

모바일 로봇

ROBOTIS

Open Source Team

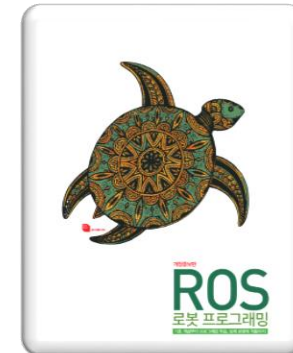
Yoonseok Pyo



교재
P. 292~326

Contents

- I. ROS 지원 로봇
- II. 터틀봇 시리즈
- III. 터틀봇3 하드웨어
- IV. 터틀봇3 소프트웨어
- V. 터틀봇3 개발환경
- VI. 터틀봇3 원격 제어
- VII. 터틀봇3 토픽
- VIII. Rviz를 이용한 터틀봇3 시뮬레이션
- IX. Gazebo를 이용한 터틀봇3 시뮬레이션



교재
P. 292~326

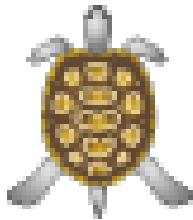
Turtle icons?



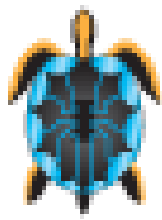
B



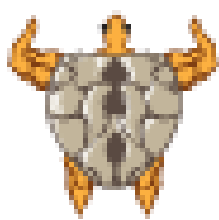
C



D



E



F



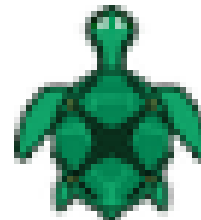
G



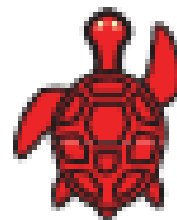
H



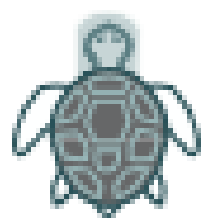
I



J



K



L

Turtle logo?



(거북이 등껍질을 상징)

Turtle Posters?



ROSCon 2012

St. Paul, Minnesota, USA

19-20 May 2012



Stuttgart, Germany

11-12 May 2013



Hong Kong University

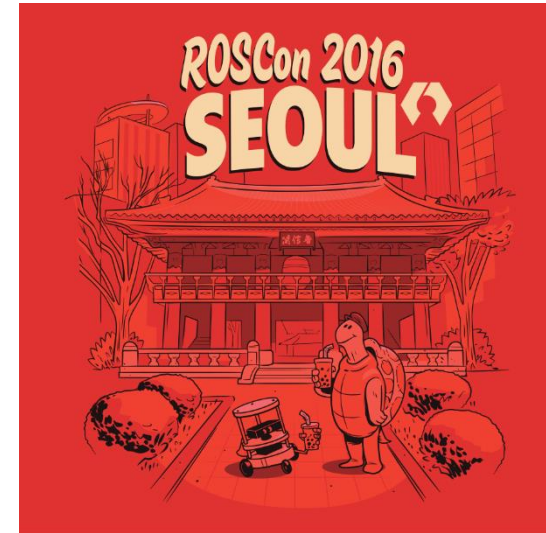
June 6, 2014



Chicago, Illinois, USA
September 12-13, 2014



Hamburg, Germany
May 3-4, 2015

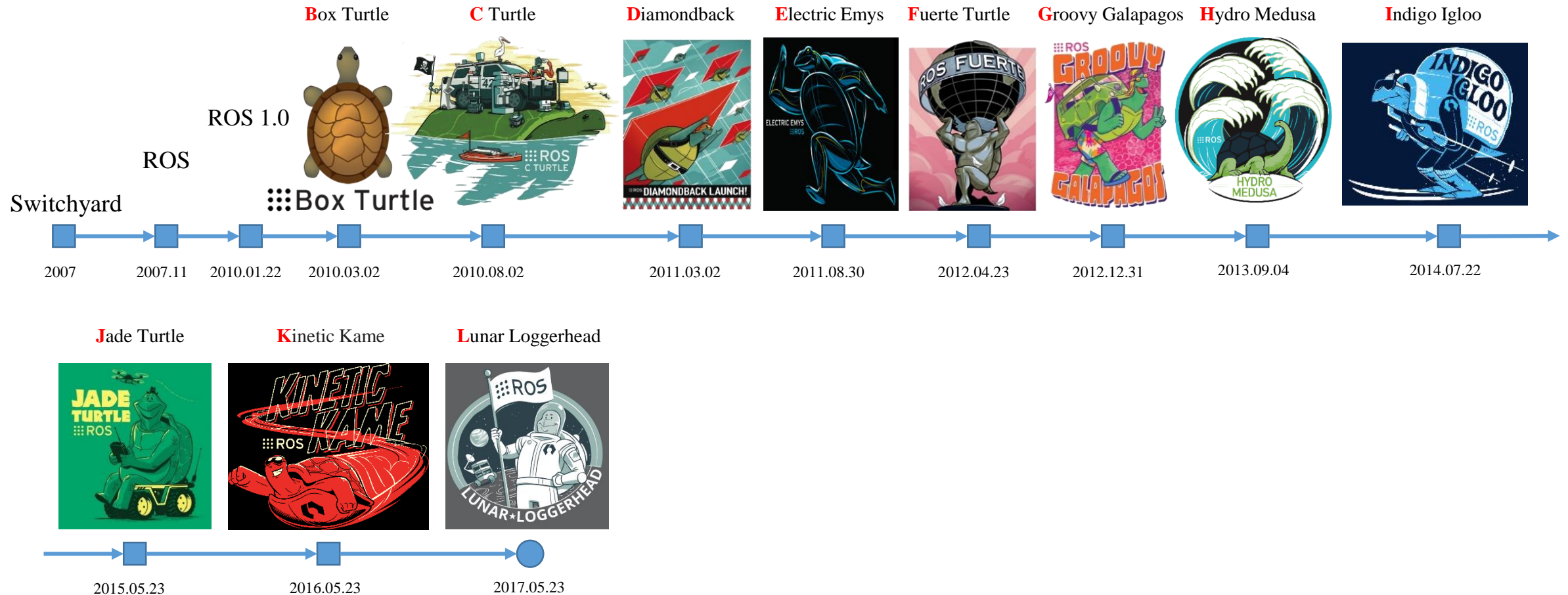


Seoul, Korea
October 8th-9th, 2016

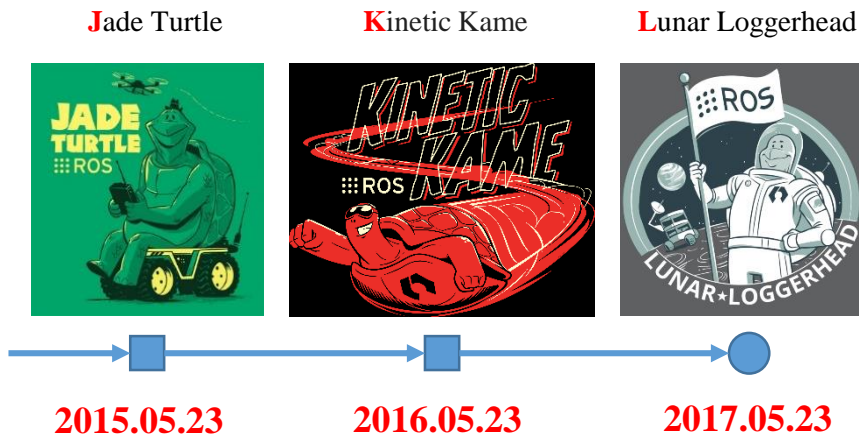
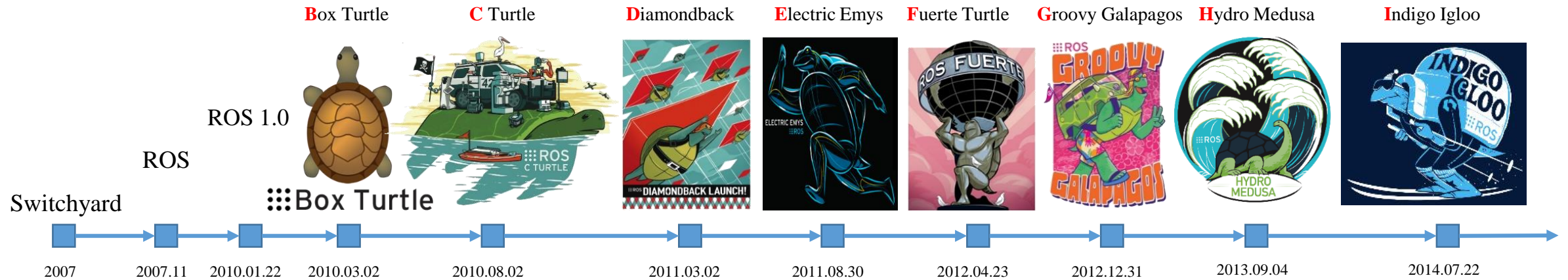


Vancouver, Canada
September 21-22, 2017

Turtle Distributions?



Turtle Distributions?



**WORLD
TURTLE DAY
May 23rd**



AMERICAN
TORTOISE
RESCUE

**World Turtle Day?
(Release day of ROS)**

Turtle?



Seymour Papert with
a robot Turtle

터틀(turtle)은 1967년에 개발된 교육용 컴퓨터 프로그래밍 언어인
로고(Logo)를 이용해 실제 로봇을 구동하기 위해 만들어진 터틀 로봇에서 유래됨!

