

移动机器人开发技术（激光SLAM版）配套教学PPT

序 章

机器人操作系统

机器人硬件平台

机器人核心技术

机器人应用实战

第1课 移动机器人的过去、现在及未来

第2课 初识ROS

第3课 ROS编程初步

第4课 机器人的坐标变换

第5课 机器人仿真环境

第6课 TurtleBot3仿真环境实战

第7课 自主搭建机器人小车

感知

第08课 环境感知基础
第09课 感知数据融合

建图与定位

第10课 机器人的移动控制
第11课 SLAM基础
第12课 SLAM实战

路径规划与导航

第13课 导航基础
第14课 ROS中的导航包
第15课 ROS导航实战

送餐

- 1 送餐机器人结构设计
- 2 送餐机器人环境搭建
- 3 送餐机器人建图
- 4 送餐机器人导航

物流（专题讲座）

- 1 物流机器人结构设计
- 2 物流机器人环境模拟
- 3 物流机器人关键技术
- 4 大规模多机器人调度

图书盘点（专题讲座）

- 1 图书盘点机器人结构
- 2 图书盘点机器人环境
- 3 图书盘点机器人工作模式
- 4 图书盘点中的视觉分析

移动机器人开发技术（激光SLAM版）配套教学PPT

第六课 TurtleBolt3仿真环境实战



北京邮电大学

Beijing University of Posts and Telecommunications

移动机器人与智能技术实验室编

宋桂岭 明安龙 2021.10

expsong@qq.com

第6课 TurtleBot3仿真环境实战

北邮移动机器人与智能技术实验室 编

1

Turtlebot平台概述

2

Turtlebot3环境下载安装

3

Turtlebot3建图实验

4

Turtlebot3导航实验



第6课 TurtleBot3仿真环境实战

北邮移动机器人与智能技术实验室 编

1 TurtleBot平台概述

1.1 TurtleBot平台

TurtleBot是机器人开发平台，诞生于2010年，其目标是降低机器人开发入门门槛，因此采用了低成本硬件，并提供了设计文档和源码，此后，诞生了大量的机器人开发平台，机器人开发技术迅速普及。

Original TurtleBot
(Discontinued)



TurtleBot 2 Family



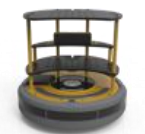
TurtleBot 2



TurtleBot 2i



TurtleBot 2e



TurtleBot Euclid

TurtleBot 3 Family

Burger



Waffle



Waffle Pi



Tully Foote (左)、Melonee Wise (右)和TurtleBot
他们在Willow Garage（柳树车库公司）期间开发了TurtleBot

1.2 TurtleBot1

为了快速测试ROS中的建图和导航模块，而搭建的快速原型机，目标是打造轻量级机器人

[TurtleBot Inventors Tell Us Everything About the Robot - IEEE Spectrum](#)

硬件：采用Kinect摄像头和iRobot Create底盘

软件：提供了丰富的驱动、算法等软件代码和使用文档，打造了TurtleBot社区文化

解决：

- Kinect供电问题
- 处理器性能问题
- 散热和续航问题
- 里程计问题

成果：

首批8台出售给了Google

软硬件开源，从而迅速普及，事实上成为了SLAM和导航算法的标准实验平台

在Turtlebot诞生的第1年，就有15所大学采用它作为机器人课程授课平台



TurtleBot

集成了一个移动底盘、一台笔记本、一个双目传感器和一个外接里程计、均采用了当时成本最低的硬件选型

1.2 TurtleBot2

TurtleBot2为韩国开发，硬件主要有Yujin Kobuki移动底座、Kinect视觉传感器、华硕双核笔记本、2200mAh(或4400mAh)电池和可装卸的结构模块；使用著名的 ROS（Robot Operating System）作为操作系统，能实现3D地图导航、跟随等功能。

低成本

目标为机器人技术学习和原型开发阶段而设计，采用成熟底盘和笔记本集成的方案，一经推出快速占领了市场。

为ROS定制

所有驱动无缝支持ROS，客观上推动了ROS的普及

易于上手

设备内继承了所有ROS软件和建图导航算法，开箱即用。

教程丰富

[提供了丰富的在线教程、视频和示例代码](#)



TurtleBot2

1.3 TurtleBot3

TurtleBot3是TurtleBot系列中的第三代产品，它在二代的基础之上做了一些改进，并开发了一些新功能。TurtleBot3采用机器人智能驱动器Dynamixel驱动，是一款小型的、可编程的、基于ROS的高性价比移动机器人，可用于教育、研究和产品原型制造。提供了AndroidAPP，可基于Android智能手机远程控制。同时TurtleBot3可以集成机械手，可以通过集成像OpenManipulator这样的机械手来抓取物体。



