

ŠOLSKI CENTER VELENJE  
ELEKTRO IN RAČUNALNIŠKA ŠOLA VELENJE  
Trg mladosti 3, 3320 Velenje  
MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ ŠALEŠKE DOLINE

RAZISKOVALNA NALOGA  
**NADZOR MOBILNEGA ROBOTA PREKO MOBILNEGA TELEFONA**

Tematsko področje: ROBOTIKA

Avtorja:

Mario Dvoršek, 4. letnik

Igor Đukanović, 4. letnik

Mentor:

Gregor Hrastnik, univ. dipl. inž. rač. in inf.

Velenje, 2013

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Elektro in računalniški šoli Velenje, 2013

Mentor: Gregor Hrastnik, univ. dipl. inž. rač. in inf.

Datum predstavitve: marec 2013

## **KLJUČNA DOKUMENTACIJA INFORMACIJA**

ŠD Elektro in računalniška šola Velenje, šolsko leto 2012/2013

KG Robot / Raspberry Pi / Mobilno upravljanje

AV DVORŠEK, Mario / ĐUKANOVIĆ, Igor

SA HRASTNIK, Gregor

KZ 3320 Velenje, SLO, Trg Mladosti 3

ZA ŠC Velenje, Elektro in računalniška šola, Trg Mladosti 3, Velenje

LI 2013

IN **UPRAVLJANJE MOBILNEGA ROBOTA  
PREKO MOBILNEGA TELEFONA**

TD Raziskovalna naloga

OP VI, 16 str., 2 pregl., 10 sl., 6 vir.

IJ SL

AI Robotika je perspektivno področje, ki se hitro razvija. Namen najine raziskovalne naloge je raziskati področje brezžičnega upravljanja robotov preko omrežja. Ugotoviti sva hotela ali je bolje kupiti ali izdelati svojega robota. Odločila sva se izdelati avtomobil, ki se bo premikal po ukazih s spletne strani oziroma aplikacije. Raziskovalna naloga tako zahteva programersko in elektrotehnično znanje. Izbrala sva si krmilnik Raspbery Pi, ker je poceni in podpira vse funkcije, ki jih želiva vključiti v izdelek. Raspbery Pi je priklopljen na baterijo ter brezžično omrežje. Na krmilniku teče skripta in sprejema ukaze, ki jih dobi preko omrežja in pošilja signale na dva servo motorja, ki poganjata avto. Motorčka imata svoje napajanje. Spletna aplikacija, ki pošilja podatke krmilniku je napisana v jeziku PHP. Postavila sva hipotezo, da je ceneje narediti izdelek, kot pa ga kupiti in da imajo že narejeni produkti več funkcij. Izdelke sva potem primerjala cenovno in funkcionalno.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND Elektro in računalniška šola Velenje, šolsko leto 2012/2013
- CX Robot / Raspberry Pi / Mobile control
- AU DVORŠEK, Mario / ĐUKANOVIĆ, Igor
- AA HRASTNIK, Gregor
- PP 3320 Velenje, SLO, Trg Mladosti 3
- PB ŠC Velenje, Elektro in računalniška šola, Trg Mladosti 3, Velenje
- PY 2013
- TI **UPRAVLJANJE MOBILNEGA ROBOTA  
PREKO MOBILNEGA TELEFONA**
- DT Raziskovalna naloga
- NO VI, 16 p., 2 tab., 10 fig., 6 ref.
- LA SL
- AB Robotics is a perspective area that is rapidly being developed. The purpose of our research work was to explore the field of wireless management of robots through a network. We wanted to find out whether it is better to buy or to develop a robot. Therefore, we decided to develop a car that would move according to the commands from the website or application. The research work thus required not only the knowledge of programming, but also that of electrical engineering. Raspberry Pi controller has been chosen because it is cheap and supports all the features that are meant to be included in the product. Raspberry Pi is connected to a battery and a wireless network. The controller runs the script and accepts commands via the network and sends signals to the two servo motors that drive the car. The web application that sends data to the controller is written in PHP. We set the hypothesis that it is cheaper to make a product, rather than buy it and that the already-made products have more functions. The products were then compared according to the price and functionality.

