

Kratek postopek inštalacije

1. Uvod
2. Formatiranje SD kartice in kopiranje sistema na kartico in nameščanje sistema
3. Logiranje uporabnika root kot glavnega uporabnika
4. Povezovanje uporabnika na robota
5. Nameščanje popravkov
6. Kreiranje swap datoteke
7. Dodajanje dodatnega I2C vodila
8. Nastavitve mreže
9. Inštalacija ROS
10. Inštalacija WiringPi
11. Prevajanje paketov
12. Preizkušanje sistema in delovanja robota

1 – UVOD

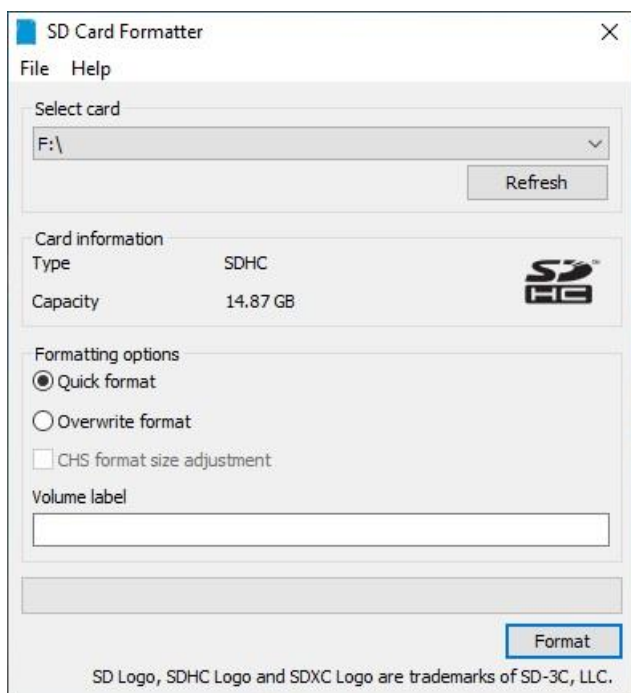
Navodilo za inštalacijo se nanaša na operacijski sistem Ubuntu Mate 18.04 in ROS Melodic Morenia distribucijo. Pri ostalih operacijskih sistemih so podrobnosti lahko drugačne.

Programi za formatiranje in namestitev sistema na micro SD kartice delujeta na Windows operacijskih sistemih, PuTTY in FileZila pa tudi na nekaterih Linux operacijskih sistemih. Seveda se za terminalski dostop do robota in urejanje datotek lahko uporablja tudi druge programe, odvisno od operacijskega sistema, ki ga uporabljate.

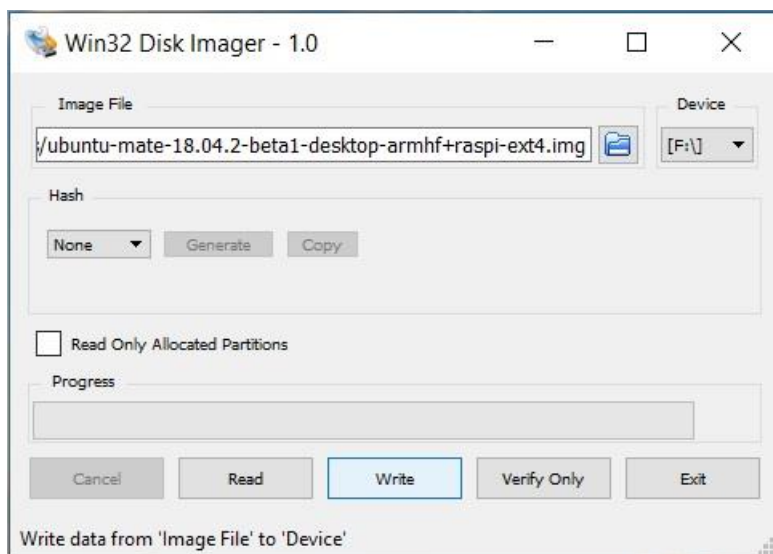
Sistem se nahaja na naslovu <https://ubuntu-mate.org/download/>, ROS distribucija pa na naslovu <http://wiki.ros.org/melodic>.

2 – FORMATIRANJE SD KARTICE IN KOPIRANJE SISTEMA NA KARTICO IN NAMEŠČANJE SISTEMA

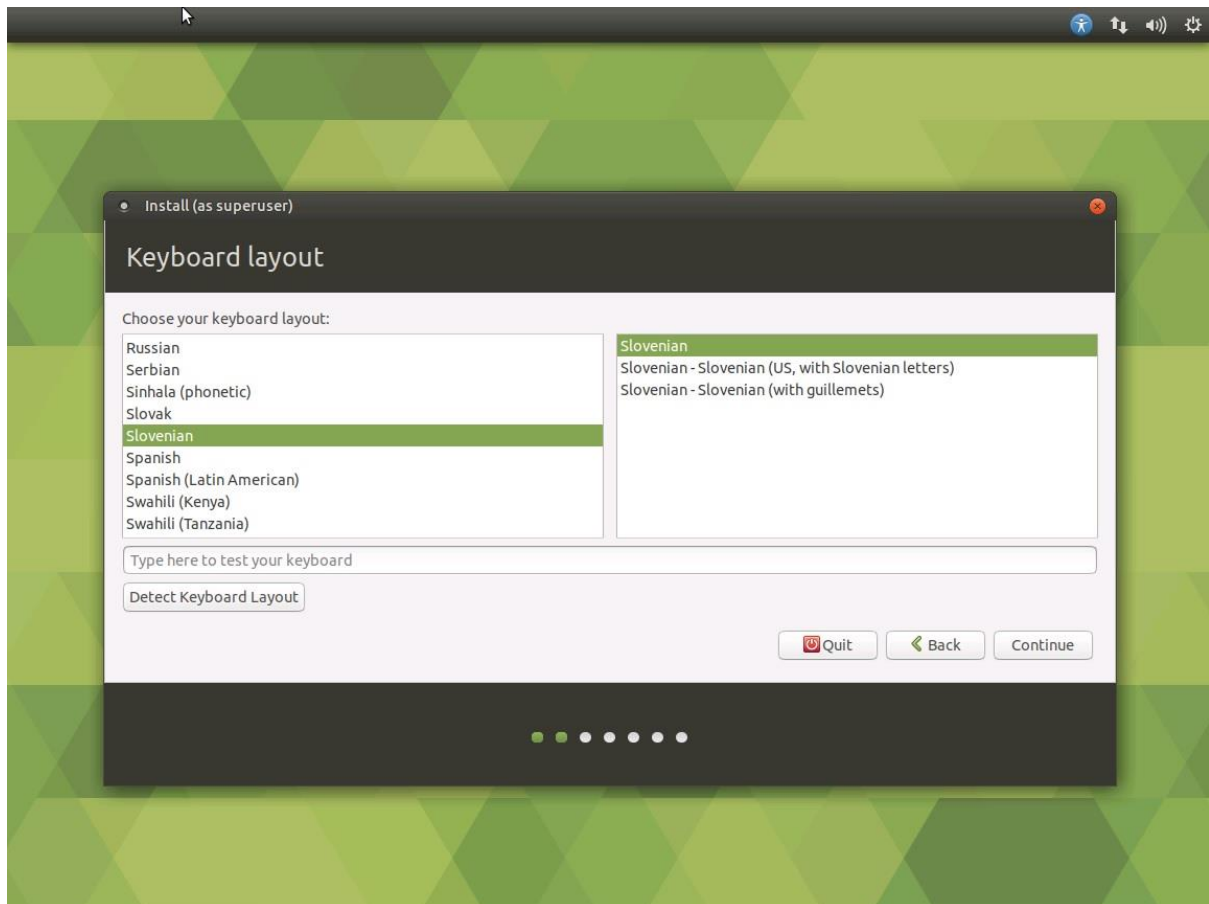
Najprej s programom SD Card Formatter, ki ga dobim na naslovu <https://www.sdcard.org/downloads/formatter/>, formatiramo micro SD kartco. Kapaciteta kartice naj bo najmanj 16GB, še bolje pa je, če je kapaciteta kartice 32GB. Nastavitve pri formatiranju kartice so privzete.

