



Department of  
Computer Engineering

به نام خدا



Amirkabir University of Technology  
(Tehran Polytechnic)

دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
دانشکده مهندسی کامپیوتر  
اصول علم ربات  
تمرین سری اول

نام و نام خانوادگی	محسن حسینی
شماره دانشجویی	۹۷۳۱۰۱۶
تاریخ ارسال گزارش	۱۴۰۰/۱۲/۱۲

**فهرست گزارش سوالات** (لطفاً پس از تکمیل گزارش، این فهرست را به روز کنید.)

- سوال ۱ – درجه آزادی ..... ۳
- سوال ۲ – درجه آزادی ..... ۴
- سوال ۳ – C-Space ..... ۵
- سناریو – گام اول ..... ۶
- سناریو – گام دوم ..... ۹

## سوال ۱ - درجه آزادی

برای محاسبه درجه آزادی از فرمول Grubler استفاده می‌کنیم.

$$DOF = m(N - 1 - J) + \sum_{i=1}^J f_i = 6 \times (10 - 1 - 12) + (8 \times 3 + 4 \times 1) = 10$$

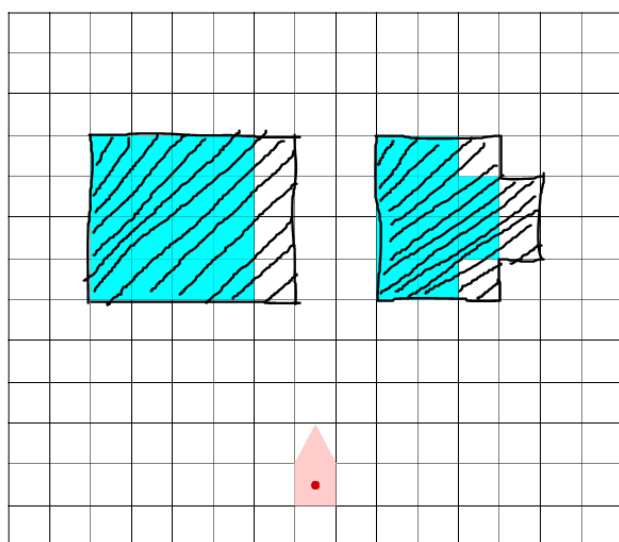
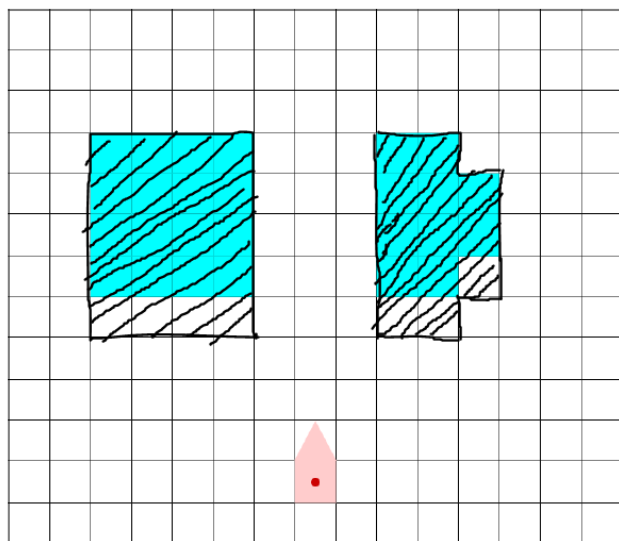
## سوال ۲ - درجه آزادی

برای محاسبه درجه آزادی از فرمول Grubler استفاده می کنیم.

$$DOF = m(N - 1 - J) + \sum_{i=1}^J f_i = 6 \times (8 - 1 - 8) + (8 \times 1) = 2$$

