

ŠOLSKI CENTER CELJE

Srednja šola za strojništvo, mehatroniko in medije

RAZISKOVALNA NALOGA

MOBILNI ROBOTI PO ZAHTEVNEM TERENU

Avtorja:

Rok ŽNIDARIČ, M-4. c
Žan GORNIK, M-4. c

Mentorja:

mag. Andro Glamnik, univ. dipl. inž.
mag. Matej Veber, univ. dipl. inž.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje 2017

KAZALO VSEBINE

KAZALO VSEBINE	1
1 UVOD	3
1.1 HIPOTEZE OZ. TEZE	3
1.2 PRAVILA TEKMOVANJA	4
2.1 GLAVNI PROBLEM	4
2.2 ANALIZIRANJE OVIR	4
2.2.1 Manevriranje	4
2.2.2 MOBILNOST	8
2.2.3 GIBLJIVOST	13
2.2.4 RAZISKOVANJE	14
15	
2.2.5 KONFIGURACIJE	16
2.3 PRIORITETA LASTNOSTI	17
3 REALIZACIJA	17
3.1 VELJAVNOST HIPOTEZ	18
3.2 ZAVRŽENE IDEJE	18
3.3 TRENUTNA IDEJA	19
4 OPREMA	20
4.1 STROJNI DEL	20
4.2 PROGRAMSKI DEL	22
5 ZAKLJUČEK	23
6 VIRI	24

KAZALO SLIK

Slika 1: (MAN 1) 3D-model proge	6
Slika 2: (MAN 1) proga v letu 2016/17	6
Slika 3: (MAN 2) slika palic s tekmovanja 2016/17.....	7
Slika 4: (MAN 2) 3D-model proge.....	7
Slika 5: (MAN 3) 3D-model proge in slika s tekmovanja 2016/17.....	8
Slika 6: (MAN 4) 3D-model proge in slika s tekmovanja 2016/17.....	9
Slika 7: (MOB 1) 3D-model proge.....	10
Slika 8: (MOB 1) slika valjev s tekmovanja 2016/17.....	11
Slika 9: (MOB 2) 3D-model proge.....	11
Slika 10: (MOB 2) slika proge s tekmovanja 2016/17.....	12
Slika 11: (MOB 3) 3D-model proge.....	12
Slika 12: (MOB 3) slika proge s tekmovanja 2016/17.....	12
Slika 13: (MOB 3) 3D-model proge.....	13
Slika 14: (MOB 4) 3D-model proge.....	13
Slika 15: (MOB 4) slika proge s tekmovanja 2016/17.....	14
Slika 16: (DEX 2) primer podlage, na katero so postavljene cevi.....	14
Slika 17: (EXP 1) primer končanega zemljevida.....	15
Slika 18: (EXP) 3D-model sestavljenega labirinta.....	16
Slika 19: (EXP) labirint	16
Slika 20: krmilnik Arduino DUE.....	20
Slika 21: Adafruit motor shield.....	20
Slika 22: Raspberry PI-krmilnik.....	21
Slika 23: One sheeld.....	21
Slika 24: Primer kode v Arduino programu.....	21
Slika 25: Primer kode v Pythonu.....	21

POVZETEK

V današnjem svetu so mobilni roboti nezamenljivi, ko pride do dela v okolju, kjer bi bil človek ogrožen. Po velikosti se razlikujejo od avtonomnih vozil in strojev do izvidniških robotov velikosti muhe. Dandanes veljajo za enega največjih dosežkov znanstvenenega napredka, ki nas počasi peljejo v popolnoma avtomatiziran svet. Cilj te raziskovalne naloge je čim boljši rezultat v tekmovanju RobocupRescue Rapidly Manufactured Robot League. V ta namen sva preučila pravila, izpostavila zahteve, ki jih robot potrebuje, in opisala vse sprejete in zavržene ideje predstavila trenutnega robota.

1 UVOD

Začetek te raziskovalne naloge sega v tretji letnik našega srednješolskega izobraževanja, ko smo se pri interesni dejavnosti Mobilni roboti s takratnimi mentorji učili o osnovnih potrebah za delujočega mobilnega robota. Najprej smo se udeležili regijskega tekmovanja, na katerem smo se razdelili v več skupin z različnimi roboti, in odnesli prvih par mest. Nadaljevali smo kot ena skupina, robote združili in postali državni prvaki. Nagrada za prvo mesto na državnem nivoju je naše sodelovanje na svetovnega prvenstvu v Kyotu na Japonskem. Zaradi tega dosežka smo dobili tudi povabilo na tekmovanje RobocupRescue Rapidly Manufactured Robot League, ki je bilo prvič prirejeno lansko leto.

»»Hitrost sprememb se ne bo kmalu upočasnila. Če karkoli, jo bo konkurenca v večini industrij verjetno pospešila v naslednjih desetletjih.««.

-John P. Kotter

1.1 HIPOTEZE OZ. TEZE

Po kratkem pregledu pravil in ovir na progi sva si zastavila naslednje hipoteze:

»»Hitrost sprememb se ne bo kmalu upočasnila. Če karkoli, jo bo konkurenca v večini industrij verjetno pospešila v naslednjih desetletjih.««

1. Robot se mora na majhnem prostoru obrniti, kar zahteva njegovo kompaktno gradnjo.
2. Robot ne sme imeti prevelike teže.
3. Gosenice ali kolesa ne bodo dovolj za premagovanje danih višinskih razlik oziroma ovir.
4. Robot mora vsebovati Raspberry PI-mikrokrmilnik.
5. Robot bo voden s telefonom preko krmilnika One sheeld.
6. Robot mora biti čim bližje tlom.

1.2 PRAVILA TEKMOVANJA

Roboti se testirajo v 20 različnih okoljih, ki se delijo v 4 kategorije: manevriranje, mobilnost, gibljivost in raziskovanje. Vsako okolje je narejeno tako, da specifično testira le določeno kategorijo na sistematični način. Vsa polja so postavljena na dveh ploščah, dolžine 1200 mm, širine 300 mm, ki sta položeni kot domine. Vsaka skupina si lahko izbere od 10 do 12 različnih okolij. Vsako okolje ima dodeljenih 15 minut časa, da se v njih opravi naloga. Roboti se na tem tekmovanju delijo na avtonomne in teleoperirane. Avtonomni roboti so povsem neodvisni, z izjemo start ukaza, med teleoperirane pa se uvrščajo tisti, ki sprejemajo vsaj en upravljavčev ukaz med vožnjo. Za pravične odnose med obema vrstama imajo avtonomni roboti vedno prednost pred teleoperiranimi. Ko pridejo do zahtevnosti okolja, jim je le-to drugače prilagojeno, prav tako imajo 5 dodatnih minut za vsako oviro. Osredotočili se bomo na pravila za teleoperirane robote, saj najin sodi v to kategorijo.