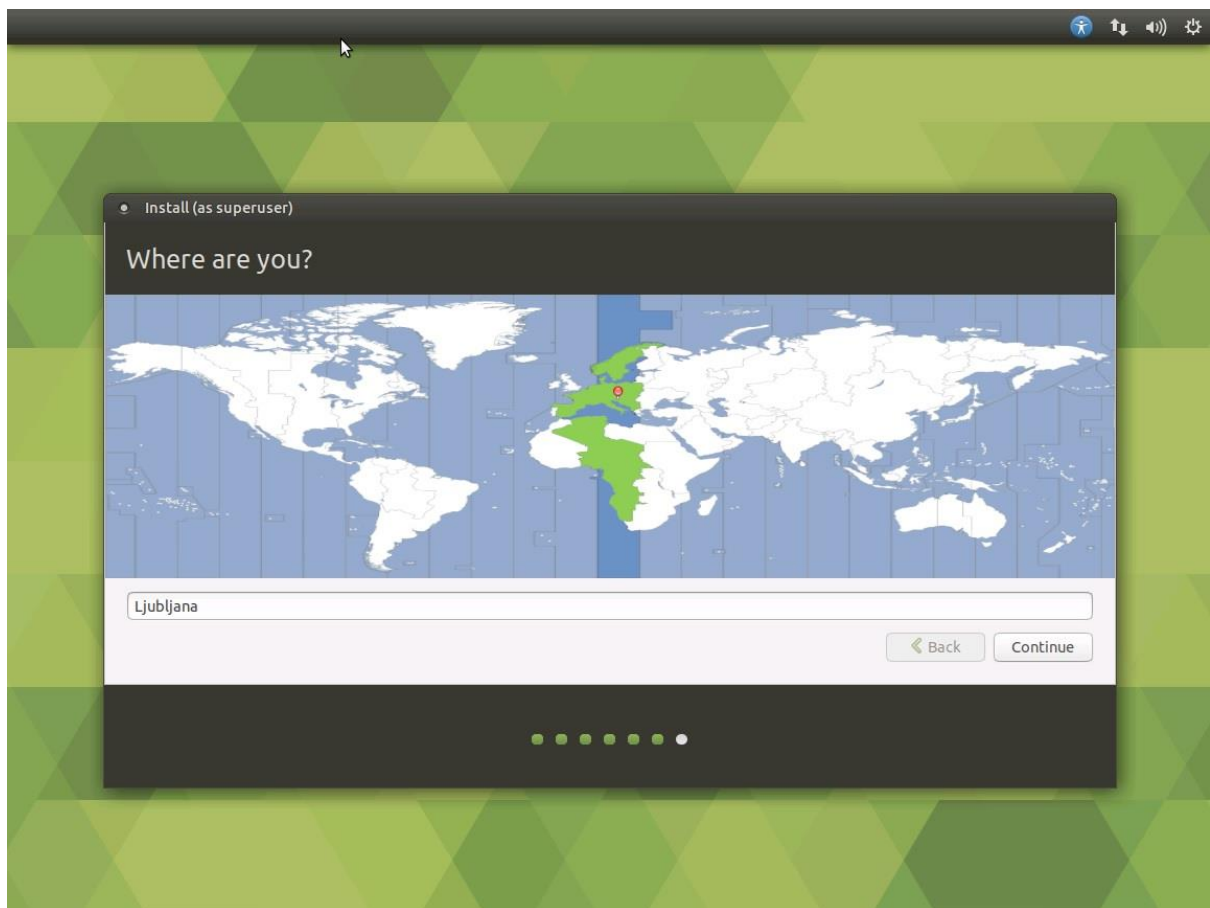


Nato s programom Win32 Disk Imager, ki ga dobim na naslovu <https://sourceforge.net/projects/win32diskimager/>, namestimo sliko sistema na micro SD kartico.

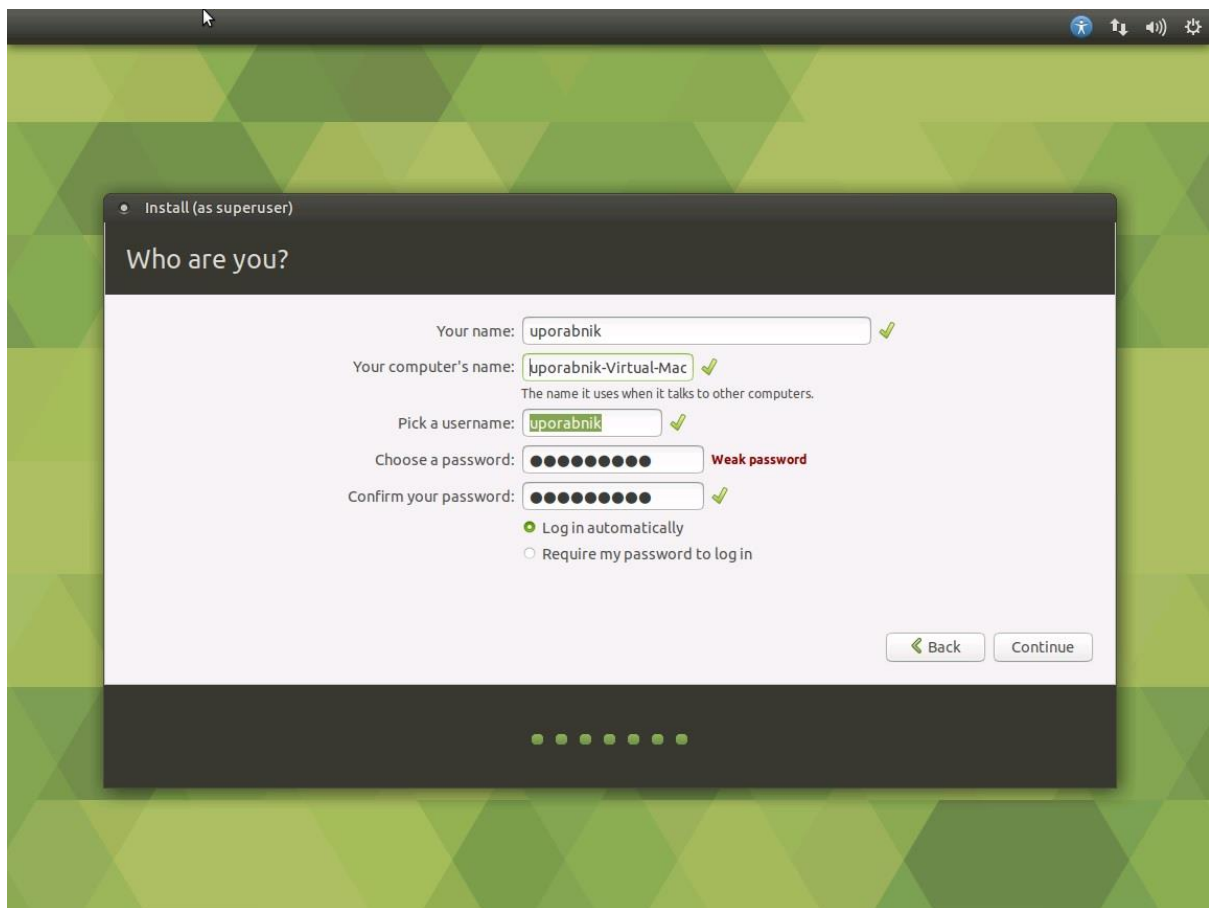


Inštalacija je preprosta, najbolje je, da je Raspberry računalnik z UTP kablom priključen na internet, tako da zazna datum in uro, ter lokalne nastavitve. Glede na to, da je večino navodil na internetu napisanih v angleščini, je za lažje delo z operacijskim sistemom najbolje, da osnovni jezik sistema ostane angleščina, tipkovnica pa je nastavljena na slovensko.





Uporabniško ime in geslo lahko izberete poljubno. Zaradi bolj enostavnega poganjanja je priporočljivo, da se uporabnik prijavi avtomatsko.



Ker SSH protokol na Ubuntu 18.04 ne deluje ob inštalaciji, je potrebna njegova ponovna namestitvev.
Ukazi:

```
sudo apt-get remove openssh-server  
sudo apt-get purge openssh-server  
sudo apt-get install openssh-server
```