로고(Logo)의 터틀에서 비롯된 터틀봇은 Logo 언어를 이용하여 컴퓨터 프로그래밍 언어를
쉽게 가르치자는 취지와 마찬가지로 터틀봇을 통해 ROS를 처음 다루는 사람들도 쉽게
배울 수 있도록 고안되었고 처음 제작된 이후 10여년 가까이 오픈 로봇공학 플랫폼으로 개발자,
학생 등의 사이에서 가장 많이 사용되고 있는 ROS의 표준 플랫폼으로 자리 매김하였다.

TurtleBot

- ROS 공식 로봇 플랫폼
- 전 세계 수 많은 연구소, 학교, DIY 에서 사용 중
- SLAM, Navigation, Gazebo, RViz 서포트!
 - <http://wiki.ros.org/Robots/TurtleBot>



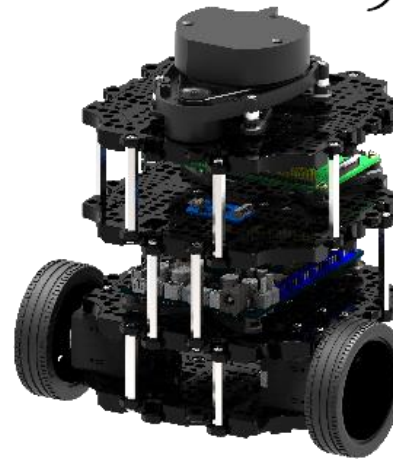
TurtleBot 1

2010

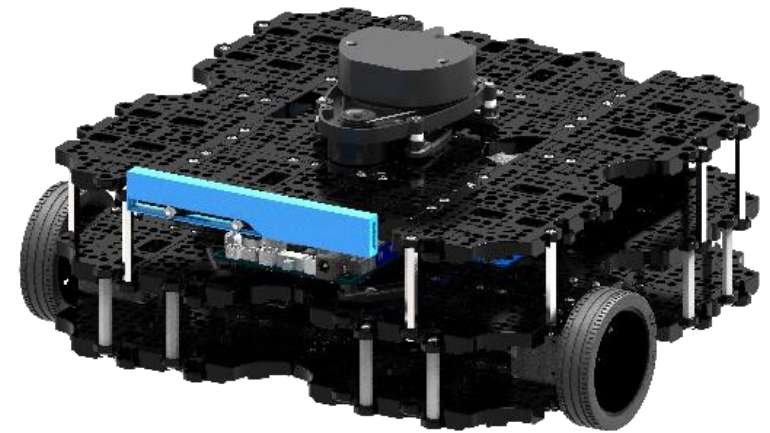


TurtleBot 2

2012



TurtleBot3
Burger



TurtleBot3
Waffle

TurtleBot 3

2017

TurtleBot3

TurtleBot3
BURGER ↷



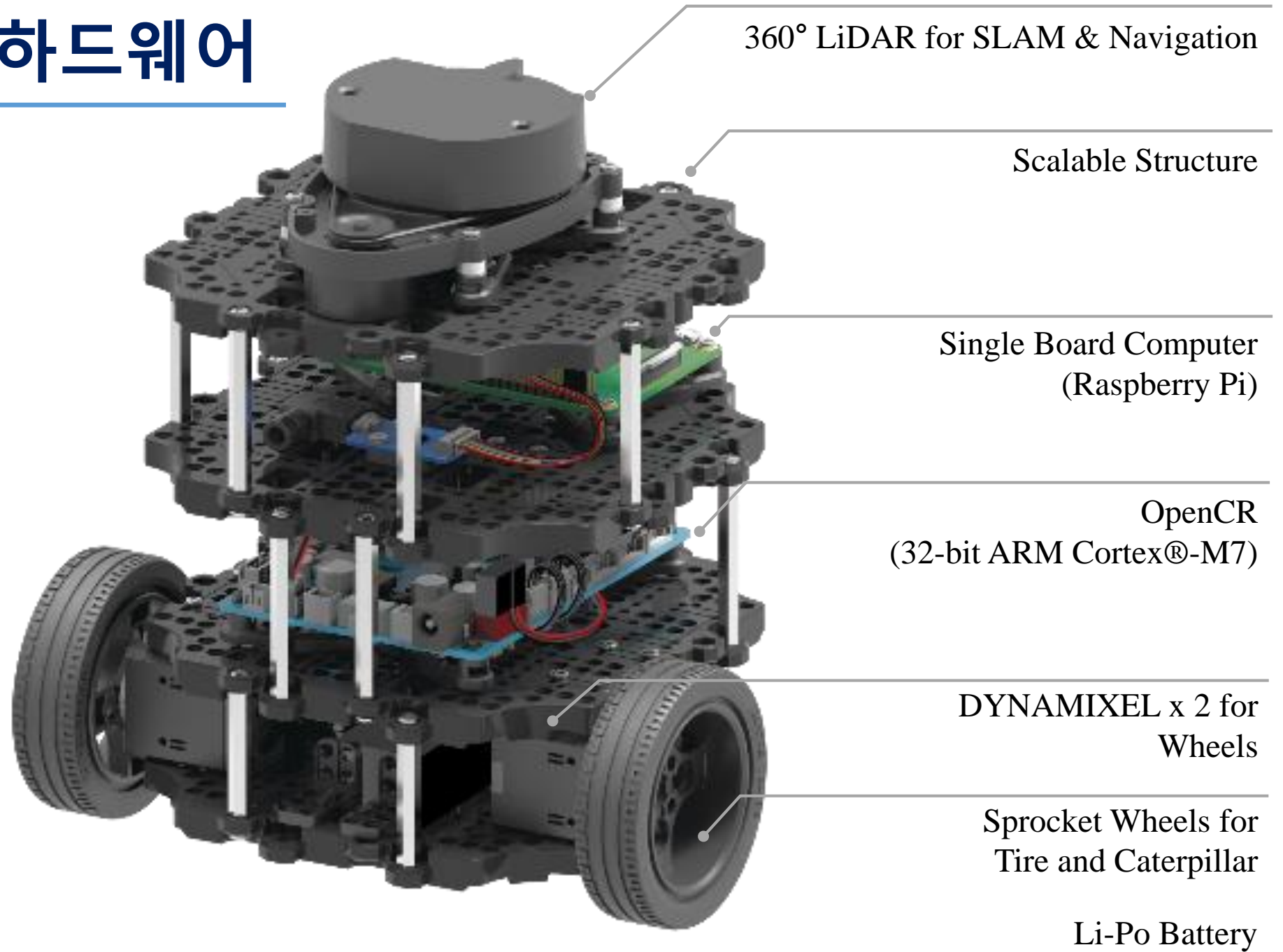
TurtleBot3
WAFFLE ↷



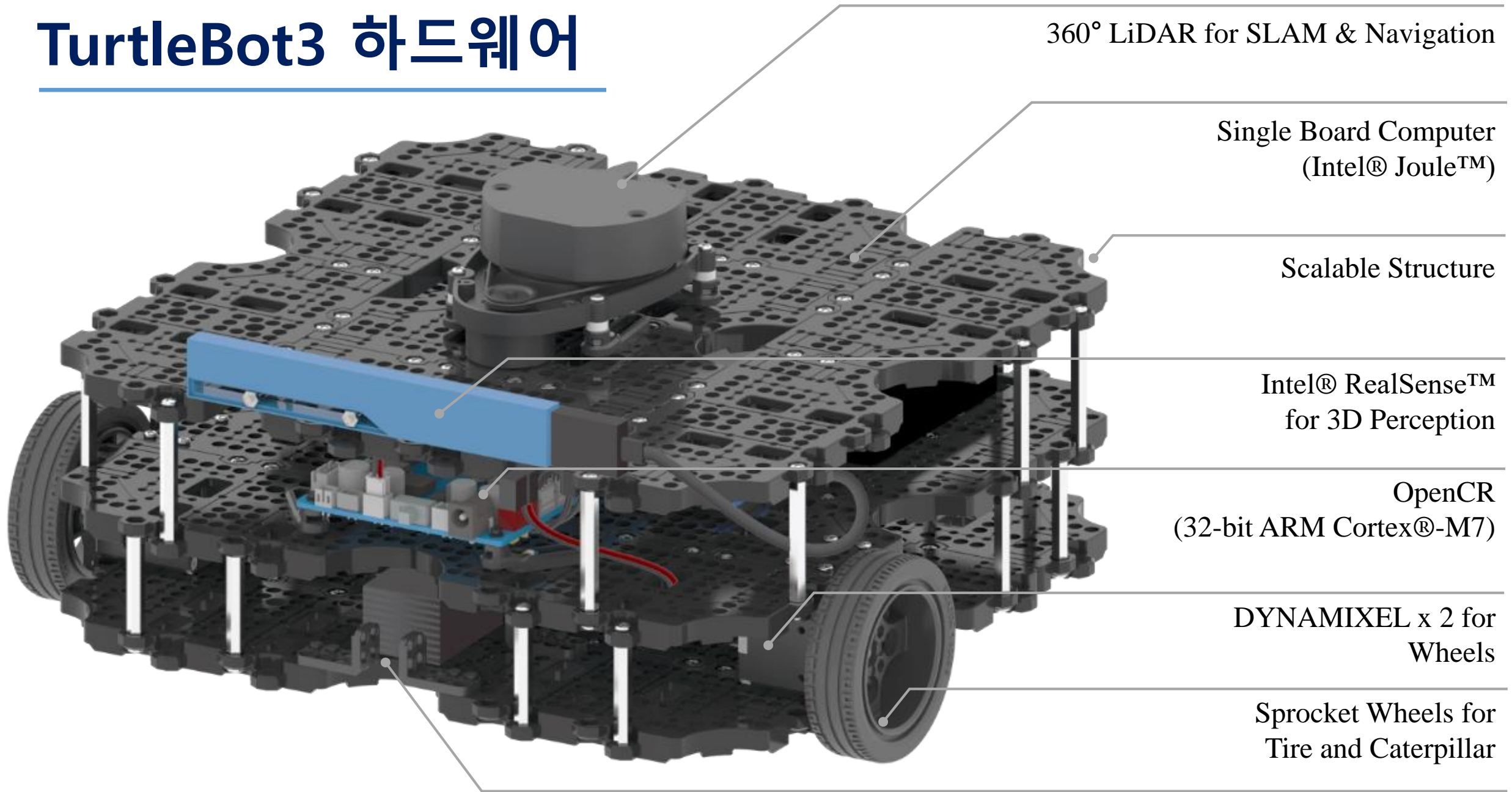
GAZEBO

Example Video

TurtleBot3 하드웨어

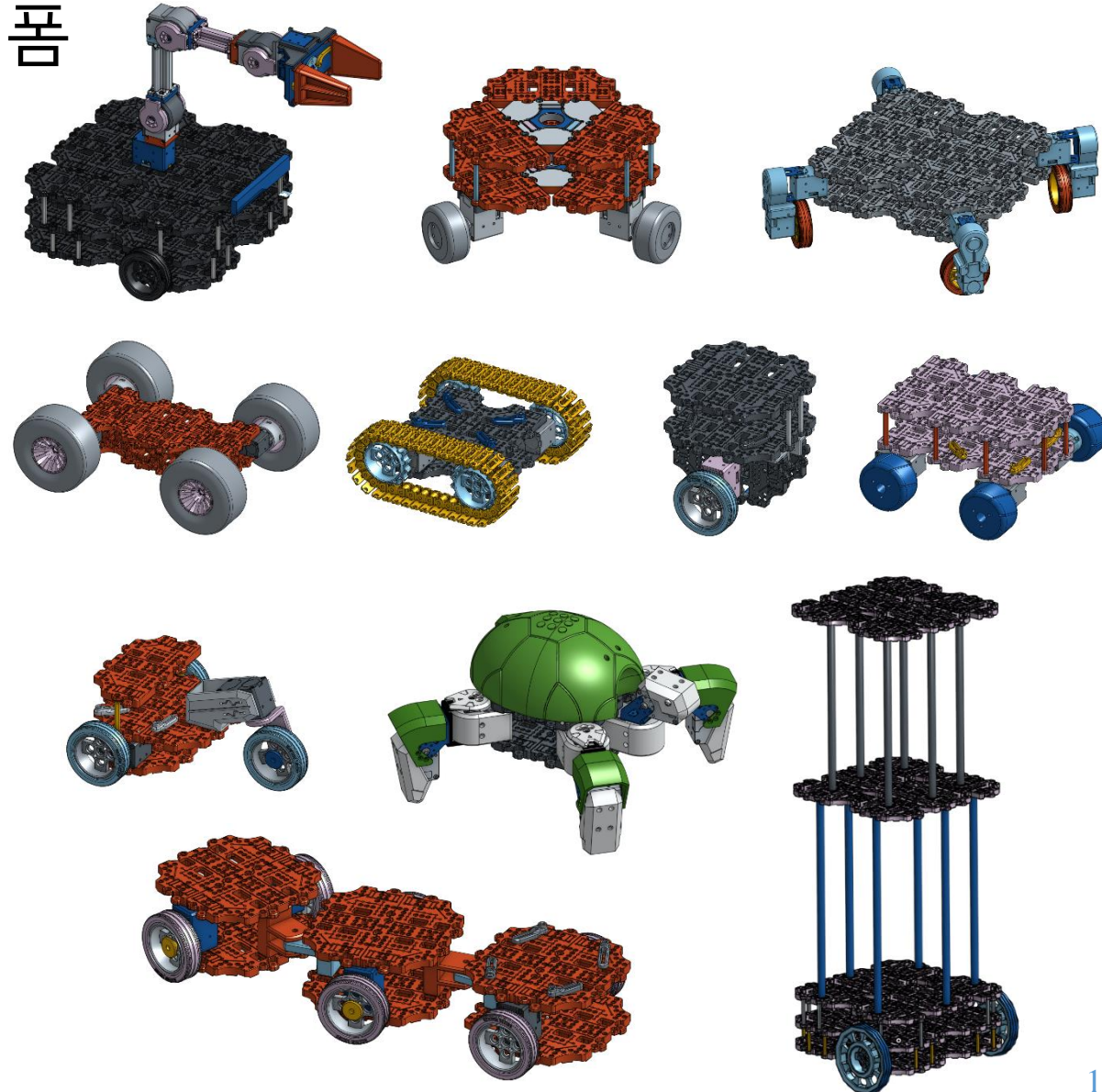