## KAZALO VSEBINE

1	UVOD .....	1
1.1	Hipoteze:.....	1
2	PREGLED STANJA TEHNIKE.....	2
2.1	Arduino .....	2
2.2	Že obstoječe mobilne aplikacije .....	2
3	METODE DELA .....	5
3.1	Opredelitev problema .....	5
3.2	Razvoj robota.....	5
3.3	Prototip robota .....	7
3.4	Končan robot .....	8
3.5	Napajanje robota.....	9
4	RASPBERRY PI.....	9
4.1	Processor .....	10
4.2	Napajanje .....	11
4.3	Operacijski sistem.....	11
5	TEHNIŠKI PODATKI.....	11
6	PROGRAMSKA SKRIPTA IN SPLETNA APLIKACIJA .....	12
7	REZULTATI.....	13
8	RAZPRAVA .....	14
9	ZAKLJUČEK.....	15
10	VIRI IN LITERATURA .....	15
11	ZAHVALA .....	15
12	POVZETEK .....	16

## **KAZALO SLIK**

Slika 1: Sphero ball.....	2
Slika 2: Desk pet tankbots .....	3
Slika 3: Dark Pi Rises .....	4
Slika 4: Podvozje.....	6
Slika 5: Prvo upravljanje motorja preko omrežja.....	7
Slika 6: Motorček .....	8
Slika 7: Baterija .....	8
Slika 8: Prototip.....	9
Slika 9: Krmilnik Raspberry Pi .....	10
Slika 10: Raspbian operacijski sistem .....	11
Slika 11: Spletna aplikacija .....	12

## **KAZALO TABEL**

Tabela 1: Cene .....	13
Tabela 2: Primerjava.....	13

## 1 UVOD

Za to raziskovalno nalogo sva se odločila, ker naju zelo zanima področje robotike in računalništva ter se zavedava, da je to območje zelo obširno in zapleteno. S to idejo sva se udeležila Microsoftovega Hackaton tekmovanja, vendar sva imela premalo znanja in časa, da bi robota usposobila.

Namen raziskave je uspešna povezava telefona in robota preko brezžičnega omrežja in osnovno krmiljenje robota. Torej, da bi se robot premikal naprej, nazaj, levo ter desno. Ugotoviti sva hotela, ali je boljše izdelati ali kupiti robota in kakšne so razlike med njima.

Najin končni izdelek je robot s kolesi, ki bi ga upravljala preko aplikacije na telefonu. Povezava robota in telefona bo potekala preko brezžičnega omrežja. Aplikacija bo pošiljala signale robotu in ta se bo odzival glede na pritisnjen gumb. Robot se bo lahko premikal naprej, nazaj, levo ter desno. Z robotom bomo lahko premagovala ovire, lahko bi se z njim tekmovalo na način, da bi postavila progo in tisti, ki jo najhitreje odpelje, je zmagovalec.

Čeprav je osnova robota zaenkrat še čisto preprosta, ga lahko kasneje nadgradiva s senzorji, video kamero, pomično roko.

Za krmiljenje sva si izbrala kontrolno ploščo Raspberry Pi, saj omogoča povezavo na WiFi prek USB-ja in ima možnost priklopa motorčkov.

Ideja za to nalogo je predvsem to, da lahko iz samega krmilnika ustvarimo delujočo napravo, ki se bo odzivala na dotik telefona.

### 1.1 Hipoteze:

1. Doma izdelan robot je cenejši od kupljenega.
2. Kupljen robot je bolj funkcionalen od izdelanega.

## 2 PREGLED STANJA TEHNIKE

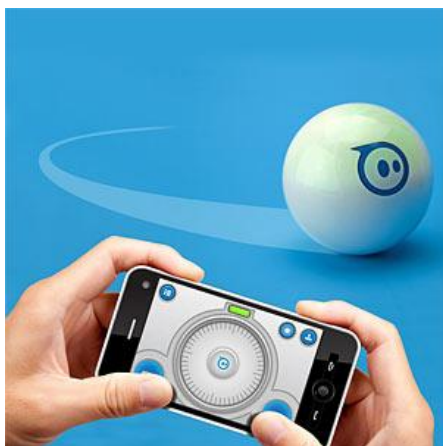
Mobilni roboti so naprave, ki se premikajo, uporabljajo se lahko za zabavo, kot igrače, lahko pa tudi zelo pomagajo ljudem. Lahko se jih upravlja z mobilnimi ali spletnimi aplikacijami, daljinskim upravljalnikom, lahko se tudi premikajo sami s pomočjo umetne inteligence. Uporabni so v vsakdanjem življenju, ker nadomestijo delovno silo, v nesrečah lahko iščejo preživele, uporabljajo se tudi za deminiranje minskih polj. V prihodnosti bo robotov vedno več na vseh področjih.

### 2.1 Arduino

Arduino je univerzalni mikrokontroler snovan na Atmel tehnologiji in je idealen krmilno elektrono in robotiko. Arduino je odprto kodna mikrokontrolna platforma, zasnovana na enostavni razvojni ploščici z vhodno/izhodnimi konektorji in uporabniku prijaznem razvojnem okolju (brezplačna programska oprema).