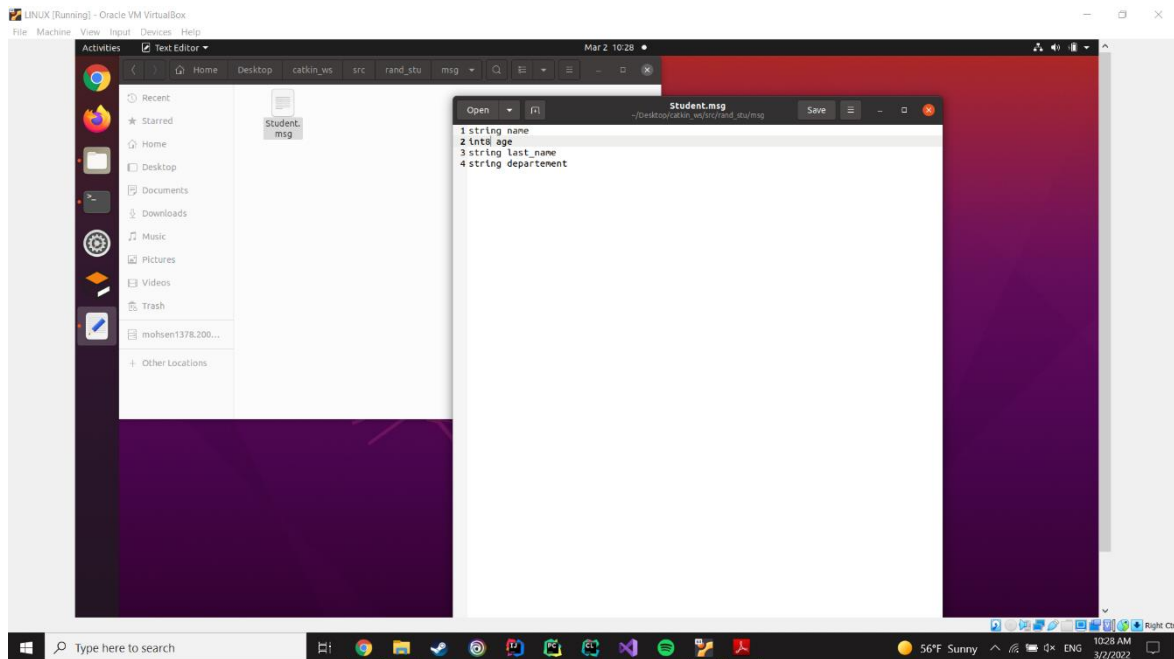
### سوال ۳ – C-Space

C-space این ربات را می‌توان با پارامترهای  $(x, y, \theta)$  نشان داد. در نتیجه در ابتدا با یک فضای ۳ بعدی طرف هستیم ولی از آنجایی که  $\theta$  فقط مقادیر صفر و ۹۰ را می‌گیرد، پس با رسم تنها دو صفحه دوبعدی می‌توان C-space را نشان داد. در هر دو شکل نقله قرمز هرجایی بجز محدوده سیاه می‌تواند قرار گیرد. همچنین شکل اول در حالت  $\theta$  برابر صفر و شکل دوم حالت  $\theta$  برابر ۹۰ درجه است.

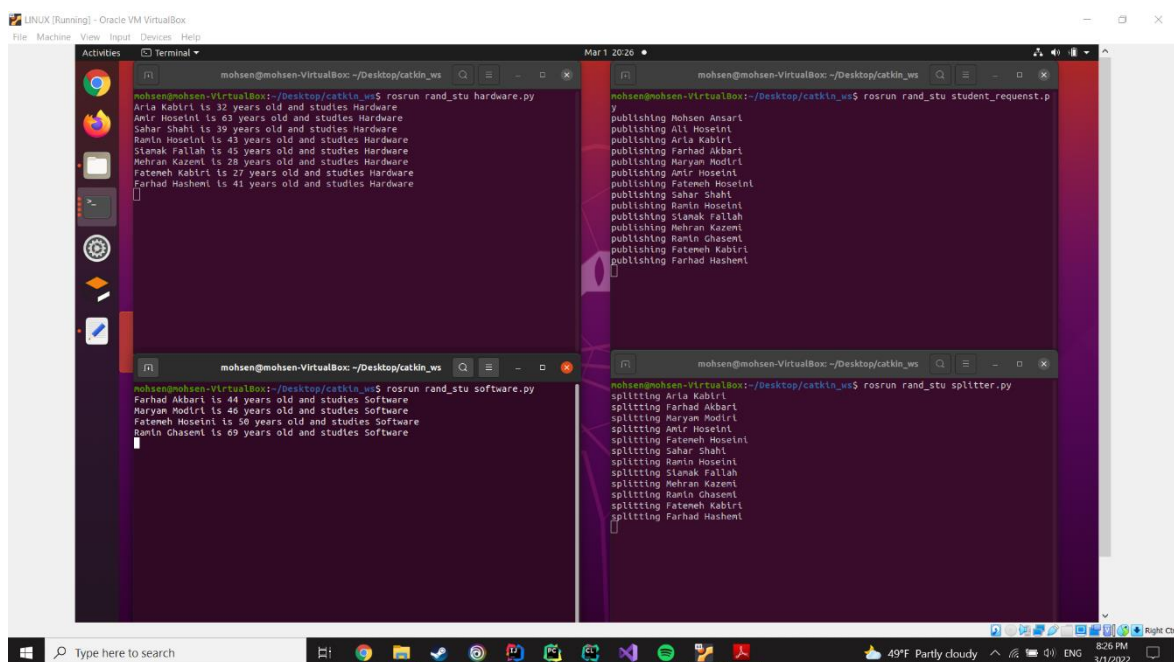


## سناریو – گام اول

ابتدا به گام هایی که در ویدیو تدریسیاری مشخص بودند، پرداختم و آن ها را انجام دادم. همانطور که در اسکرین شات زیر مشاهده می کنید، اقدام به طراحی Custom Message کرده ام.