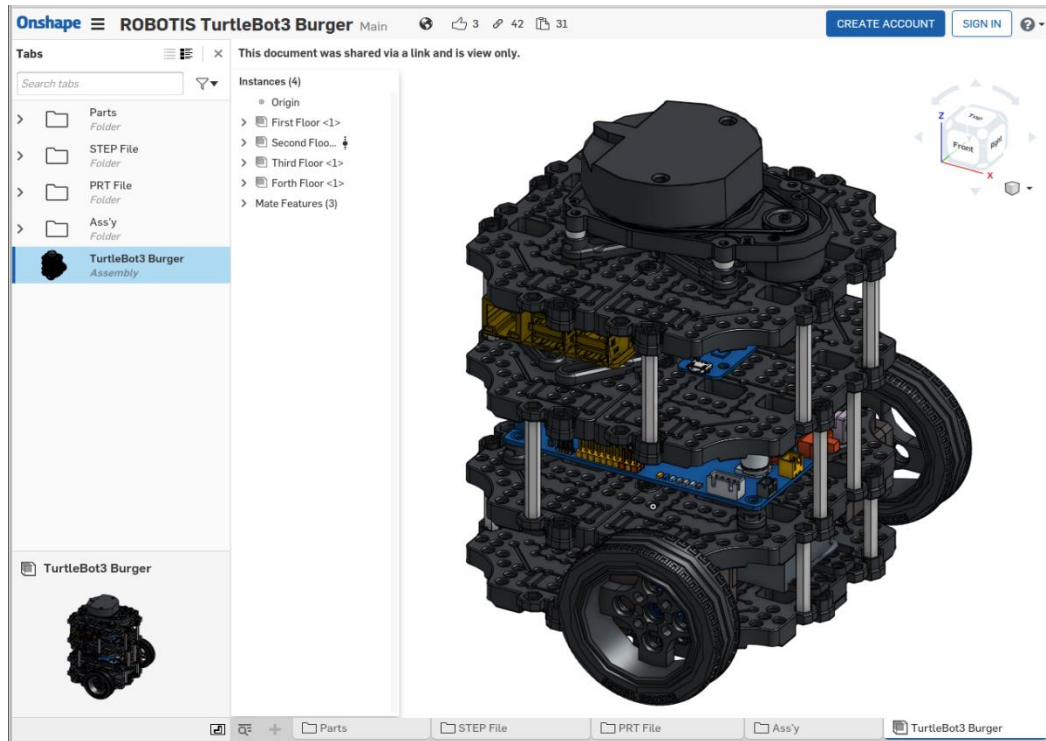


TurtleBot3 하드웨어



TurtleBot3 하드웨어 (오픈 하드웨어)

- 오픈 소스 하드웨어 기반 로봇 플랫폼
- 웹 브라우저에서 실행 ([Onshape](https://onshape.com))
- 3D 프린터로 출력 가능



TurtleBot3 하드웨어 (오픈 하드웨어)

- TurtleBot3 Burger: <https://goo.gl/SZRdMd>
- TurtleBot3 Waffle: <https://goo.gl/wCDvVI>
- Friends OpenManipulator Chain: <https://goo.gl/xgxx2G>
- Friends Segway: <https://goo.gl/DsQXaR>
- Friends Conveyor: <https://goo.gl/cym7dX>
- Friends Monster: <https://goo.gl/YnUrEo>
- Friends Tank: <https://goo.gl/IUPwd9>
- Friends Omni: <https://goo.gl/WB8u3r>
- Friends Mecanum: <https://goo.gl/Nz1VE0>
- Friends Bike: <https://goo.gl/9UuCJn>
- Friends Road Train: <https://goo.gl/aXX06O>
- Friends Real TurtleBot: <https://goo.gl/GAIXLI>
- Friends Carrier: <https://goo.gl/5LKFXs>