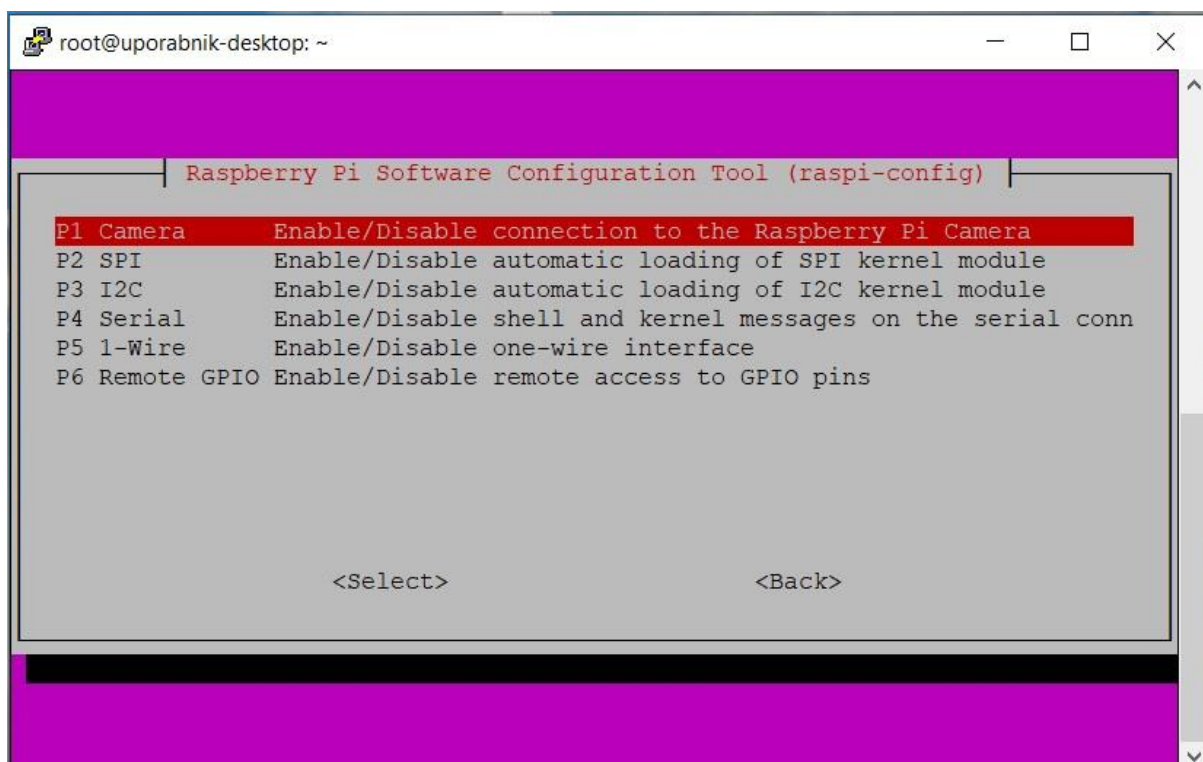
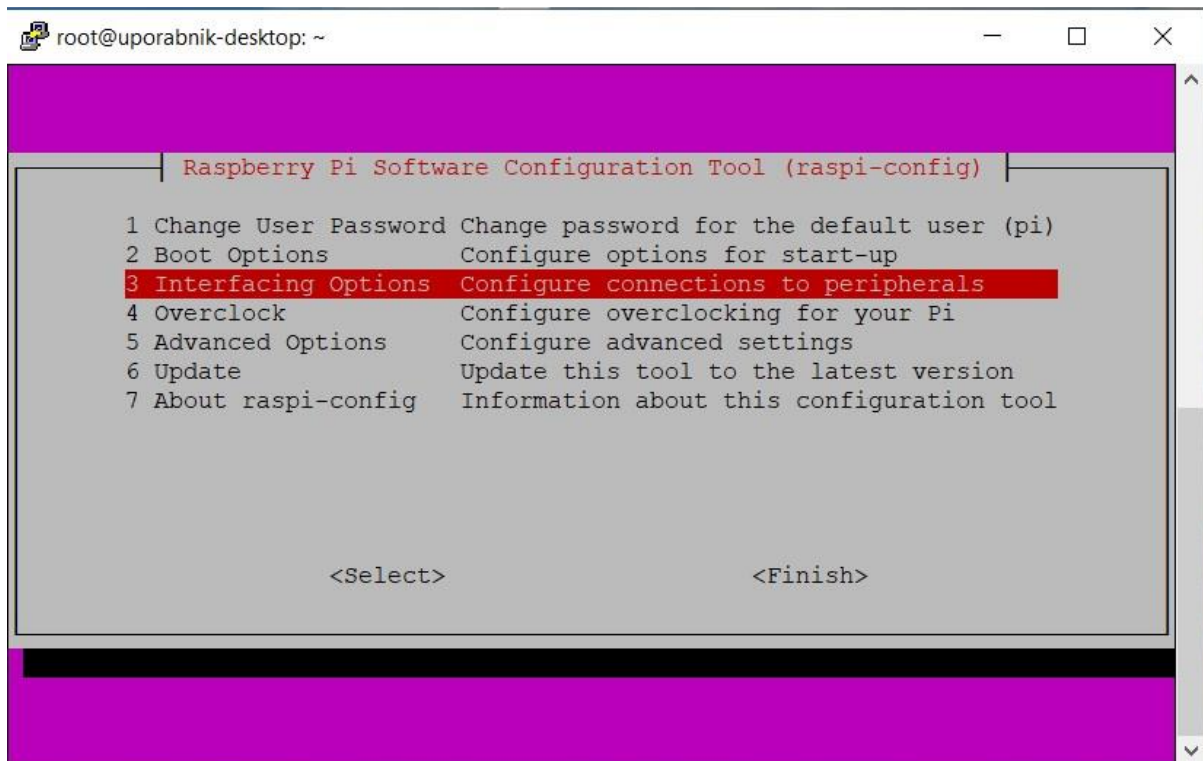
Nato omogočimo še uporabo kamera in vodila I2C. To naredimo tako, da odpremo terminalsko okno, v meniju (Menu – System tool – MATE Terminal) in poženemo program za konfiguracijo Raspberry računalnika

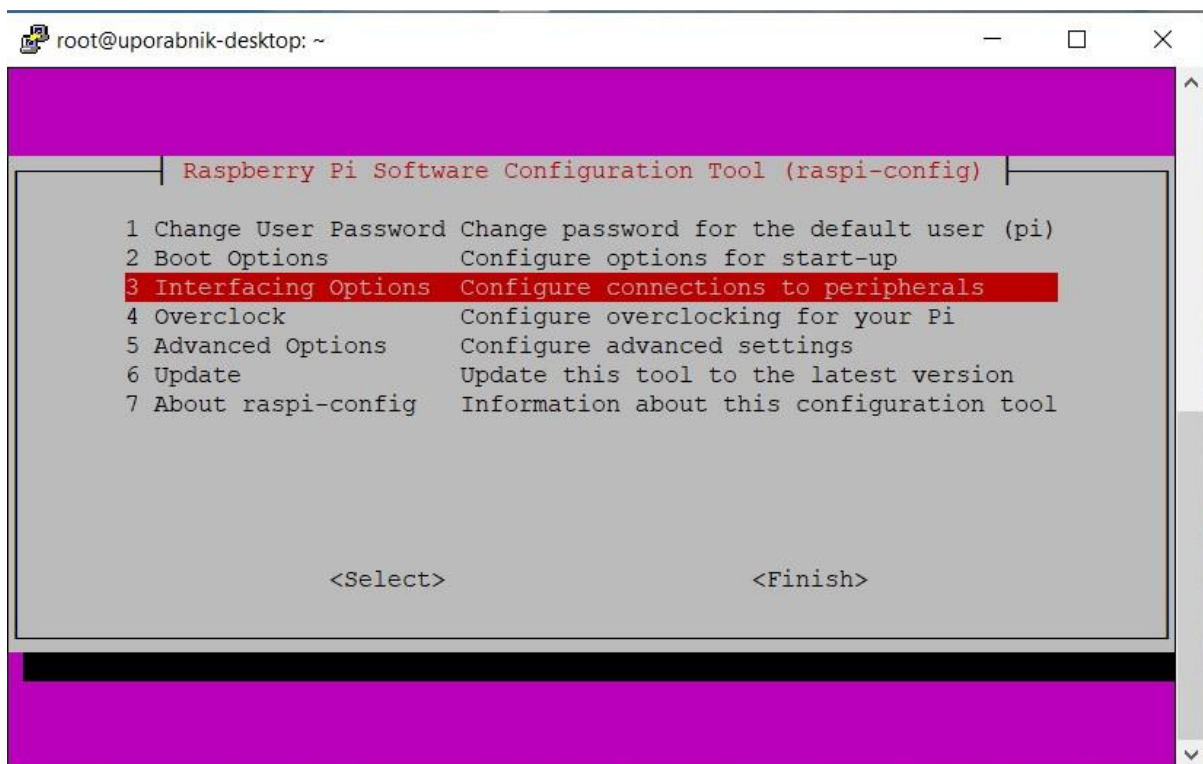
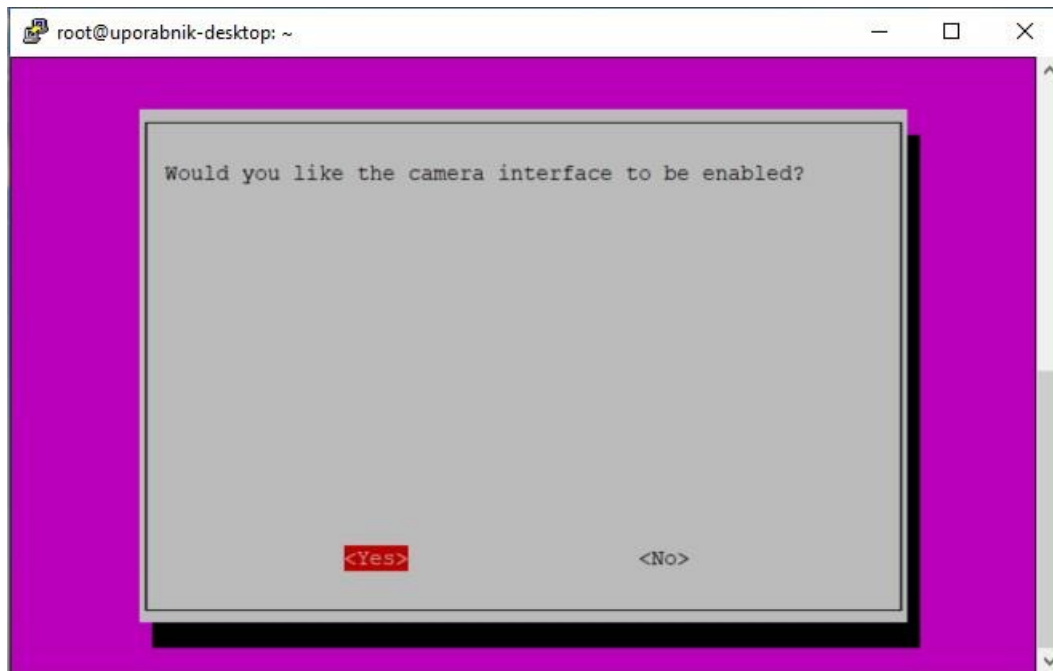
Ukaz:

