

Autoware 使用教程

PIX 实训基地

目录

简介与安装

- 1.1 Autoware 简介
- 1.2 Autoware 安装

数据录制与回放

- 2.1 Bag 数据录制
- 2.2 Bag 数据回放

地图创建与加载

- 3.1 点云地图的创建
- 3.2 加载点云地图

定位

- 4.1 模拟定位
- 4.2 真车定位

目标检测

- 5.1 雷达目标检测

路径跟随

- 6.1 创建路点文件
- 6.2 路径跟随

真车操作

- 7.1 加载地图
- 7.2 加载传感器和定位
- 7.3 加载路点文件和启动路径跟随
- 7.4 与真车连接

简介与安装

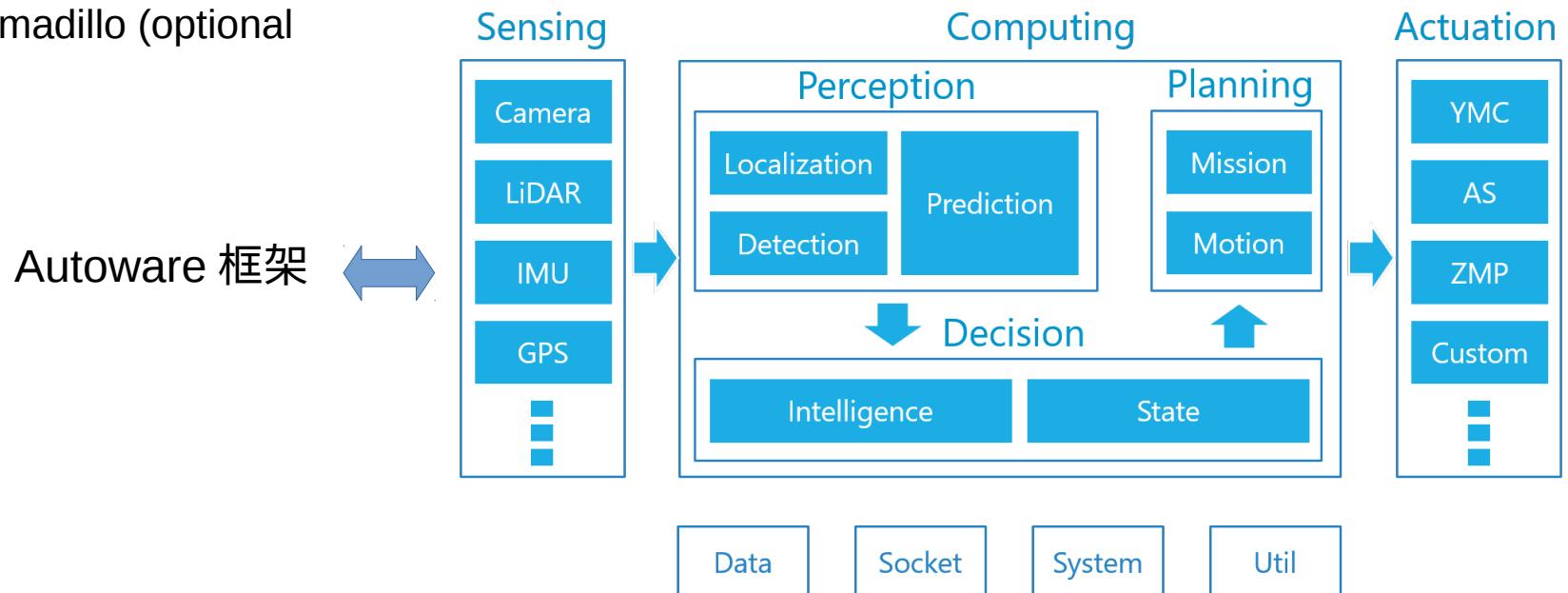
1.1 Autoware 简介

Autoware 是世界上第一款用于自动驾驶汽车的“一体化”开源软件。Autoware 的功能主要适用于城市，但高速公路和非市政道路同样可以使用。同时在依赖 ROS 建立的 Autoware 自动驾驶开源软件上可以提供丰富的开发和使用资源。

更丰富的资料请参见官方 GitHub：<https://github.com/CPFL/Autoware>

在安装使用之前需配置以下依赖项：

- ROS indigo (Ubuntu 14.04) or ROS jade (Ubuntu 15.04) or ROS kinetic (Ubuntu 16.04)
- OpenCV 2.4.10 or higher
- Qt 5.2.1 or higher
- CUDA (optional)
- FlyCapture2 (optional)
- Armadillo (optional)



简介与安装

1.2 Autoware 安装

官方提供了两种安装 Autoware 的方法： Docker 和 Source 两种方式，根据课程需要，现介绍 Source 的安装方法。

在裸机 Ubuntu16.04 下：

A) 安装 OpenCV 2.4.10 或以上版本 (以 OpenCV3.4.2 为例)

a) 打开终端输入一下命令配置环境：

```
$ sudo apt-get install build-essential  
$ sudo apt-get install cmake git libgtk2.0-dev pkg-config libav
```

```
codec-dev libavformat-dev libswscale-dev
```

```
$ sudo apt-get install python-dev python-numpy libtbb2 libtbb-  
dev libjpeg-dev libpng-dev libtiff-dev libjasper-dev libdc1394-22-dev
```

b) 下载源码：

```
$ sudo wget https://github.com/Itseez/opencv/archive/3.4.2.zip
```

c) 编译：

```
$ sudo apt-get install cmake  
$ unzip opencv-3.4.2.zip  
$ cd opencv-3.4.2  
$ mkdir build  
$ cd build  
$ cmake -D CMAKE_BUILD_TYPE=Release -DCMAKE_INSTALL_PREFIX=/usr/local ..  
$ sudo make -j4  
$ sudo make install
```

简介与安装

d) 配置 OpenCV 的环境变量量：

打开终端输入：

```
$ sudo gedit /etc/ld.so.conf.d/opencv.conf
```

在打开的文件中输入：

```
$ /usr/local/lib
```

保存并退出后执行：

```
$ sudo ldconfig
```

c) 测试是否安装成功：

```
$ pkg-config --modversion opencv
```

(显示出版本号 3.4.2, 说明已经安装成功)

B) 安装 QT5(5.11.1)

a) 下载源码：

```
$ wget
```

https://download.qt.io/official_releases/qt/5.11/5.11.1/qt-opensource-linux-x64-5.11.1.run

b) 给文件添加权限：

```
$ sudo chmod +x qt-opensource-linux-x64-5.11.1.run
```

c) 安装：

```
$ ./qt-opensource-linux-x64-5.11.1.run
```

简介与安装

C) 安装 ROS Kinetic

a) 设置源：

```
$ sudo sh -c 'echo "deb http://packages.ros.org/ros/ubuntu $(lsb_release -sc) main"  
> /etc/apt/sources.list.d/ros-latest.list'
```

b) 设置秘钥：

```
$ sudo apt-key adv --keyserver hkp://ha.pool.sks-keyservers.net:80 --recv-key  
421C365BD9FF1F717815A3895523BAEEB01FA116
```

c) 安装：

更新：\$ sudo apt-get update

安装完整的 ROS：\$ sudo apt-get install ros-kinetic-desktop-full

初始化： \$ sudo rosdep init

```
$ rosdep update
```

让每次启动一个新终端时都可以自动 source ROS：

```
$ echo "source /opt/ros/kinetic/setup.bash" >> ~/.bashrc  
$ source ~/.bashrc
```

安装以下依赖工具或他依赖可用：

例如安装创建包的依赖：\$ sudo apt-get install python-rosinstall python-rosinstall-generator python-wstool build-essential

d) 测试：

运行：\$ roscore （如下图所示则表示成功）

```
setting /run_id to 50ee573e-e1a0-11e8-9fe5-1c1b0daf78ce  
process[rosout-1]: started with pid [5779]  
started core service [/rosout]
```

简介与安装

D) 安装 Autoware

a) 配置环境：

```
$ sudo apt-get update  
$ sudo apt-get install -y python-catkin-pkg python-rosdep python-wstool ros-$ROS_DISTRO-catkin libmosquitto-dev gksu
```

b) 克隆源码：

```
$ cd $HOME  
$ git clone https://github.com/CPFL/Autoware.git --recurse-submodules
```

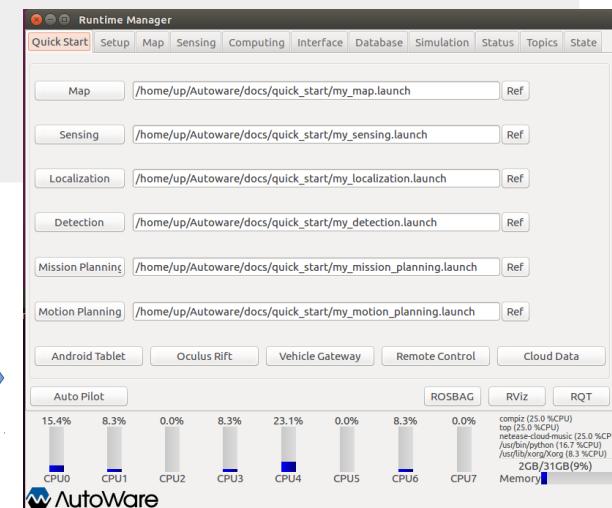
c) 安装：

```
$ cd ~/Autoware/ros/src  
$ catkin_init_workspace  
$ cd ..  
$ rosdep install -y --from-paths src --ignore-src --rosdistro $ROS_DISTRO  
$ ./catkin_make_release
```