پس از آن کد مربوط به nodeهای مختلف را تکمیل کردم و فایل آن ها نیز ضمیمه شده است. در ادامه بعد از کامل شدن nodeها، کل پکیج را تست کردم و موفقیت آمیز بود. نتیجه در اسکرین شات های زیر مشاهده می شود.



```
mohsen@mohsen-VirtualBox: ~/Desktop/catkin_ws
mohsen@mohsen-VirtualBox:~/Desktop/catkin_ws$ roslaunch catkin_ws hardware.py
Aria Kabiri is 32 years old and studies Hardware
Amir Hoseini is 63 years old and studies Hardware
Sahar Shahi is 39 years old and studies Hardware
Ramin Hoseini is 43 years old and studies Hardware
Siamak Fallah is 45 years old and studies Hardware
Mehran Kazemi is 28 years old and studies Hardware
Fateme Kabiri is 27 years old and studies Hardware
Farhad Hashemi is 41 years old and studies Hardware
Javad Shahi is 50 years old and studies Hardware
[]

mohsen@mohsen-VirtualBox:~/Desktop/catkin_ws$ roslaunch catkin_ws student_request.p
publishing Mohsen Ansari
publishing Amir Hoseini
publishing Aria Kabiri
publishing Farhad Akbari
publishing Maryam Modiri
publishing Amir Hoseini
publishing Fateme Hoseini
publishing Sahar Shahi
publishing Ramin Hoseini
publishing Siamak Fallah
publishing Mehran Kazemi
publishing Ramin Chaseni
publishing Fateme Kabiri
publishing Farhad Hashemi
publishing Maryam Modiri
publishing Javad Shahi
[]

mohsen@mohsen-VirtualBox:~/Desktop/catkin_ws$ roslaunch catkin_ws software.py
Farhad Akbari is 44 years old and studies Software
Maryam Modiri is 46 years old and studies Software
Fateme Hoseini is 50 years old and studies Software
Ramin Chaseni is 69 years old and studies Software
Maryam Modiri is 51 years old and studies Software
[]

mohsen@mohsen-VirtualBox:~/Desktop/catkin_ws$ roslaunch catkin_ws splitter.py
splitting Aria Kabiri
splitting Farhad Akbari
splitting Maryam Modiri
splitting Amir Hoseini
splitting Fateme Hoseini
splitting Sahar Shahi
splitting Ramin Hoseini
splitting Siamak Fallah
splitting Mehran Kazemi
splitting Ramin Chaseni
splitting Fateme Kabiri
splitting Farhad Hashemi
splitting Maryam Modiri
splitting Javad Shahi
[]
```