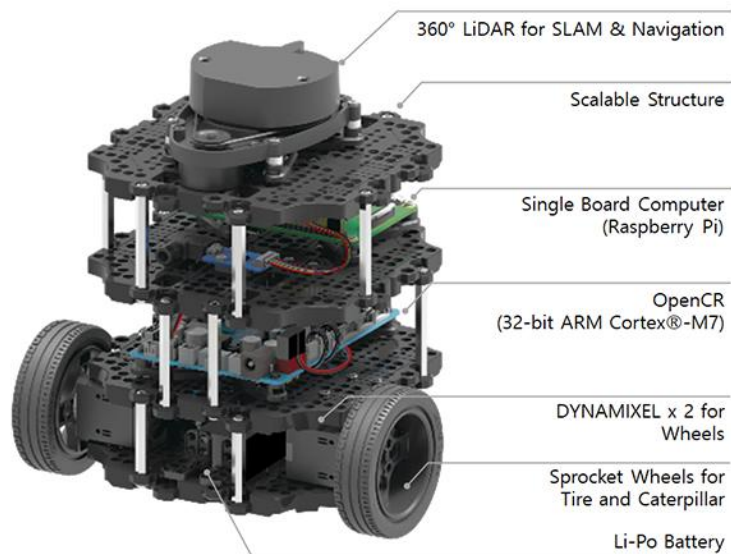
产品特点

- 开源ROS
- 软件，硬件开源
- 小尺寸，低价格
- 模块化驱动
- 强大的扩展性
- 强悍的传感器

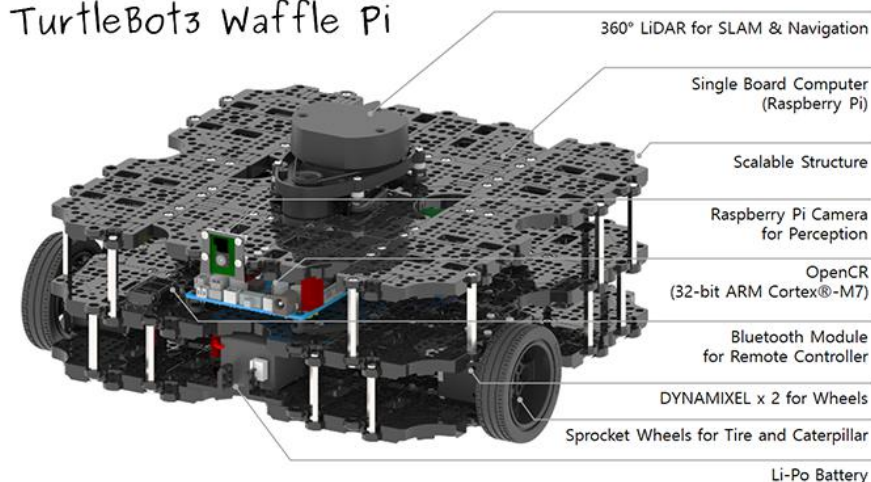
产品应用

- 机器人技术学习平台
- 家用机器人开发平台

TurtleBot3 Burger



TurtleBot3 Waffle Pi



第6课 TurtleBot3仿真环境实战

北邮移动机器人与智能技术实验室 编

2 TurtleBot平台下载及安装

2.1 TurtleBot下载

国内镜像: [GitHub - ROBOTIS-GIT/turtlebot3: ROS packages for Turtlebot3 \(cnpmjs.org\)](https://github.com/ROBOTIS-GIT/turtlebot3)

The screenshot shows the GitHub repository page for `ROBOTIS-GIT/turtlebot3`. The repository is public and has 15 branches and 19 tags. The 'Code' button is highlighted with an orange arrow. A dropdown menu is open, showing the 'Download ZIP' option, which is also highlighted with an orange box. A red arrow points from the 'Download ZIP' option to the text '下载zip文件到本地'.

Switch branches/tags

Filter branches/tags

Branches

- feature-nav2-update
- feature-raspicam
- foxy-devel
- galactic-devel-hotfix
- galactic-devel
- kinetic-devel
- melodic-devel
- noetic-devel
- ros2-devel
- ros2

View all branches

commits

- fix master ci 7 months ago
- prepare for release 10 months ago
- prepare for release 10 months ago
- prepare for release 10 months ago
- prepare for release 10 months ago
- prepare for release 10 months ago
- prepare for release 10 months ago
- prepare for release 10 months ago
- prepare for release 10 months ago
- added the firmware (turtlebot3_core package) for OpenCR embedded bo... 5 years ago
- prepare for release 10 months ago
- added new msgs for TB3 5 years ago

Clone

HTTPS GitHub CLI

`https://github.com/ROBOTIS-GIT/turtlebot3`

Use Git or checkout with SVN using the web URL.