TurtleBot3 소프트웨어

- 오픈 소스 하드웨어 기반 로봇 플랫폼
- Github에 모든 소프트웨어 공개
- https://github.com/ROBOTIS-GIT/robotis_tools → 3장
- https://github.com/ROBOTIS-GIT/ros_tutorials → 4장, 7장, 13장
- <https://github.com/ROBOTIS-GIT/DynamixelSDK> → 8장, 10장
- <https://github.com/ROBOTIS-GIT/dynamixel-workbench> → 8장, 13장
- <https://github.com/ROBOTIS-GIT/dynamixel-workbench-msgs> → 8장, 13장
- https://github.com/ROBOTIS-GIT/hls_lfcd_lds_driver → 8장, 10장, 11장
- <https://github.com/ROBOTIS-GIT/OpenCR> → 9장, 12장
- <https://github.com/ROBOTIS-GIT/turtlebot3> → 10장, 11장
- https://github.com/ROBOTIS-GIT/turtlebot3_msgs → 10장, 11장
- https://github.com/ROBOTIS-GIT/turtlebot3_simulations → 10장, 11장
- https://github.com/ROBOTIS-GIT/turtlebot3_applications → 10장, 11장
- https://github.com/ROBOTIS-GIT/turtlebot3_deliver → 12장
- https://github.com/ROBOTIS-GIT/open_manipulator → 13장

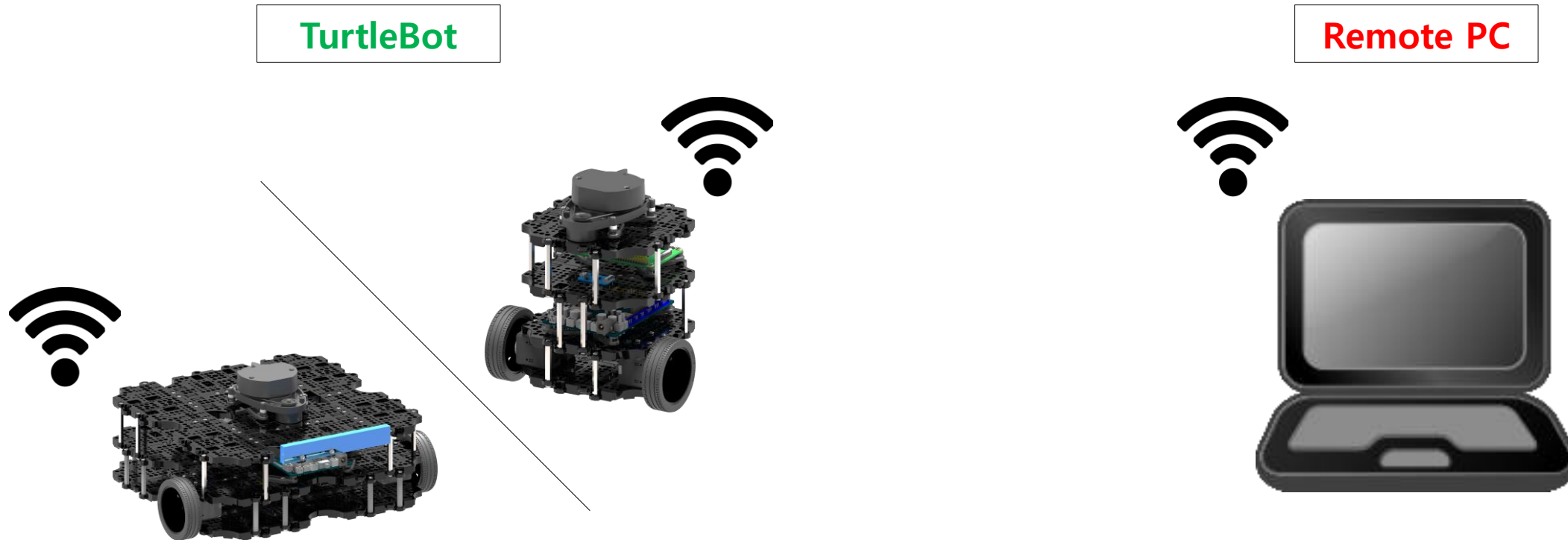
TurtleBot3 개발환경 (소프트웨어)

- 공식 터틀봇3 위키 참조
 - <http://turtlebot3.robotis.com>
- 기본 설치 패키지 (SLAM, Navigation 실습 때 사용 / Gazebo)

```
$ sudo apt-get install ros-kinetic-joy ros-kinetic-teleop-twist-joy ros-kinetic-teleop-twist-keyboard ros-kinetic-laser-proc ros-kinetic-rgbd-launch ros-kinetic-depthimage-to-laserscan ros-kinetic-rosserial-arduino ros-kinetic-rosserial-python ros-kinetic-rosserial-server ros-kinetic-rosserial-client ros-kinetic-rosserial-msgs ros-kinetic-amcl ros-kinetic-map-server ros-kinetic-move-base ros-kinetic-urdf ros-kinetic-xacro ros-kinetic-compressed-image-transport ros-kinetic-rqt-image-view ros-kinetic-gmapping ros-kinetic-navigation
```

```
$ cd ~/catkin_ws/src/  
$ git clone https://github.com/ROBOTIS-GIT/turtlebot3.git  
$ git clone https://github.com/ROBOTIS-GIT/turtlebot3_msgs.git  
$ git clone https://github.com/ROBOTIS-GIT/turtlebot3_simulations.git  
$ cd ~/catkin_ws && catkin_make
```

TurtleBot3 개발환경 (네트워크)



ROS_MASTER_URI = http://IP_OF_REMOTE_PC:11311

ROS_HOSTNAME = [IP_OF_TURTLEBOT](#)

ROS_MASTER_URI = http://IP_OF_REMOTE_PC:11311

ROS_HOSTNAME = [IP_OF_REMOTE_PC](#)

* ROS Master 를 Remote PC에서 구동했을 때의 예제

TurtleBot3 원격 제어

- roscore 구동 [Remote PC]

```
$ roscore
```

- turtlebot3_robot.launch 런치 파일 실행 [TurtleBot]

```
$ roslaunch turtlebot3_bringup turtlebot3_robot.launch --screen
```

- turtlebot3_teleop_key.launch 런치 파일 실행 [Remote PC]

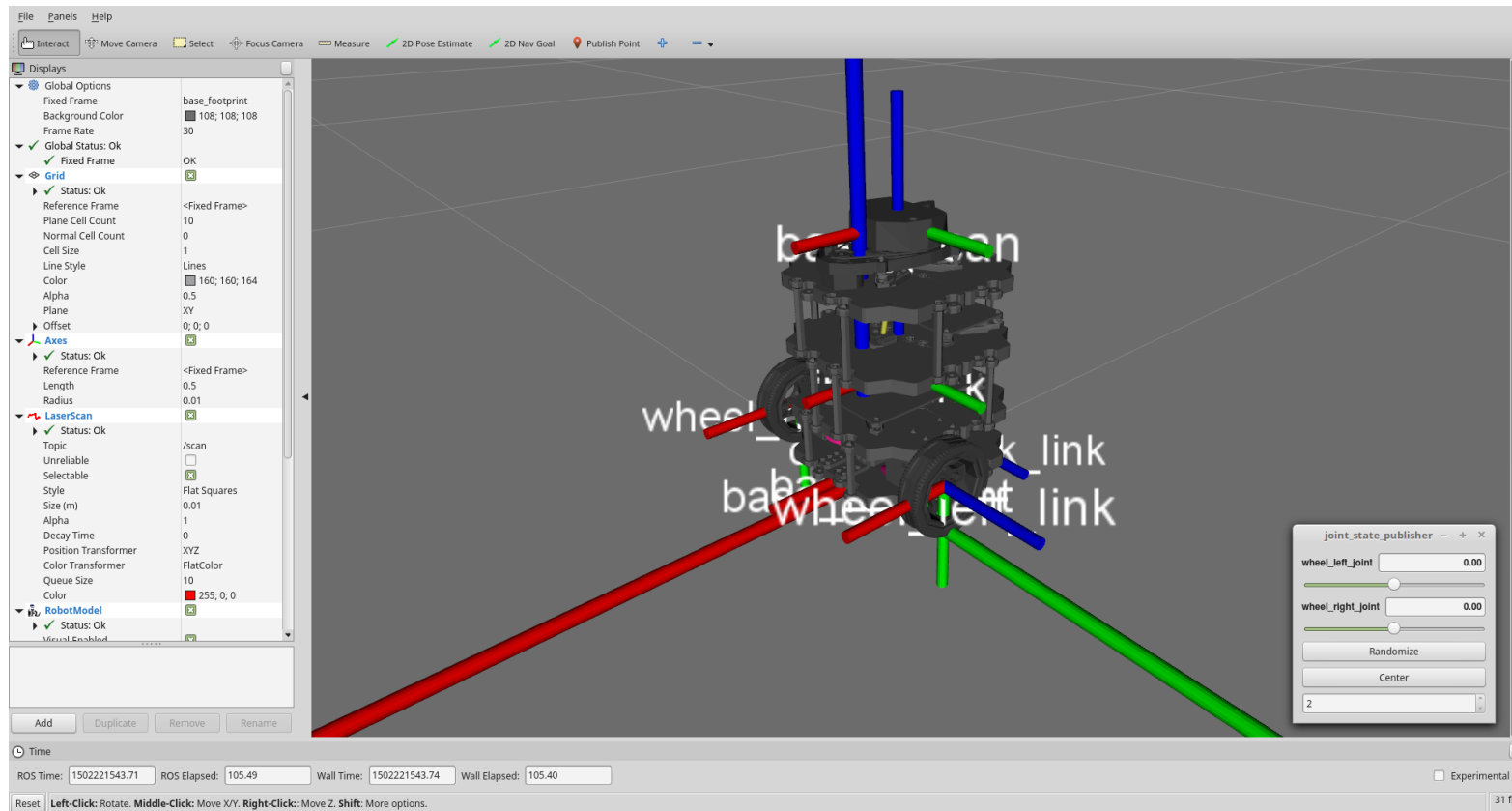
```
$ roslaunch turtlebot3_teleop turtlebot3_teleop_key.launch --screen
```