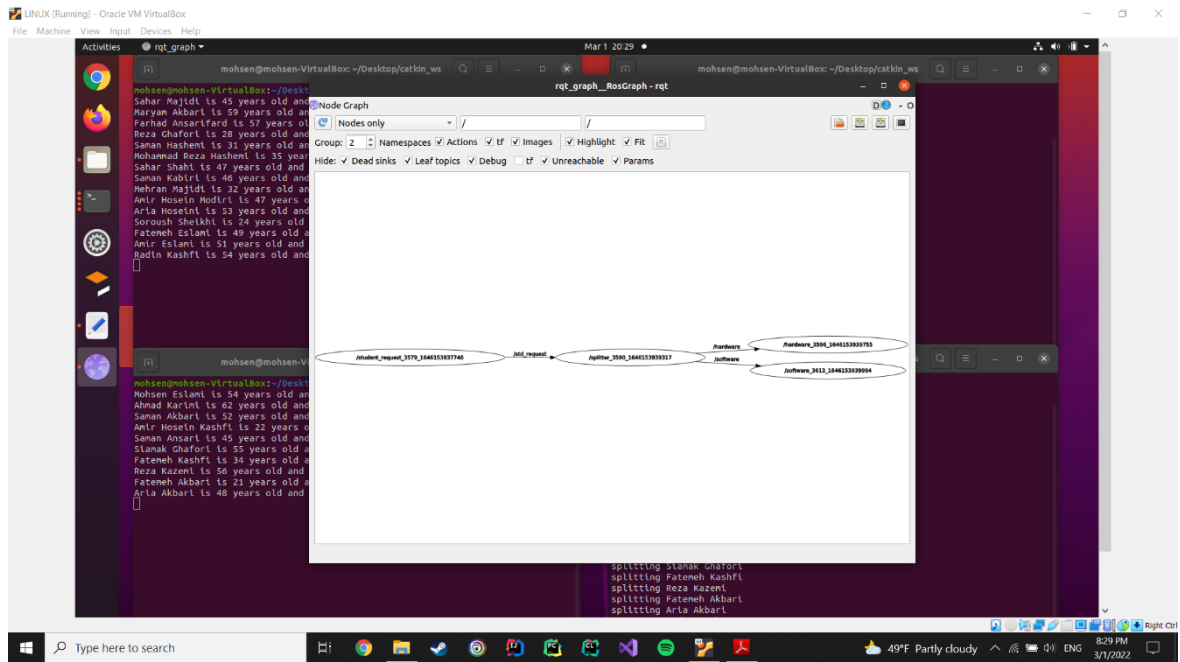
```
mohsen@mohsen-VirtualBox: ~/Desktop/catkin_ws
mohsen@mohsen-VirtualBox:~/Desktop/catkin_ws$ roslaunch catkin_ws hardware.py
Aria Kabiri is 32 years old and studies Hardware
Amir Hoseini is 63 years old and studies Hardware
Sahar Shahi is 39 years old and studies Hardware
Ramin Hoseini is 43 years old and studies Hardware
Siamak Fallah is 45 years old and studies Hardware
Mehran Kazemi is 28 years old and studies Hardware
Fateme Kabiri is 27 years old and studies Hardware
Farhad Hashemi is 41 years old and studies Hardware
Javad Shahi is 50 years old and studies Hardware
Aref Kashfi is 41 years old and studies Hardware
Aria Modiri is 50 years old and studies Hardware
Karin Akbari is 29 years old and studies Hardware
[]

mohsen@mohsen-VirtualBox:~/Desktop/catkin_ws$ roslaunch catkin_ws student_request.p
publishing Mohsen Ansari
publishing Amir Hoseini
publishing Aria Kabiri
publishing Farhad Akbari
publishing Maryam Modiri
publishing Amir Hoseini
publishing Fateme Hoseini
publishing Sahar Shahi
publishing Ramin Hoseini
publishing Siamak Fallah
publishing Mehran Kazemi
publishing Ramin Chaseni
publishing Fateme Kabiri
publishing Farhad Hashemi
publishing Maryam Modiri
publishing Javad Shahi
publishing Aref Kashfi
publishing Aria Hoseini
publishing Mohammad Kabiri
publishing Saman Shakhil
publishing Aria Modiri
publishing Aref Kashfi
publishing Karin Akbari
[]

mohsen@mohsen-VirtualBox:~/Desktop/catkin_ws$ roslaunch catkin_ws software.py
Farhad Akbari is 44 years old and studies Software
Maryam Modiri is 46 years old and studies Software
Fateme Hoseini is 50 years old and studies Software
Ramin Chaseni is 69 years old and studies Software
Maryam Modiri is 51 years old and studies Software
Aria Hoseini is 55 years old and studies Software
Mohammad Kabiri is 25 years old and studies Software
Saman Shakhil is 64 years old and studies Software
[]

mohsen@mohsen-VirtualBox:~/Desktop/catkin_ws$ roslaunch catkin_ws splitter.py
splitting Aria Kabiri
splitting Farhad Akbari
splitting Maryam Modiri
splitting Amir Hoseini
splitting Fateme Hoseini
splitting Sahar Shahi
splitting Ramin Hoseini
splitting Siamak Fallah
splitting Mehran Kazemi
splitting Ramin Chaseni
splitting Fateme Kabiri
splitting Farhad Hashemi
splitting Maryam Modiri
splitting Javad Shahi
splitting Aref Kashfi
splitting Aria Hoseini
splitting Mohammad Kabiri
splitting Saman Shakhil
splitting Aria Modiri
splitting Aref Kashfi
splitting Karin Akbari
[]
```

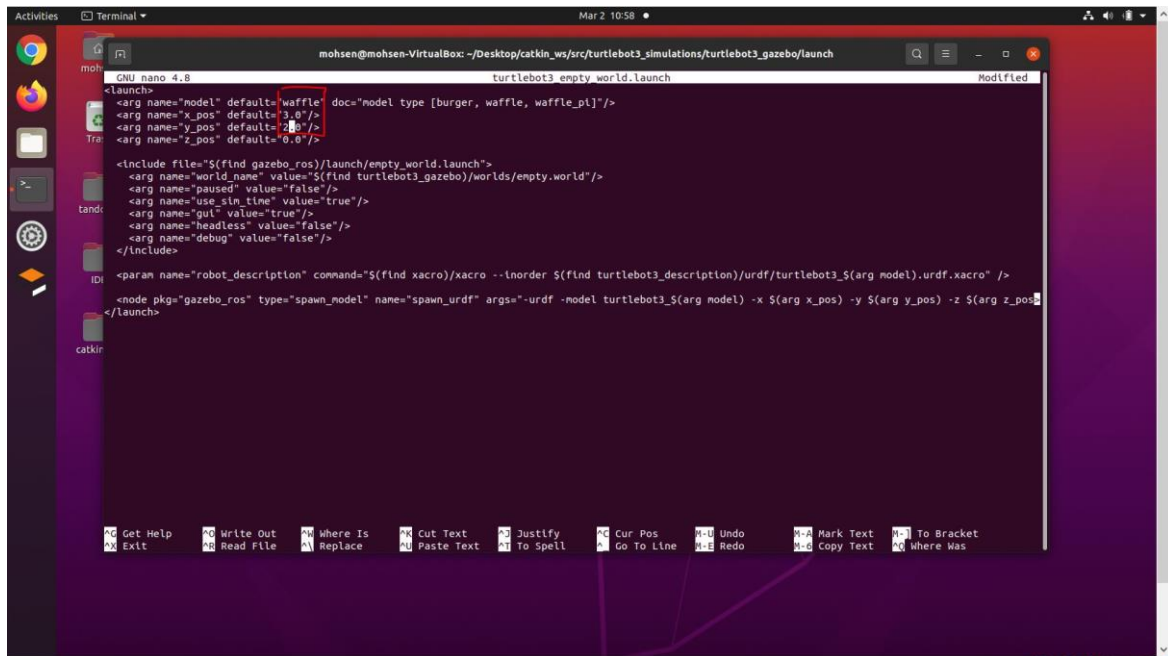
در انتها نیز با اجرای دستور `rqt_graph` خروجی زیر بدست آمد.