Open with GitHub Desktop

Download ZIP — 下载zip文件到本地

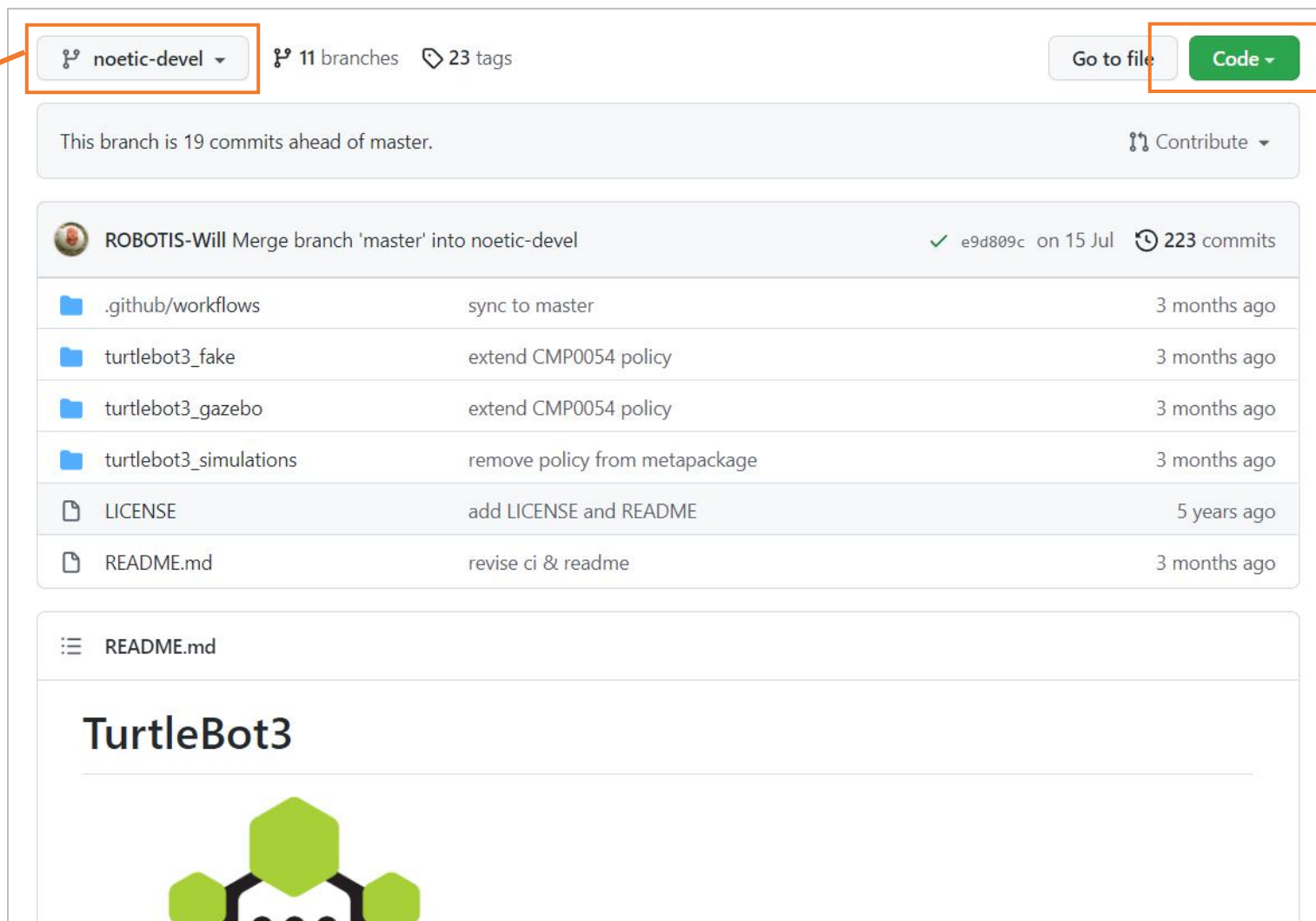
7 months ago

从分支中选择自己安装的版本，本教程选择了noetic

2.2 TurtleBot仿真器下载

国内镜像: [GitHub - ROBOTIS-GIT/turtlebot3_simulations: Simulations for TurtleBot3](https://github.com/ROBOTIS-GIT/turtlebot3_simulations)

从分支中选择自己安装的版本



The screenshot shows the GitHub repository page for `ROBOTIS-GIT/turtlebot3_simulations`. The `noetic-devel` branch is selected in the top left. The `Code` button is highlighted in the top right. The repository is 19 commits ahead of master. The commit history shows a merge of the `master` branch into `noetic-devel` on July 15th, with 223 commits. The file list includes `.github/workflows`, `turtlebot3_fake`, `turtlebot3_gazebo`, `turtlebot3_simulations`, `LICENSE`, and `README.md`. The README section is visible at the bottom, showing the title `TurtleBot3` and a logo.

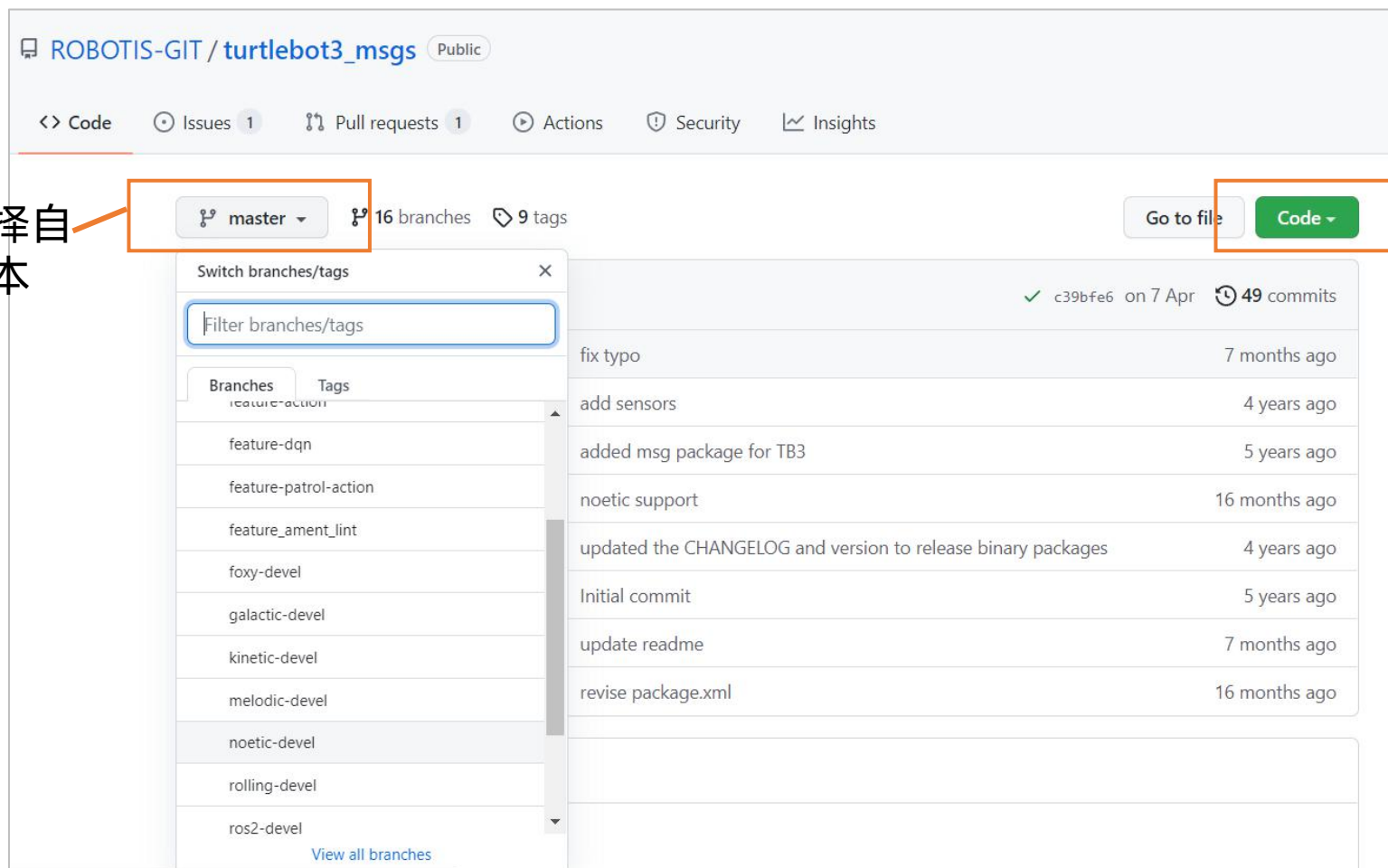
File	Commit Message	Time
<code>.github/workflows</code>	sync to master	3 months ago
<code>turtlebot3_fake</code>	extend CMP0054 policy	3 months ago
<code>turtlebot3_gazebo</code>	extend CMP0054 policy	3 months ago
<code>turtlebot3_simulations</code>	remove policy from metapackage	3 months ago
<code>LICENSE</code>	add LICENSE and README	5 years ago
<code>README.md</code>	revise ci & readme	3 months ago