d) 运行：

```
$ cd ~/Autoware/ros  
$ ./run
```

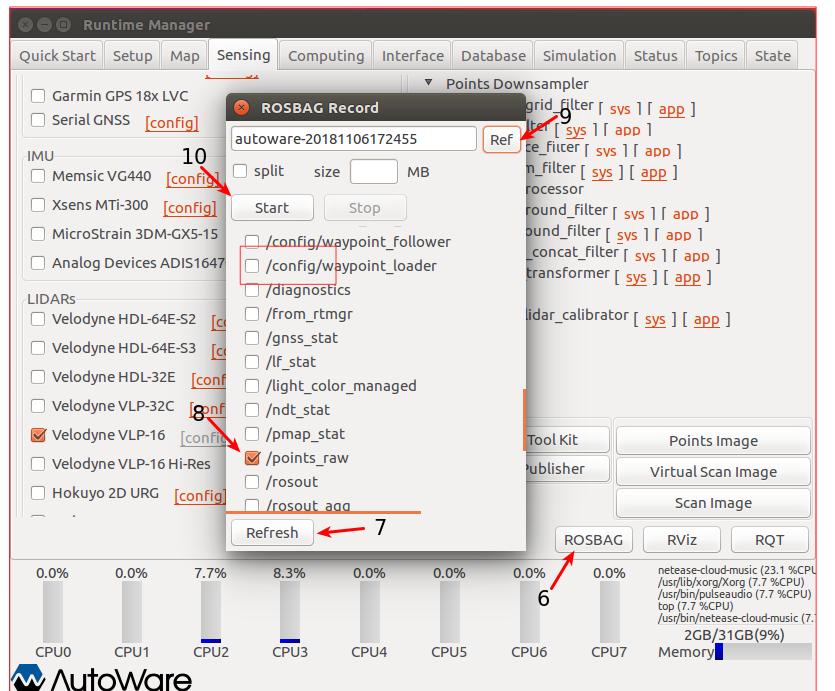
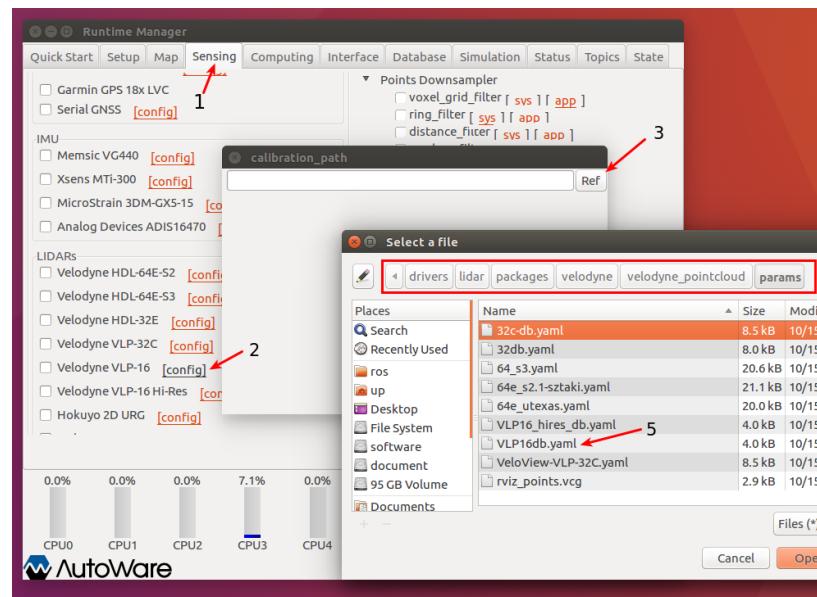
Autoware 启动
成功后的界面



Autoware 使用——数据录制与回放

2.1 数据录制

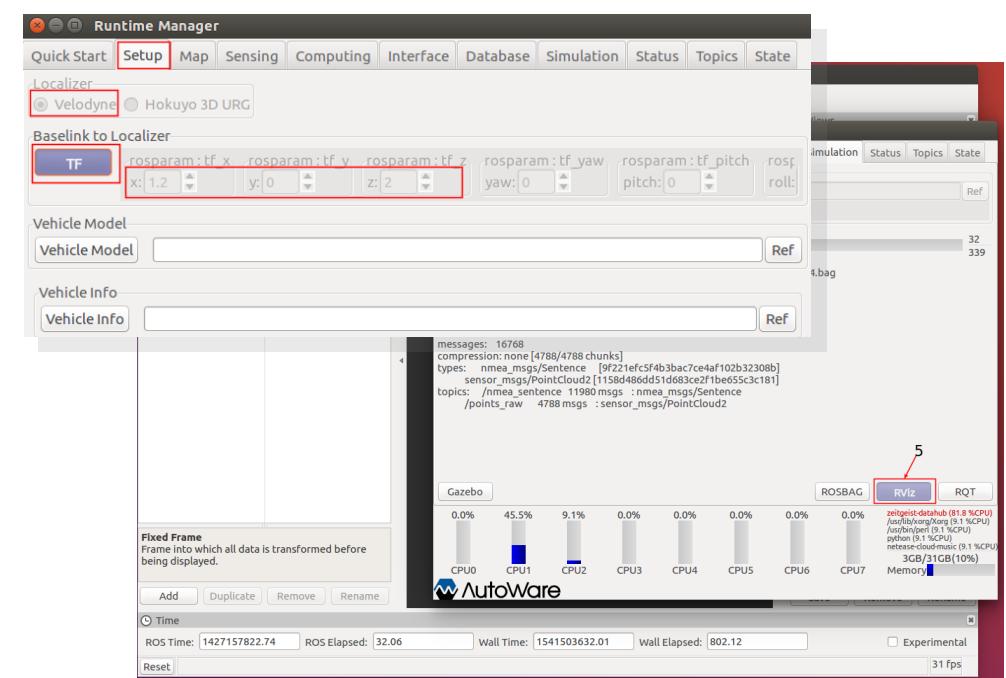
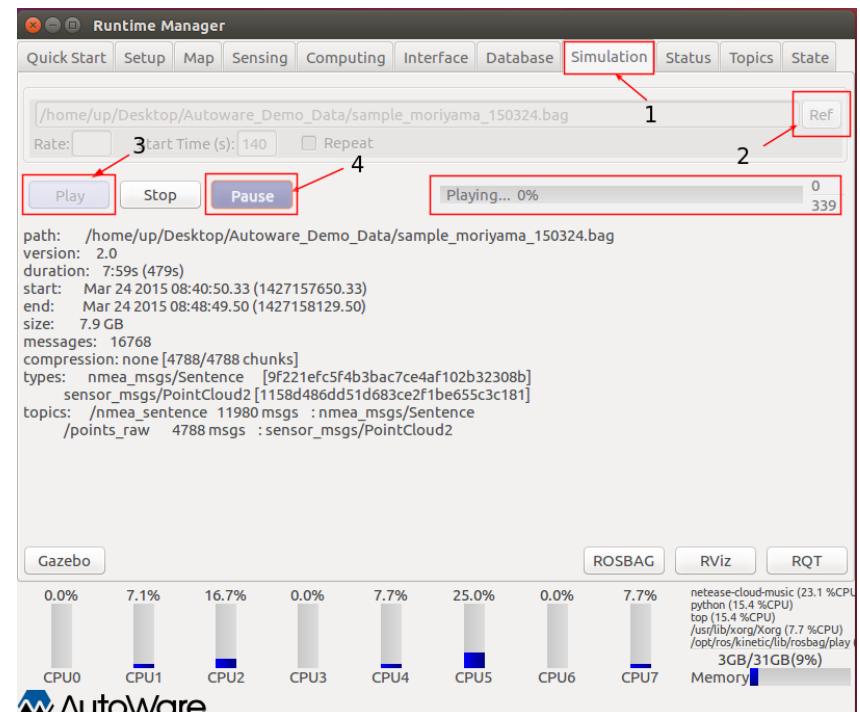
- 1) 启动激光雷达：启动 Autoware，找到上菜单栏的 [Sensing] 菜单打开。
- 2) 找到左侧 [LIDARs] 菜单，并找到对应的传感器型号（此处以 Velodyne VLP16 为例），点击 [config] 按钮，找到路径：/home/up/Autoware/ros/src/sensing/drivers/lidar/packages/velodyne/velodyne_pointcloud/params/VLP16db.yaml 下的配置文件加载，后勾选传感器选项。
- 3) 点击右下角 [ROSBAG] 按钮，在弹出的对话框中点击下方点击 [Refresh] 按钮刷新话题列表。
- 4) 在话题列表中找到话题 /points_raw 并勾选
- 5) 点击右上角 [Ref] 按钮更改文件名并修改保存路径
- 6) 点击 [Start] 按钮开始记录数据
- 7) 当完成数据记录之后点击 [Stop] 按钮，文件将保存到制定文件夹中。



Autoware 使用——数据录制与回放

2.2 数据回放

- 1) 打开 Autoware 后，在上菜单栏中找到 [Simulation] 菜单，转到该菜单下，点击界面右上方 [Ref] 按钮，加载之前录制的 Bag 文件。
- 2) 点击 [Play] 按钮播放数据，然后再按 [Pause] 按钮暂停播放。此时你会发现右边进度条有数值出现。（注意！在进行此步骤的时候确保之前启动的 [Sensing] 下的传感器驱动关闭）
- 3) 在 [Setup] 菜单中，确保 [Localizer] 下选项为 Velodyne，在 [Baselink to Localizer] 中设置好各个参数之后点击 [TF] 按钮。（注意！该参数应该和真车雷达中心点与车身后轴中心点的相对位置）
- 3) 找到 Autoware 界面，找到右下方的 [Rviz] 按钮，启动 Rviz 可视化窗口。
- 4) 在启动的 Rviz 界面中左菜单栏中找到 [Fixed Frame]，在该栏目中修改 world 为 velodyne。
- 5) 点击左下角 [Add] 按钮，加载 [By Topic] 下 /points_raw 话题的 [PointCloud2] 选项。
- 6) 点击 Autoware [Simulation] 下的 [Pause] 按钮，此时在 Rviz 中可以看到之前记录的数据被显示出来。