### 2.2 Že obstoječe mobilne aplikacije

Sphero robotics ball je krogla, ki se lahko premika z upravljanjem z aplikacijo za Android in iOS. Uporablja Bluetooth povezavo in ima veliko funkcij. Je hitra in dobro vodljiva. Cena je 100 €.



Slika 1: Sphero ball (Vir:

[http://a.tgcdn.net/images/products/additional/carousel/ed94\\_sphero\\_robotic\\_ball\\_inuse.jpg](http://a.tgcdn.net/images/products/additional/carousel/ed94_sphero_robotic_ball_inuse.jpg))



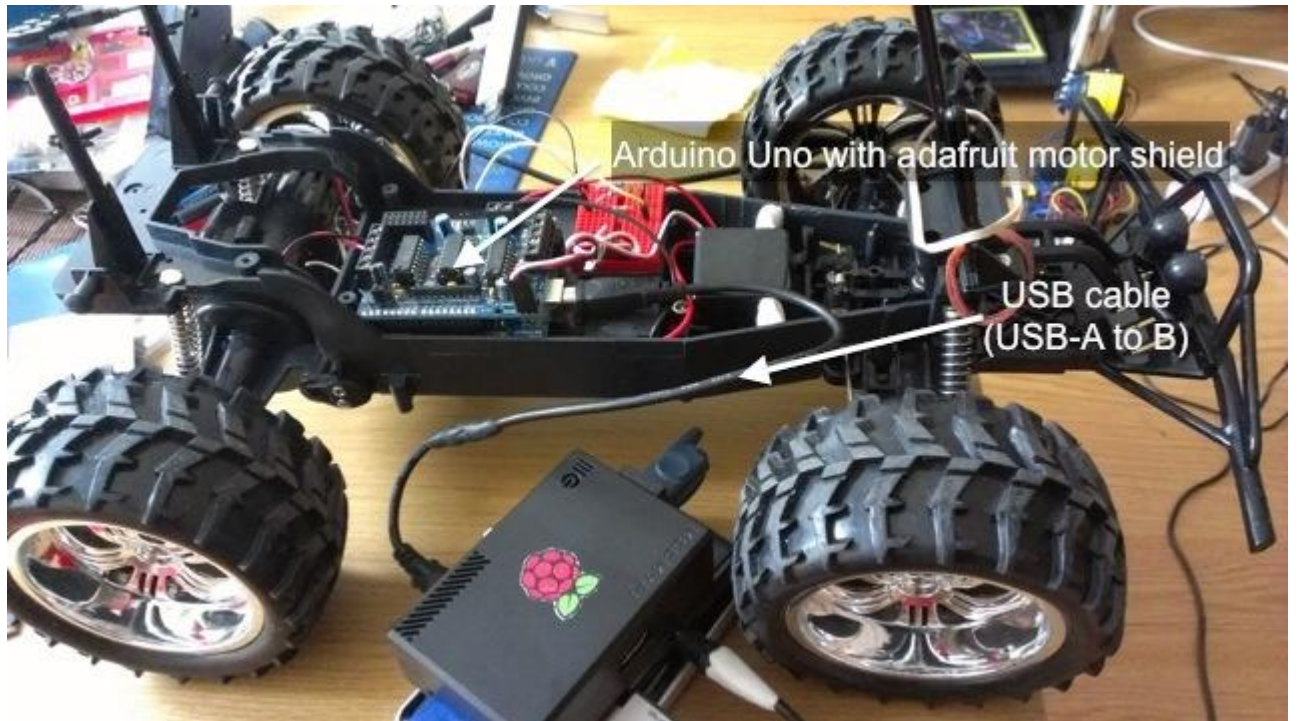
Desk Pet Tankbots je majhen robot, narejen za upravljanje Android in iOS telefoni. Je počasen, upravljanje je podobno kot pri najinem izdelku. Cena je 20 €.



**Slika 2: Desk pet tankbots (Vir:**

**[http://a.tgcdn.net/images/products/additional/carousel/eb6e\\_desk\\_pets\\_tankbot\\_inuse.jpg](http://a.tgcdn.net/images/products/additional/carousel/eb6e_desk_pets_tankbot_inuse.jpg))**

The Dark Pi Rises je podoben robot, ki je prav tako domače izdelave. Je preurejen avto na daljinski pogon in en izmed prvih takšnih projektov . Za sprejem ukazov preko omrežja uporablja Raspberry Pi, za upravljanje z motorji pa Arduino. Ima tudi kamero, in pošilja sliko računalniku.