2.1 GLAVNI PROBLEM

Na tekmovanje RobocupRescue Rapidly Manufactured Robot League smo bili povabljeni na začetku februarja, zato je najina trenutna glavna težava čas. Temu primerno se najina raziskovalna naloga osredotoča na trenutno znane informacije in razpravlja o načrtih do tekmovanja, ki bo potekalo konec julija 2017.

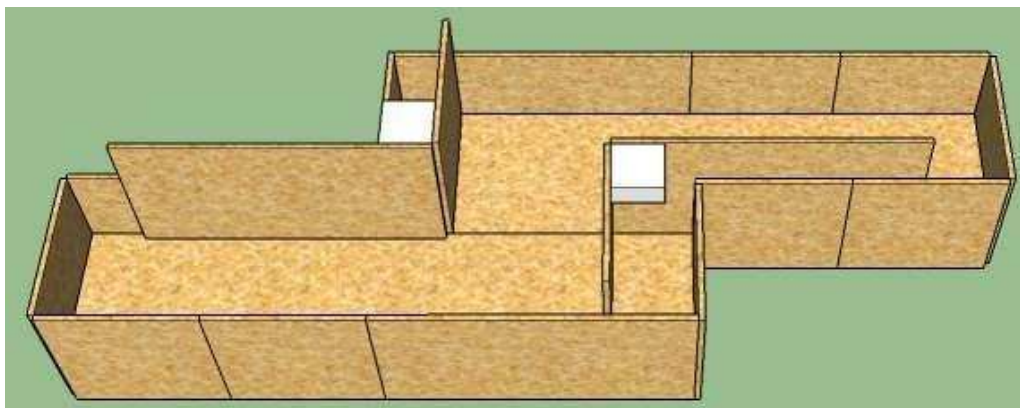
2.2 ANALIZIRANJE OVIR

V tem podpoglavju bomo preučevali, katere zahteve morajo roboti izpolniti, da se lahko peljejo skozi čim več ovir.

2.2.1 Manevriranje

Vsebuje 4 različne teste, ki robota izzivajo s samozavedanjem svoje širine, sposobnosti premikanja na mestu in oblike telesa.

“(MAN 1) Center”: polje z dvema ovinkoma minimalne širine, ki bi jo robot potreboval za uspešno opravljen ovinek. Pri tem se testira robotova sposobnost obračanja v čim manjšem prostoru.



Slika 1: (MAN 1) 3D-model proge

(Vir: <http://oarkit.intelligentrobots.org/home/wp-content/uploads/2015/07/2016-06-1.3ma-RoboCupRescueRulebook-miniarea.pdf>)



Slika 2: (MAN 1) proga v letu 2016/17

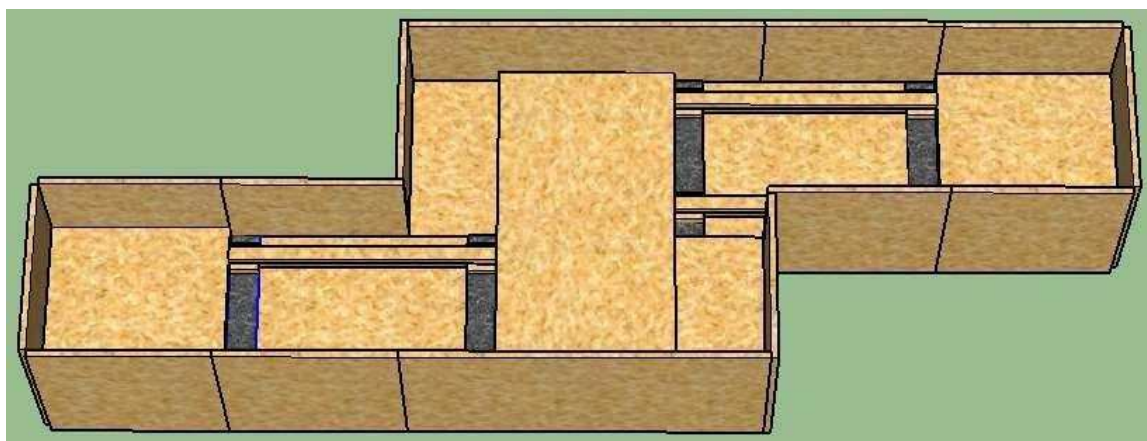
(Vir: http://oarkit.intelligentrobots.org/home/wp-content/uploads/2015/07/2016-03-20_RoboCupRescueRulebook_v1-1-shrunk.pdf)

“(MAN 2) Align”: dve palici s 25 mm ploščinskega premera sta postavljeni točno na robotov zunanji rob, kjer se dotika tal, na dveh oddelkih skozi progo. Tu se testira sposobnost poravnave med dvema točkama.



Slika 3: (MAN 2) slika palic s tekmovanja 2016/17

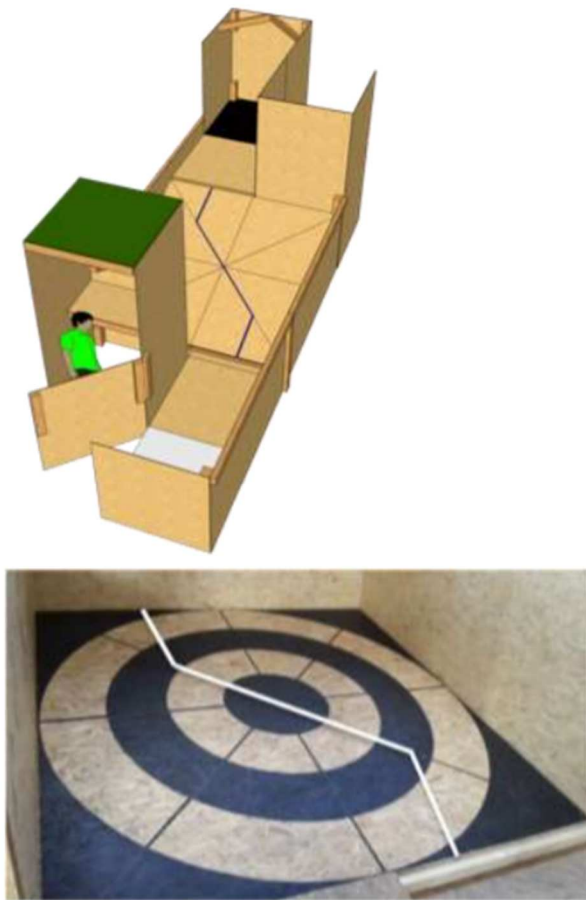
(Vir: http://oarkit.intelligentrobots.org/home/wp-content/uploads/2015/07/2016-03-20_RoboCupRescueRulebook_v1-1-shrunk.pdf)