Autoware 使用——数据录制与回放

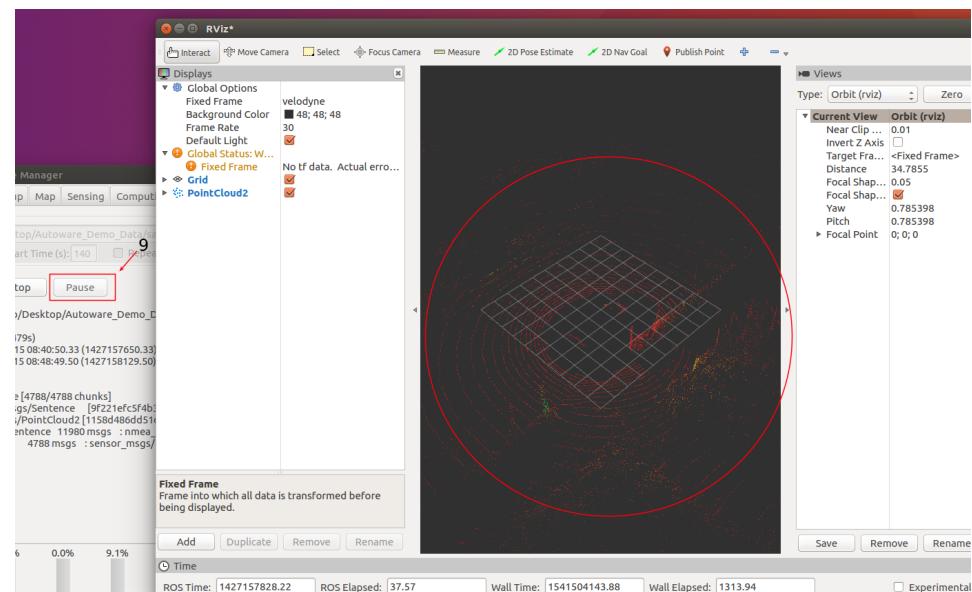
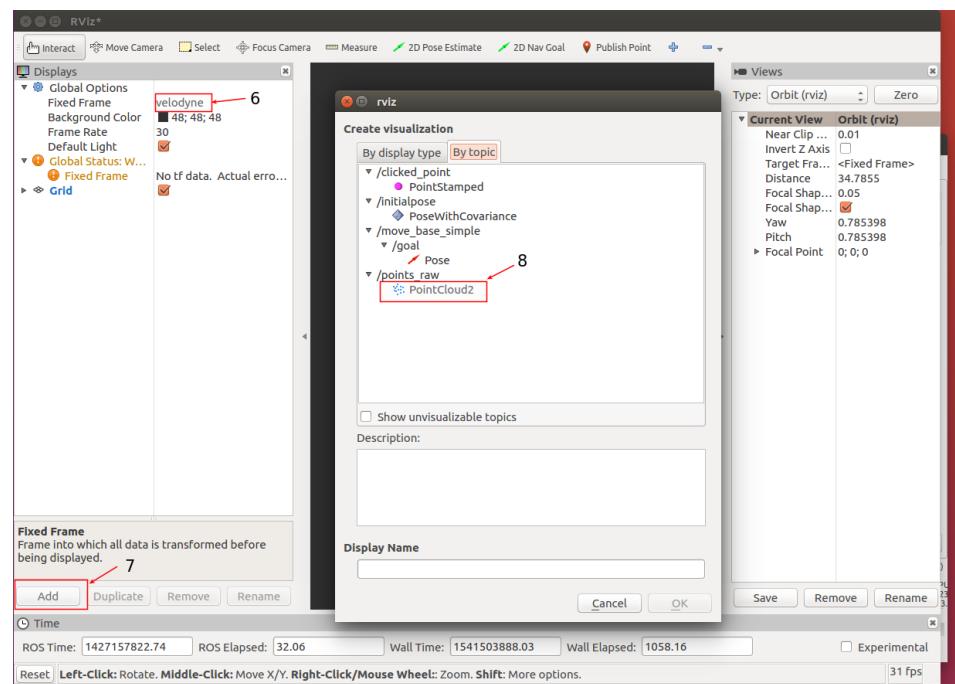
2.2 数据回放

4) 在启动的 Rviz 界面中左菜单栏中找到 [Fixed Frame], 在该栏目中修改 world 为 velodyne。

5) 点击左下角 [Add] 按钮, 加载 [By Topic]

下 /points_raw 话题的 [PointCloud2] 选项。

6) 点击 Autoware [Simulation] 下的 [Pause] 按钮, 此时在 Rviz 中可以看到之前记录的数据被显示出来。



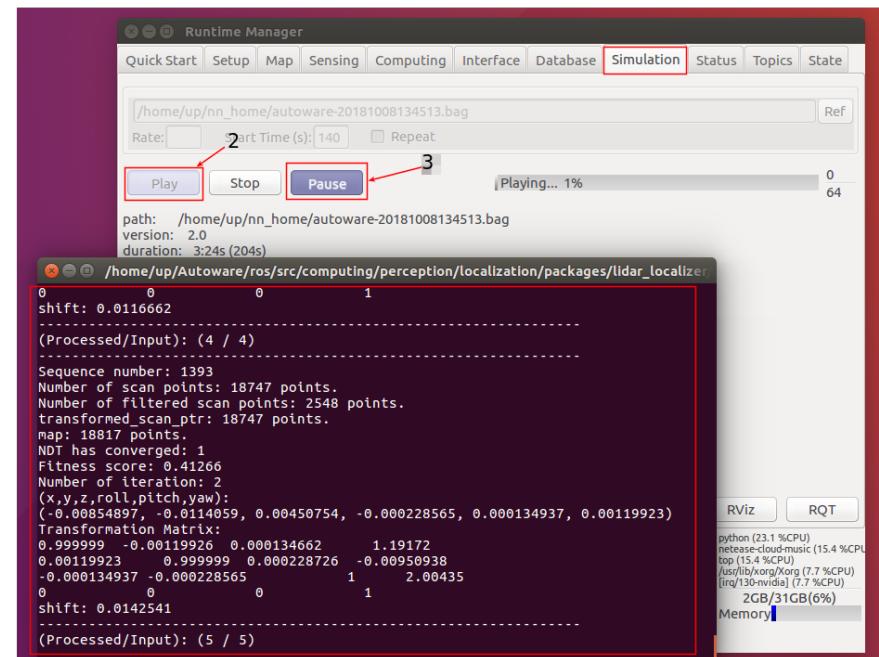
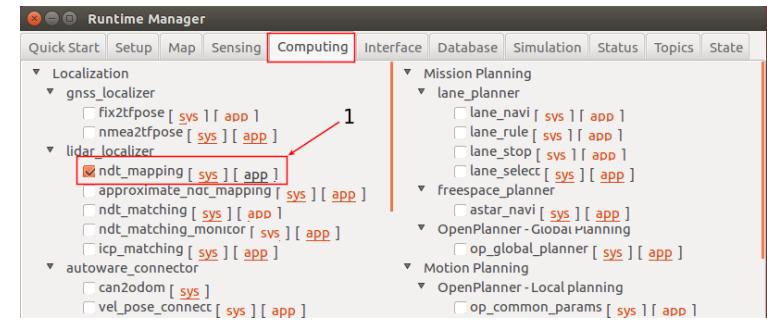
Autoware 使用——地图创建与加载

3.1 地图创建

1) 打开 Autoware , 在 [Computing] 菜单栏中找到 [Ndt_Mapping] 选项并勾选。

2) 在 [Simulation] 菜单下按照之前数据播放的方式播放数据。此时会在终端中看到计算处理信息输出。

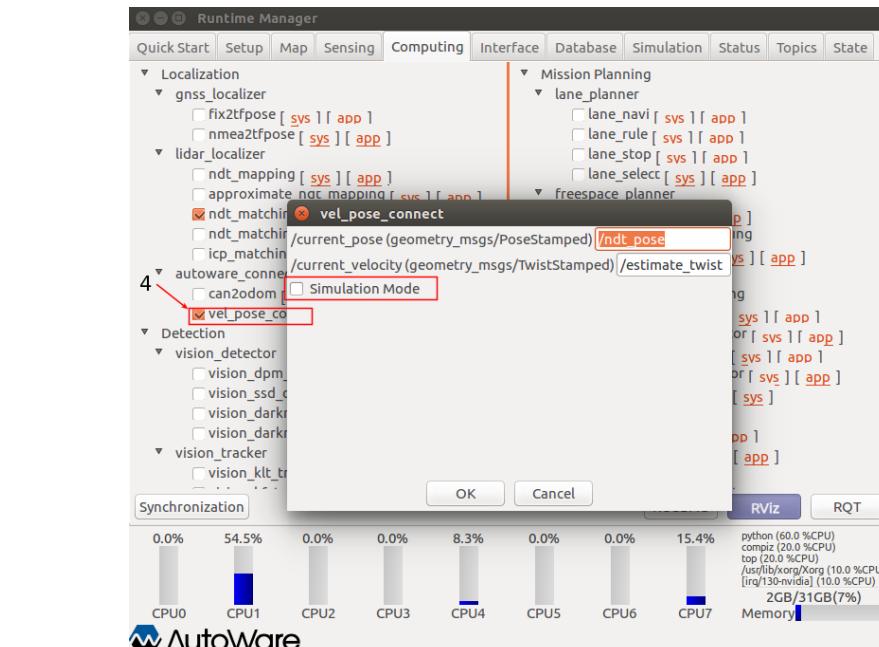
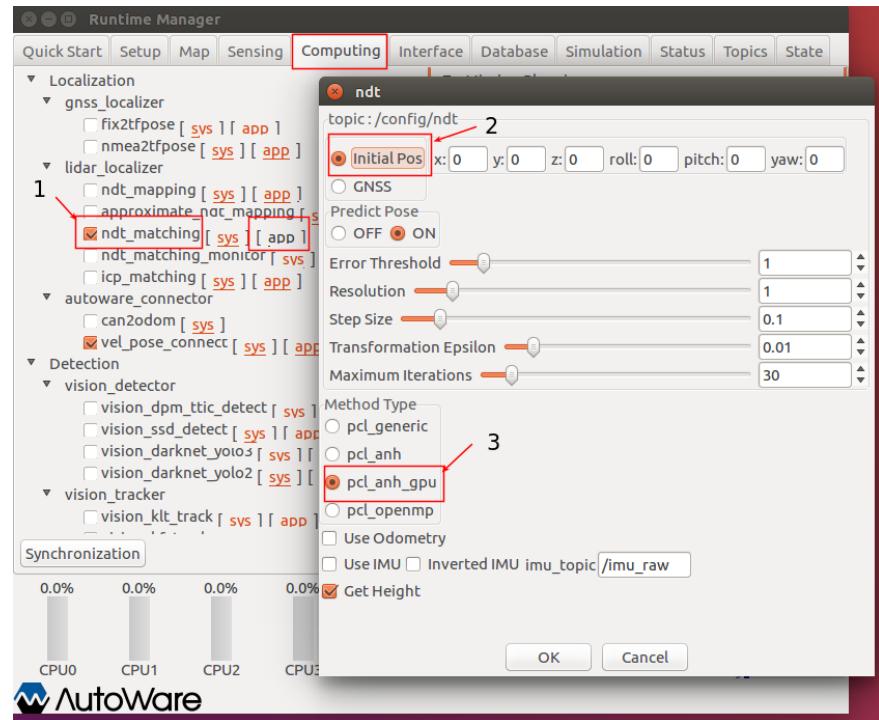
3) 在终端上可以两组数据在不断增加，前边的数字表示当前出的进度，后面的数据表示从 Bag 播放的数据中读取的数据，由于计算性能等影响，不能让两个数字差别太大，如果太大则暂时按下 [Simulation] 中的 [Pusse] 按钮暂停播放，等待计算进度。