Slika 3: Dark Pi Rises (Vir: <http://aonsquared.co.uk/sites/default/files/IMAG0655.jpg>).

## **3 METODE DELA**

### **3.1 Opredelitev problema**

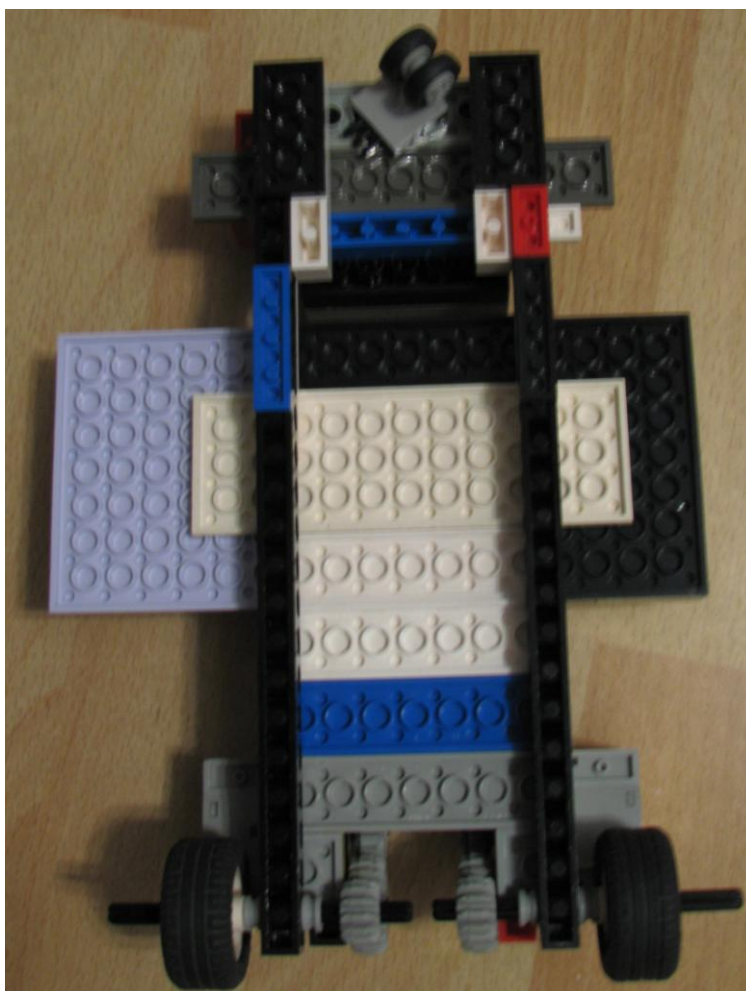
Ali je možno izdelati robota, ki bi bil cenejši od drugih robotov in imel podobno uporabnost.

### **3.2 Razvoj robota**

Aplikacija bi bila narejena za mobilne naprave in bi omogočala pošiljanje signalov do robota, ki bi se premikal na zaznan ukaz. Na zaslonu s klikom na gumb lahko upravljamo robota.

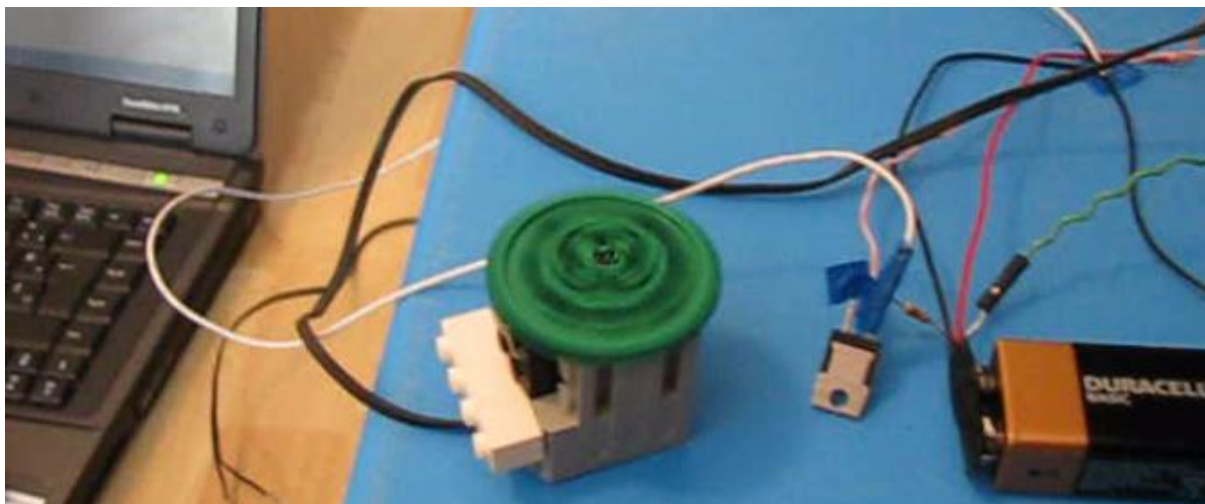
Robot bo za premikanje uporabil dva servo motorja. Ko sta prižgana oba motorja, se robot premika naprej, če pa je prižgan samo eden, pa se vrti oziroma zavija. Robot je na treh kolesih.