点击“Code”按钮
下载zip版本

2.3 TurtleBot3消息格式文件下载

国内镜像: [GitHub - ROBOTIS-GIT/turtlebot3_msgs: ROS msgs package for TurtleBot3](https://github.com/ROBOTIS-GIT/turtlebot3_msgs)

从分支中选择自己安装版本

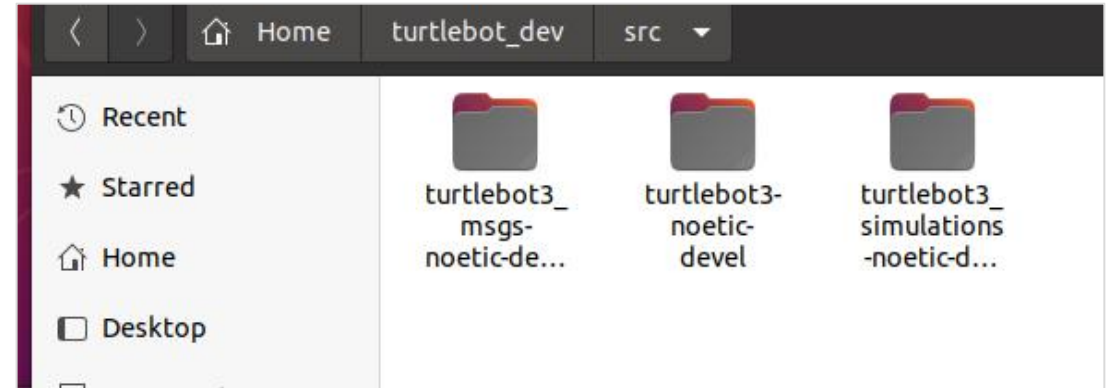
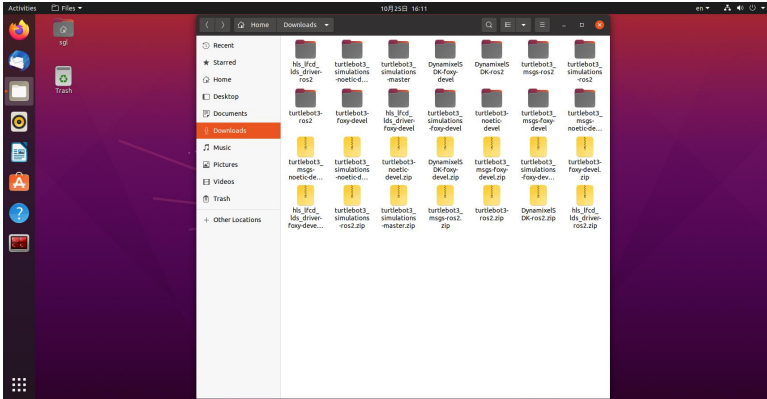


点击“Code”按钮
下载zip版本

2.3 安装

1. 创建文件夹，并将下载的文件解压拷贝到src文件夹下，可用ubuntu图形界面操作

```
$ mkdir -p ~/turtlebot_dev_ws/src
```



2. 导入依赖文件，并编译程序

```
$ cd ~/turtlebot_dev_ws  
$ rosdep install --from-paths src -i -y  
$ catkin_make
```

3. 环境变量设置，将新工程的ROS环境设置加入~/.bashrc文件，命令如下：

```
$ echo "source ~/catkin_ws/devel/setup.bash" >> ~/.bashrc
```

4. TB3机器人设置为Burger或Waffle，将其作为环境变量加入~/.bashrc文件，以方便后续使用

```
$ echo "export TURTLEBOT3_MODEL=burger" >> ~/.bashrc $ source ~/.bashrc
```