Autoware 使用——定位

4.1 模拟定位

- 1) 打开 Autoware，在 [Simulation] 菜单栏中播放之前录制的 Bag 文件，然后点击 [Pause] 暂停播放。
- 2) 在 [Setup] 菜单下点击 [TF] 按钮，并确定 Localizer 选项位于 [Velodyne] 处，同时确保参数配置正确。
- 3) 在 [Map] 菜单栏中加载之前建立的 pcd 地图和 TF 文件并加载生效。
- 4) 在 [Sensing] 菜单栏下找到右边 [voxel_grid_filter] 选项并勾选。
- 5) 找到 [Computing] 左菜单栏下的 [ndt_matching] 选项，打开 [app]，确保 [topic:/config/ndt] 选项处于 [Initial_Pose] 处，如果有 GPU 则把 [Method_Type] 更改为 [pcl_anh_gpu]，退出并勾选 ndt_matching。
- 6) 找到 [Computing] 左菜单栏下的 [vel_pose_connect]，打开 [app] 并确保选项 [Simulation_Mode] 没有被勾选，退出并勾选 vel_pose_connect。



Autoware 使用——定位

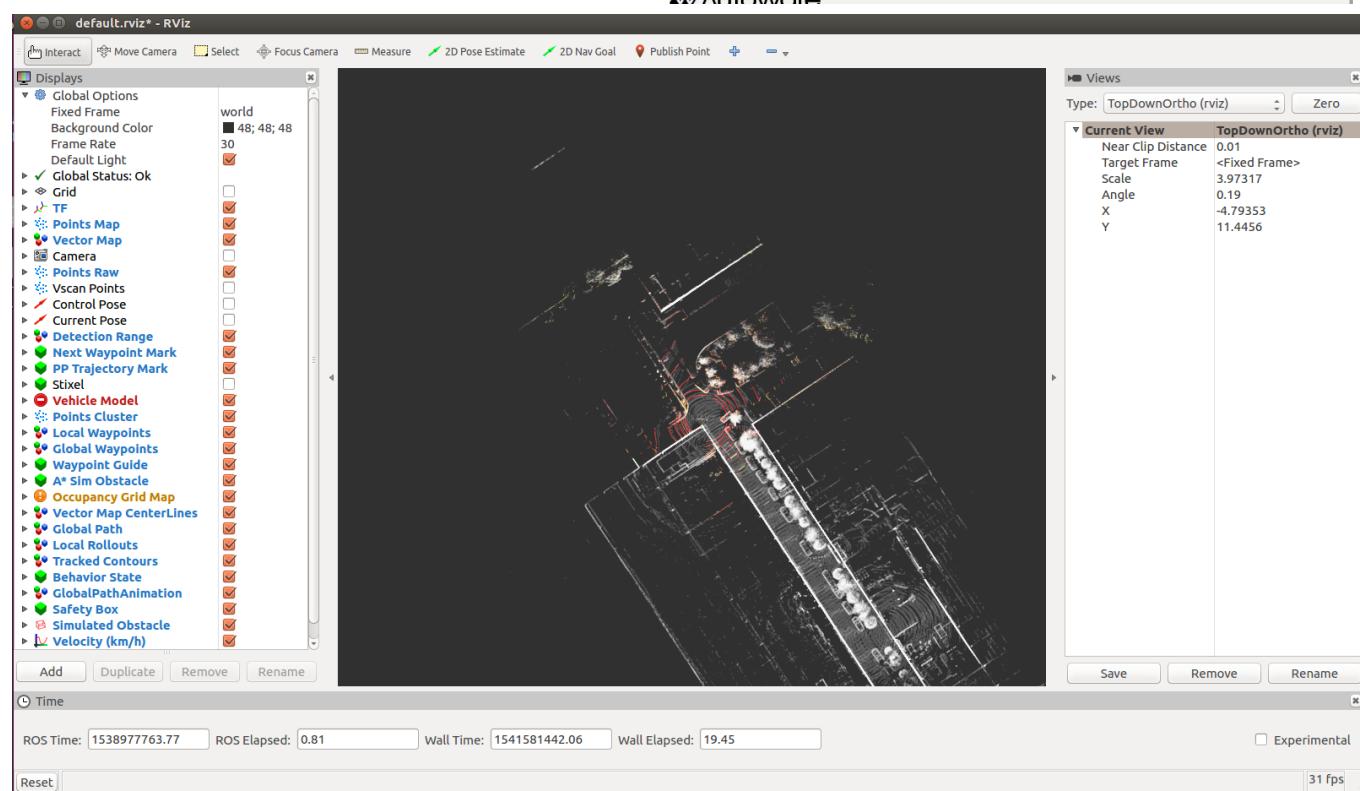
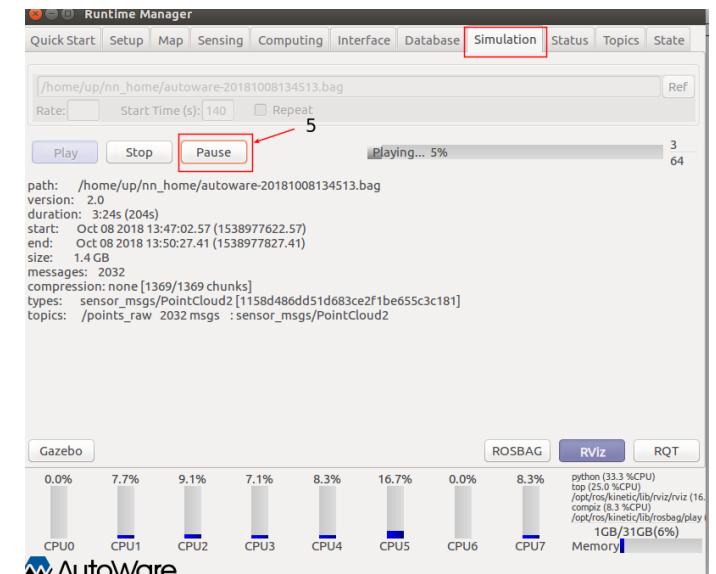
4.1 模拟定位

7) 打开 [Rviz], 在 [file] 菜单中的 [open config] 选择路径

为： /home(User)/Autoware/ros/src/.config/rviz/default.rviz 的文件。

8) 回到 Autoware 界面后，在 [Simulation] 下重新播放 Bag 数据。

9) 在 Rviz 界面中会出现类似有图的显示。



Autoware 使用——定位

4.2 真实定位

1) 在确保之前的配置全部取消的情况下（主要保证没有在回放数据），找到 [Setup] 菜单下点击 [TF] 按钮，并确定 Localizer 选项位于 [Velodyne] 处，同时确保参数配置正确。

2) 在 [Map] 菜单栏中加载之前建立的 pcd 地图和 TF 文件并加载生效。

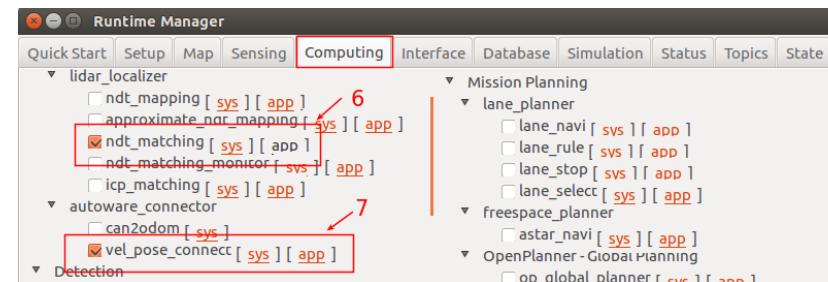
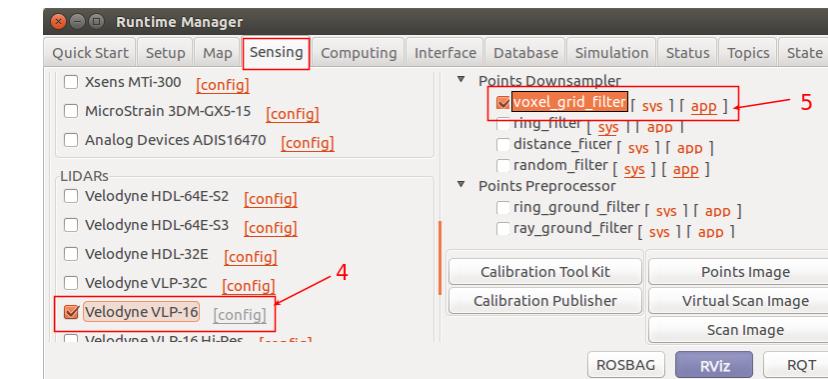
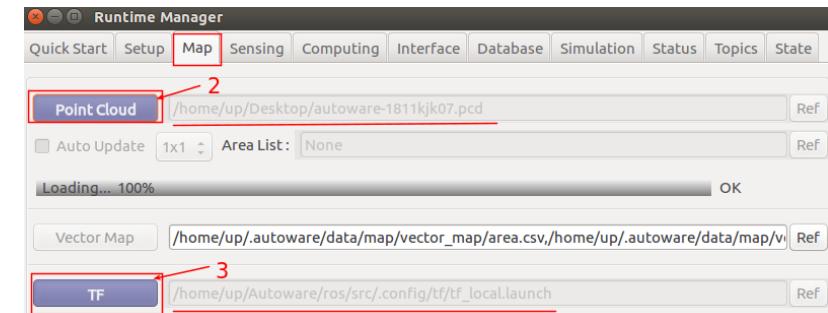
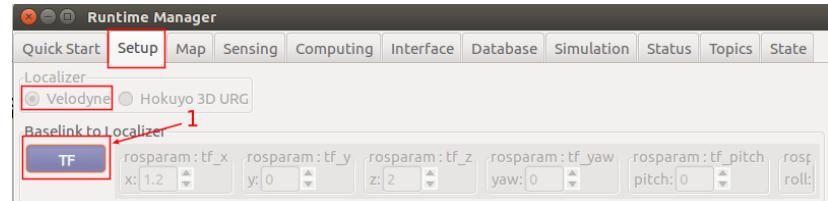
3) 在 [Sensing] 菜单栏下左边找到之前记录 Bag 的对应雷达传感器配置选项，这里以 VLP16 Velodyne 激光雷达为例，点击 [Velodyne VLP_16] 右边的 [config] 选项加载路径