Sprednji kolesi sta za pogon. Oba kolesa sta z zobniki povezana s svojim motorjem. Zadaj je eno kolo, ki je vrtljivo okoli svoje osi za 360 stopinj. Tako lahko avto zavija levo in desno, ko se vrti eno sprednje kolo. Ko se vrti desno kolo, avto zavija v levo in obratno.



**Slika 4: Podvozje (Foto: I. Đukanović).**

Roboti vedno bolj pomagajo ljudem in jim olajšajo vsakdanje delo. Robota sva povezala v omrežje preko brezžičnega sprejemnika, ki je priključen na RaspberryPi. Na ta način lahko sedaj robot komunicira z omrežjem in prejema ter pošilja ustrezne ukaze. Za pošiljanje ukazov sva naredila spletno aplikacijo, prek katere lahko dostopamo iz katerekoli naprave, ki podpira povezovanje v omrežje in z uporabniškim imenom ter geslom. Po prijavi se pokaže začetna stran, na kateri lahko upravljamo motorčke. S samo enim klikom lahko prižgemo ali ugasnemo ustezen motorček. Na ta način se lahko avto premika naprej in nazaj. Kadar kliknemo na gumb v spletni aplikaciji, ta pošlje ukaz kontrolniku, ki ga sprejme s skripto, ki se mora neprestano izvajati. Skripta nato posreduje sprejete podatke na ustrezen pin na krmilniku, ki sklence ali pa prekine električni tok. Na ta način se motorček začne vrteti ali se ustavi. Spletna aplikacija je napisana v PHP in HTML jeziku. Skripta pa v t.i. Bash programiranju.



Slika 5: Prvo upravljanje motorja preko omrežja (Foto: I. Đukanović).

### 3.3 Prototip robota

Najin robot je začel nastajati tako, da sva vse potrebne dele najprej začela iskati doma in tudi v šoli. Kar nisva dobila, sva kupila preko spleta.

Konstrukcija avtomobila je sestavljena iz lego kock. Na njem je glavni krmilnik RaspberryPi in motorčka. Avtomobilček je sestavljen še iz podvozja, na katerem sta zadaj priterjena še dve kolesi, povezani z osjo. Na sprednjem delu ima na sredini vrtljivo kolo, ki se lahko obrača za 360°. Na podvozju je priterjen tudi najin glavni krmilnik Raspberry Pi, kateri upravlja oba motorčka. Zgornji del avtomobila prekrivajo žice, ki povezujejo glavni krmilnik z motorjema. Baterija, ki napaja motorčka, se nahaja na sprednjem delu.

Pri izbiri krmilnika sva imela kar nekaj težav, saj ti niso poceni in sva porabila kar nekaj časa, da sva našla takega, ki je cenovno in funkcionalno ustrezal.



**Slika 6: Motorček (Vir: <http://media.peeron.com/pics/inv/setpics/5225-1.1125899206.thumb2.jpg>).**

Slika prikazuje najin motorček, ki poganja avtomobil. Deluje pri 9V napetosti. Premikanje omogoča sredinska os motorja, ki se prične vrteti kadar se sklene tok.