TurtleBot3 시각화

- RViz 실행 [Remote PC]]

```
$ export TURTLEBOT3_MODEL=burger
```

```
$ roslaunch turtlebot3_bringup turtlebot3_model.launch
```

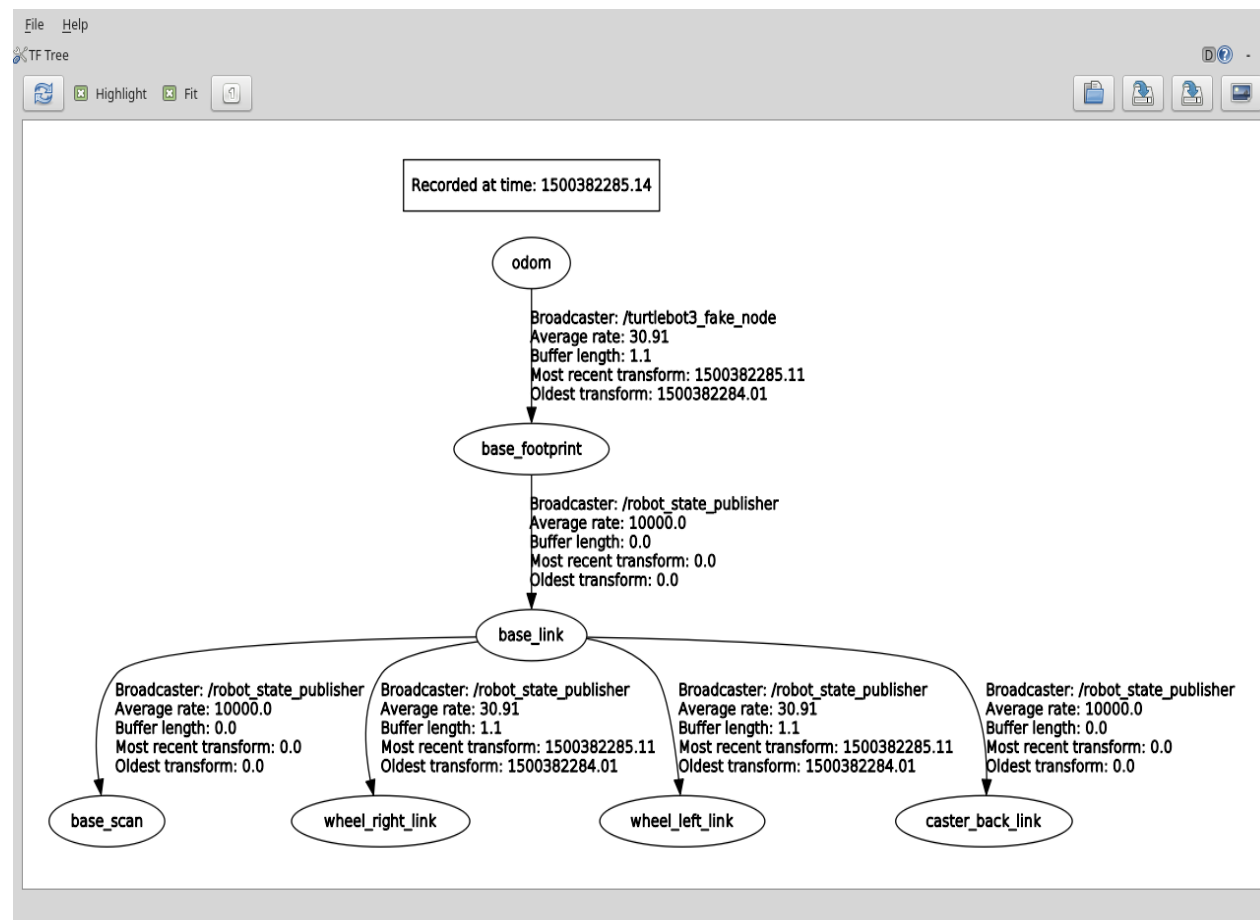
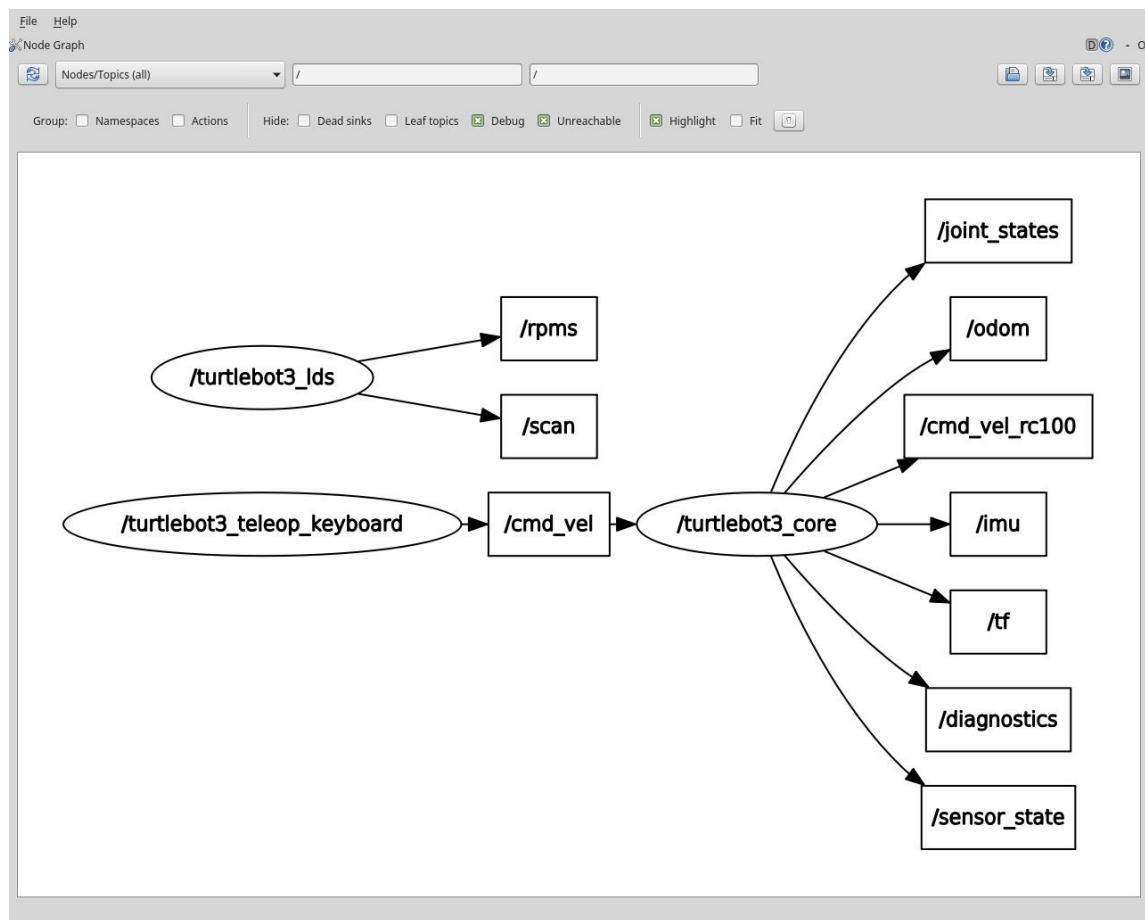


TurtleBot3 토픽과 TF

\$ rqt_graph

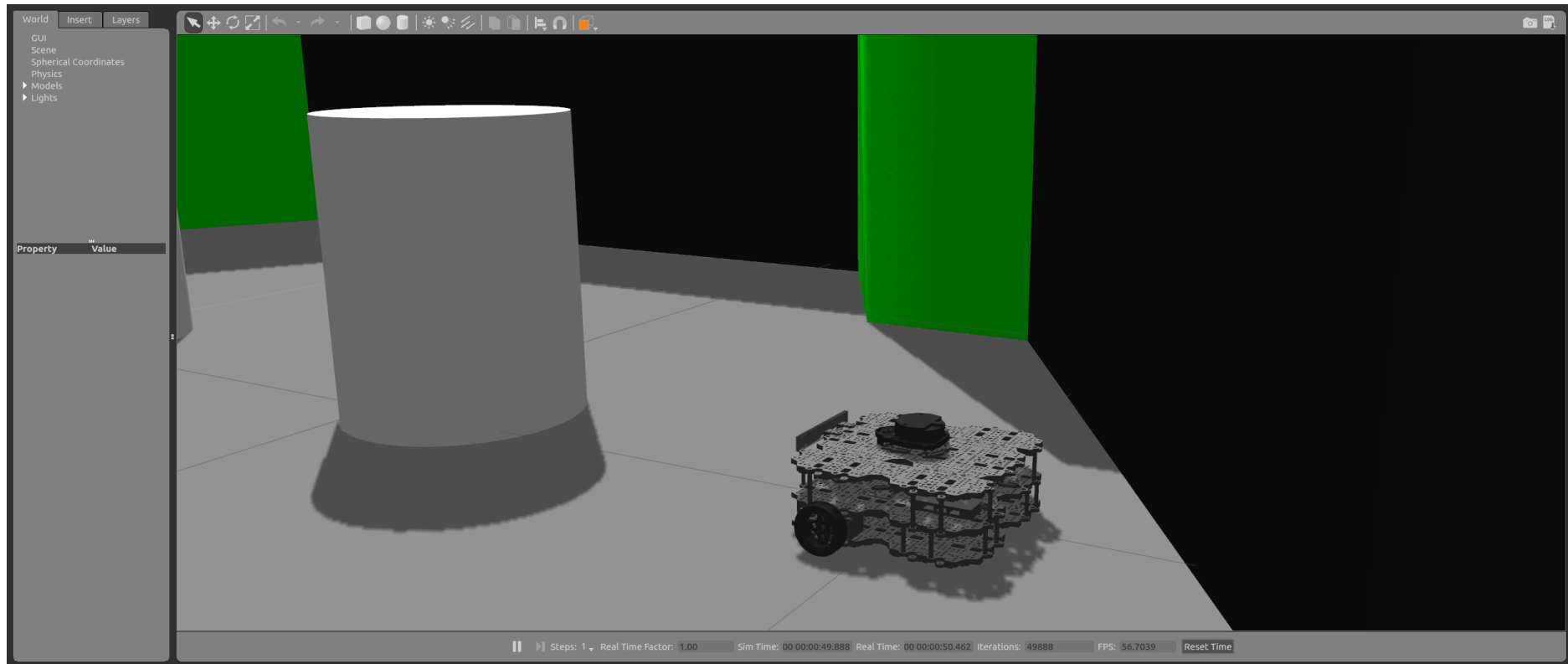
\$ rqt

[Plugins > Visualization > TF Tree]