为： /home/up/Autoware/ros/src/sensing/drivers/lidar/packages/velodyne/velodyne_pointcloud/params/VLP16db.yaml 的文件并勾选。

4) 在 [Sensing] 菜单栏下找到右 [voxel_grid_filter] 选项并勾选。

5) 找到 [Computing] 左菜单栏下的 [ndt_matching] 选项，打开 [app]，确保 [topic:/config/ndt] 选项处于 [Initial_Pose] 处，如果有 GPU 则把 [Method_Type] 更改为 [pcl_anh_gpu]，退出并勾选 ndt_matching。

6) 找到 [Computing] 左菜单栏下的 [vel_pose_connect]，打开 [app] 并确保选项 [Simulation_Mode] 没有被勾选，退出并勾选 vel_pose_connect。



Autoware 使用——定位

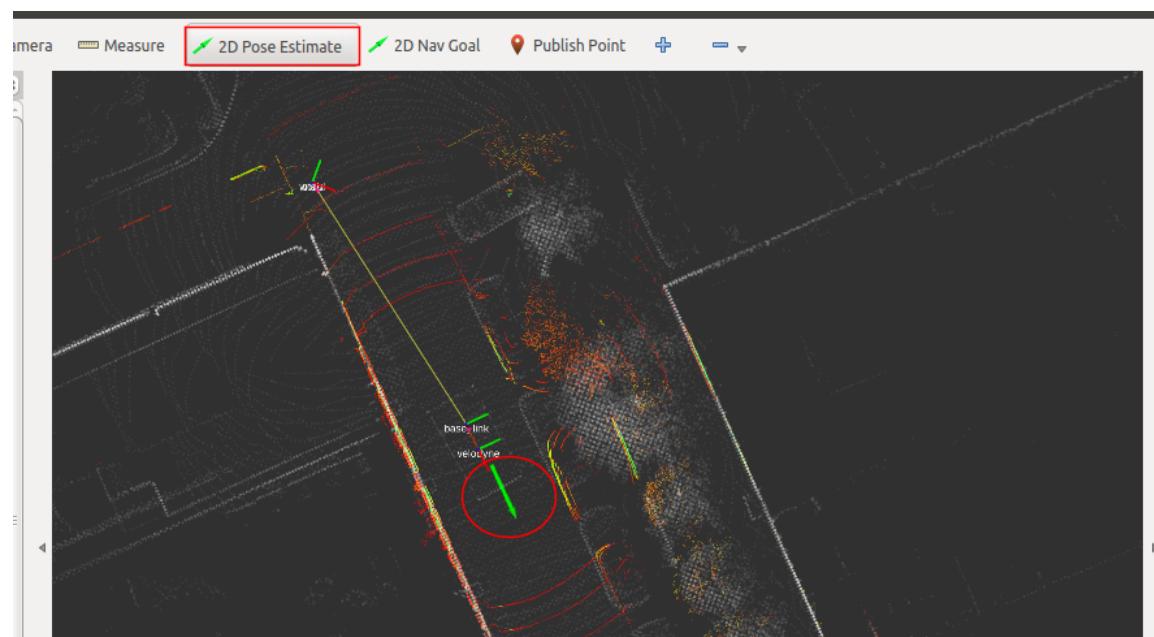
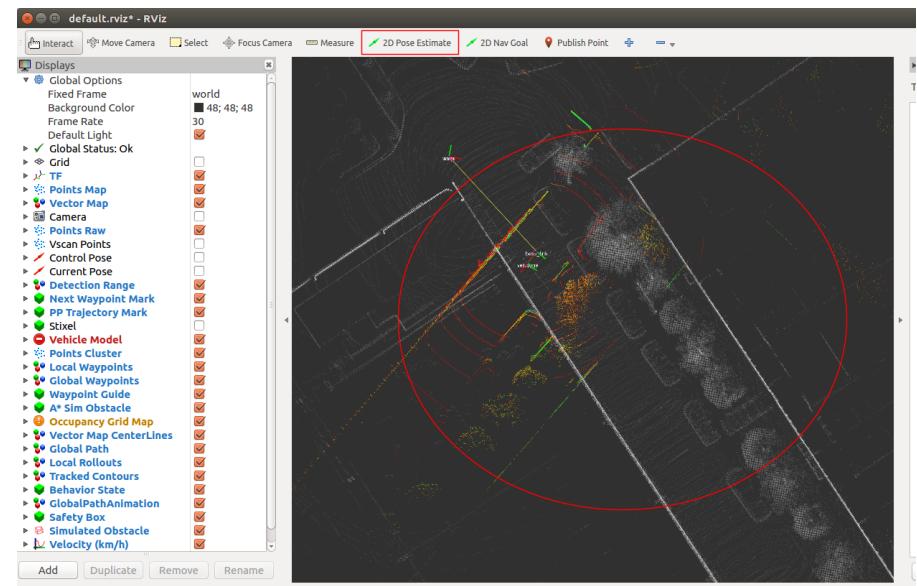
4.2 真实定位

7) 打开 [Rviz], 在 [file] 菜单中的 [open config] 选择路径

为： /home(User)/Autoware/ros/src/.config/rviz/default.rviz 的文件。

8) 打开配置文件后，会出现与用 bag 文件做定位类似的显示，但是有时候由于初始位置与 map TF 有一定的距离，所以导致定位晃动无法准确与地图绑定，这事需要借助 Rviz 中上菜单栏里的 [2D Pose Estimate] 箭头进行辅助定位。

9) 如果出现定位偏差，则用 2D Pose Estimate 箭头进行辅助定位，其中箭头尾部代表真实车辆的当前大概位置，箭头朝向表示车辆车头朝向。



Autoware 使用——目标检测

5.1 雷达目标检测

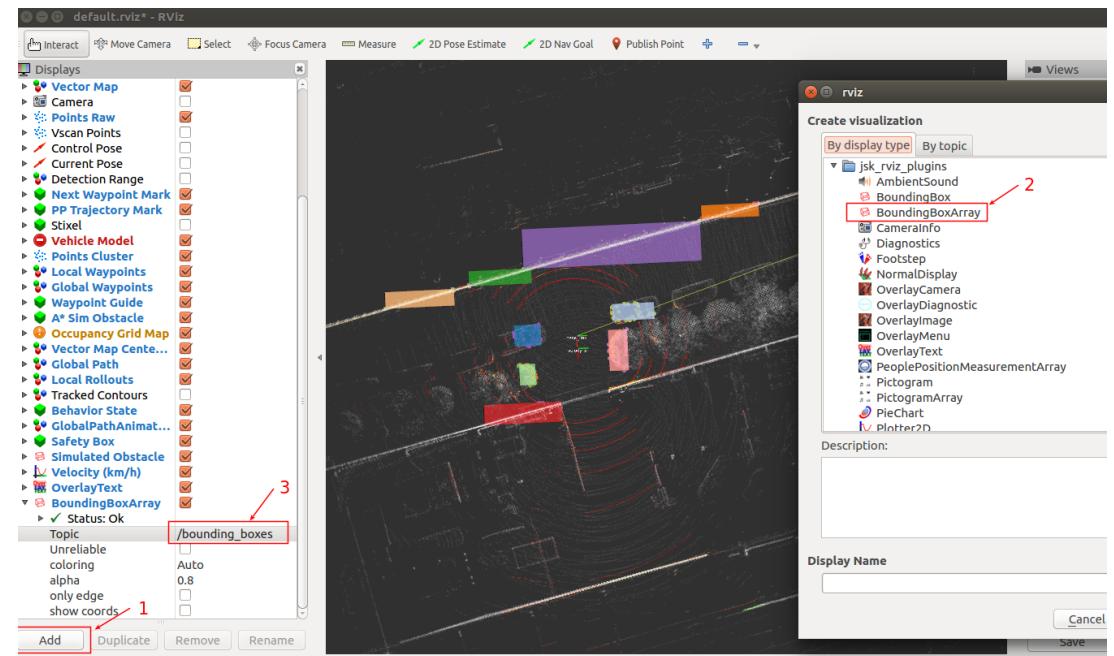
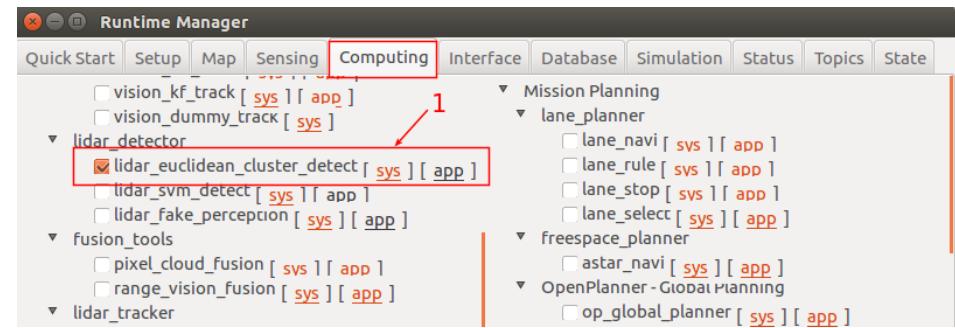
1) 在上一节真实定位或者模拟定位的前提下，找到菜单栏 [Computing] 下的 [Lidar_euclidean_cluster_detect]，并勾选。