Slika 4: (MAN 2) 3D-model proge

(Vir: <http://oarkit.intelligentrobots.org/home/wp-content/uploads/2015/07/2016-06-1.3ma-RoboCupRescueRulebook-miniarea.pdf>)

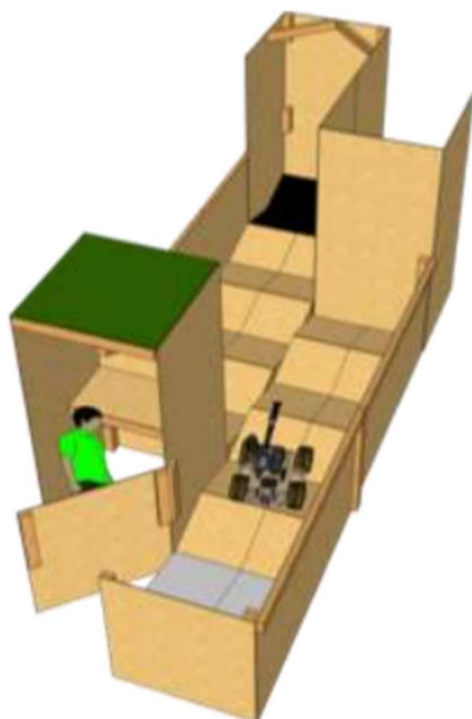
“(MAN 3) Traverse”: polje s 30° kotom z naključno položeno črto, po kateri mora robot polje prečkati. Konča in začne se na ravni površini, ki je priključena temu polju. Ob zaključeni nalogi mora robot to polje znova prečkati v drugo smer. Testira se sposobnost natančnega vodenja robota po terenu z večjim naklonom.



Slika 5: (MAN 3) 3D-model proge in slika s tekmovanja 2016/17

(Vir: <http://oarkit.intelligentrobots.org/home/wp-content/uploads/2015/07/2016-06-1.3ma-RoboCupRescueRulebook-miniarea.pdf>)

“(MAN 4) Crossover”: polje s klanci, ki imajo 15° naklon na ravno površino in 30° naklon med seboj. Klanci imajo 2 vzporedni vrsti, ki imata zrcaljene najvišje in najnižje točke. Ta naloga zahteva prečkanje teh klancev in vmesnega višinskega razmika med vrstami.



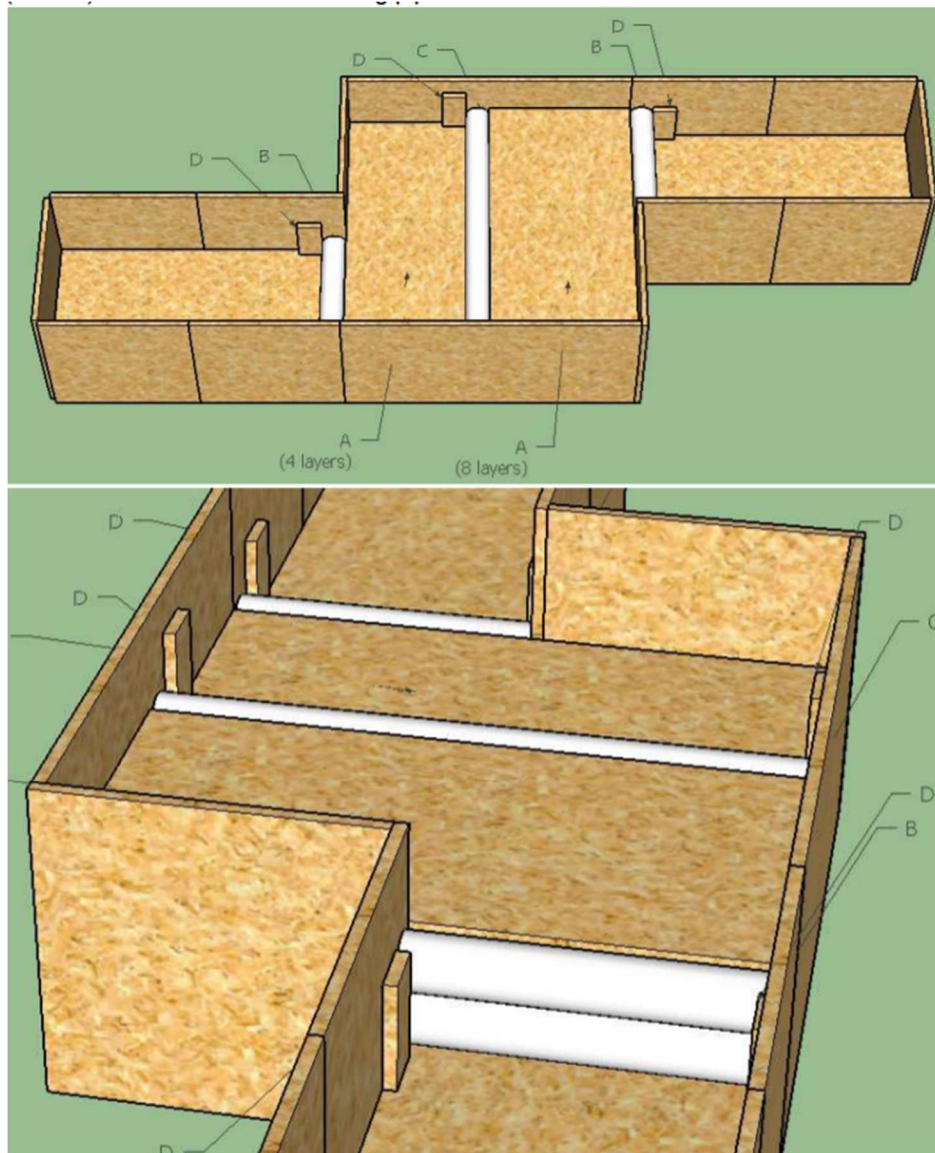
Slika 6: (MAN 4) 3D-model proge in slika proge s tekmovanja 2016/17

(Vir: <http://oarkit.intelligentrobots.org/home/wp-content/uploads/2015/07/2016-06-1.3ma-RoboCupRescueRulebook-miniarea.pdf>)

2.2.2 MOBILNOST

Ta kategorija vsebuje 4 teste skozi polja z ovirami, ki jih je težko prečkati. Tu se testirajo sposobnosti osvajanja zahtevnih razmer.