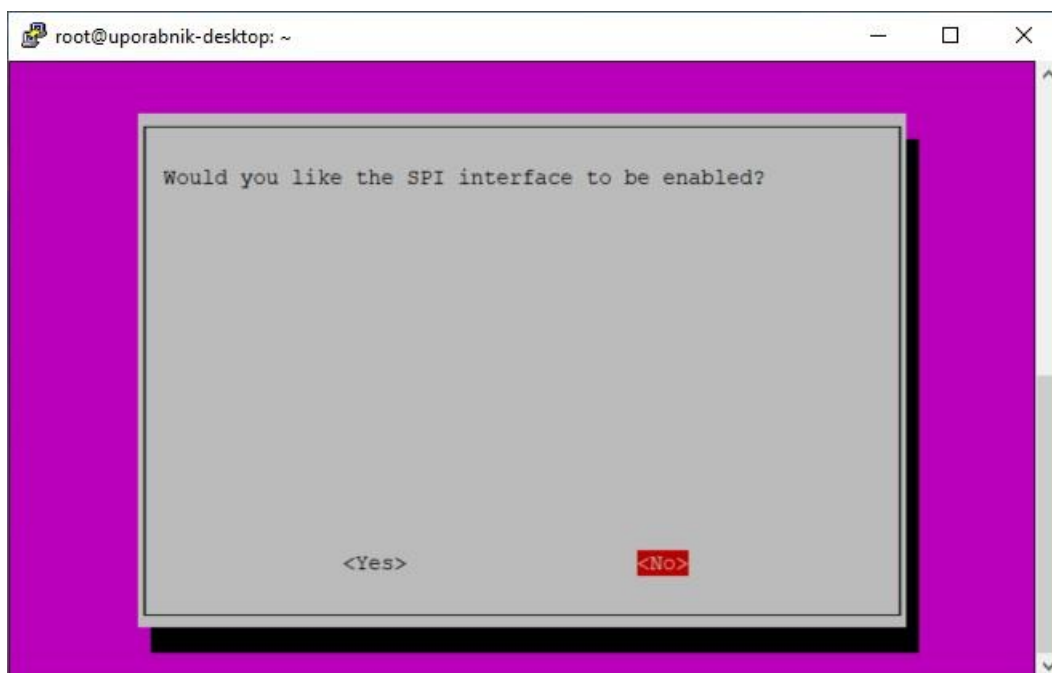
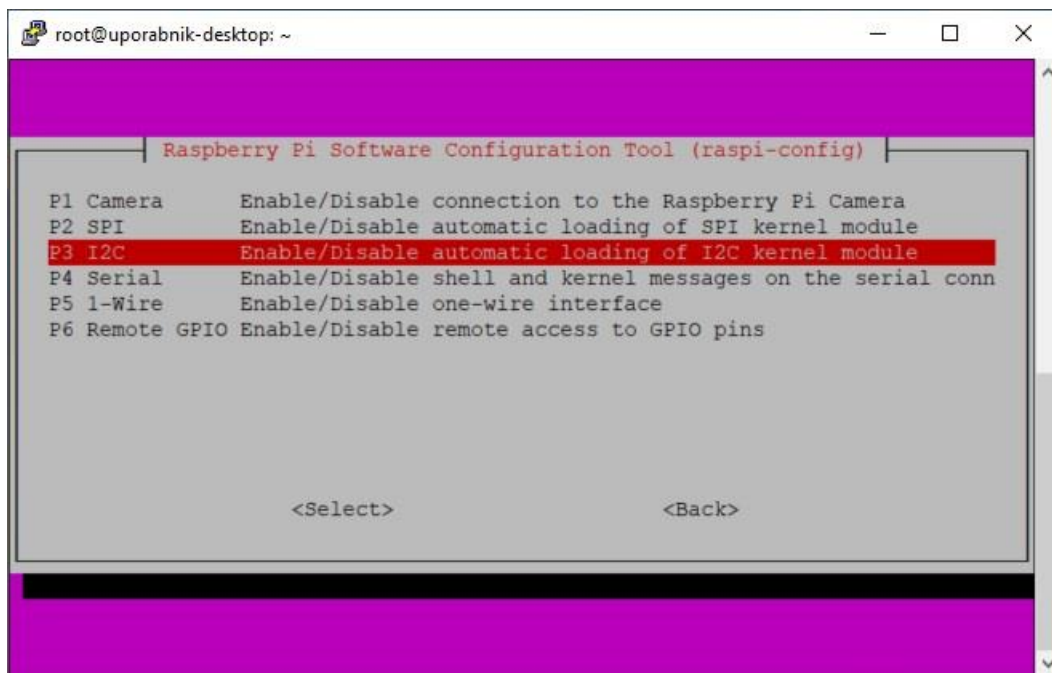
```
sudo raspi-config
```

Potem izberemo možnosti:

- Interfacing options – Camera – Yes
- Interfacing options – I2C – Yes







Da kamera na Ubuntu 18.04 deluje pravilno, je potrebno na koncu datoteke `/etc/modules` dodati vrstico `bcm2835-v4l2`

Ukaz:

```
sudo echo bcm2835-v4l2 >> /etc/modules
```

Od tu naprej se, z uporabniškim imenom, ki smo ga določili ob inštalaciji, na robota lahko povežemo preko SSH protokola. IP številko računalnika lahko dobimo z ukazom v terminalu:

```
hostname -I.
```

Pred nadaljnjim delom je priporočljivo ponovno pognati robota. To lahko naredimo s terminalskim ukazom:

```
sudo shutdown -r now
```

3 - LOGIRANJE UPORABNIKA ROOT KOT GLAVNEGA UPORABNIKA

Čeprav načeloma ni priporočljivo, da se uporabnik na računalnik logira kot root, dostop do servo motorja zahteva administratorski račun. Najprej moramo spremeniti geslo administratorskega računa. Poženemo ukaz za spremembo geslo, vpišemo najprej svoje geslo, potem pa dvakrat novo administratorsko geslo.

Ukaz:

```
sudo passwd root
```

Administratorskemu računu je potrebno dovoliti tudi logiranje preko SSH protokola. To dosežemo tako, da v datoteki `/etc/ssh/sshd_config` vrstico

```
# PermitRootLogin prohibit-password
```

spremenimo v

```
PermitRootLogin yes
```

Nato ponovno poženemo robota.

4 - POVEZOVANJE UPORABNIK NA ROBOTA

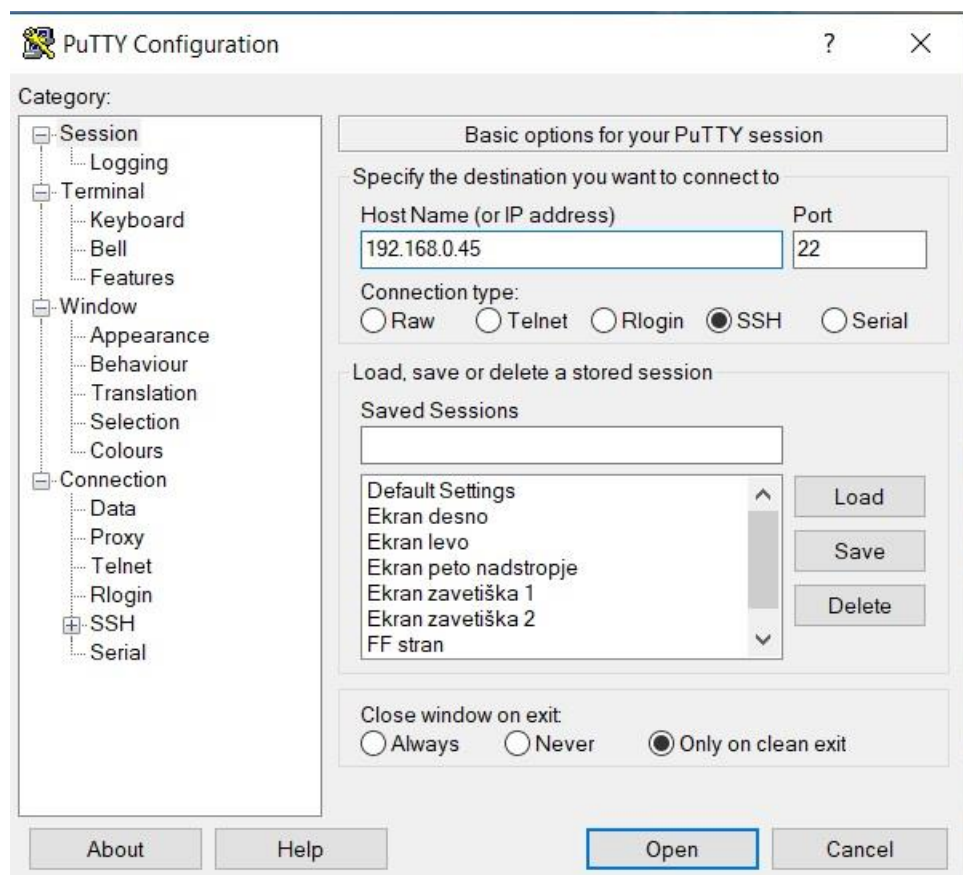
Na robota se lahko povežem preko Putty programa z ukazno vrstico, datoteke pa lahko urejamo s programom FileZilla.