2) 打开 [Rviz], 加载路径为 /home/User/Autoware/ros/src/.config/rviz/default.rviz 的文件

3) 在 Rviz 左下角点击 [Add] 添加一个名为：[BoundingBoxArray] 的选项。

4) 加载之后，将该选项展开栏下的 [Topic] 修改为：/bounding_boxes

5) 此时在 Rviz 界面中会出现有图所示方框，这便是利用激光雷达做的聚类检测。



Autoware 使用——路径跟随

6.1 创建路点文件

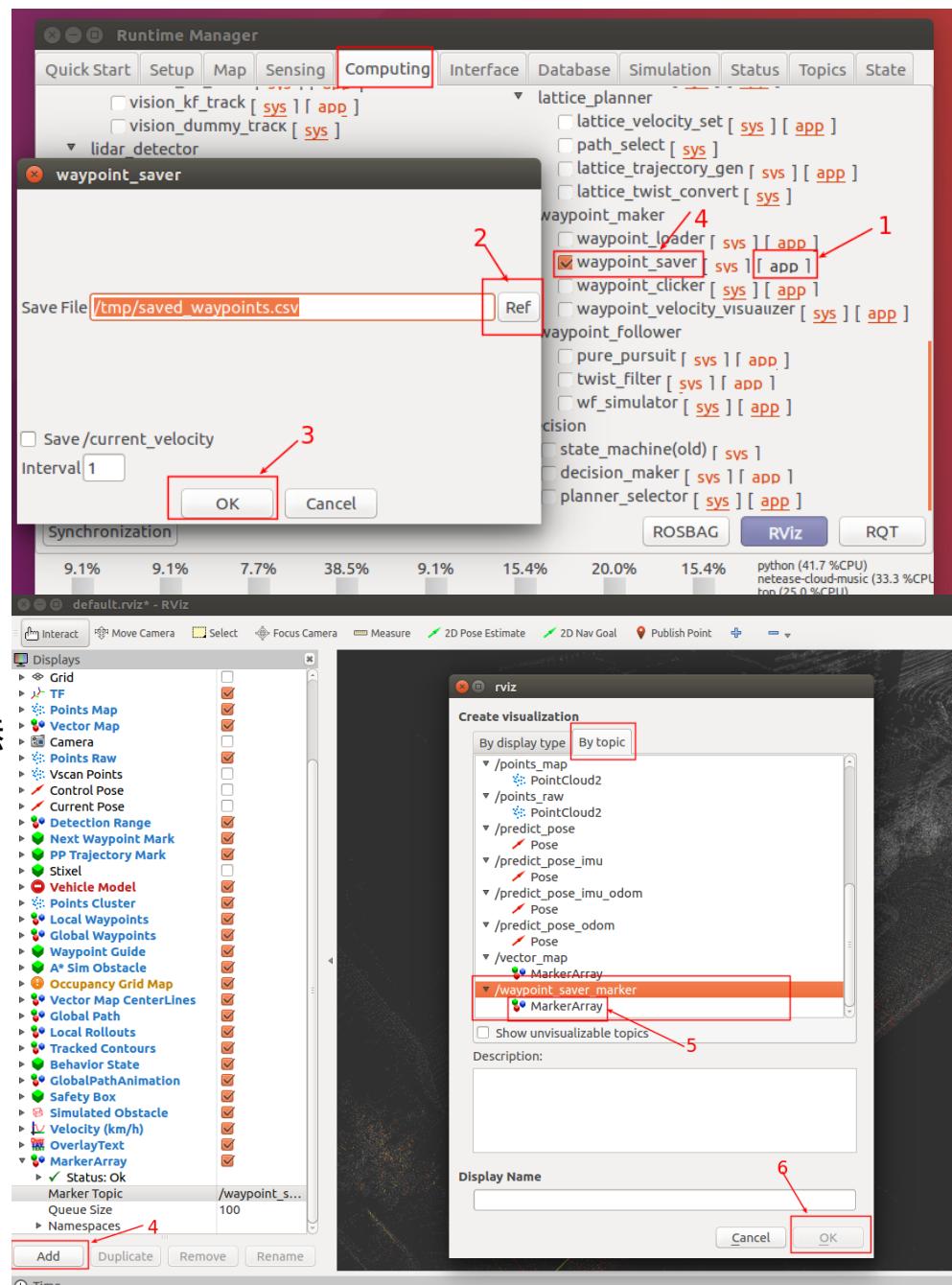
1) 在定位一节中模拟定位步骤的前提下（暂时暂停数据播放），找到菜单栏 [Computing] 右边菜单栏的 [waypoint_saver]。

2) 点击 [app] 按钮，在打开的界面中点击 [Ref] 指定保存路径和文件名后点击 [OK]。

3) 勾选 [waypoint_saver]

4) 打开 [Rviz]，在 Rviz 左下方找到 [Add]。

5) 在 [Add] 弹出的显示框中找到图示 [By topic] 下话题 /waypoint_saver_marker 的 [MarkerArray] 并添加。



Autoware 使用——路径跟随

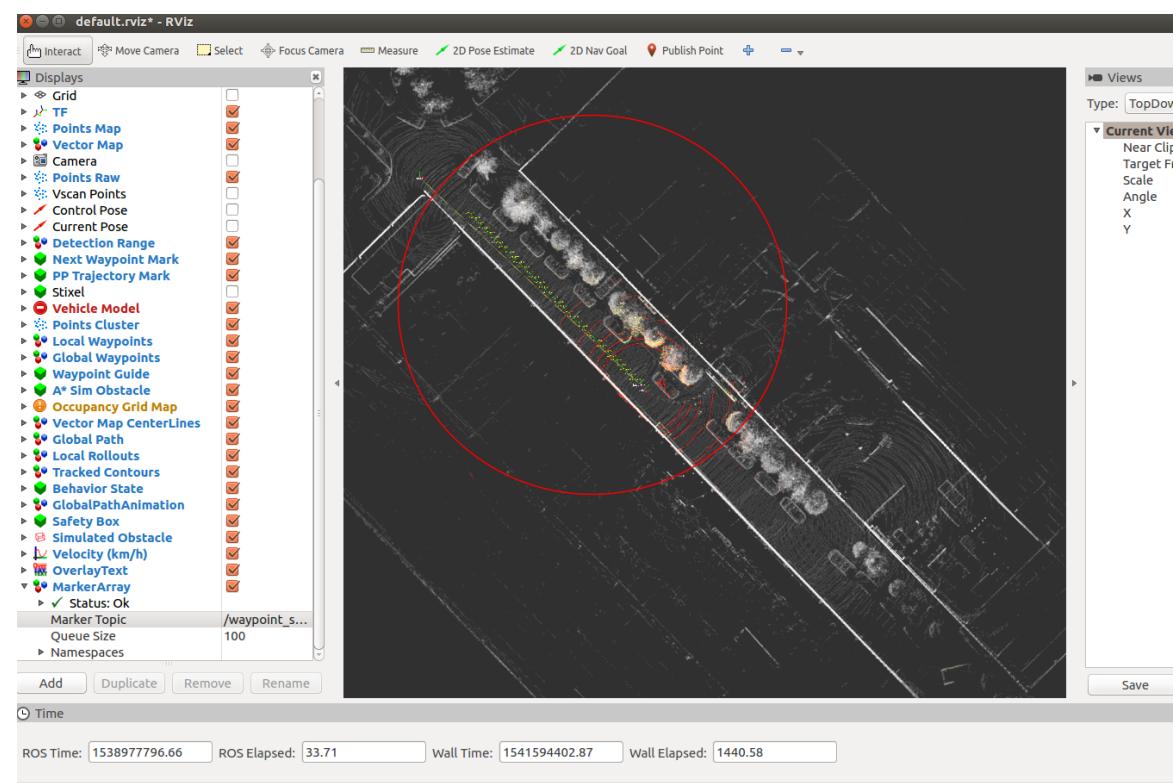
6.1 创建路点文件

6) 回到 Autoware 在菜单栏 [Simulation] 下，取消暂停播放。

7) 此时在 Rviz 下会出现正在创建的路径。

8) 当路径创建完成之后（数据不放完成或者中途停止），回到 Autoware [Computing] 菜单栏下，找到 [Save_Waypoint] 并取消勾选。[注意！确保在此之前更改了文件名和保存路径]

9) 在指定的路径下将会看到对应文件。



Autoware 使用——路径跟随

6.2 加载路点文件和路径跟随

1) 打开 Autoware , 找到 [Simulation] 菜单，打开之前录制的 Bag 文件，播放后点击暂停播放。

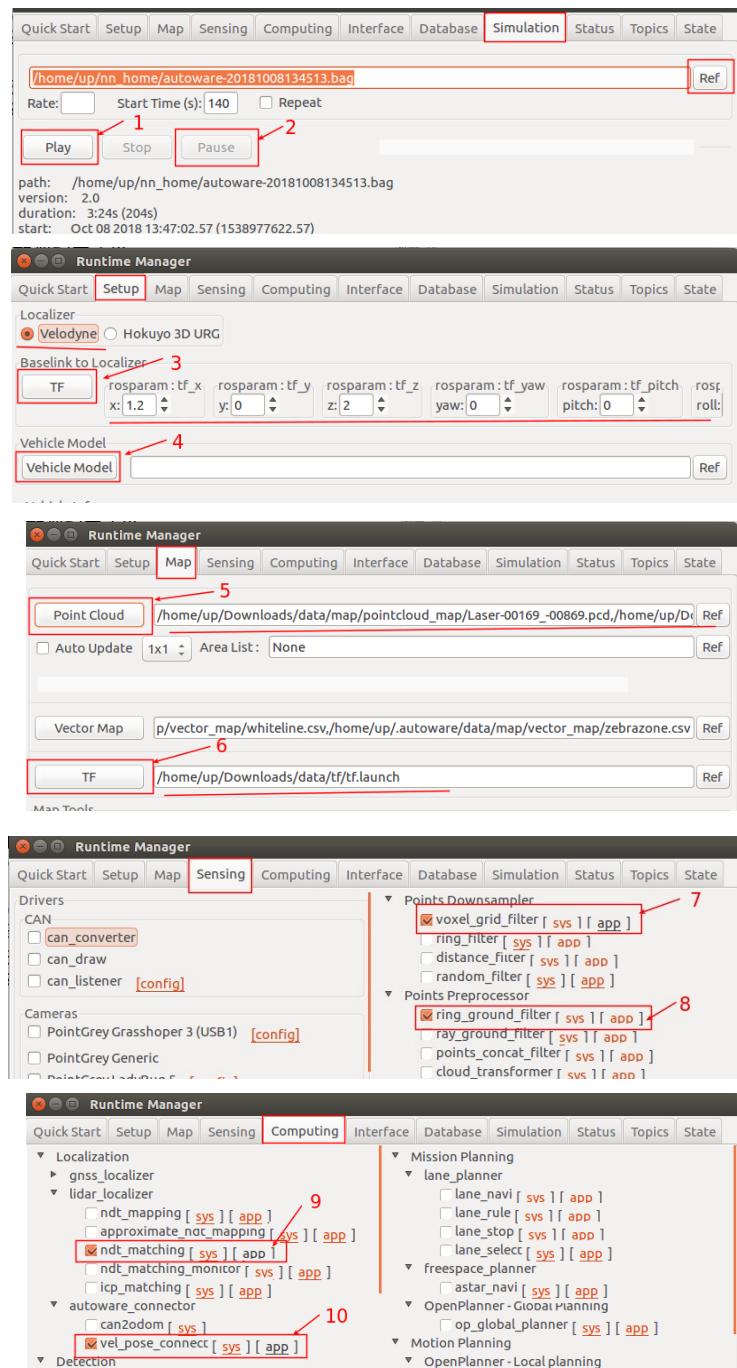
2) 找到 [Setup] 并勾选 [TF] 选项，同时确保参数都配置正确。

3) 点击 [Setup] 下的 [Vehicle Model] 可以加载车辆模型，不用选择任何文件即可。

4) 找到 [Map] 并点击加载 [Point Cloud] 点云地图和 [TF] ，确保文件加载正确。

5) 找到 [Sensing] 菜单栏，并勾选 [coixel_grid_filter] 和 [ring_ground_filter]