“(MOB 1) Hurdles”: v tem polju se nahajajo trije vrtljivi valji s 50 mm premerom, ki preprečujejo prehod na površino, ki je 50 mm višja/nížja od trenutnega položaja. Tu se testira robotova sposobnost ali izničiti obratne sile, ki delujejo na njegov pogon, ali najti način, da jih prečka s pomočjo zunanjega okolja.



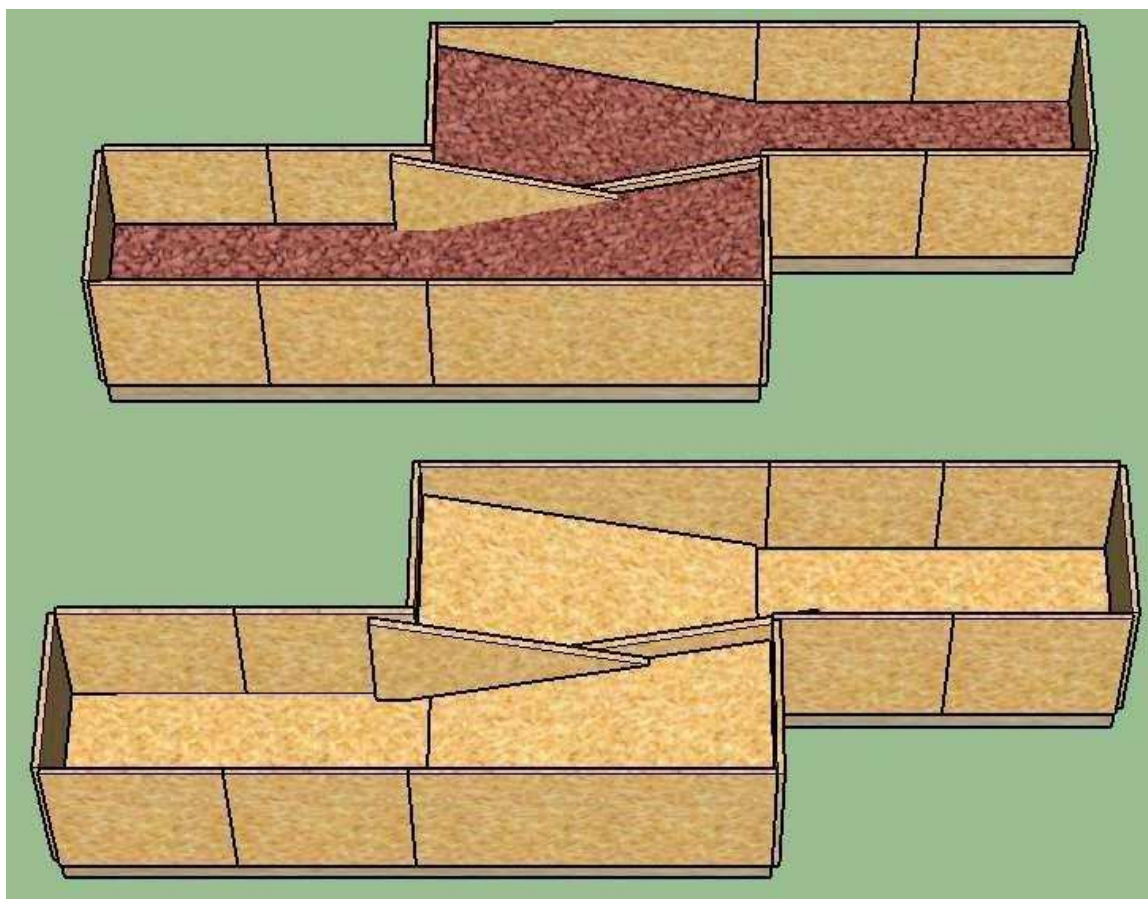
Slika 7: (MOB 1) 3D-model proge

(Vir: <http://oarkit.intelligentrobots.org/home/wp-content/uploads/2015/07/2016-06-1.3ma-RoboCupRescueRulebook-miniarea.pdf>)



Slika 8: (MOB 1) slika valjev s tekmovanja 2016/17
 (Vir: http://oarkit.intelligentrobots.org/home/wp-content/uploads/2015/07/2016-03-20_RoboCupRescueRulebook_v1-1-shrunk.pdf)

“(MOB 2) **Sand/Gravel Hills**”: polje vsebuje vožnjo po peščenem terenu s klancem 15° in vodoravno prečkanje dveh nasproti dvigajočih naklonskih ploščadi.



Slika 9: (MOB 2) 3D-model proge

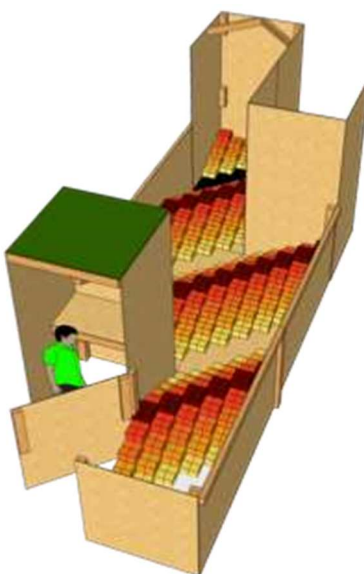
(Vir: <http://oarkit.intelligentrobots.org/home/wp-content/uploads/2015/07/2016-06-1.3ma-RoboCupRescueRulebook-miniarea.pdf>)



Slika 10: (MOB 2) slika proge s tekmovanja 2016/17

(Vir: http://oarkit.intelligentrobots.org/home/wp-content/uploads/2015/07/2016-03-20_RoboCupRescueRulebook_v1-1-shrunk.pdf)

“(MOB 3) Stepfields”: polje, sestavljeno iz 150 mm širine in 150 mm dolžine površinskih kvadrov z nedoločeno višino, ki skupaj oblikujejo klance. Tu se testira pregibnost in prilagodljivost terenu.



