Simulation

Avant chaque réalisation il faut pouvoir tester grâce à des simulations, pour ce projet on utilisera Gazebo pour la partie simulation 3D des turtlebots dans leur environnement, on utilisera aussi Tinkercad pou simuler le circuit électronique de l'arène.

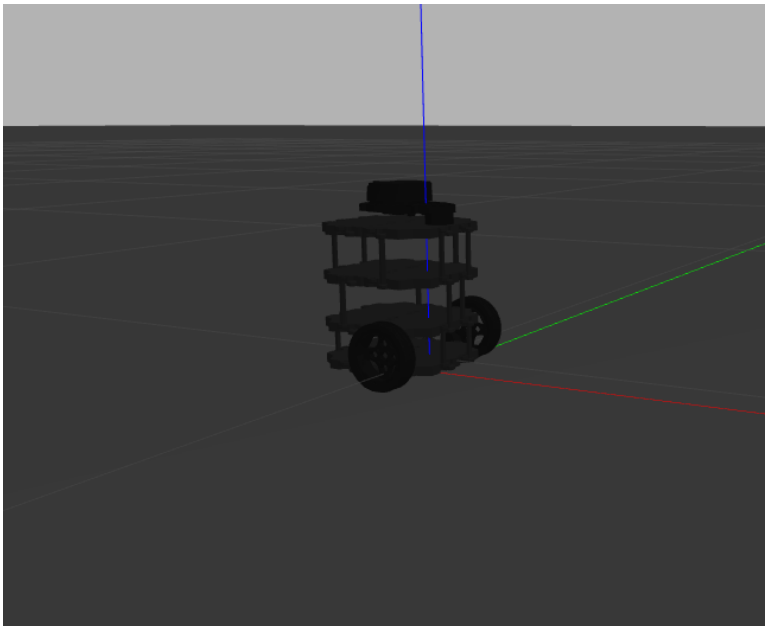
- Gazebo - Introduction
- Gazebo - Méthode cinématique
- Circuit sur TinkerCad
- Gazebo - Méthode Actionneurs

Gazebo - Introduction

Dans ce projet il sera question de nombreux outils de robotique notamment ROS et Gazebo, si vous souhaitez reproduire ce projet il est fortement conseillé de suivre les tutoriels ROS :

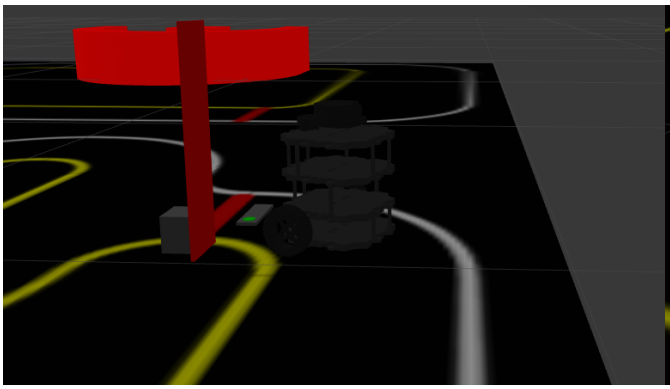
http://wiki.ros.org/Documentation

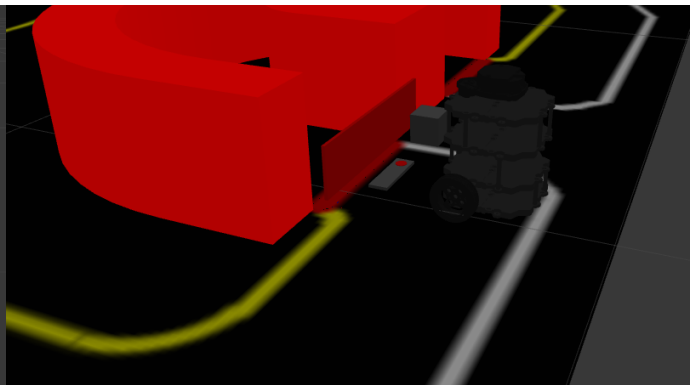
Nous allons simuler le robot turtlebot dans un environnement le plus réaliste possible. Pour cela, nous utiliserons Gazebo:



Dans cet environnement, notre turtlebot va rencontrer les obstacles auxquels il fera face ensuite hors de la simulation:

- Des lignes à suivre
- Un rond-point à contourner
- Une barrière et un feu pour contrôler le traffic
- Un corridor fermé par une barrière





Gazebo - Méthode cinématique

Il nous faut une méthode pour contrôler le circuit et tous ces modules pour cela nous allons appliquer une vitesse sur l'articulation de la barrière et sur les articulations des feux.