## سناریو – گام دوم

در ابتدا پکیج‌های لازم را با استفاده از دستورات درون دستور کار دانلود کردم. پس از آن launch فایل مورد نظر را پیدا کرده و آن را به صورت زیر تغییر دادم.



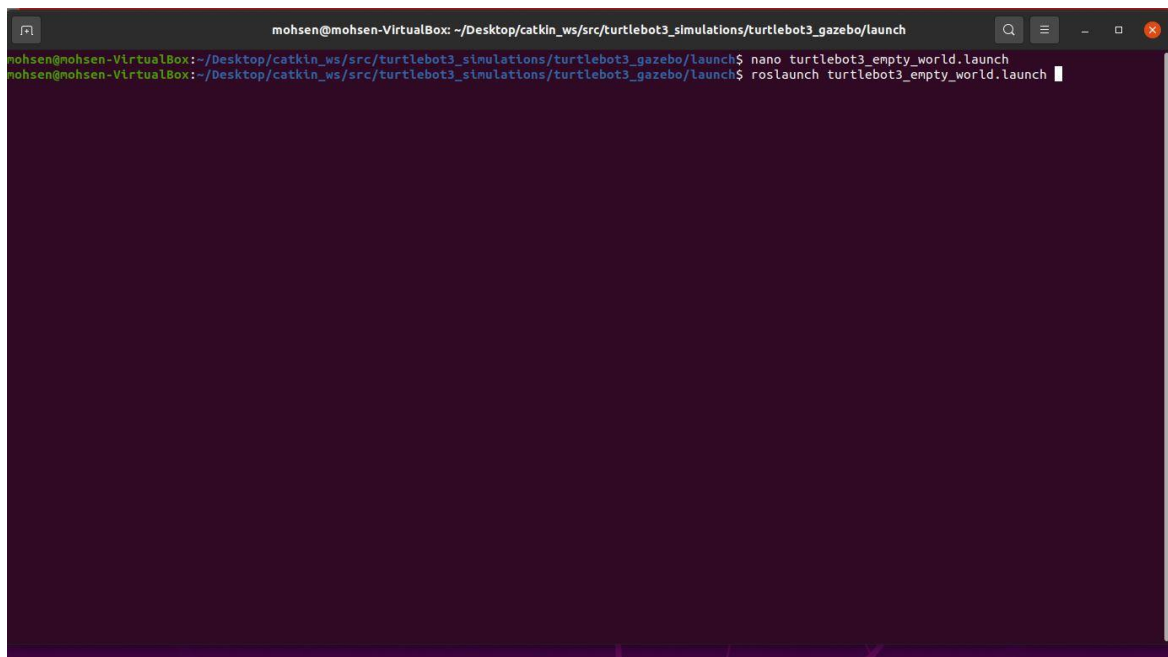
```
GNU nano 4.8      turtlebot3_empty_world.launch
<launch>
  <arg name="model" default="waffle" doc="model type [burger, waffle, waffle_pi]"/>
  <arg name="x_pos" default="3.0"/>
  <arg name="y_pos" default="2.0"/>
  <arg name="z_pos" default="0.0"/>

  <include file="$(find gazebo_ros)/launch/empty_world.launch">
    <arg name="world_name" value="$(find turtlebot3_gazebo)/worlds/empty.world"/>
    <arg name="paused" value="false"/>
    <arg name="use_sim_time" value="true"/>
    <arg name="gui" value="true"/>
    <arg name="headless" value="false"/>
    <arg name="debug" value="false"/>
  </include>

  <param name="robot_description" command="$(find xacro)/xacro --inorder $(find turtlebot3_description)/urdf/turtlebot3_$(arg model).urdf.xacro" />

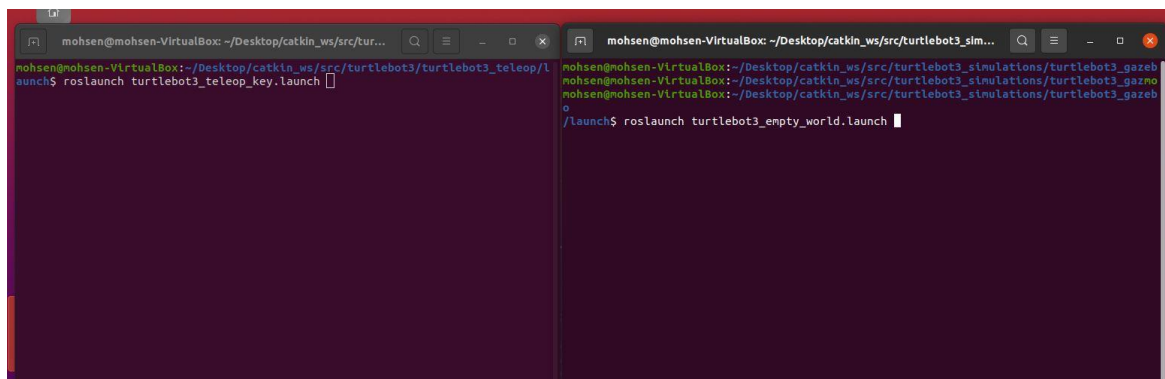
  <node pkg="gazebo_ros" type="spawn_model" name="spawn_urdf" args="-urdf -model turtlebot3_$(arg model) -x $(arg x_pos) -y $(arg y_pos) -z $(arg z_pos)" />
</launch>
```