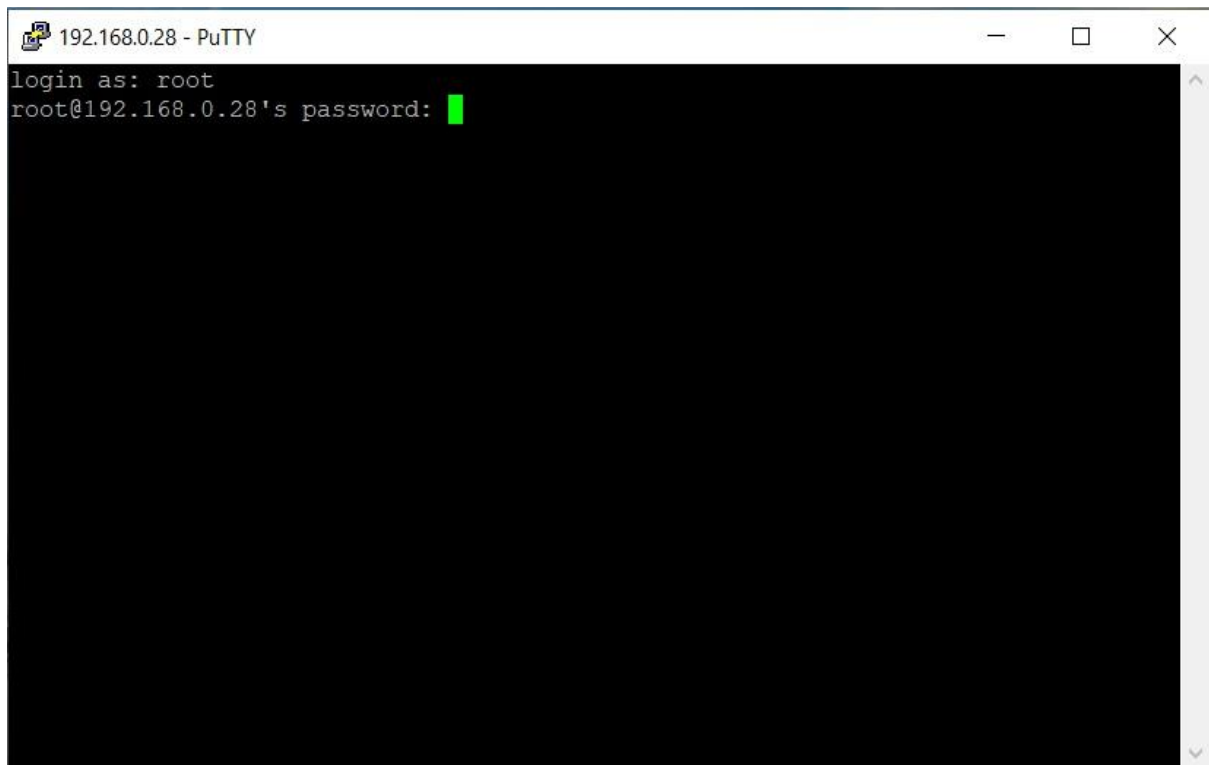
Programne lahko dobimo na naslovih:

Putty - <https://www.putty.org/>

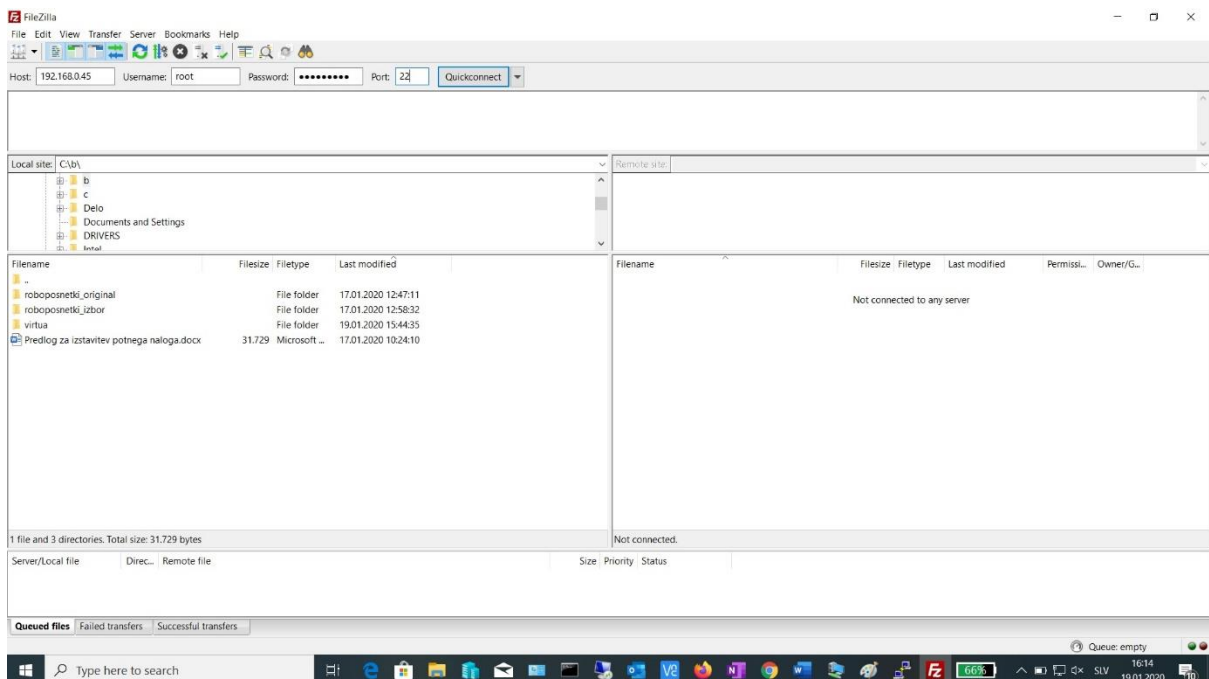
FileZilla - <https://filezilla-project.org/>

Putty je namenjen povezavi preko SSH protokola na oddaljen računalnik in poganjanju ukazov v terminalskem načinu. Najprej na robotu z ukazom hostname -l preverim IP številko robota, potem odprem program in v okence vtipkam število, nakar program vpraša za uporabniško ime in geslo. Vpišemo uporabnika root in geslo, ki smo določili administratorskemu računu. Če so podatki vpisani pravilno in če je SSH dostop omogočen na robotu, potem se odpre terminal preko katerega lahko krmilimo robota.





FileZilla je namenjen za urejanje datotek na robotu. Na robota se ravno tako povezuje preko SSH protokola. V okenčka vpišemo IP številko, uporabnika (root), geslo in številko vrat, preko katerega dostopate do robota. Če je protokol SSH nameščen na standarden način, potem je številka vrat enaka 22.



5 - NAMEŠČANJE POPRAVKOV

Na robota se preko SSH protokola povežem kot root uporabnik in izvedem naslednje ukaze

```
apt-get update
```

```
apt-get upgrade
```

Včasih pri inštalaciji sistem opozori, da kakega nameščenega programa ne potrebuje več. V tem primeru poženemo ukaz za odstranitev teh programov:

```
apt-get autoremove
```

Naštete ukaz, po potrebi, izvedemo večkrat. Najbolje toliko časa, da ima nameščene vse potrebne programe.

Pri inštalaciji sistema lahko vrne naslednjo napako

Errors were encountered while processing:

```
/var/cache/apt/archives/linux-firmware-raspi2_1.20190215-0ubuntu0.18.04.1_armhf.deb
```

Za nadaljnjo inštalacijo je potrebno pognati ukaz:

```
dpkg -i --force-all /var/cache/apt/archives/linux-firmware-raspi2_1.20190215-0ubuntu0.18.04.1_armhf.deb
```

Za pravilno delovanje robota moramo namestiti še knjižnico za I2C vodilo:

```
apt-get install libi2c-dev
```

knjižnico zbar za zaznavanje QR kode:

```
apt-get install zbar-tools libzbar-dev libzbar0
```

in knjižnico za komunikacijo z PS3 kompatibilno konzolo:

```
apt-get install libusb-dev joystick python-pygame bluetooth
```

6 - SWAP DATOTEKA

Pred namestitvijo ROS-a je priporočljivo narediti še swap datoteko. To se naredi z naslednjimi ukazi

```
sudo fallocate -l 2G /swapfile  
sudo chmod 600 /swapfile  
sudo mkswap /swapfile  
sudo swapon /swapfile  
echo '/swapfile none swap sw 0 0' | sudo tee -a /etc/fstab
```

Če swap datoteka že obstaja in je premajhna, je potrebno najprej z datoteke /etc/fstab zbrisati vrstico ki definira swap datoteko, potem pa izvesti zgoraj navedene korake.

Ukaz:

```
sudo nano /etc/fstab
```

Zbrišemo vrstico

```
/swapfile      none          swap  sw          0 0
```

Nato ponovno zaženemo računalnik in izvedemo zgornje vrstice.