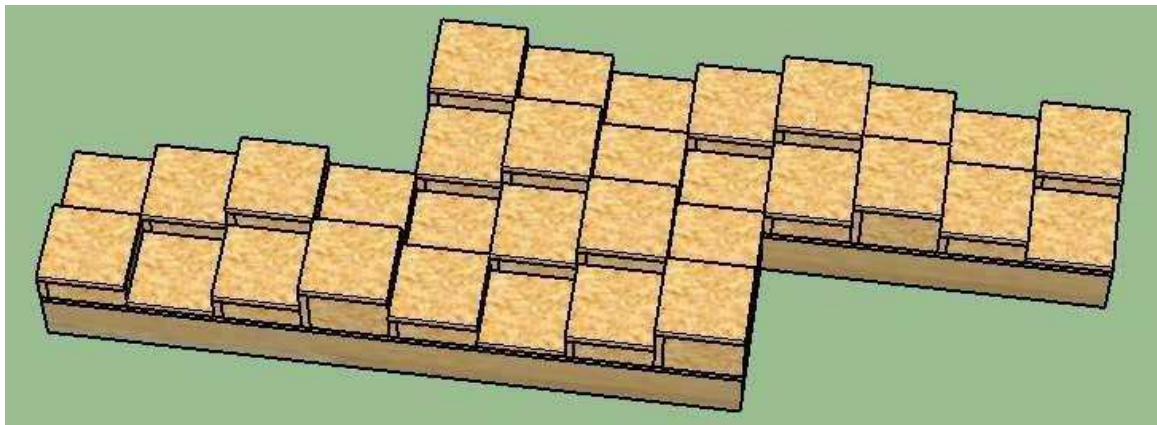
Slika 11: (MOB 3) 3D-model proge

(Vir: <http://oarkit.intelligentrobots.org/home/wp-content/uploads/2015/07/2016-06-1.3ma-RoboCupRescueRulebook-miniarea.pdf>)



Slika 12: (MOB 3) slika proge s tekmovanja 2016/17

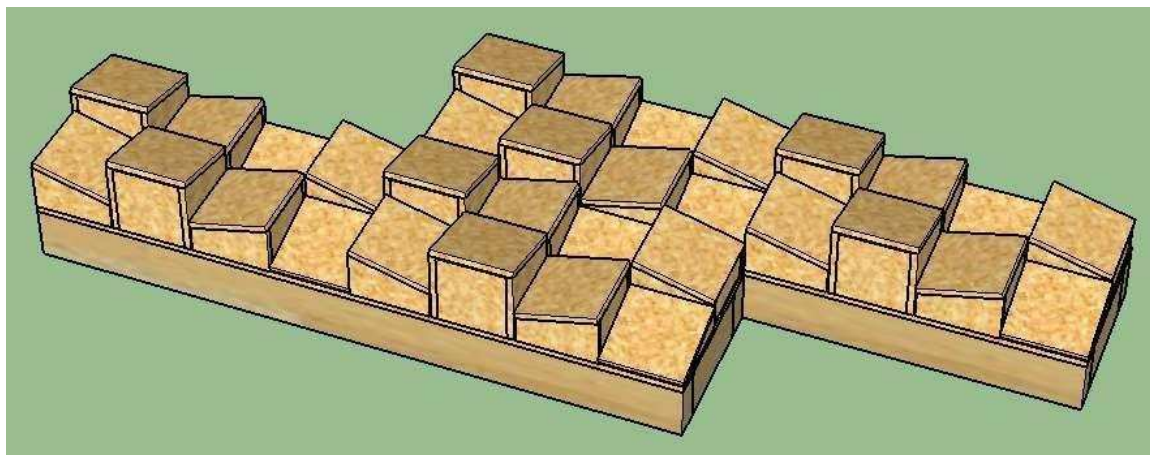
(Vir: <http://oarkit.intelligentrobots.org/home/wp-content/uploads/2015/07/2016-06-1.3ma-RoboCupRescueRulebook-miniarea.pdf>)



Slika 13: (MOB 3) 3D-model proge

(Vir: <http://oarkit.intelligentrobots.org/home/wp-content/uploads/2015/07/2016-06-1.3ma-RoboCupRescueRulebook-miniarea.pdf>)

“(MOB 4) Elevated Ramps”: polje z naključno obrnjenimi klanci, ki imajo 150 mm širine in 150 mm dolžine, in z naključno velikimi koti. Testira se sposobnost najti najboljšo pot in prečkati ekstremno zahtevno okolje.



Slika 14: (MOB 4) 3D-model proge

(Vir: <http://oarkit.intelligentrobots.org/home/wp-content/uploads/2015/07/2016-06-1.3ma-RoboCupRescueRulebook-miniarea.pdf>)



Slika 15: (MOB 4) slika proge s tekmovanja 2016/17

(Vir: http://oarkit.intelligentrobots.org/home/wp-content/uploads/2015/07/2016-03-20_RoboCupRescueRulebook_v1-1-shrunk.pdf)

2.2.3 GIBLJIVOST

Dva testa, ki skušata z robotom manipulirati in testirata njegovo sposobnost branja informacij. V tem testu so pipe, ki imajo 100 mm dolžine in 50 mm premera ter pokrovčke z 20 mm premera.

“(DEX 1) Parallel Pipes”: pregled, dotik, vrtenje in ekstrakcija; 20 vzporedno montiranih cevi, ki so nameščene na 4 plošče, na vsaki plošči je po 5 cevi. Ta test se opravlja pod

pogoji, ki zahtevajo gibljivost.

“(DEX 2) Omni-Directional Pipes”: preizkus, podoben prejšnjemu testu, z naključnimi strmimi koti na podlagi montiranih cevi. Druga pravila so enaka.

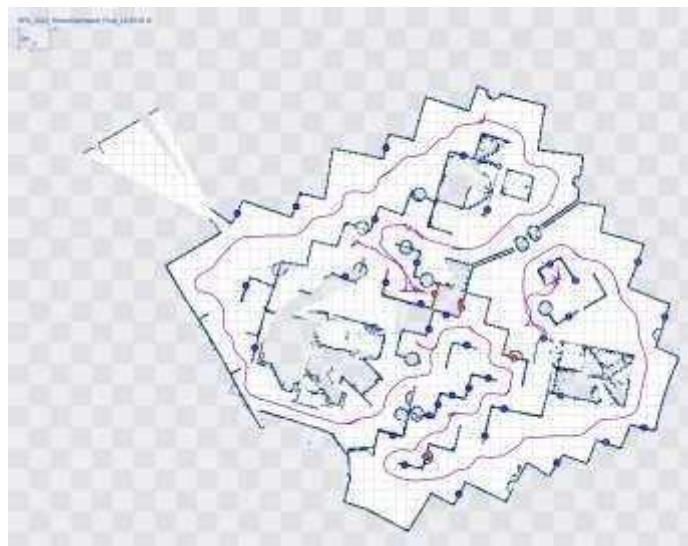


Slika 16: (DEX 2) primer podlage, na katero so postavljene cevi.
(Vir: http://oarkit.intelligentrobots.org/home/wp-content/uploads/2015/07/2016-03-20_RoboCupRescueRulebook_v1-1-shrunk.pdf)

2.2.4 RAZISKOVANJE

5 testov, ki od robota zahtevajo izdelovanje zemljevidov in zaznavanje.