2.3 运行测试

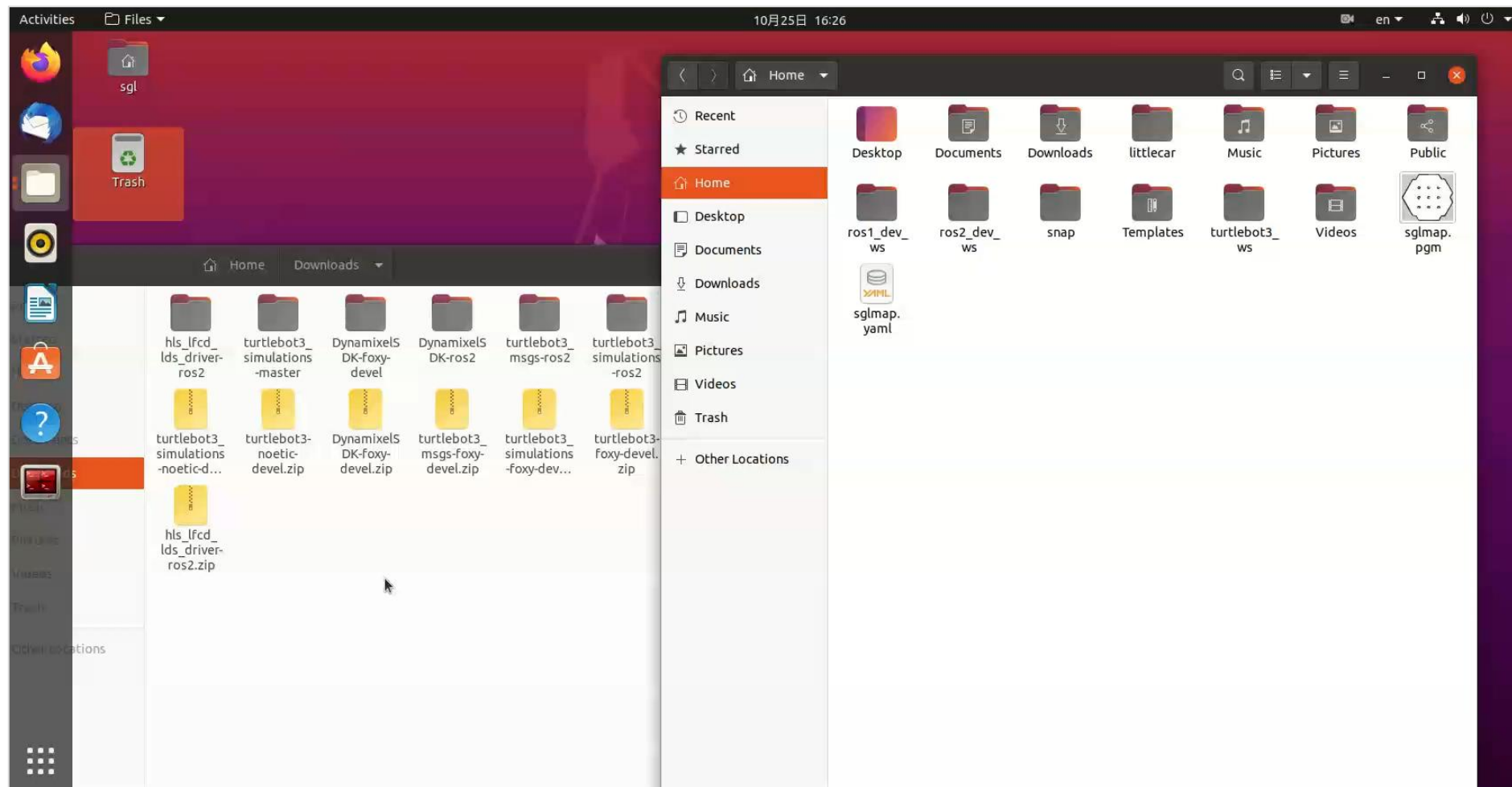
输入如下指令，如显示TURTLEBOT3_MODEL=burger则表示成功。

```
$ env | grep TURTLEBOT3
```

简单仿真测试：

```
$ roslaunch turtlebot3_fake turtlebot3_fake.launch
```

安装过程视频



第6课 TurtleBot3仿真环境实战

北邮移动机器人与智能技术实验室 编

3 TurtleBot3建图实验

3.1 TurtleBot建图

•安装turtlebot3相关的ROS包

```
$ sudo apt-get install ros-noetic-turtlebot3 ros-noetic-turtlebot3-description ros-noetic-turtlebot3-gazebo ros-noetic-turtlebot3-msgs ros-noetic-turtlebot3-slam ros-noetic-turtlebot3-teleop
```