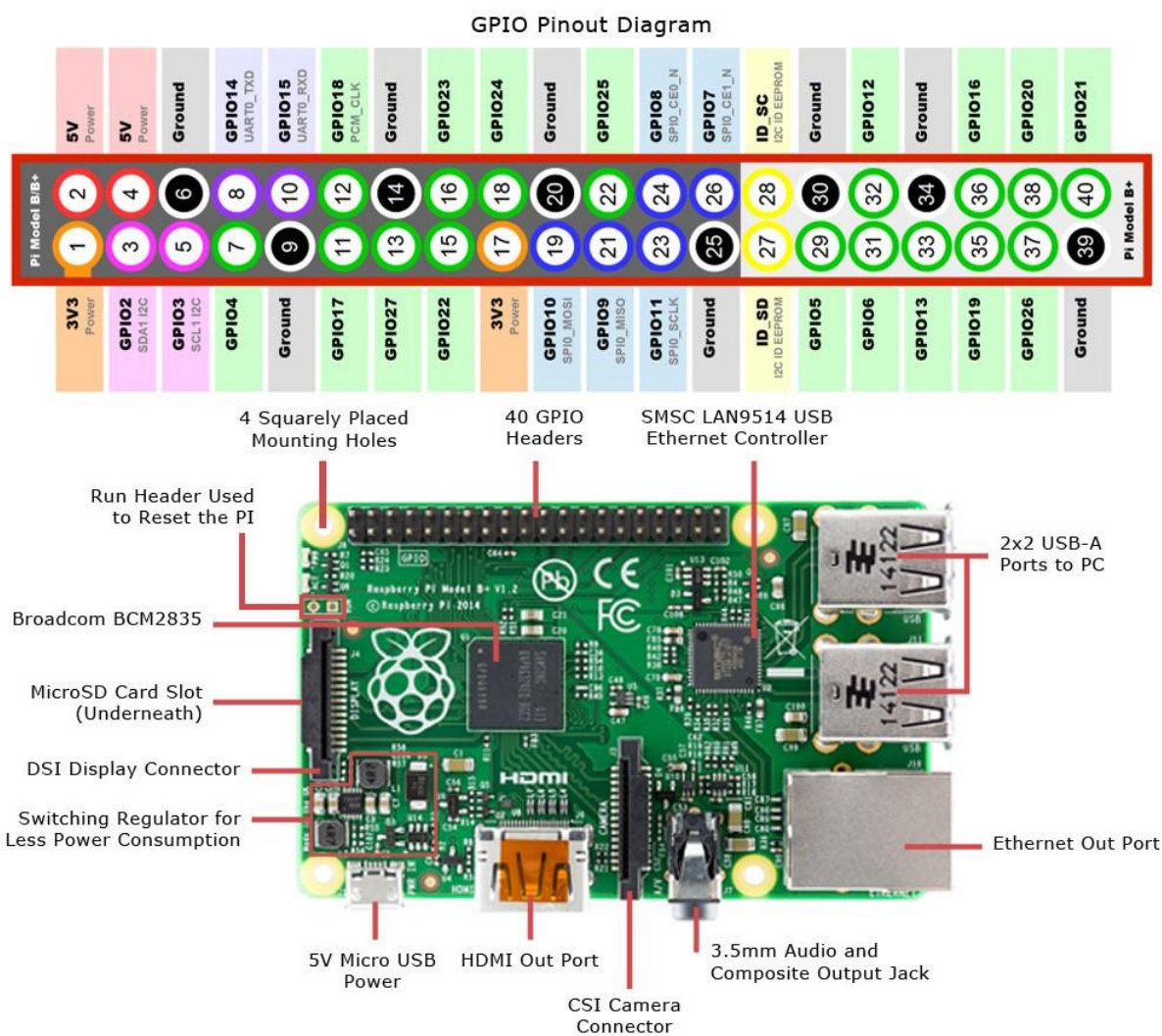
7 - DODAJANJE I2C VODILA

Ker imata laser in BNO055 isti naslov, je potrebno dati senzorja na različna I2C vodila. Laser na robotu je nameščen na I2C številka 1, BNO055 pa na številki 3. Laser je na standardnem, privzetem vodilu oz. pinih (SDA-GPIO02, SCL-GPIO03), BNO055 pa je povezan s pini SDA-GPIO20, SCL-GPIO21. Zato moram v datoteko /boot/config.txt dati naslednjo vrstico.

Oznake pinov se nanašajo na spodnjo sliko

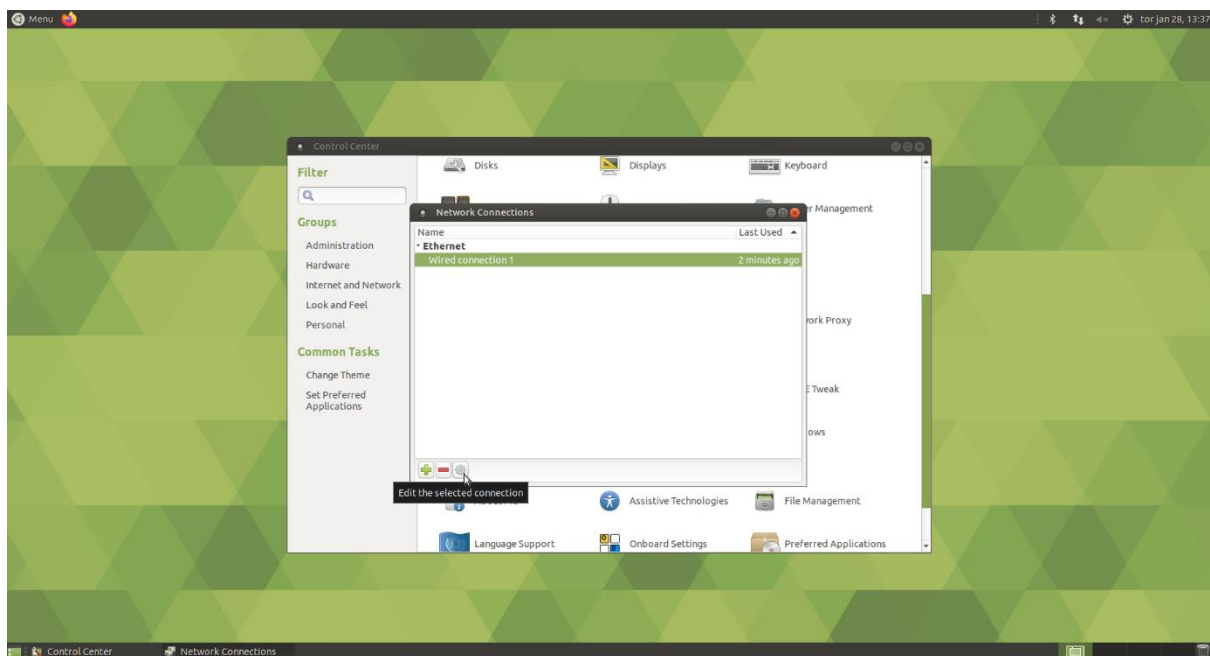
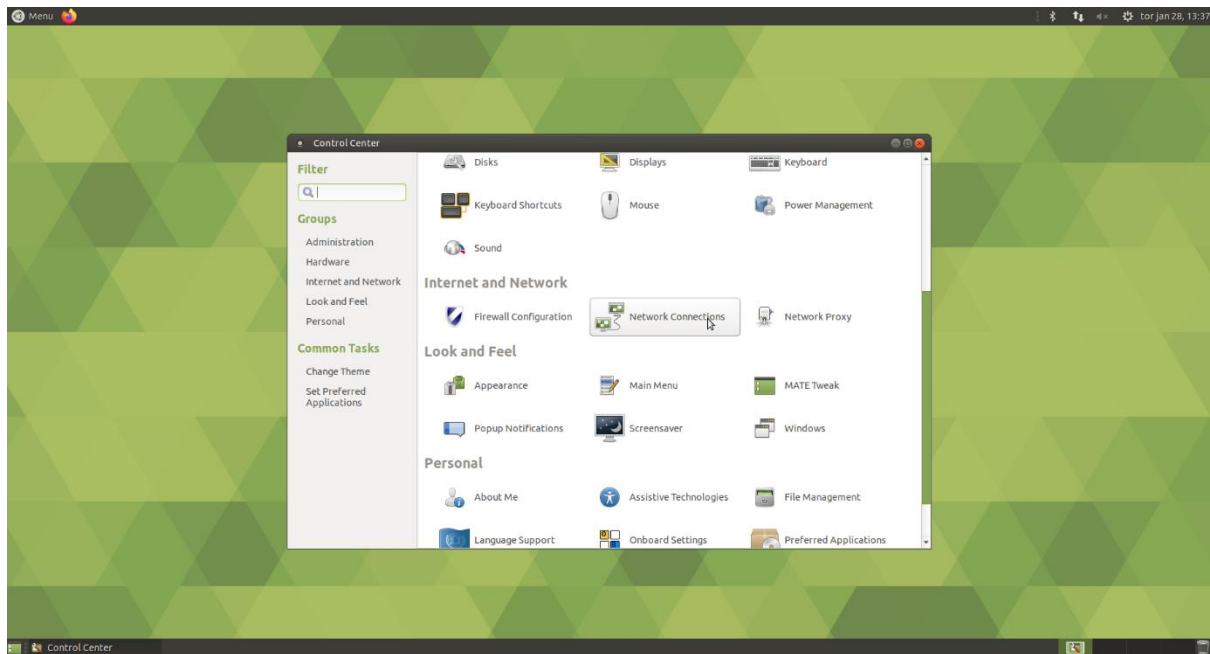
```
dtoverlay=i2c-gpio,bus=3,i2c_gpio_delay_us=1,i2c_gpio_sda=20,i2c_gpio_scl=21
```