“(EXP 1) Map on Continuous Ramps”: robot ustvari 2D- ali 3D-model zemljevida zamračenega labirinta, medtem ko potuje skozi polje s srednje težkim terenom. Program za ustvarjanje zemljevida mora biti avtonomen in mora teči v ozadju.



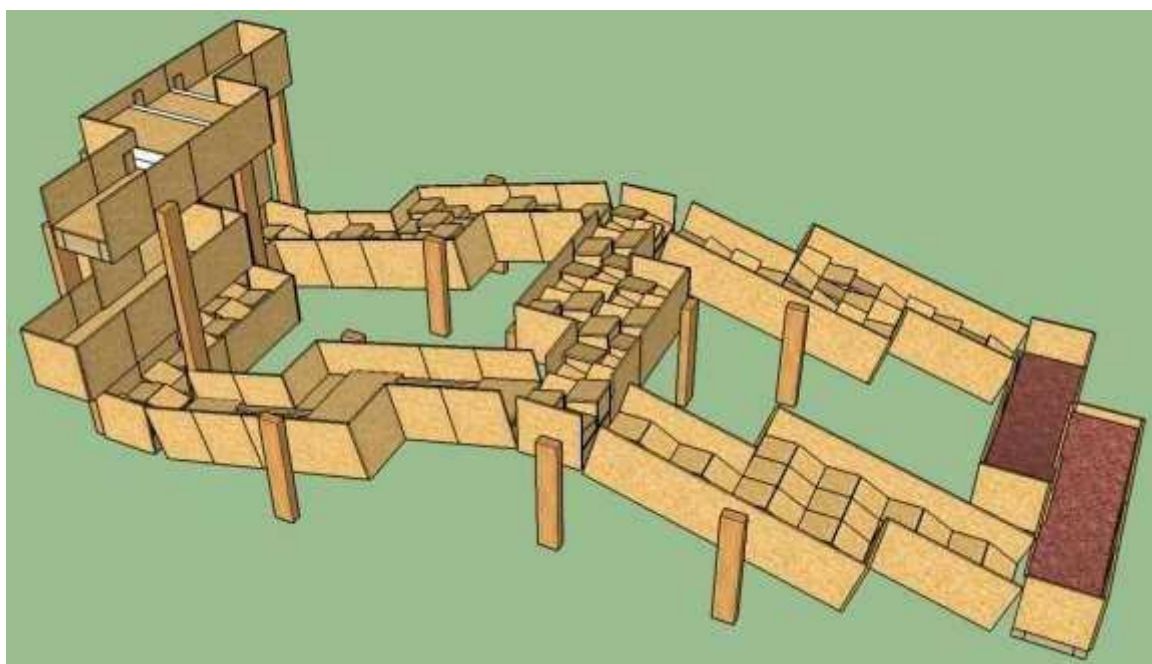
Slika 17: (EXP) primer končanega zemljevida

(Vir: <http://oarkit.intelligentrobots.org/home/wp-content/uploads/2015/07/2016-06-1.3ma-RoboCupRescueRulebook-miniarea.pdf>)

“(EXP 2) Map on Crossing Ramps”: enaki pogoji in pravila kot pri prejšnjem testu, le da je okolje zahtevnejše.

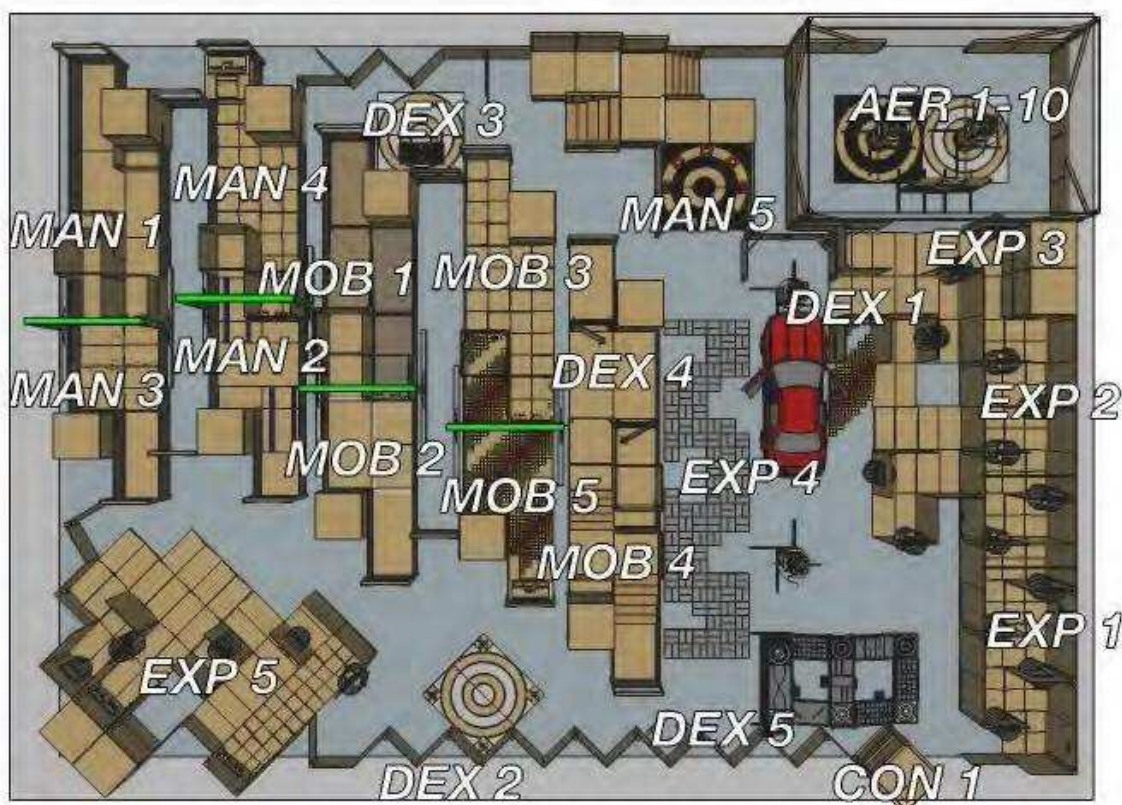
“(EXP 3) Recognize Objects”: prepoznati mora QR-cifre, znake za gasilne aparate, vrata, simulirane žrtve in druge predmete. Ta sposobnost mora avtonomno teči v ozadju.

“(EXP 4) Avoid Holes” in “(EXP 5) Avoid Terrains”: tega se lahko udeležijo le avtonomni roboti, zato jih ne bova poudarjala.