•安装SLAM相关的ROS包

```
$ sudo apt-get install ros-noetic-slam-karto
```

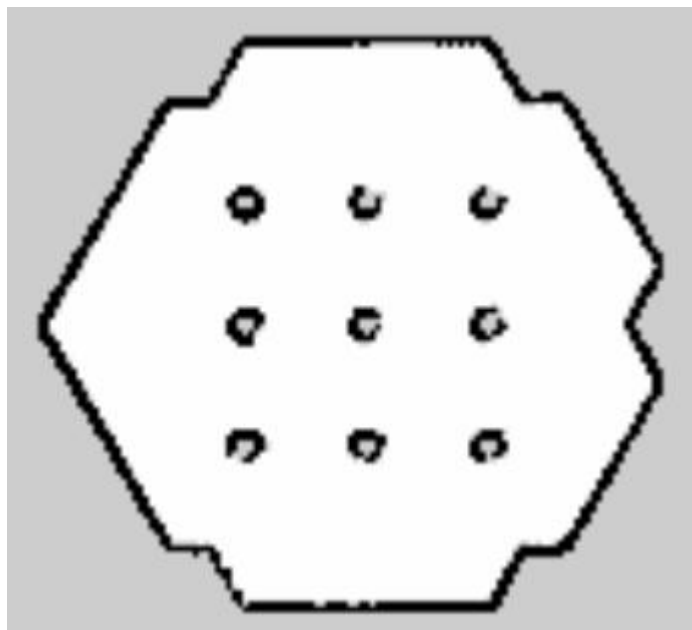
•建图操作

```
$ export TURTLEBOT3_MODEL=burger #除了burger也可以是waffle或waffle_pi, 也可保存在bashrc文件里  
$ roslaunch turtlebot3_gazebo turtlebot3_world.launch  
$ roslaunch turtlebot3_teleop turtlebot3_teleop_key.launch #建图时要切换到这个终端, 用键盘控制turtlebot运动  
$ roslaunch turtlebot3_slam turtlebot3_slam.launch slam_methods:=karto #这里也可以选择其他的slam方法
```

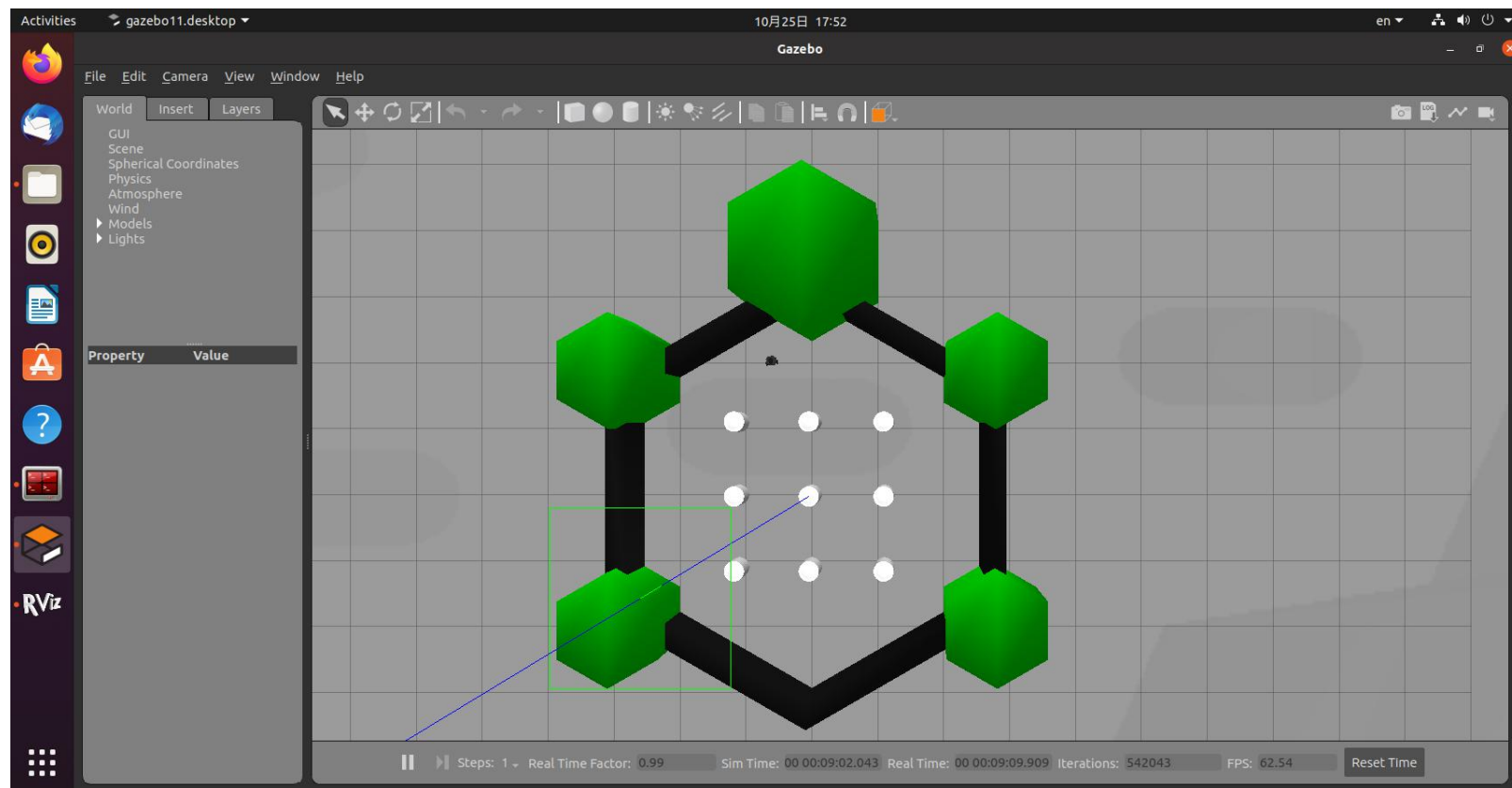
•保存建立完成的地图

```
$ mkdir -p ~/maps/mymap  
$ rosrn map_server map_saver -f ~/maps/mymap/mymap
```