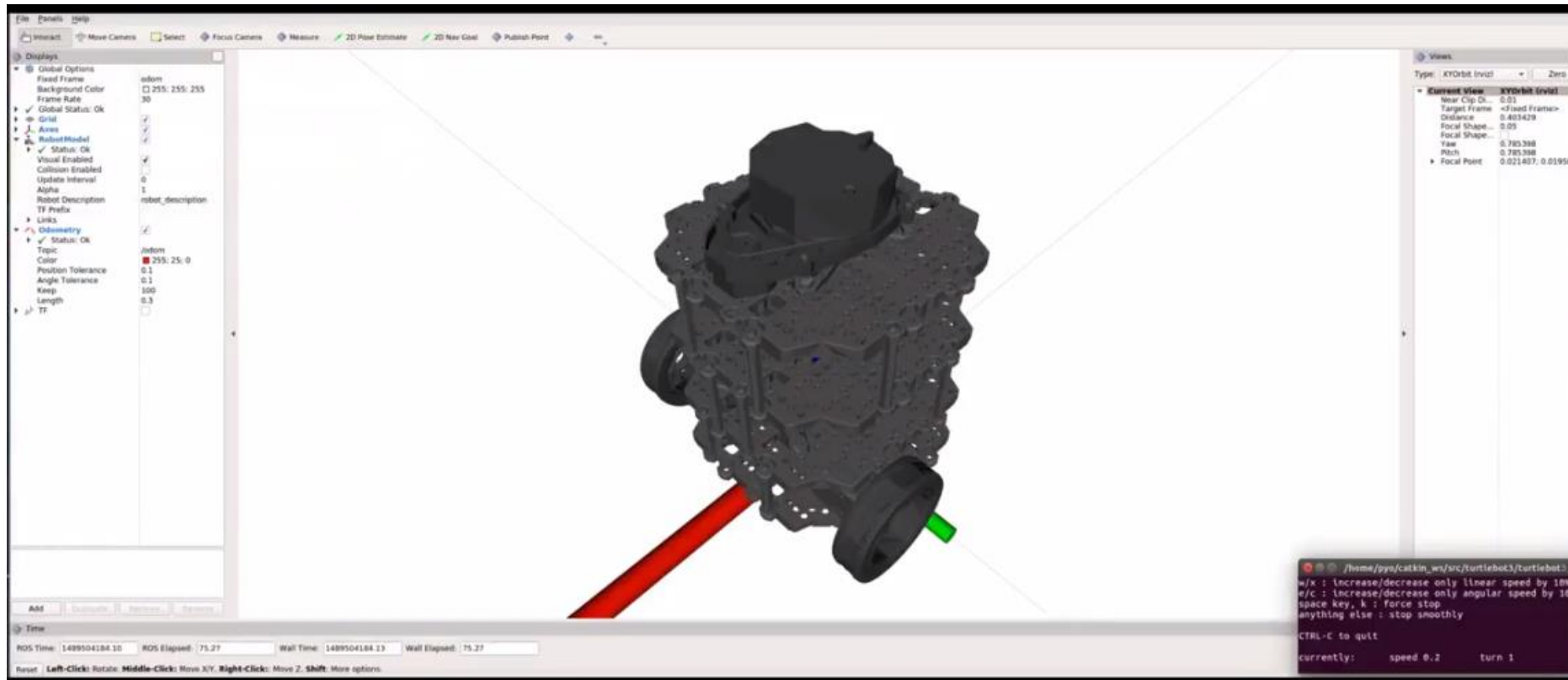
TurtleBot3 + 시뮬레이션

- 시뮬레이션을 위한 두 가지 방법
 - ROS의 3차원 시각화 도구인 RViz를 이용
 - 3차원 로봇 시뮬레이터 Gazebo를 이용
- <http://turtlebot3.robotis.com/en/latest/simulation.html>



시뮬레이션 / RViz를 뷰어로 사용할 경우

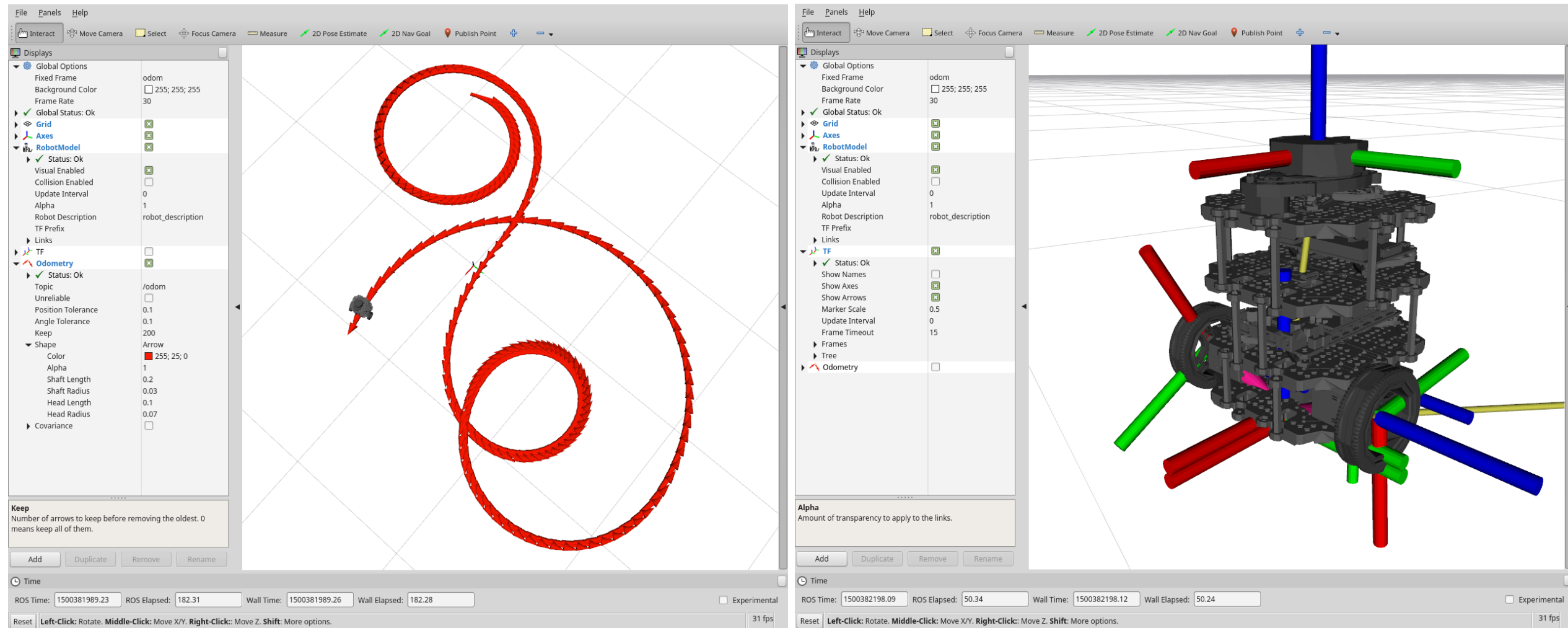
```
$ export TURTLEBOT3_MODEL=burger  
$ roslaunch turtlebot3_fake turtlebot3_fake.launch  
  
$ roslaunch turtlebot3_teleop turtlebot3_teleop_key.launch
```