Pour la barrière on utilise une liaison de type *revolute* avec des limites dans sa rotation, ainsi, elle ne peut tourner que de 90° (position haute et basse). On ajoute aussi un peu de friction pour qu'elle ne tombe pas ou ne rebondisse pas, ce qui est une limite de la simulation.

```
<joint name="base_to_barrier" type="revolute">
        <parent link="base_link"/>
        <child link="barrier"/>
        <origin xyz="-0.025 0.025 0.0" rpy="1.57 0 0"/>
        <axis xyz="0 0 1"/>
        <limit effort="1000" lower="-1.57" upper="0" velocity="1.0"/>
        <dynamics damping="0.0" friction="0.1"/>
</joint>
```

Pour ce qui est des feux on va avoir 3 disques Rouge Jaune et Vert qui utilisent une liaison de type *prismatic* avec le même genre de limites que pour la barrière, ainsi, chaque disque de couleur apparaîtra ou disparaîtra selon le contrôle en vitesse appliqué.

```
<joint name="base_to_light_red" type="prismatic">
        <parent link="base_link"/>
        <child link="light_red"/>
        <origin xyz="-0.0333 0.0 0.0" rpy="0 0 0"/>
        <axis xyz="0 0 1"/>
        <limit lower="0.0" upper="0.002" effort="1000.0" velocity="1000.0"/>
        <dynamics damping="0.0" friction="0.1"/>
</joint>
```

Ensuite, il faut contrôler chacune de ces liaisons pour cela il existe un *topic* générer par Gazebo, */gazebo/link_states.* On va publier sur ce *topic* l'état de notre objet, dans ce cas ce sera une vitesse:

```
pubState = rospy.Publisher('/gazebo/set_link_state', LinkState, queue_size=1)
```

Il faut faire une petite manipulation avant de pouvoir publier sur la topic car si on ne publie que la vitesse, la position de l'objet sera réinitialisée alors il faut récupérer l'ancienne position de l'objet, ce sera comme déplacer l'objet par petits pas.

```
# Get the current state of the barrier
current_state = rospy.wait_for_message('/gazebo/link_states', LinkStates)

# Get the index of the barrier in the list of links
ind = current_state.name.index(self.link_name)

# Create the message
msg = LinkState()
msg.link_name = self.link_name
msg.pose = current_state.pose[ind]

# Change the position of the barrier
msg.twist.angular.x = 6 * (-1)**self.state
msg.twist.angular.y = 6 * (-1)**(self.state+1)

# Update the state of the barrier
self.state = not self.state

# Update the state of the traffic light
self.traffic_light.change_state()

# Publish the message
pubState.publish(msg)
```

Le problème avec cette méthode c'est que selon l'orientation de la barrière il faut adapter l'axe de la vitesse angulaire appliquée (x ou y).

Codes complets utilisés:

Description du feu de signalisation: traffic_light.urdf

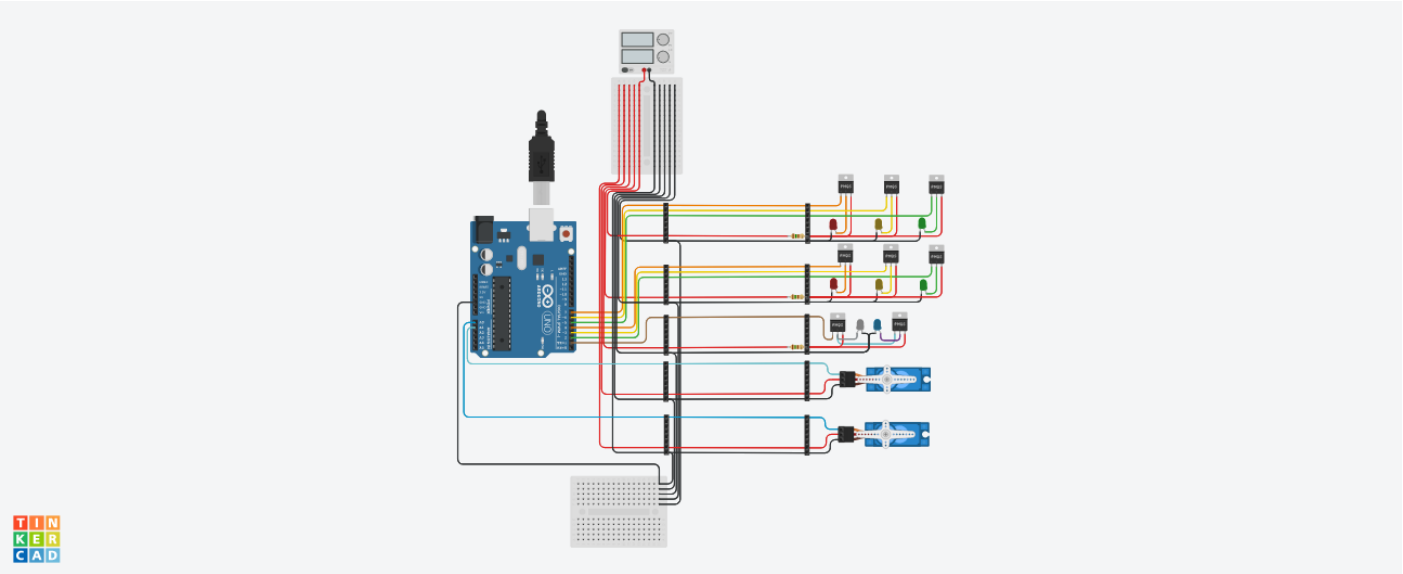
Description de la barrière: barrier.urdf

Monde Gazebo du circuit: arene_2.world

Script de contrôle des modules: world_control.py

Circuit sur TinkerCad

Pour la réalisation de l'arène il faut créer le circuit électrique qui connectera les différents modules de l’arène à l'alimentation et à une arduino qui permet son contrôle.



Ce circuit permet de gérer 2 feux tricolores ainsi que 2 barrières automatiques, chaque barrière est assemblée dans le code avec un feu, ainsi, le feu passe au vert seulement lorsque la barrière est complètement ouverte. Il y a aussi un feu bicolore qui alterne entre les deux led allumées, cela nous permettra d'inclure un choix binaire dans l'arène.

Gazebo - Méthode Actionneurs

Une autre méthode pour contrôler tous les modules est d'utiliser des plugins intégrés à Gazebo qui agiront comme des moteurs attachés aux liaisons.

Pour la barrière, en plus de la liaison de type *revolute* on appliquera le plugin *gazebo_ros_control:*

```
<gazebo>
  <plugin name="gazebo_ros_control" filename="libgazebo_ros_control.so">
    <robotNamespace>/barrier1</robotNamespace>
  </plugin>
</gazebo>

<transmission name="barrier1_transmission">
  <type>transmission_interface/SimpleTransmission</type>
  <actuator name="motor1">
    <mechanicalReduction>1</mechanicalReduction>
  </actuator>
  <joint name="base_to_barrier">
    <hardwareInterface>hardware_interface/EffortJointInterface</hardwareInterface>
  </joint>
</transmission>
```

Ensuite, il faut ajouter une configuration qui permettra à Gazebo d'interpréter ce moteur:

config.yaml

```
barrier_1:
  joint_1_state_controller:
    type: joint_state_controller/JointStateController
    publish_rate: 50

  gear_to_barrier_1_position_controller:
    type: effort_controllers/JointEffortController
    joint: gear_to_barrier_1
```

Enfin, on pourra publier sur le topic généré par le plugin:

```
pub = rospy.Publisher('/barrier1/gear_to_barrier_1_position_controller/command', Float64, queue_size=10)
```