3.2 地图文件样式

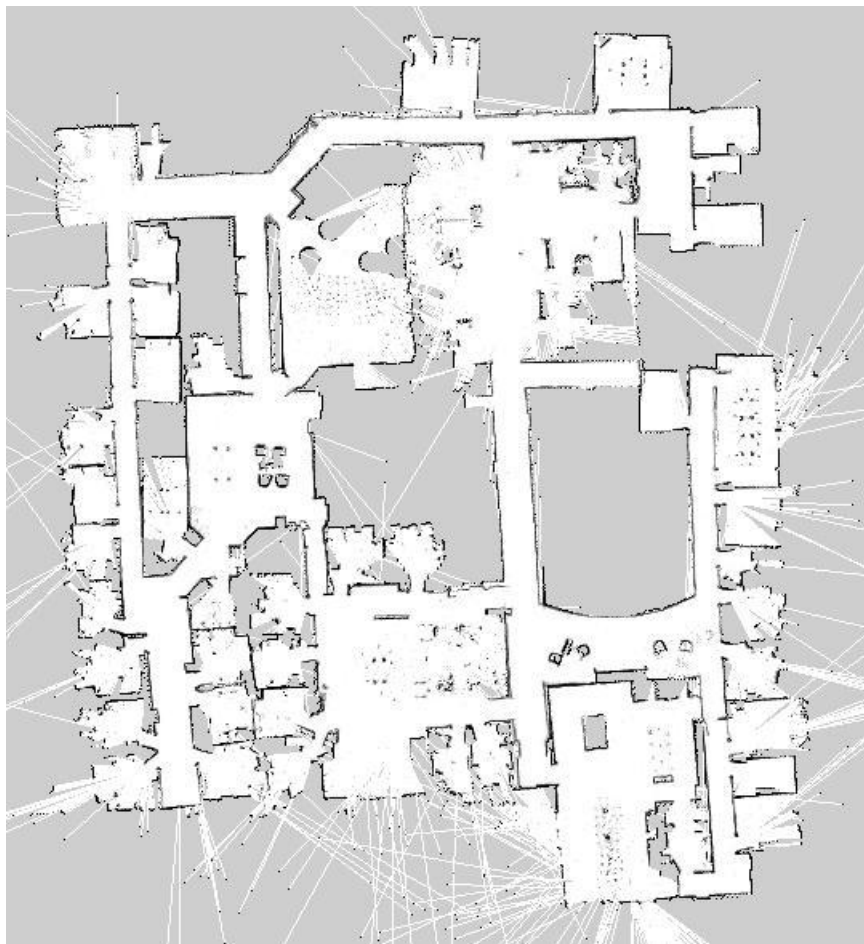


```
image: sglmap.pgm
mode: trinary
resolution: 0.05
origin: [-1.25, -2.38, 0]
negate: 0
occupied_thresh: 0.65
free_thresh: 0.25
```



仿真世界环境及机器人

3.3 复杂场景示例



ROS发明人柳树车库的工作环境

第6课 TurtleBot3仿真环境实战

北邮移动机器人与智能技术实验室 编

4 TurtleBot3导航实验

4.1 导航包安装

- 安装navigation相关的ROS包

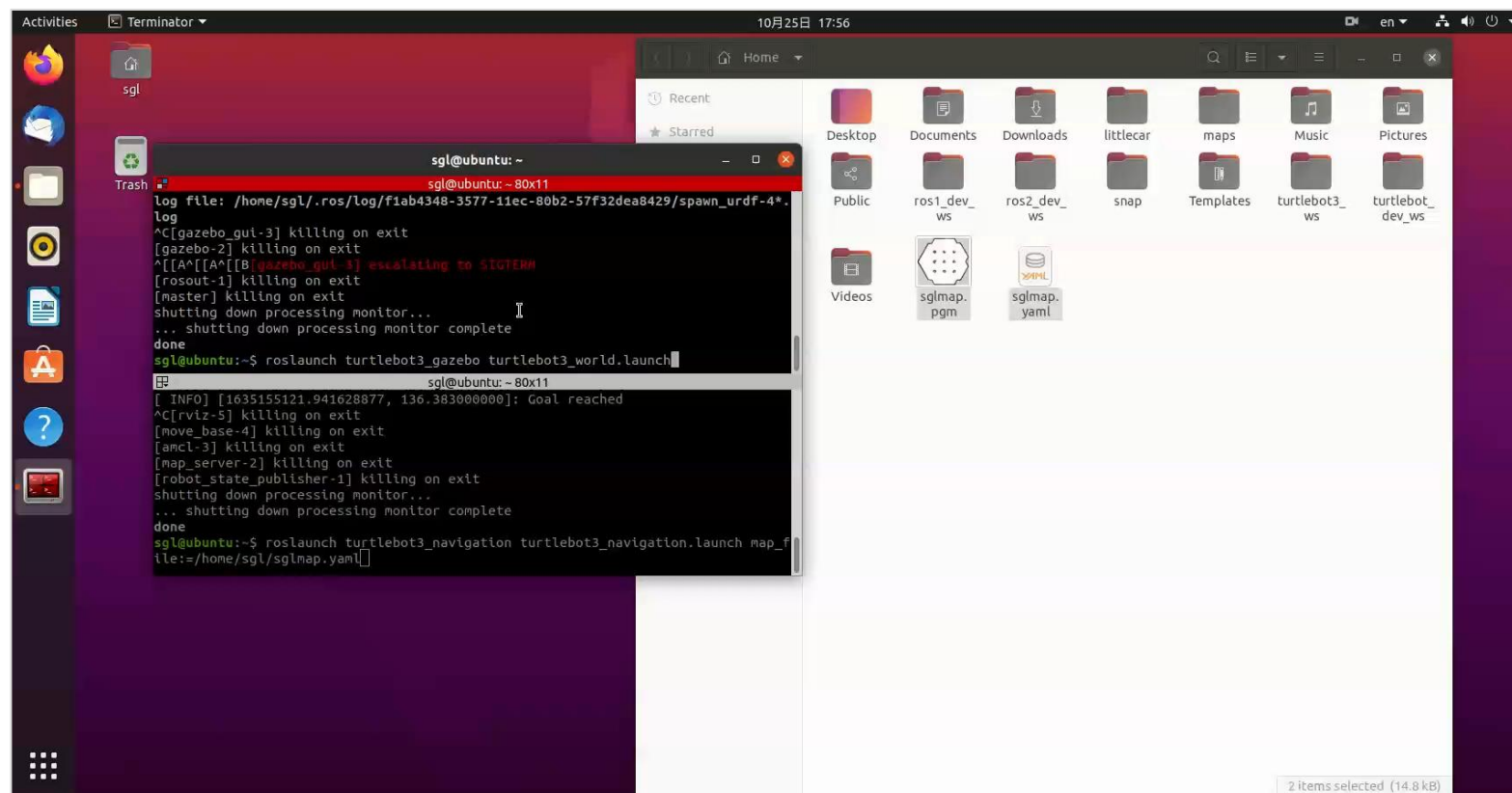
```
$ sudo apt-get install ros-noetic-navigation
```