6) 找到 [Computing] 菜单栏，并勾选 [ndt_matching] 和 [vel_pose_connect] ，并确保 ndt_matching 配置中 [topic:/config/ndt] 位于 [Initial Pos] , vel_pose_connect 没有选择 [Simulation] 模式。



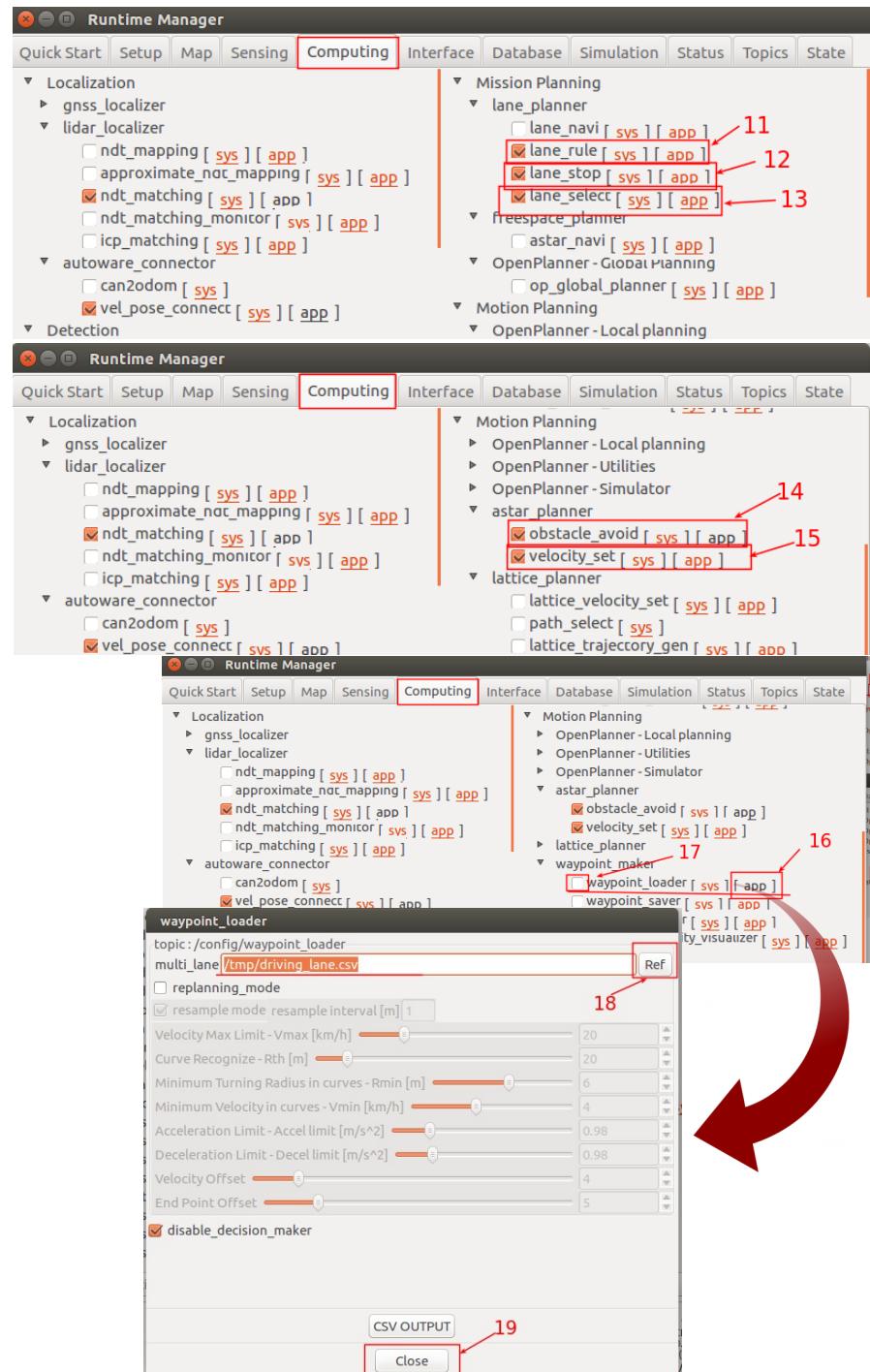
Autoware 使用——路径跟随

6.2 加载路点文件和路径跟随

7) 找到 [Computing] 菜单栏，并勾选右边 [lane_rule],[lane_stop],[lane_select] 三个选项。

8) 找到 [Computing] 菜单栏，并勾选 [obstacle_avoid] 和 [velocity_set] 两个选项。

9) 找到 [Computing] 菜单栏，打开 [waypoint_loader] 右边的 [app] 选项，在弹出的对话框中选择 [Ref] 加载之前保存下来的路点文件，并点击 [Close] 关闭页面。勾选 [waypoint_loader]。



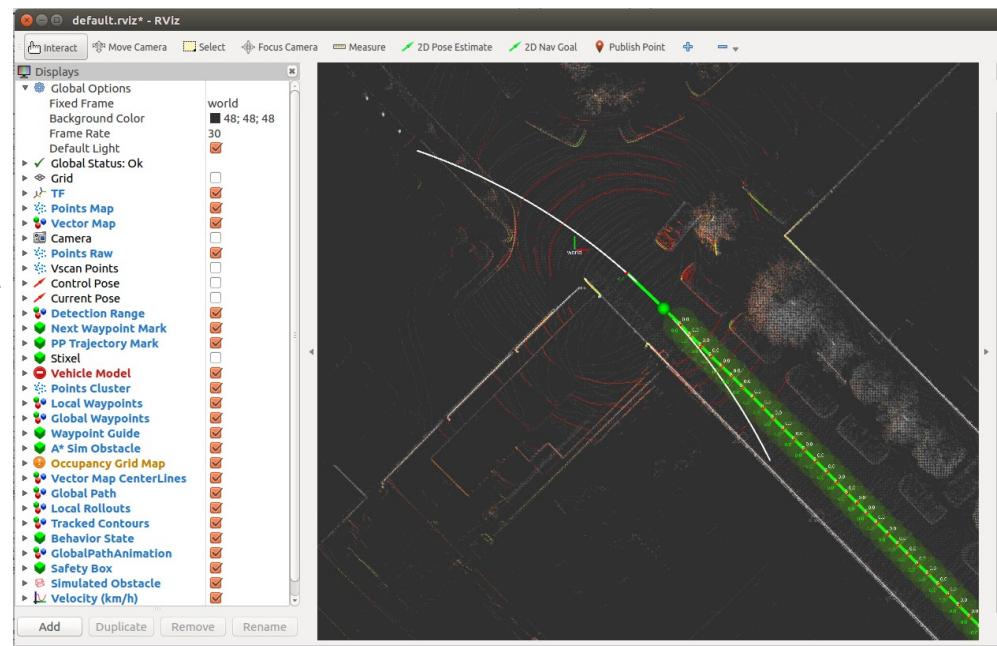
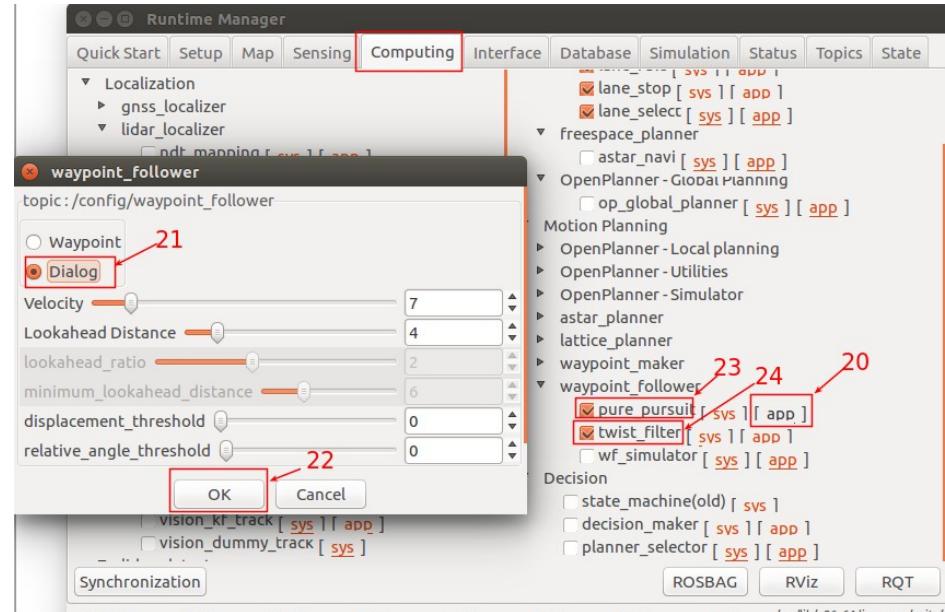
Autoware 使用——路径跟随

