni tipki, levo ali desno in naprej ali nazaj. To omogoča, da lahko vozilo medtem, ko vozi naprej ali nazaj, usmerjamo tudi v stran. Če pa hkrati pritisnemo in držimo tipki, ki si načeloma nasprotujeta (levo in desno ali naprej in nazaj), program zazna le prvo pritisnjeno tipko, drugo pa ignorira.

Slika brezžične kamere, ki jo prikazuje program, ponavadi najprej ni razločna in prikazuje zgolj črno sliko ali šum (podobno kot televizija, ko ni TV signala). Zato je potrebno pri prvi uporabi programa poiskati frekvenco oddajanja brezžične kamere v območju od 2400MHz do 2483MHz. To storimo z obračanjem gumba z oznako "Tune" na AV sprejemniku dokler ne pridemo do bistre slike oz. do slike, ki zadovolji naše potrebe. V zraku so dostikrat radijske motnje zato redkokdaj pridemo do popolnoma bistre slike, še posebej pri cenovno ugodnih brezžičnih kamerah in sprejemnikih. Kvaliteta slika pa je povezana tudi z oddaljenostjo vozila od sprejemnika. Uporabljeni komplet za video nadzor je učinkovit (brez večjih motenj) le na razdalji okoli 15m v notranjih prostorih s stenami in približno 55m na odprtem.

Za izhod iz programa pritisnemo gumb z oznako X v desnem zgornjem kotu.

Poglavje 6

Zaključek

6.1 Ugotovitve in testiranje

S končnim izdelkom sem zelo zadovoljen, ker mi je uspelo realizirati vse kar sem si zadal za cilj. Opravil sem veliko testiranja delovanja in nikoli ni prišlo do kakršnihkoli težav. Program “Nadzor vozila” sem testiral samo v operacijskem sistemu Windows 7. Pri uporabljenih strojnih komponentah povzroča največji problem iskanje frekvence, ki jo oddaja oddajnik na brezžični kameri. Tudi, ko na AV sprejemniku najdemo pravo frekvenco, jo je potrebno redno popravljati. Vzrok za to je najverjetneje v pregrevanju, ki je posledica slabe kvalitete AV sprejemnika.

Največ dela sta mi zadala iskanje primernega programskega okolja in strojne opreme. V veliko pomoč mi je bilo znanje, ki sem ga pridobil pri izdelavi seminarja z naslovom “Daljinsko prižiganje in ugašanje računalnika” v katerem sem uporabljal tako tranzistorje kot tudi radijski oddajnik in sprejemnik. Pri izdelavi diplomskega dela sem pridobil tudi veliko novega znanja, predvsem na področju uporabe integriranega razvojnega okolja Arduino in Processing s katerima sem se srečal prvič.

6.2 Izboljšave na strojni opremi

Največ izboljšav je mogoče narediti prav pri strojnih komponentah. Seveda pa za vsem tem stoji cena izdelka. V večini primerov so bili, zaradi omejenih denarnih sredstev, uporabljeni najcenejši izdelki. Naročeni so bili preko interneta iz Kitajske zato tudi ni veliko specifičnih podatkov.

Z nakupom boljšega in posledično dražjega kompleta za video nadzor bi

pridobili predvsem na kvaliteti slike (lepša slika v višji ločljivosti). Imeli bi boljšo zaščito pred motnjami, povečal pa bi se tudi domet delovanja. Boljše kamere zaznavajo več kot 30 slik na sekundo, tudi 100 in več, kar bi prišlo do izraza predvsem pri večjih hitrostih radijsko vodenega vozila.

Daljinsko vodena vozila višjega cenovnega ranga so precej hitrejša in sestavljena iz boljših materialov. Delujejo na frekvenci 2,4GHz kar pomeni, da jih lahko uporabljamo skupaj z drugimi, podobnimi daljinsko vodenimi vozili. Pri frekvenci 40MHz, ki jo uporablja večina poceni daljinsko vodenih igrač, namreč pogosto prihaja do medsebojnih motenj med oddajniki in sprejemniki. Omenjena težava vodi do tega, da lahko z enim oddajnikom nehote upravljamo več drugih radijsko vodenih igrač v bližini.