بعد از آن با استفاده از دستور زیر اقدام به اجرای آن کردم.



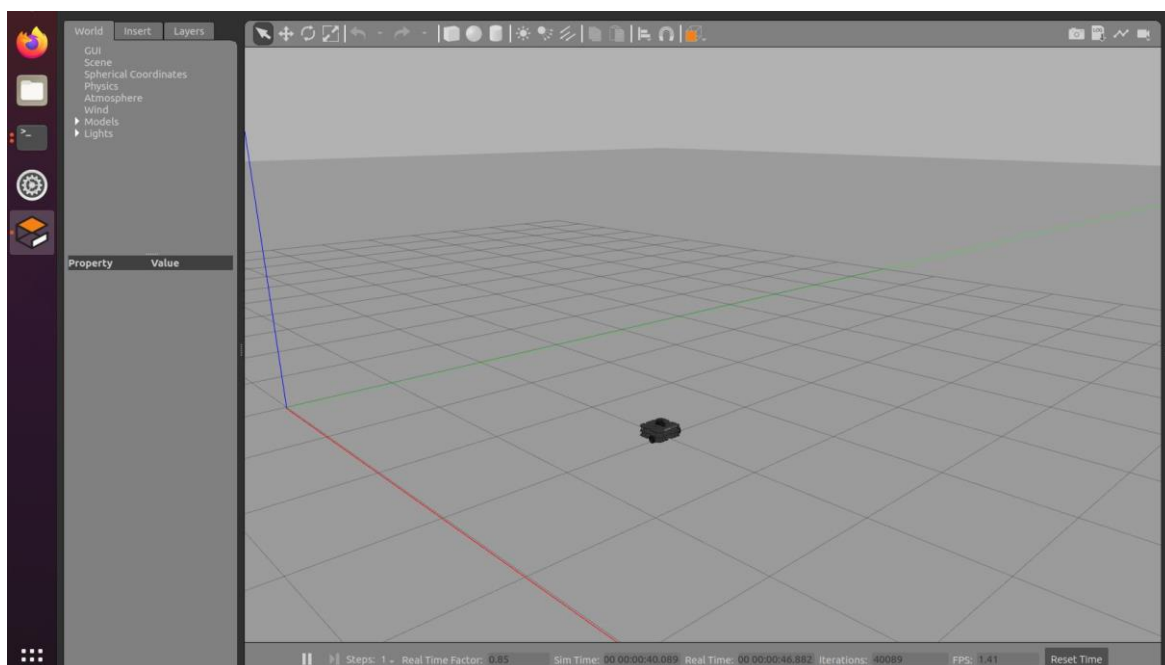
```
mohsen@mohsen-VirtualBox: ~/Desktop/catkin_ws/src/turtlebot3_simulations/turtlebot3_gazebo/launch
mohsen@mohsen-VirtualBox:~/Desktop/catkin_ws/src/turtlebot3_simulations/turtlebot3_gazebo/launch$ nano turtlebot3_empty_world.launch
mohsen@mohsen-VirtualBox:~/Desktop/catkin_ws/src/turtlebot3_simulations/turtlebot3_gazebo/launch$ roslaunch turtlebot3_empty_world.launch
```

برای استفاده از گره teleoperation نیاز است تا بعد از اجرای دستور بالا، دستور زیر نیز اجرا شود.



The image shows two terminal windows side-by-side. The left window has the title 'mohsen@mohsen-VirtualBox: ~/Desktop/catkin\_ws/src/tur...' and contains the command `roslaunch turtlebot3_teleop_key.launch`. The right window has the title 'mohsen@mohsen-VirtualBox: ~/Desktop/catkin\_ws/src/turtlebot3\_sim...' and contains the command `roslaunch turtlebot3_empty_world.launch`. Both windows show the prompt `mohsen@mohsen-VirtualBox:~/Desktop/catkin_ws/src/turtlebot3_simulations/turtlebot3_gazebo`.