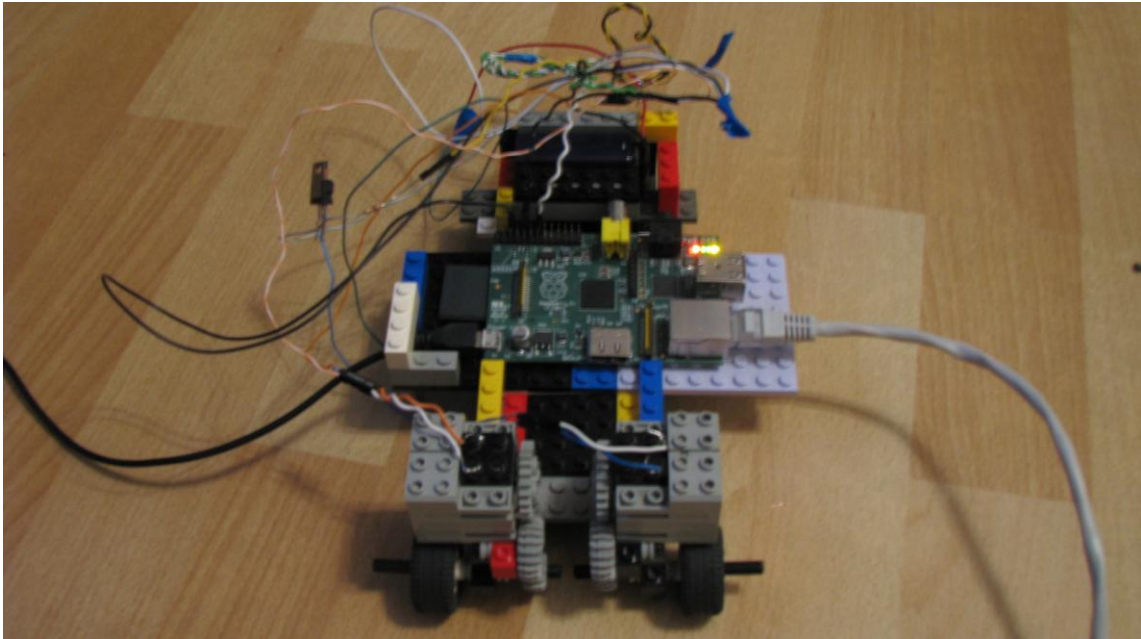


**Slika 7: Baterija (Vir: <http://forum.allaboutcircuits.com/showthread.php?t=49276>).**

Baterija je klasična 9V in omogoča delovanje in vrtenje najinih motorčkov.

### 3.4 Končan robot

Robot je bil končan po dveh mesecih intenzivnega dela. Motorja sva na robota povezala tako, da sva mu dodala baterijo, tranzistor in upor. Upor skrbi za omejitev toka. Motorja uporabljata energijo iz baterije in ne iz krmilnika. Baterija mora biti zato, ker krmilnik lahko pošlje le majhen tok, ki ne bi mogel poganjati motorjev in bi se krmilnik lahko pokvaril, ko bi tok tekkel skozi procesor, kjer so povezave najtanjše. Tako krmilnik pošlje le majhen tok do tranzistorja. Tranzistor deluje kot stikalo, potrebuje majhno napetost, da sklene električni krog med baterijo in motorjem. Ko je električni krog sklenjen, se motor začne vrteti.



Slika 8: Prototip (Foto: I. Đukanović).

### 3.5 Napajanje robota

Robot se napaja preko baterije z napetostjo 9V, kar je dovolj za najin krmilnik. Imava tudi drugo baterijo, katera napaja najina motorčka, ker ena baterija ne zmore napajati krmilnika in motorčkov.

## 4 RASPBERRY PI

Robot mora imeti krmilnik, na začetku sva mislila, da bova uporabila Arduino. Potem sva se premislila ker so dodatni deli za brezžično povezovanje predragi.

Krmilnik Raspberry Pi je podoben Arduino in sva ga izbrala zato, ker je cenejši in ima podobne funkcionalnosti kot Arduino. Na njem teče Raspbian operacijski sistem z grafičnim vmesnikom, preko katerega lahko upravljamo s krmilnikom. Krmilnik lahko priključimo na omrežje in tako dostopamo do svetovnega spleta. To nama omogoča tudi brezžično povezavo telefona in krmilnika, na katerem bi bil postavljen strežnik in sprejemal ter izvajal signale, ki bi jih pošiljal telefon.

Krmilnik vsebuje naslednje komponente:

- Procesor (700 MHz)
- Pomnilnik (RAM – 512 MB)
- Razširitveni medij (SD card, 8Gb)
- USB (2 izhoda/vhoda)
- Video izhod (HDMI)
- Audio izhod (HDMI ali 3.5mm jack)
- Napajanje 700 mA (3.5 W)
- Operacijski sistem Raspbian
- Omrežni priključek (RJ-45)



Slika 9: Krmilnik Raspberry Pi (Vir:

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/3d/RaspberryPi.jpg/300px-RaspberryPi.jpg>).

## 4.1 Procesor

Procesor je glavni del robota, saj preračunava vse ukaze, ki mu jih pošlje krmilnik, in tako omogoča delovanje robota.