Na vozilo bi lahko namestili še dodatke, odvisno od naših potreb. Na primer LED luči za vožnjo v temi, hupo za opozarjanje, mu dodali radar, da bi vnaprej opazili ovire in poznali razdaljo oddaljenosti vozila od nas, idr.

Vozilu bi lahko dodali še dodatna servo motorčka, ju skupaj povezali in na zgornjega pričvrstili brezžično kamero. To bi omogočalo daljinsko voden premik kamere v vse smeri (npr. za ogled okolice vozila). Za izvedbo tega bi potrebovali še en radijski oddajnik in sprejemnik ali pa bi na dodaten Seeeduino povezali tako usmerjanje vozila kot tudi krmiljenje brezžične kamere.

6.3 Izboljšave v programu

V večini primerov bi morali zaradi dodatne strojne opreme, ki bi jo želeli radijsko upravljati, spreminjati programsko kodo programa "Nadzor vozila". Če bi želeli imeti brezžično kamero pritrjeno na servo motorčkih in jo upravljati npr. z miško, bi imeli kar nekaj dela z dodatnim programiranjem. Enostavnejše pa bi bilo pri dodajanju hupe, ki jo sproži določena tipka na računalniški tipkovnici.

Z boljšimi programskimi knjižnicami se da veliko narediti tudi na uporabniškem okolju in načinu prikazovanju slike, ki jo prikazuje kamera. Uporabnik bi si lahko sam po želji nastavil s katerimi tipkami na tipkovnici bo usmerjal vozilo in ne kot sedaj, ko je omejen na smerne tipke. Pri prikazovanju slike pa ne bi bili več omejeni na ločljivost 640x480 piksov, ampak bi se slika brez težav prikazovala tudi pri višji ločljivosti. Z dodatno opremo pa se seveda odpre še več možnosti nastavitvev. Ob uporabi senzorjev za zaznavanje ovir bi lahko sprogramirali funkcijo za avtomatično vožnjo. Tako bi v programu "Nadzor vozila" imeli možnost izbire med avtomatičnim in ročnim načinom vožnje.

Podobno velja za program “Upravljanje vozila” napisan na razvojni ploščici Seeeduino. Tudi tam bi morali spreminjati programsko kodo, še posebej previdni pa bi morali biti pri povezovanju kablov z nožicami.

Slike

1.1	IR oddajnik	4
2.1	Radijsko voden avtomobilček Serpent (sprejemnik se nahaja v notranjosti vozila)	6
2.2	Radijski oddajnik	7
2.3	Kamera z oddajnikom	9
2.4	2,4 GHz radijski AV sprejemnik	10
2.5	Seeeduino V2.21 (Atmega 328P)	11
2.6	Podrobnejši prikaz komponent na Seeeduino V2.21 (Atmega 328P)	12
2.7	EasyCap	13
2.8	NPN Tranzistor 2N2222	14
3.1	Zasnova delovanja	15
3.2	Vozilo brez ogrodja z dodatno 9V baterijo in brezžično kamero	16
3.3	Notranjost radijskega oddajnika	17
3.4	Povezava gumbov oddajnika z žicami	18
3.5	Povezava tranzistorjev in $1k\Omega$ uporov ter pripadajoča električna shema	18
3.6	Celotna povezava na strani oddajnika s pripadajočo električno shemo	19
4.1	Integrirano razvojno okolje Arduino in testni program Blink za prižiganje vgrajene LED	21
4.2	Integrirano razvojno okolje Processing in prikaz zagona programa "Browning motion"	23
5.1	Povezava komponent za uporabo	28
5.2	Program napisan v okolju Processing	29

Literatura

- [1] http://sl.wikipedia.org/wiki/Infrardeca_svetloba
- [2] <http://electronics.howstuffworks.com/remote-control.htm>
- [3] http://sl.wikipedia.org/wiki/Radijski_valovi
- [4] <http://smakrobot.si/elektronika-arduino-mikrokontrolnik/>
- [5] <http://en.wikipedia.org/wiki/Arduino>
- [6] [http://en.wikipedia.org/wiki/Processing_\(programming_language\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Processing_(programming_language))
- [7] <http://processing.org/>