در این مرحله روبات در نقطه (۳و۲) قرار می‌گیرد و می‌توان با hotkeyهای تعیین شده در CLI، آن را جابه‌جا کرد.



```
turtlebot3_teleop_key.launch http://localhost:11311

NODES
/
  turtlebot3_teleop_keyboard (turtlebot3_teleop/turtlebot3_teleop_key)

ROS_MASTER_URI=http://localhost:11311

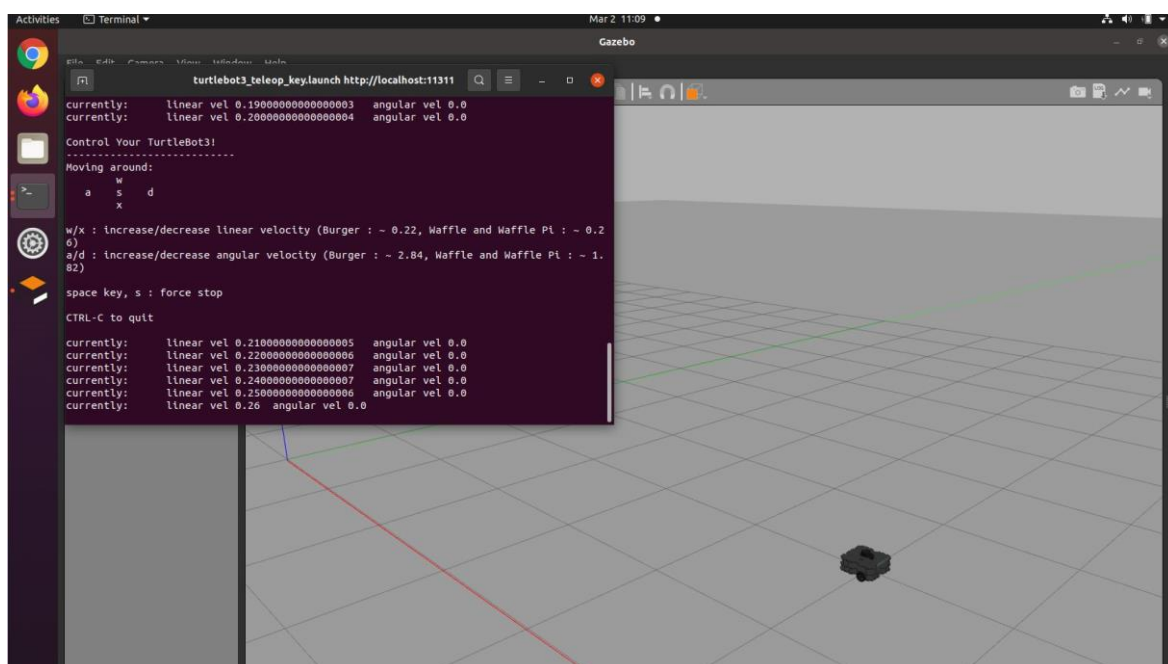
process[turtlebot3_teleop_keyboard-1]: started with pid [6455]

Control Your TurtleBot3!
-----
Moving around:
    w
a    s    d
    x

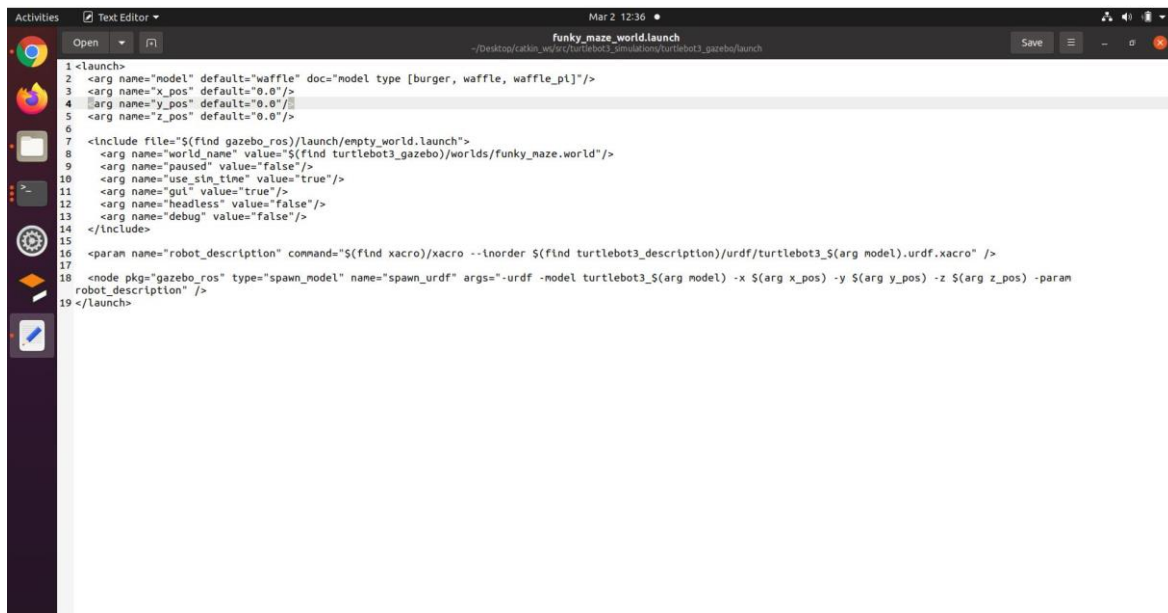
w/x : increase/decrease linear velocity (Burger : ~ 0.22, Waffle and Waffle Pi : ~ 0.26)
a/d : increase/decrease angular velocity (Burger : ~ 2.84, Waffle and Waffle Pi : ~ 1.82)

space key, s : force stop

CTRL-C to quit
```