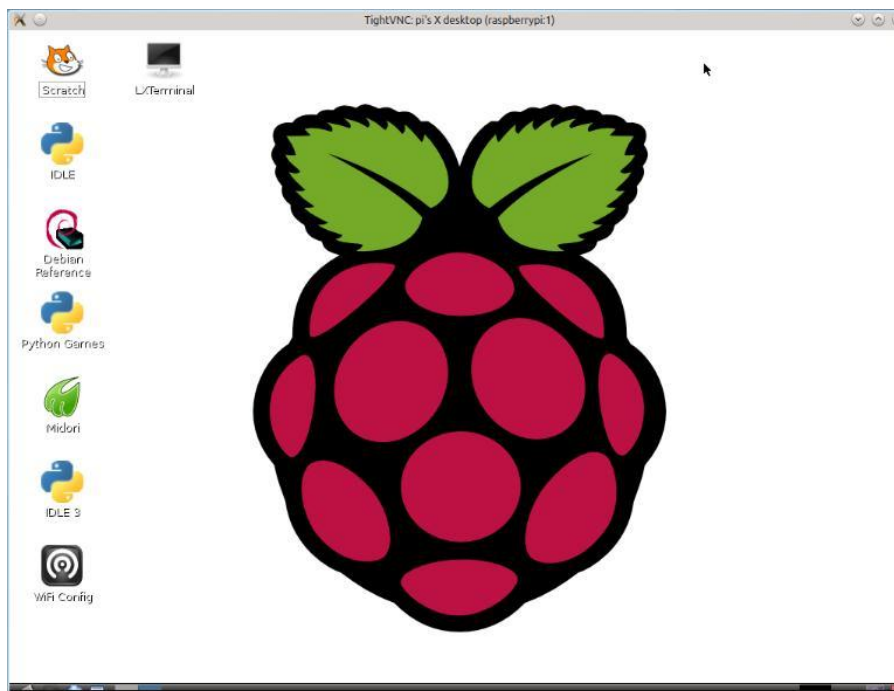


## 4.2 Napajanje

Robot se napaja preko adapterja, ki ga lahko priključimo na 230V, ali preko baterije. Za napajanje potrebuje vsaj 700 mA, optimalno pa je 1 A in 5 V.

## 4.3 Operacijski sistem

Na krmilniku teče Linuxova distribucija Raspbian, podoben je distribuciji Debian, le da je prilagojen za Raspberry Pi. Ima konzolo in tudi grafični vmesnik.



Slika 10: Raspbian operacijski sistem (Vir: <http://hertaville.com/wp-content/uploads/2012/10/raspimg6.png>).

## 5 TEHNIŠKI PODATKI

Velikost robota je 20x16x6 centimetrov ter teža 0,35 kilograma.

## 6 PROGRAMSKA SKRIPTA IN SPLETNA APLIKACIJA

Spletna aplikacija je spisana v programu PHP in HTML. HTML je jezik za spletno programiranje, PHP pa je programska skripta, ki se izvaja na serverju. Server teče na najinem RaspberryPi-ju s programi Apache, phpmyadmin ter MySQL. Do te spletne strani lahko dostopamo iz katerekoli naprave, ki je povezana v svetovni splet. Najprej stran zahteva uporabniško ime ter geslo, da preveri uporabnika. Po uspešni prijavi se odpre meni in tabela, v kateri so gumbi in tekst za določen motorček. Na gumbu tudi piše, če je motorček prižgan ali je ugasnjen. S klikom na gumb se motorček začne vrteti, s ponovnim klikom pa se ustavi. Kadar kliknemo na gumb, ta pošlje podatke Linux skripti.



### [Odjava](#)

Slika 11: Spletna aplikacija (Foto: M. Dvoršek).

Programska skripta je napisana v Linux bash skripti. Kadar skripta teče, preverja, ali so se zgodile kakšne spremembe glede delovanja motorjev. Če sprejme od spletne aplikacije spremembo motorča, takoj prekine ali sklone tok na ustreznem pinu krmilnika.

## 7 REZULTATI

Vse komponente razen tranzistorja in upora sva kupila sama.

Tabela prikazuje dražje komponente. SD kartico, lego kocke, lego motor sva že imela, zato sva za te stvari samo napisala ceno. Če bi vse stvari kupili na novo, bi zapravila okoli 111 €, tako pa sva porabila okoli 40 €.

**Tabela 1: Cene**

Element	Količina	Cena (€)
Raspberry Pi	1	26
Lego motor	2	34
WiFi USB	1	13
USB baterija	1	8
Komplet lego kock	1	20
SD kartica	1	10
Skupaj		111

V spodnji tabeli sva primerjala cene in kaj omogočajo ti izdelki.