Slika 18: (EXP) 3D-model sestavljenega labirinta

(Vir: <http://oarkit.intelligentrobots.org/home/wp-content/uploads/2015/07/2016-06-1.3ma-RoboCupRescueRulebook-miniarea.pdf>)



Slika 19: (EXP) labirint

(Vir: http://oarkit.intelligentrobots.org/home/wp-content/uploads/2015/07/2016-03-20_RoboCupRescueRulebook_v1-1-shrunk.pdf)

2.2.5 KONFIGURACIJE

- Zaznavanje gibanja: gibanje identificiraj in grafično na OCU-zaslonu prikaži polje premika ali zvočno predaj informacije gibanja operatorju.
- Termalna razločnost slike: operator identificira koncentrični Landolt C znak z 20 mm razmikom in izpiše termalno razločnost.
- Audio vid: robot uporabi mikrofone in zvočnike, da identificira 2 liniji s po 5 naključnimi številkami za vsako linijo. Po 5 številke, izrečenih z računalniškim zvokom.
- Barvna/vzorčna prepoznavnost: s kamero preberi 3 ali 4 znake izmed 12 predpodanih. Odgovor prikaži na OCU-zaslonu, pošlji po besedilu ali zvočno opozori operatorja glede vsebine znaka. Znaki se lahko najdejo na vnaprej podani spletni strani.

2.3 PRIORITETA LASTNOSTI

Pri vsaki konstrukciji je potrebno biti pozoren, kakšno korist bomo imeli s posameznimi lastnostmi. Izjema se pojavlja le v dodatnih komponentah, kot so kamera, zvočniki, mikrofoni ..., ki se lahko montirajo v vsako telo. Vzela sva 4 glavne lastnosti in preštela, koliko nalog lahko vsaka lastnost pomaga osvojiti. Seveda sva iz raziskovalne kategorije izključila vse steze, ki vsebujejo neznane vrste ovir.

Lastnost, potrebna za prečkanje ovir	Število nalog, pri katerih je ta lastnost pomembna.
Sposobnost obračanja telesa na mestu	5
Možnost premagovanja višinskih razlik	3
Oprijemna kolesa	4
Kompaktno telo, ki se ne zatika.	6

Po kratki raziskavi sva določila, da so to glavne lastnosti, ki jih najin robot potrebuje. Razvrstila jih bova po pomembnosti glede na število možnih točk, ki jih lahko posamezna lastnost prinese. Robot se mora udeležiti vsega skupaj 12 nalog in manj ko bo imel dodatnih senzorjev, ki jih je treba namestiti za kategorijo konfiguracije, lažje je ideja izvedljiva.

3 REALIZACIJA

Vse možne ideje, ki so bile prej predlagane, bova proučila in jih tudi poskusila izvesti ter testirati.

3.1 VELJAVNOST HIPOTEZ

1. hipoteza je govorila o kompaktnosti in zmožnosti obračanja na mestu oziroma v manjšem prostoru. Ta hipoteza je držala in se je upoštevala pri konstrukciji robota. – SPREJETO

2. Prevelika teža pomeni večjo potrebno moč pri dvigu telesa, kar je za naše trenutne manj zmožne servomotorje dodatno breme, ki ni potrebno. –SPREJETO

3. teza, da kolesa ne zmorejo premagati tolikšne višinske razlike, drži, zato sva na gosenice namestila štiri noge s tremi osmi, ki bodo robota dvignile. – SPREJETO

4. hipoteza pravi, da robot potrebuje Raspberry PI-krmilnik, a sva se odločila, da kamere ne bova potrebovala, če se na tekmovanju osredotočiva na premagovanje zahtevnih ovir. – OVRŽENO

5. hipoteza govori o vodenju robota z mobilnim telefonom. Da bi to komunikacijo omogočila, bova vključila tudi One sheeld ploščo. – SPREJETO

6. Robot mora biti čim nižji oziroma mora biti čim bližje tlorasu, kar zahteva spreminjanje lege težišča glede na višino. Nižje ko je težišče, bolj je robot stabilen in manjša je možnost, da se robot preobrne. – POTRJENO

3.2 ZAVRŽENE IDEJE

Nekaj zamisli, ki so bile iz takšnih ali drugačnih razlogov zavrnjene:

- **Gosenični robot**

Podolgovat robot z več prepogljivimi deli, ki bi se po želji lahko dvigovali ali spuščali. S to obliko bi lahko premagala višinske razlike, možnosti zatikanja bi bile majhne, vendar bi bilo telo preveliko in ne bi bilo sposobno obračanja na mestu. Ideja je bila zavržena pred poskusom izvedbe.

– **Robot s propelerjem**

Z nameščenim propelerjem bi se robot vzdignil in bi ga peljala skozi polje po zračni poti. Preprosta rešitev, vendar bi se našle težave v raziskovalni kategoriji, kjer so proge zaprte in bi se lahko dotaknil stropa. Vseeno bi lahko sodeloval v 12 zanj preprostih nalogah, zato smo stopili v kontakt z organizatorji tekmovanja, a so nam čez nekaj dni sporočili, da ideja ne bi bila dovoljena.

– **Robot, ki skače**

Preprosta ideja, da bi si lahko robot spreminjal višino posameznega kolesa sam, ki se je naprej razvila, da bi bil sposoben skakati. Ideja je dobila dovoljenje komisije, zato smo jo začeli realizirati. Dovolila naj bi zgradbo, ki omogoča obračanje na mestu, premagovanje višine, sposobnost vožnje po klancu in možnosti reševanje iz položaja, v katerem se robot zatakne. Po sestavi osnove telesa smo hitro opazili, da bi imel takšen robot težave pri ravnovesju v zraku, za skok pa bi potreboval zadosten zalet. Skrbelo nas je tudi, da bi si poškodoval opremo pri pristankih, zato je bila ideja ovržena.

3.3 TRENUTNA IDEJA

Inspiracijo za tega robota sva dobili pri roverju z Marsa, ki ga je naredila NASA. Seveda se srečujeta z različnimi problemi, vendar je veliko lastnosti preprosto narejenih in so zelo prilagodljive okolju. Za osnovo sva vzela hexapoda – robota s šestimi nogami, ki naj bi bil sposoben premikanja kot pajek. Srednje ude sva odstranila in na sprednje ter zadnje pare nog namestila gumijaste ploščadi, ki bi omogočale lažje uravnovešanje telesa. Potem sva dodala dve gosenici pod jedro trupa, ki omogočata preprosto obračanje na mestu in premikanje naprej ter nazaj. Sedaj naj bi sprednji in zadnji udi služili za dvig robota na kot,

ki bi omogočil lažje premikanje skozi ovire.