- 利用刚才构建的地图进行turtlebot的自主导航仿真实验：

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

```
$ roslaunch turtlebot3_navigation turtlebot3_navigation.launch map_file:=/home/sgl/maps/sglmap.yaml
```

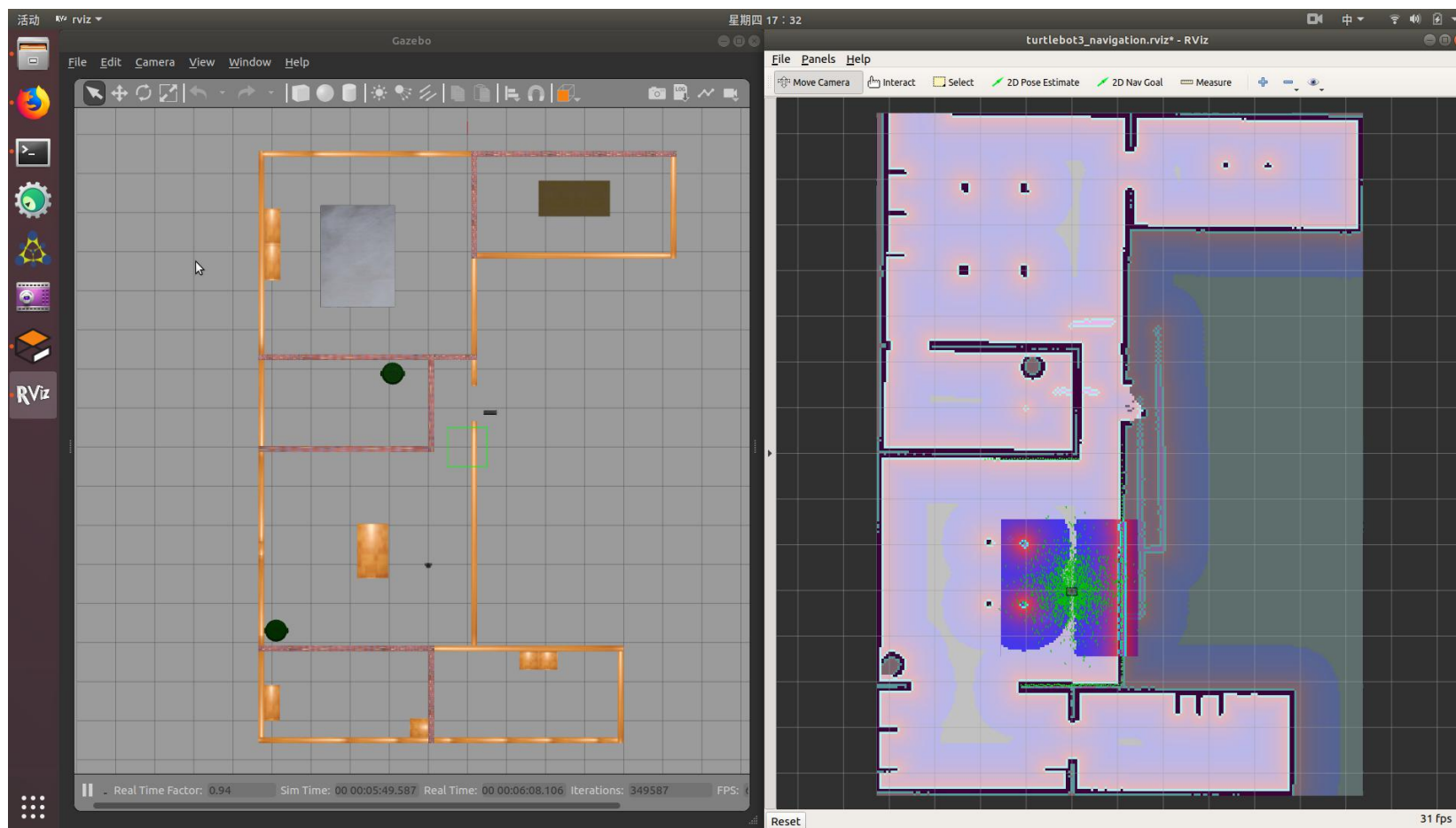
导航实验视频



4.2 自主动手操作

将3.1的地图替换为turtlebot3_house,重现建图和导航操作，命令如下：

```
$ roslaunch turtlebot3_gazebo turtlebot3_house.
```



移动机器人开发技术（激光SLAM版）配套教学PPT

谢 谢 观 看



北京邮电大学

Beijing University of Posts and Telecommunications

移动机器人与智能技术实验室编

宋桂岭 明安龙 2021.9

expsong@qq.com