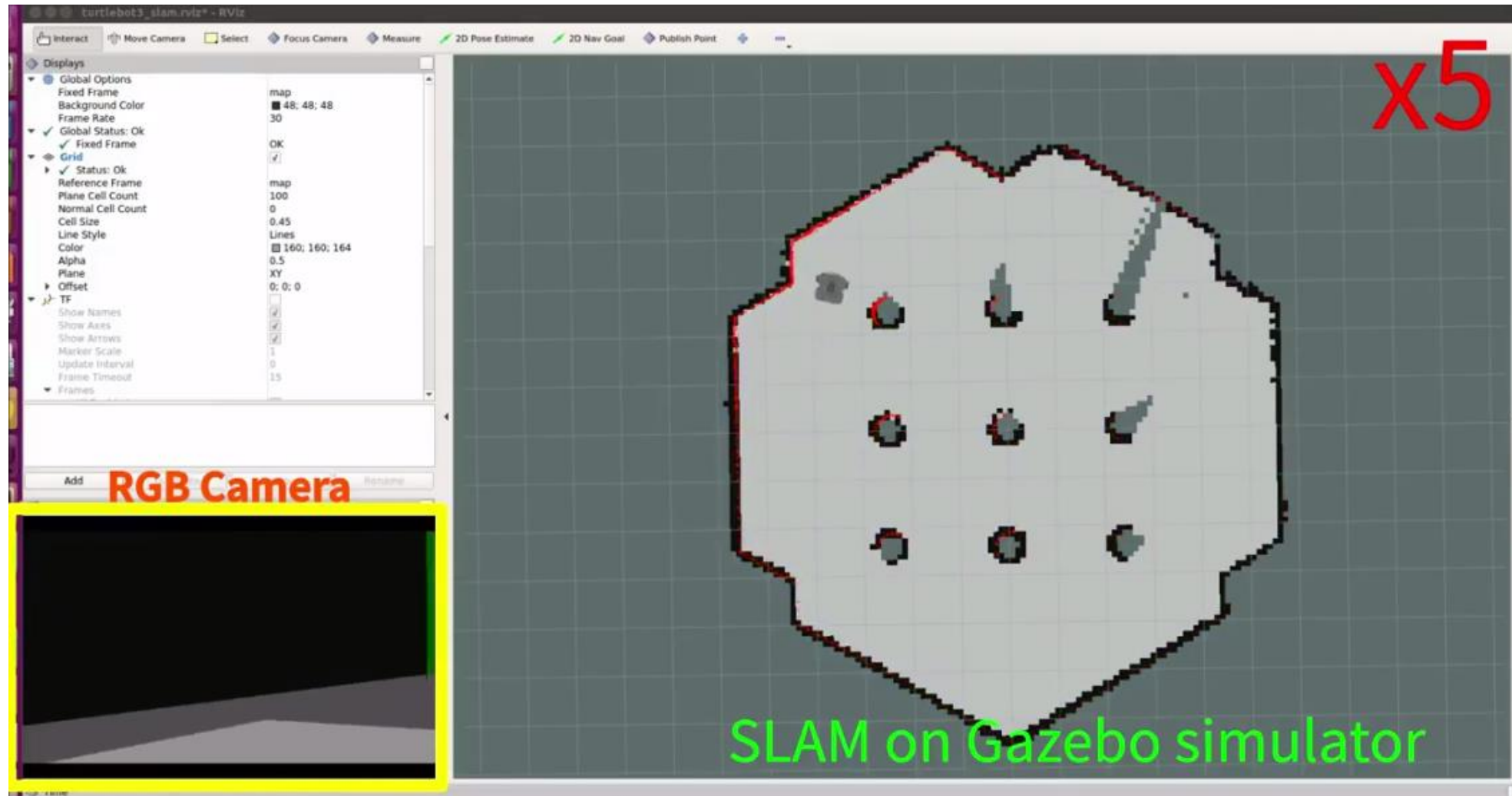
<https://youtu.be/iHXZSLBJHMg>

시뮬레이션 / RViz를 뷰어로 사용할 경우

- 로봇을 이동시켜 보면서 Odometry와 tf를 확인해 보자!



시뮬레이션 / Gazebo를 이용한 경우 / TurtleBot3 in Gazebo



https://youtu.be/xXM5r_SVkWM

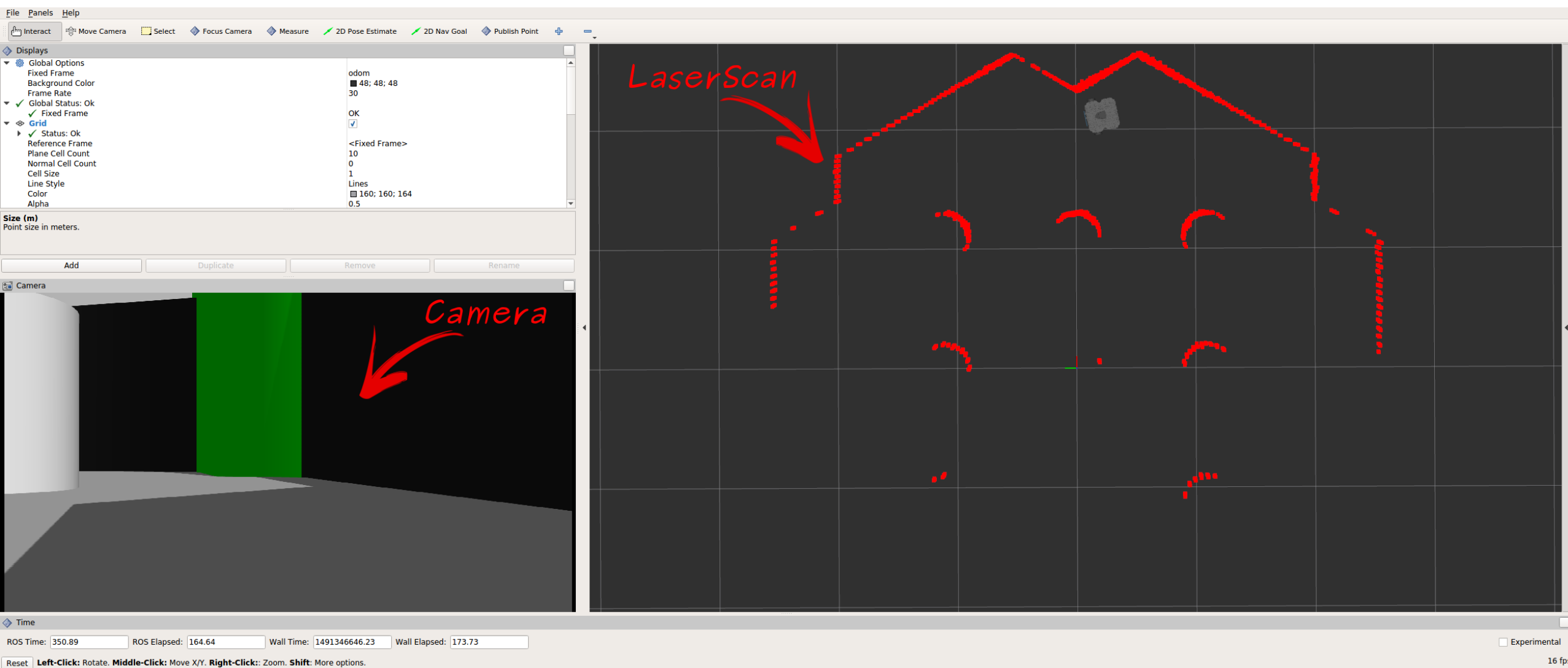
가상 로봇 실행 with Gazebo

```
$ roslaunch turtlebot3_gazebo turtlebot3_world.launch
```

```
$ roslaunch turtlebot3_teleop turtlebot3_teleop_key.launch
```

```
$ export TURTLEBOT3_MODEL=waffle  
$ roslaunch turtlebot3_gazebo turtlebot3_gazebo_rviz.launch
```

가상 로봇 실행 with Gazebo



가상 SLAM with Gazebo

- Gazebo 실행

```
$ export TURTLEBOT3_MODEL=waffle  
$ roslaunch turtlebot3_gazebo turtlebot3_world.launch
```

- SLAM 실행

```
$ export TURTLEBOT3_MODEL=waffle  
$ roslaunch turtlebot3_slam turtlebot3_slam.launch
```

- RViz 실행

```
$ export TURTLEBOT3_MODEL=waffle  
$ rosrun rviz rviz -d `rospack find turtlebot3_slam`/rviz/turtlebot3_slam.rviz
```

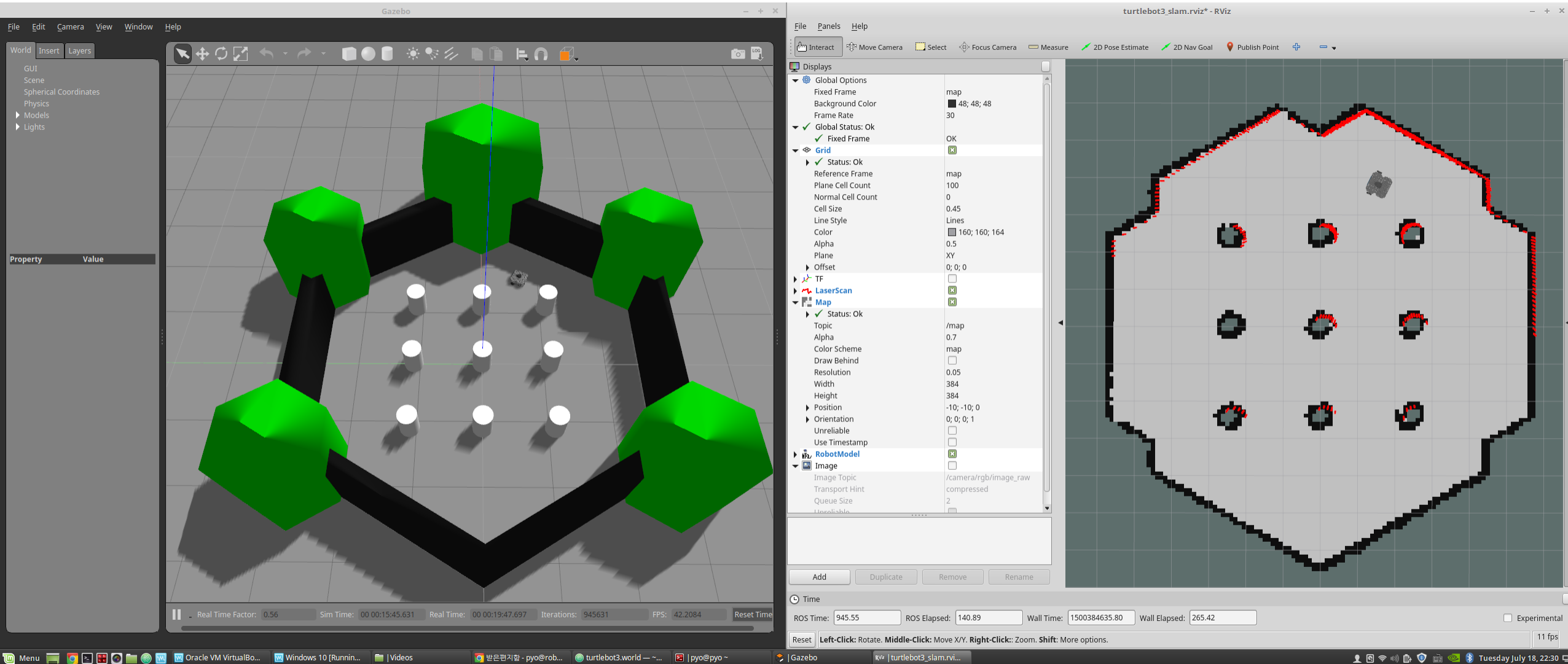
- 터틀봇 원격 조종

```
$ roslaunch turtlebot3_teleop turtlebot3_teleop_key.launch
```