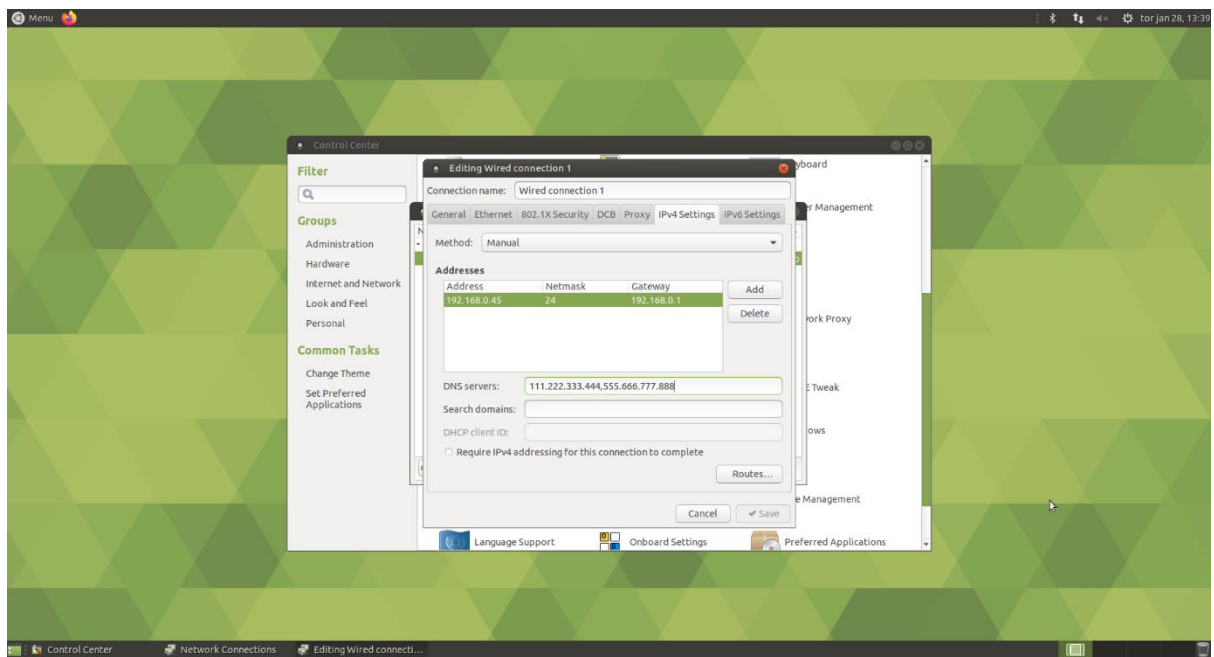
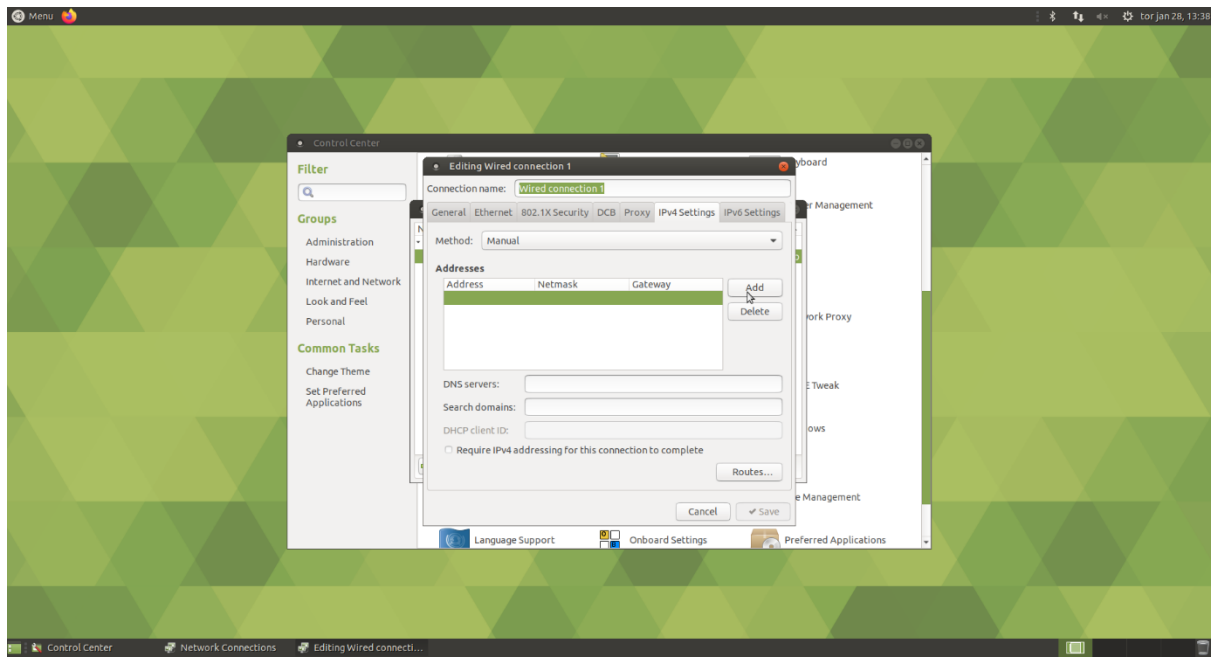
Datoteko moramo spreminjati preko terminalskega okna.



8 - NASTAVITVE MREŽE

Na robotu je priporočljivo določiti stalen IP naslov. To najlažje naredimo preko okenskega vmesnika in sicer gremo na v Control center, odpremo mrežne nastavitve in pri IPv4 nastavitvah določimo IP številko, lahko pa tudi DNS, da bo robot lahko komuniciral preko interneta. Po nastavitvi IP številke je priporočljiv ponovni zagon robota.





9 - INŠTALACIJA ROS

Za prevajanje in poganjanje programov za nadzor robota je potrebno namestiti ROS distribucijo. Programi so preizkušeni na ROS Melodic Morenia distribuciji, verjetno pa z majhnimi popravki delujejo lahko tudi na drugih distribucijah.

Distribucija se nahaja na strani <http://wiki.ros.org/Distributions>.

Navodila za namestitev pa se nahajajo na strani <http://wiki.ros.org/melodic/Installation/Ubuntu>

Ukazi za namestitev:

```
sudo sh -c 'echo "deb http://packages.ros.org/ros/ubuntu $(lsb_release -sc) main" >
/etc/apt/sources.list.d/ros-latest.list'
sudo apt-key adv --keyserver 'hkp://keyserver.ubuntu.com:80' --recv-key
C1CF6E31E6BADE8868B172B4F42ED6FBAB17C654
sudo apt update
sudo apt install ros-melodic-desktop-full
sudo rosdep init
rosdep update
echo "source /opt/ros/melodic/setup.bash" >> ~/.bashrc
sudo apt install python-rosinstall python-rosinstall-generator python-wstool build-essential
source ~/.bashrc
```

Potrebno je še ustvariti delovni prostor (workspace), v katerem bodo tekli programi. Namesto imena rosmelodic lahko izberete tudi kako drugo ime.

Ukazi za kreiranje delovnega prostora:

```
mkdir rosmelodic
cd rosmelodic
mkdir src
catkin_make
```

Nato v datoteko bashrc dodam vrstico source /root/rosmelodic/devel/setup.bash

Ukaz:

```
echo "source /root/rosmelodic/devel/setup.bash" >> ~/.bashrc
```

Za delovanje PS3 kompatibilne konzole je potrebno namestiti tudi paket joy za ROS

Ukaz:

```
apt-get install ros-melodic-joy
apt-get install ros-melodic-joystick-drivers
```

10 - WIRINGPI

Za delovanje elektro motorjev je potrebno namestiti tudi knjižnico WiringPi. Navodila za namestitev se nahajajo na strani <http://wiringpi.com/download-and-install/>

Ko se povežete preko terminalskega načina na robota izvedete naslednje ukaze:

```
git clone git://github.com/WiringPi/WiringPi.git
cd WiringPi
./build
```

Če pri prevajanju prihaja do napake, poskusite izvesti še naslednje korake:

```
cd gpio
rm *.o
cd ..
./build
```

Knjižnico lahko prenesete na računalnik tudi z naslova

<https://github.com/WiringPi/WiringPi>

11 – PREVAJANJE PAKETOV

Ko sta operacijski sistem in ROS distribucija uspešno nameščeni, je čas, da prenesete paket programov za robota, ga prevedete ter preizkusite delovanje robota.

Najprej je potrebno programe prenesti v delovni prostor, ki smo ga kreirali v koraku 9. Preko terminalnega vmesnika povežite na robota, nato pa izvedete naslednje ukaze:

```
cd rosmelodic
```

```
cd src
```

UKAZ ZA PRENOS MOJEGA PAKETA NA ROBOTA Z GIT

```
cd ..
```

```
catkin_make
```

Samo prevajanje naj bi potekalo brez težav. Med samim prevajanjem se lahko prikažejo določena opozorila, a na samo prevajanje programov in delovanje robota to ne vpliva. Ko se programi prevedejo pravilno, je robot pripravljen na uporabo.

Najpogostejše napake pri inštalaciji sistema in prevajanju programov so opisane na strani....

Lahko pa pošljete opis problema tudi na mail....

ŠE NAPISAT STRAN IN MAIL

12 – PREIZKUŠANJE SISTEMA IN DELOVANJE ROBOTA

Če smo uspešno izvedli vse dosedanje korake, naj bi bil robot pripravljen na uporabo. Sam robot lahko deluje v enem izmed treh načinov:

1. Vožnja robota s pomočjo tipkovnice iz namiznega ali prenosnega računalnika
2. Vožnja robota s pomočjo PS3 kompatibilne konzole
3. Samostojna vožnja robota.