**Tabela 2: Primerjava**

<b>Najin robot</b>	<b>Sphero ball</b>	<b>Desk Pet</b>	<b>The Dark Pi Rises</b>
111 €	100 €	20 €	/
Srednje hiter	Hiter	Počasen	Srednje hiter
Srednje vodljiv	Dobro vodljiv	Srednje vodljiv	Srednje vodljiv
Možnost nadgradnje	Ne more se nadgraditi	Ne more se nadgraditi	Možnost nadgradnje

## 8 RAZPRAVA

Če ga primerjamo s kupljenim robotom, bi najin robot spadal v srednji cenovni razred. Večina družin ima doma vsaj nekaj sestavnih delov, s katerimi si lahko pomaga pri sestavi robota in tako zmanjša končno ceno. Midva sva večino sestavnih delov imela doma in improvizirala pri izgradnji prototipa. Prednost tega je, da si lahko vsak posameznik sestavi robota po želji in funkcionalnosti. Prvo hipotezo bi ovrgla, saj je ceneje, če izdelek kupimo. Veliko časa zapravimo tudi za načrtovanje in izdelovanje robota. Ker tovarne serijsko izdelujejo takšne robote in imajo že vse načrtovano, je proizvodnja cenejša in hitrejša, zato so cene v trgovinah nižje. V času, ki je potreben za izdelavo robota, lahko zaslužimo več, kot pa stane že narejen robot.

Drugo hipotezo lahko potrdiva, saj če kupimo robota, dobimo vse funkcionalnosti, ki jih izdelek potrebuje. Edina prednost pri doma izdelanem robotu je ta, da lahko robota spreminjamo in nadgrajujemo po svojih potrebah in željah. Pri kupljenem robotu je spreminjanje funkcionalnosti težje ali skoraj nemogoče.

## 9 ZAKLJUČEK

Z nadgradnjo lahko robota še bolj izpopolniva, da je namenjen kot igrača ali tekmovalni robot. Spremenila bova tudi ogrodje, da bo lepše izgledal. Ugotovila sva, da takšno stvar ni enostavno izdelati, ker je potrebno znanje programiranja in elektrotehnike ter material, ki ni poceni. Za ta denar lahko kupimo boljšo rešitev.

## 10 VIRI IN LITERATURA

- 1 All about circuits  
<http://forum.allaboutcircuits.com/showthread.php?t=49276> (23.2.2013)
- 2 Media perron  
<http://media.peeron.com/pics/inv/setpics/5225-1.1125899206.thumb2.jpg> (23.2.2013)
- 3 Wikimedia  
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/3d/RaspberryPi.jpg/300px-RaspberryPi.jpg> (23.2.2013)
- 4 Hertaville  
<http://hertaville.com/wp-content/uploads/2012/10/raspimg6.png> (23.2.2013)
- 5 Thinkgeek  
<http://www.thinkgeek.com/product/ed94/> (23.2.2013)
- 6 Thinkgeek  
<http://www.thinkgeek.com/product/eb6e/?srp=1> (23.2.2013)

## 11 ZAHVALA

Zahvaljujemo se mentorju g. Gregorju Hrastniku za vodenje pri raziskovalni nalogi, g. Urošu Remenihu ter g. Zvonetu Cencnu za nasvete, kako povezati motorčke in krmilnik, in ge. Jolandi Melanšek za lektoriranje angleškega povzetka.

## **12 POVZETEK**

Robotika je perspektivno področje, ki se hitro razvija. Namen najine raziskovalne naloge je raziskati področje brezžičnega upravljanja robotov preko omrežja. Ugotoviti sva hotela, ali je bolje kupiti ali izdelati svojega robota. Odločila sva se izdelati avtomobil, ki se bo premikal po ukazih s spletne strani oziroma aplikacije. Raziskovalna naloga tako zahteva programersko in elektrotehnično znanje. Izbrala sva si krmilnik Raspbery Pi, ker je poceni in podpira vse funkcije, ki jih želiva vključiti v izdelek. Raspbery Pi je priklopljen na baterijo ter brezžično omrežje. Na krmilniku teče skripta in sprejema ukaze, ki jih dobi preko omrežja in pošilja signale na dva servo motorja, ki poganjata avto. Motorčka imata svoje napajanje. Spletna aplikacija, ki pošilja podatke krmilniku, je napisana v jeziku PHP. Postavila sva hipotezo, da je ceneje narediti izdelek, kot pa ga kupiti in da imajo že narejeni produkti več funkcij. Izdelke sva potem primerjala cenovno in funkcionalno.