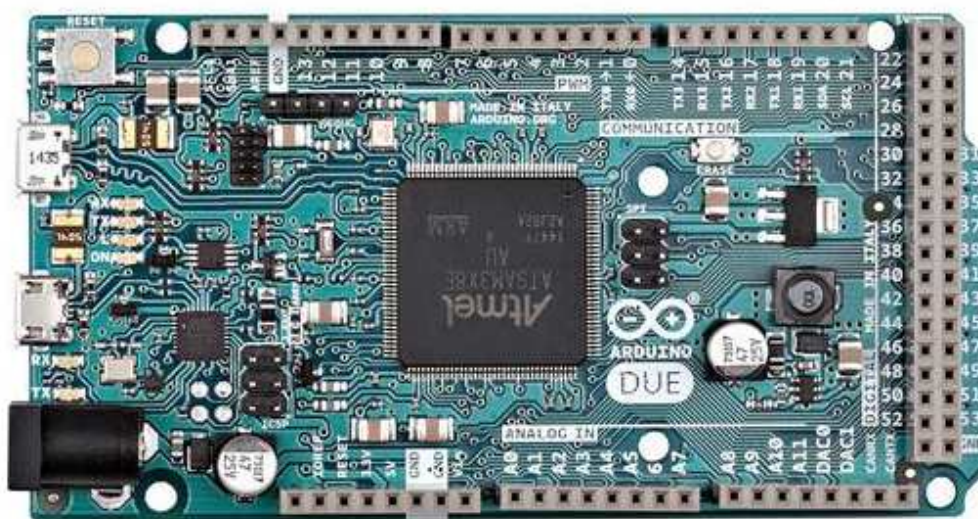
4 OPREMA

Oprema zajema vse komponente, iz katerih je robot narejen, in tudi programski del. V naslednjem poglavju bomo razložili sestavne dele in njihovo delovanje. Dobro izbirati med zelo obširno ponudbo sestavnih delov je ključna zadeva pri tem tekmovanju, saj so karakteristike popolnoma različne.

4.1 STROJNI DEL

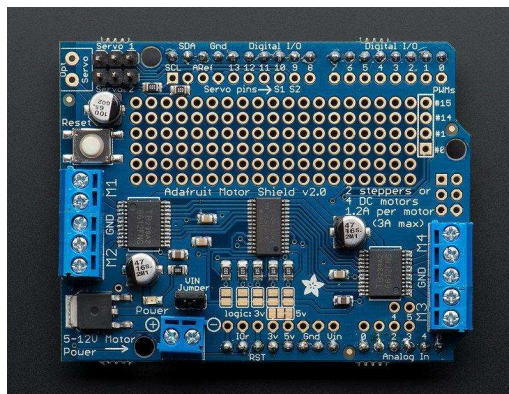
Sestavni deli:

- Arduino DUE-plošča



Slika 20: Krmilnik Arduino DUE
(Vir: <http://www.arduino.org/products/boards/arduino-due>)

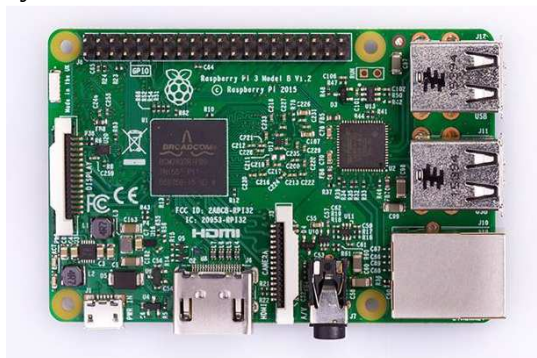
- Adafruit priključek za Arduino



Slika 21: Adafruit motor shield

(Vir: <https://learn.adafruit.com/adafruit-motor-shield-v2-for-arduino?view=all>)

- krmilnik Raspberry PI 3 model B



Slika 22: Raspberry PI-krmilnik

(Vir: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>)

- One sheeld priključek za Android



Slika 23: One sheeld

(Vir: <https://www.seeedstudio.com/1Sheeld-Replace-your-Arduino-shields-with-smartphone-p-1870.html>)

- aluminijasto ohišje in servomotorji (darilo z Reke)
- dostop do 3D-tiskalnika

4.2 PROGRAMSKI DEL

Naslednja težava je bila programski jezik, saj krmilnika uporabljata drugačne programske jezike. Python je programski jezik, ki se uporablja v Raspberryu, Arduino pa si lasti svojega.

```

Blink
Blink
Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
This example code is in the public domain.
*/
// Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards.
// give it a name:
int led = 13;

// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  pinMode(led, OUTPUT);
}

// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000);             // wait for a second
  digitalWrite(led, LOW);  // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000);             // wait for a second
}

```

```

import java.util.List;
import java.util.ArrayList;

class Erase {
  private List filterLongerThan(List strings, int length) {
    List result = new ArrayList();
    for (int i = 0; i < strings.size(); i++) {
      String s = (String) strings.get(i);
      if (s.length() <= length) {
        result.add(s);
      }
    }
    return result;
  }

  public static void main(String[] args) {
    List names = new ArrayList();
    names.add("Ted"); names.add("Fred");
    names.add("Jed"); names.add("Ned");
    System.out.println(names);
    Erase e = new Erase();
    List shortNames = e.filterLongerThan(names, 3);
    System.out.println(shortNames.size());
    for (int i = 0; i < shortNames.size(); i++) {
      String s = (String) shortNames.get(i);
      System.out.println(s);
    }
  }
}

```

Slika 24: Primer kode v Arduino programu
(Vir: <http://www.instructables.com/id/Python-Arduino-CarControl-v03/>)

Slika 25: Primer kode v Pythonu
(Vir: <http://virtualinsanity.com/index.php/2010/04/16/asy-vmware-development-with-vi-java-api-and-groovy/>)

5 ZAKLJUČEK

Tekmovanje se bo začelo šele julija, vendar smo prepričani, da se bo izdelovanje našega robota zaključilo že pred začetkom junija. Po natančni analizi pravil, ovir in zahtev, ki jih robot mora izpolniti, smo prišli do trenutnega stanja robota, ki nam ponuja veliko možnosti nadgrajevanja. Ker ima vsak posameznik že več kot 5 robotov, smo se lahko tega projekta lotili hitro in učinkovito. Ker je naš načrt že določen in imamo vse potrebne sestavne dele, verjamemo, da bomo na tekmovanje prišli dobro pripravljeni in da imamo velike možnosti za zmago.

6 VIRI

[1] URADNA STRAN TEKMOVANJA (online). Citirano 10. 3. 2017. Dostopno na naslovu: www.oarkit.intelligentrobots.org/home/the-arena