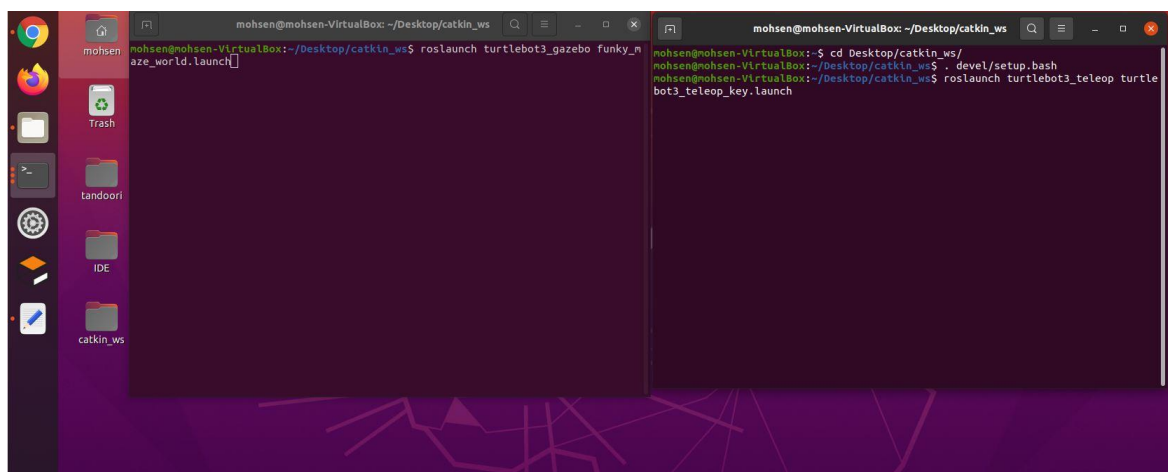


در ادامه برای اجرای همین برنامه در یک دنیای دیگر نیاز است تا فایل funky-maze.world را به پوشه worlds اضافه کنیم و یک فایل launch متناظر با آن ایجاد کنیم. همانند تصویر زیر:



```
1<launch>
2  <arg name="model" default="waffle" doc="model type [burger, waffle, waffle_pi]" />
3  <arg name="x_pos" default="0.0" />
4  <arg name="y_pos" default="0.0" />
5  <arg name="z_pos" default="0.0" />
6
7  <include file="$(find gazebo_ros)/launch/empty_world.launch">
8    <arg name="world_name" value="$(find turtlebot3_gazebo)/worlds/funky_maze.world" />
9    <arg name="paused" value="false" />
10   <arg name="use_sim_time" value="true" />
11   <arg name="gui" value="true" />
12   <arg name="headless" value="false" />
13   <arg name="debug" value="false" />
14 </include>
15
16 <param name="robot_description" command="$(find xacro)/xacro --inorder $(find turtlebot3_description)/urdf/turtlebot3_$(arg model).urdf.xacro" />
17
18 <node pkg="gazebo_ros" type="spawn_model" name="spawn_urdf" args="-urdf -model turtlebot3_$(arg model) -x $(arg x_pos) -y $(arg y_pos) -z $(arg z_pos) -param robot_description" />
19</launch>
```

دوباره می‌تونیم با اجرای دستور مربوط به teleoperation، اماکن حرکت را در دنیای جدید بوجود بیاوریم.



```
mohsen@mohsen-VirtualBox: ~/Desktop/catkin_ws
mohsen@mohsen-VirtualBox:~/Desktop/catkin_ws$ roslaunch turtlebot3_gazebo funky_maze_world.launch
mohsen@mohsen-VirtualBox:~/Desktop/catkin_ws$ cd Desktop/catkin_ws/
mohsen@mohsen-VirtualBox:~/Desktop/catkin_ws$ . devel/setup.bash
mohsen@mohsen-VirtualBox:~/Desktop/catkin_ws$ roslaunch turtlebot3_teleop turtlebot3_teleop_key.launch
```

در آخر نیز دنیا جدید به درستی لود می‌شود. هرچند بنده به دلیل اجرا روی ماشین مجازی قادر نبودم با آن کار کنم (نبود منابع کافی).