- 지도 출력

```
$ rosrun map_server map_saver -f ~/map
```

가상 SLAM with Gazebo



가상 내비게이션 with Gazebo

- Gazebo 실행

```
$ export TURTLEBOT3_MODEL=waffle  
$ roslaunch turtlebot3_gazebo turtlebot3_world.launch
```

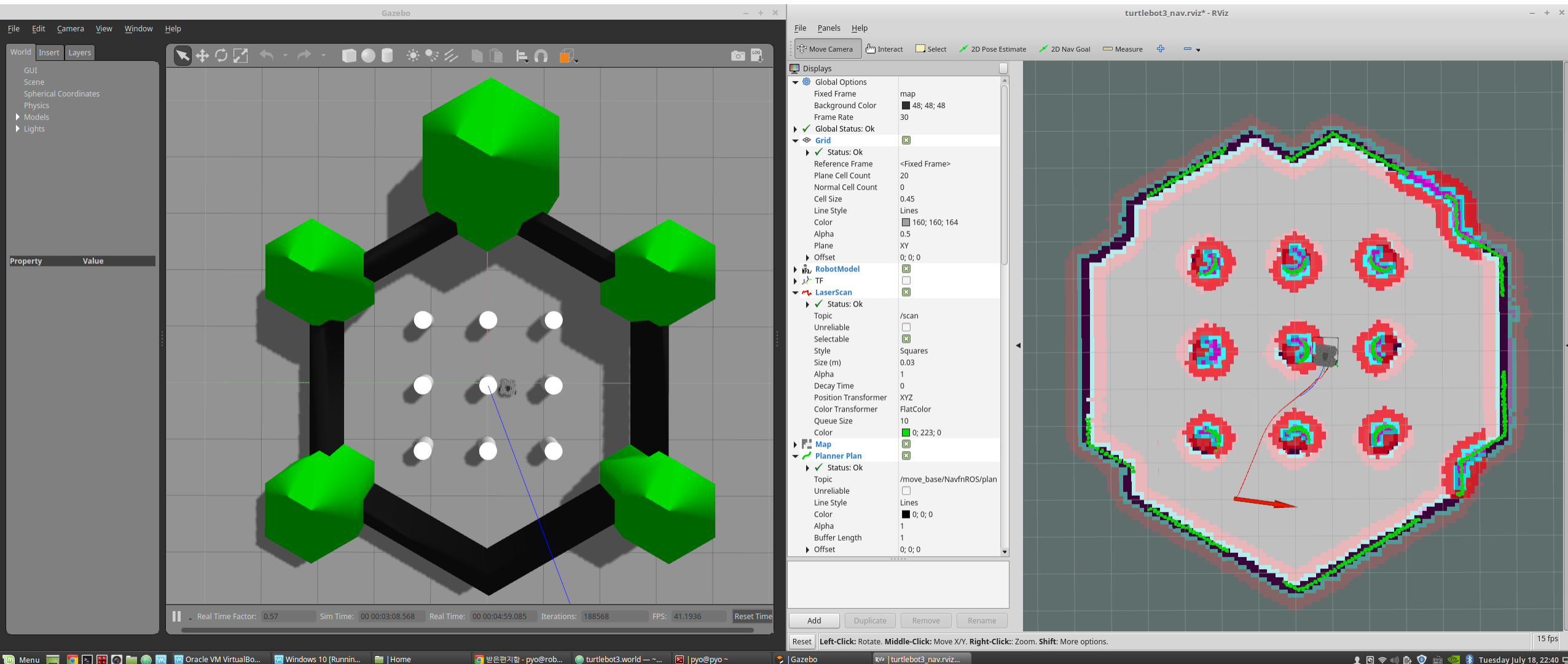
- 내비게이션 실행

```
$ export TURTLEBOT3_MODEL=waffle  
$ roslaunch turtlebot3_navigation turtlebot3_navigation.launch map_file:=$HOME/map.yaml
```

- RViz 실행 및 목적지 설정

```
$ export TURTLEBOT3_MODEL=waffle  
$ rosrn rviz rviz -d `rospack find turtlebot3_navigation`/rviz/turtlebot3_nav.rviz
```

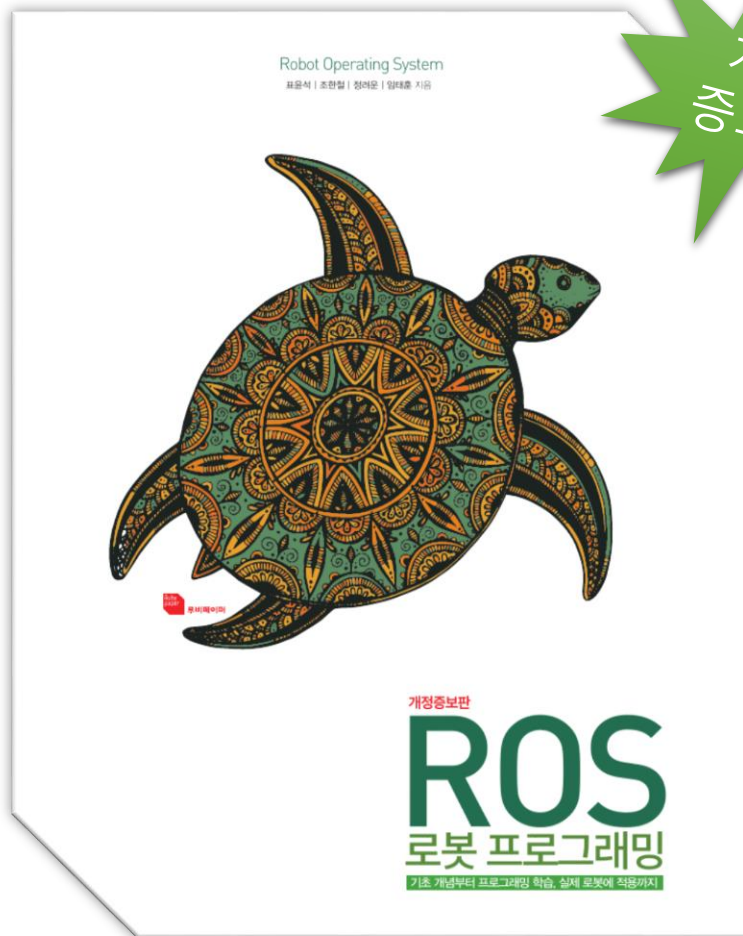
가상 내비게이션 with Gazebo



질문 대환영!

* 온라인 상의 질문이라면
오로카 및 로열로즈를 이용해주세요!

여기서! 광고 하나 나가요~



✓ Direct Link

국내 유일! 최초! ROS 참고서!
ROS 공식 플랫폼 **TurtleBot3** 개발팀이
직접 저술한 바이블급 ROS 책

여기서! 광고 둘 나가요~

TURTLEBOT3

인공지능(AI) 연구의 시작, ROS 교육용 공식 로봇 플랫폼

터틀봇3는 ROS기반의 저가형 모바일 로봇으로
교육, 연구, 제품개발, 취미 등 다양한 분야에서 활용 할 수 있습니다.

✓ Direct Link



• Collaboration with  open robotics  intel

여기서! 광고 셋 나가요~



- ✓ • 오로카
- www.oroqa.org
- 오픈 로보틱스 지향
- 풀뿌리 로봇공학의 저변 활성화
- 공개 강좌, 세미나, 프로젝트 진행

- ✓ • 로봇공학을 위한 열린 모임 (KOS-ROBOT)
- www.facebook.com/groups/KoreanRobotics
- 로봇공학 통합 커뮤니티 지향
- 일반인과 전문가가 어울러지는 한마당
- 로봇공학 소식 공유
- 연구자 간의 협력

혼자 하기에는 답답하시다고요?

커뮤니티에서 함께 해요~

끝.

표윤석

Yoonseok Pyo
pyo@robotis.com
www.robotpilot.net



www.facebook.com/yoonseok.pyo