VOŽNJA ROBOTA S POMOČJO TIPKOVNICE IZ RAČUNALNIKA

Naprej se preko terminalnega vmesnika povežite na robota, nato pa izvedete naslednje ukaz:
roslaunch koncni robot_tipk.launch

```
/root/robot/src/koncni/launch/robot_tipk.launch http://192.168.0.45:11311
PARAMETERS
* /rostdistro: melodic
* /rosversion: 1.14.3

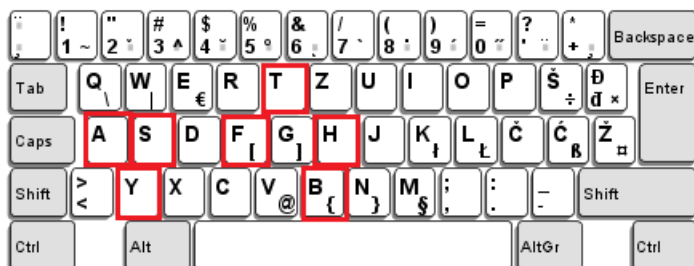
NODES
/
  cameraThruWeb (koncni/cameraThruWeb.py)
  laserPublisher01 (koncni/laserPublisher01)
  robotDriver01 (koncni/robotDriver01)
  voznja_tipk_01 (koncni/voznja_tipk_01)

auto-starting new master
process[master]: started with pid [8997]
ROS_MASTER_URI=http://192.168.0.45:11311

setting /run_id to aabdeafa-41f2-11ea-b906-b827eb75e364
process[rosout-1]: started with pid [9008]
started core service [/rosout]
process[voznja_tipk_01-2]: started with pid [9011]
process[robotDriver01-3]: started with pid [9016]
process[cameraThruWeb-4]: started with pid [9018]
process[laserPublisher01-5]: started with pid [9027]
[ INFO] [1580232116.010112678]: Delujem!
```

Zaženejo se vsi potrebni programi za vožnjo robota preko tipkovnice na računalniku. Ukazi, ki jih lahko uporabljamo so naslednji

- T – robot se premika naprej
- F – robot se obrača v levo
- H – robot se obrača v desno
- B – robot se premika nazaj
- Y – izpiše podatke o trenutni hitrosti robota
- A – poveča hitrost
- S – zmanjša hitrost
- Esc – izhod iz programa.



Sam robot se premika v eno izmed štirih smeri:

- Naprej

- Nazaj
- Levo
- Desno

Robot ne more kombinirati več ukazov naenkrat, tako da uporabimo lahko samo eno tipko naenkrat. Dokler držimo tipko robot izvaja premikanje v določeni smeri, ko spustimo tipko, se robot ustavi. Če se robot približa oviri na razdaljo, manjšo od 50 cm, opozori na bližino ovire, a same vožnje ne ustavi.

Če v spletni brskalnik vpišemo naslov http://IP_STEVILKA_ROBOTA:8000, potem lahko spremljamo sliko s kamere na robotu. IP številko smo določili v točki 8.

Sama kvaliteta prenosa slike je odvisna od zmogljivosti brezžične povezave, pomembno pa je tudi, da je robot v dosegu brezžičnega omrežja, drugače ga ne moremo upravljati. Robot se sicer v tem primeru ne bo premikal sam od sebe, ga pa ne bomo mogli upravljati zato ga je potrebno ročno prestaviti na primernejši prostor znotraj dosega signala brezžičnega omrežja.

VOŽNJA S POMOČJO PS3 KOMPATIBILNE KONZOLE

Robota lahko na enak način, kot s pomočjo tipkovnice, upravljamo tudi s pomočjo PS3 kompatibilne konzole. Za povezavo robota in joypada je najbolj smiselno uporabiti bluetooth povezavo, ki je na Raspberry Pi 3B+ vključena in je ni potrebno posebej nameščati. Dovoljevala naj bi upravljanje na razdalji okrog 10 metrov, vendar je razdalja precej odvisna tudi od samega terena, po katerem vozimo robota.

Naprej, nazaj, levo ni desno upravljamo robota z levo stranjo konzole, na desni pa uravnavamo hitrost robota, informacije o hitrosti ni izhod iz programa.

Naprej se preko terminalnega vmesnika povežite na robota, nato pa izvedete naslednje ukaz:
roslaunch koncni robot_joy.launch

Robota upravljamo s tipkami, označenimi na sliki:

1. robot se premika naprej
2. robot se premika nazaj
3. robot se obrača v levo
4. robot se obrača v desno
5. poveča hitrosti
6. zmanjša hitrosti
7. izhod iz programa
8. izpiše podatke o trenutni hitrosti robota



Program deluje tako, da dokler držimo posamezno tipko na konzoli, toliko časa se robot premika ali obrača v želeno smer. Ko tipko spustimo, se robot ustavi.

POSTOPEK INŠTALACIJE PS3 KOMPATIBILNE KONZOLE NA ROBOTA

Za uporabo PS3 kompatibilne konzole je potrebno narediti nekaj korakov, da seznamimo konzolo in robota, ter da robot tudi v bodoče dovoli povezavo s konzolo.

Najprej je potrebno namestiti vse potrebne knjižnice z ukazom, kar smo sicer že naredili v točki 5:
`apt-get install libusb-dev joystick python-pygame bluetooth`

Potem robota ponovno zaženemo in se po zagonu zopet povežemo na robot preko terminalskega vmesnika, ter zaženemo naslednje ukaze

`bluetoothctl`

`discoverable on`

`agent on`

Konzolo fizično povežemo z robotom, in ko se na robotu pojavi okno, s katerim nas sprašuje za avtorizacijo povezave s konzolo, kliknemo na možnost Always Accept. Hkrati nam izpiše tudi konzolin MAC naslov, ki si ga moramo zapomniti.



Ko dovolimo avtorizacijo, konzolo fizično odklopimo z robota, pritisnemo PS tipko in lučke na konzoli začnejo utripati. Na terminalskem vmesniku potem izvedemo ukaza, kjer MAC naslov nadomestimo s tistim, ki naj ga je sporočil robot:

`connect 00:1B:FB:6A:CA:FE`

`trust 00:1B:FB:6A:CA:FE`

```
root@uporabnik-desktop: ~  
* Documentation: https://help.ubuntu.com  
* Management: https://landscape.canonical.com  
* Support: https://ubuntu.com/advantage  
  
* Overheard at KubeCon: "microk8s.status just blew my mind".  
  
https://microk8s.io/docs/commands#microk8s.status  
  
0 packages can be updated.  
0 updates are security updates.  
  
Last login: Tue Jan 28 15:59:41 2020 from 192.168.0.27  
root@uporabnik-desktop:~# bluetoothctl  
[NEW] Controller B8:27:EB:21:EF:BE uporabnik-desktop [default]  
Agent registered  
[bluetooth]# discoverable on  
Changing discoverable on succeeded  
[CHG] Controller B8:27:EB:21:EF:BE Discoverable: yes  
[bluetooth]# agent on  
Agent is already registered  
[NEW] Device 00:1B:FB:6A:CA:FE Sony PLAYSTATION(R)3 Controller  
[CHG] Device 00:1B:FB:6A:CA:FE Trusted: yes  
[CHG] Device 00:1B:FB:6A:CA:FE UUIDs: 00001124-0000-1000-8000-00805f9b34fb  
[bluetooth]#
```

Če je šlo vse v redu, potem smo uspešno povezali konzolo in robota. Ko bomo v bodoče hoteli robota upravljati s konzolo, bo potrebno, po zagonu programa, zgolj pritisniti tipko PS. Če pa se zgodi, da robot vseeno pozabi na konzolo, pa je postopek potrebno ponoviti.

Da je konzol res povezana lahko preverimo na dva načina.

Pri prvem načinu v terminalskem vmesniku robota pošlemo ukaz:

```
ls /dev/input/js*
```

Če nam izpiše kaj podobnega kot `/dev/input/js0`, potem je robot povezan s kontrolerjem.

Lahko pa v terminalskem vmesniku robota pošlemo ukaz:

```
jstest /dev/input/js0
```

in program nam bo sproti izpisoval stanje tipk.

Ko smo povezali robota in konzolo, je potrebno namestiti še ROS ps3joy paket

(<http://wiki.ros.org/ps3joy>), ki preko topica joy sporoča stanje tipk na konzoli v trenutku, ko se stanje spremeni, na primer, ko pritisnemo kako izmed tipk na konzoli. To smo naredili v koraku 9:

```
apt-get install ros-melodic-joy
```

```
apt-get install ros-melodic-joystick-drivers
```

Robota upravljamo s konzolo tako, da pošlemo ukaz:

```
roslaunch koncin robot_joy.launch
```

SAMOSTOJNA VOŽNJA ROBOTA

Robot je sposoben tudi osnovne avtonomne navigacije po prostoru. Program za samostojno navigacijo poženemo z ukazom
roslaunch koncni robot_sam.launch

Na začetku robot določi ciljno smer – to je smer, v katero je obrnjen pri zagonu programa. Robot se potem začne premikati proti ciljni smeri in med samo vožnjo popravlja smer, če zaide preveč levo ali desno. Vožnja poteka toliko časa, dokler robot ne naleti na oviro – takrat se ustavi, najprej pregleda, če je pred njim QR koda. Če naleti na QR kodo, potem poskuša iz kode izluščiti ukaz, in ga izvede in nadaljuje vožnjo.

Če ne naleti na QR kodo, potem začne s skeniranjem okolice – pladenj s senzorji obrne v levo za 90 stopinj, ga po korakih premika v desno in na vsakem koraku izmeri razdaljo do ovire. Ko konča, zasučje pladenj v sredno pozicijo in izračuna, v katero smer mora nadaljevati, da se uspešno izogne oviram. Robot se potem obrne v izračunano smer in nadaljuje vožnjo.

Vožnjo robot nadaljuje toliko časa, dokler ne naleti na ukaz STOP. Robota lahko ustavimo tudi tako, da v konzoli, v kateri smo pognali program za samostojno vožnjo, naenkrat pritisnemo tipki CTRL in C. Program za vožnjo se bo prenehal izvajati. Če ne zaleže prekinitev, ali če izgubimo nadzor, je najlažje uganiti robota tako, da odklopimo baterije.

Ukazov s QR kodo je trenutno 5:

1. levo za 90 stopinj (LEFT)
2. desno za 90 stopinj (RIGHT)
3. obrat za 180 stopinj (TURN)
4. ustavi delovanje (STOP)