6.2 加载路点文件和路径跟随

10) 找到 [Computing] 菜单栏，找到 [pure_pursuit] 并点击右边 [app] 在打开的菜单栏中勾选 [Dialog] 选项，确保 [Velocity](手动设置速度) 选项值不能太大。 [解释：这里是路点跟随中设置速度的地方， [Waypoint] 模式下速度即是制作路点文件中记录的 bag 文件的车速，已经被写入路点文件中，而 [Dialog] 模式则可以手动设置车辆速度。]

11) 打开 [Rviz]，在 Rviz 界面的 [file] 中 [open config] 下选择路径为： /home/up/Autoware/ros/src/.config/rviz/default.rviz 的文件。 [如果之前有加载过相同的配置文件，则在 [file] 的 [recent configs] 下可以直接选择。]

9) 回到 Autoware 界面下的 [Simulation] 菜单栏中，取消暂停播放，回到 Rviz 中，界面会出现类似显示则表示路点文件加载和路径跟随成功。



Autoware 使用——真车操作

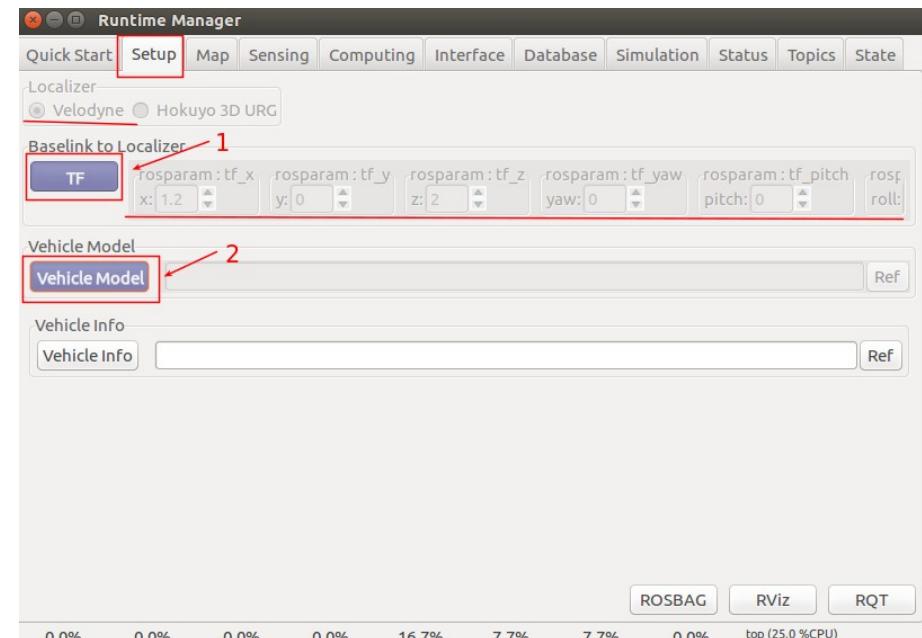
7.1 加载地图

1) 打开 Autoware , 在菜单栏中找到 [Setup] 并勾选 [TF] 选项，同时确保参数都配置正确。

2) 其中，由于真车装的时 velodyne VLP16 , 所以在 [Localizer] 中应该选择 [Velodyne]

3) [TF] 选项中， x,y,z,yaw,pitch,roll 分别表示的是激光雷达相对与车身的位置信息，需要真实测量。激光雷达相对于车身底盘后轴心的位置。

4) [Vehicle Model] 选项为车辆模型选项，加载后会在 Rviz 界面中出现虚拟的车辆模型。



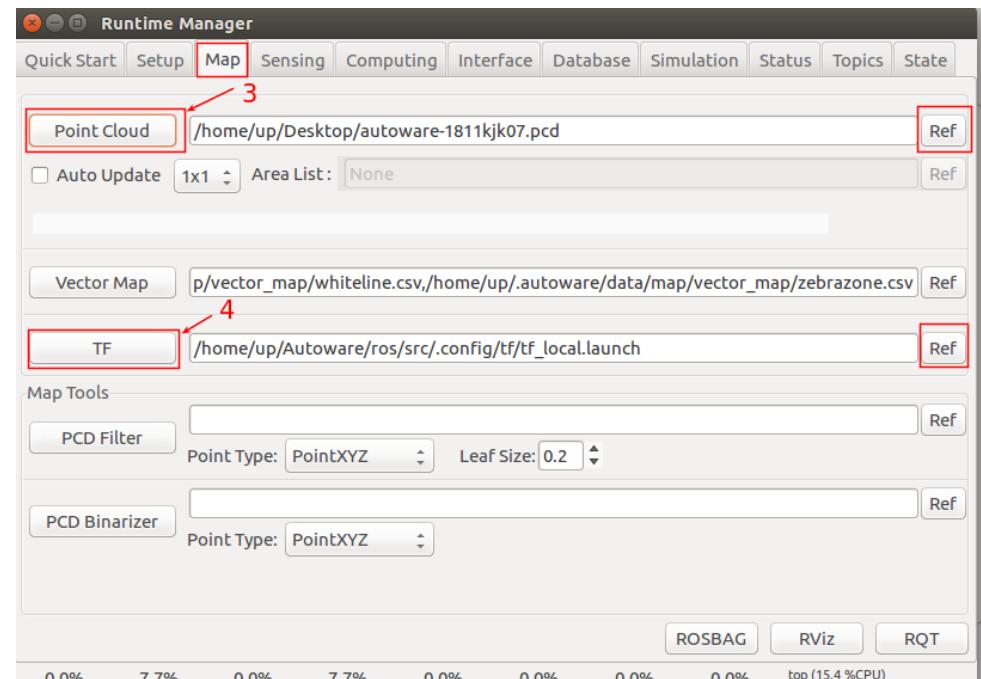
Autoware 使用——真车操作

7.1 加载地图

5) 在菜单栏中找到 [Map] 菜单，在 [Point Cloud] 选项中加载之前建立好的点云地图，并勾选，等待下方进度条加载完成，如果一直为加载完成说明地图有错，需要重新制作点云地图。

6) 勾选 [TF] 选项，注意， TF 的 launch 文件在路径为图示路径下，如果 tf 文件不同则需更换此文件。

7) 补充 :[Vector Map] 选项为加载矢量地图，由于该实训中未使用，所以不在操作手册做说明，如需了解请查看 Autoware 官方手册。



Autoware 使用——真车操作

7.2 加载传感器和定位

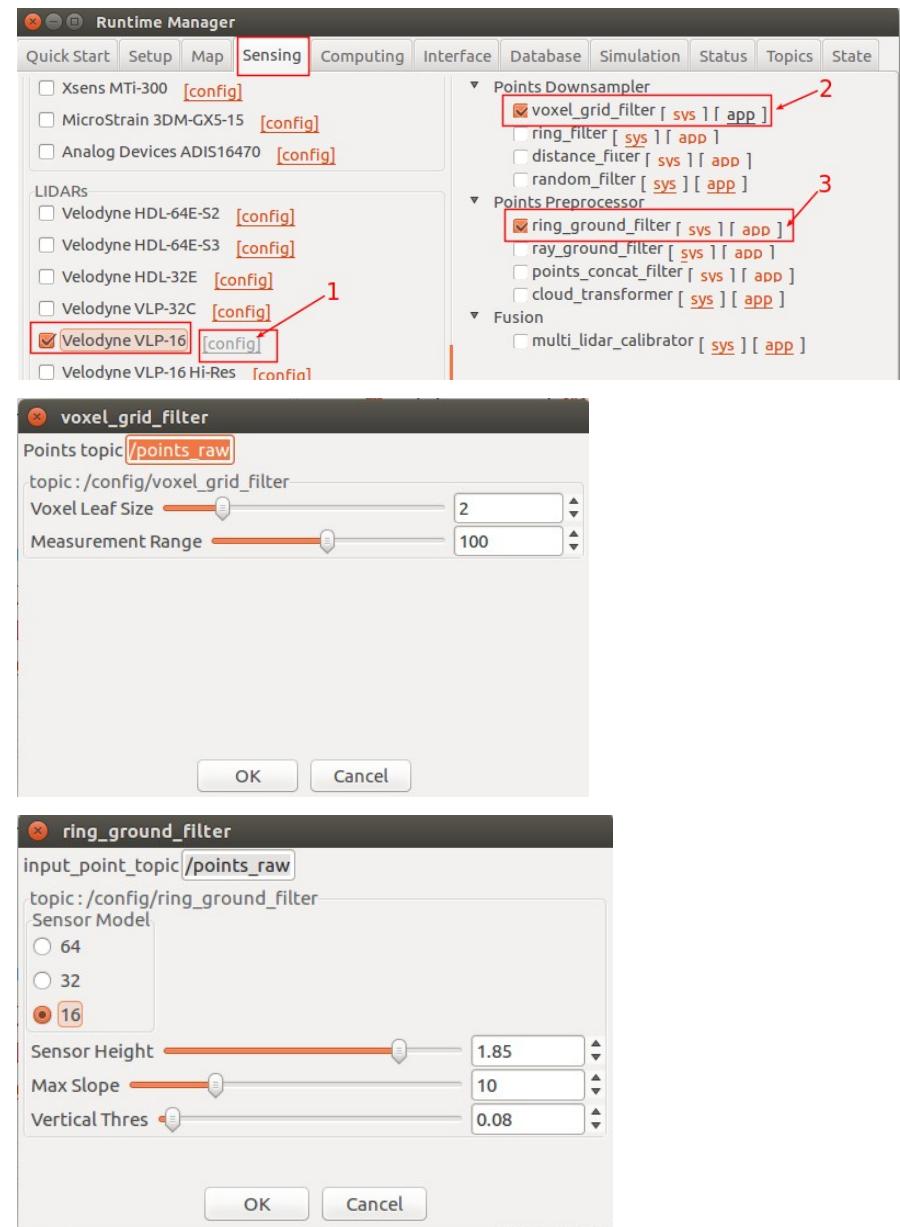
1) 找到菜单栏中的 [Sensing] 选项，加载左边如图所示的传感器配置文件，文件路径

为： /home/up/Autoware/ros/src/sensing/drivers/lidar/packages/velodyne/velodyne_pointcloud/params/VLP16db.yaml , 并勾选。

2) 勾选右边 [voxel_grld_filter] 和 [ring_ground_filter] 两个选项。

3) 其中在 [voxel_grld_filter] 右边的 [app] 中打开可以看到有图所示界面。 [Points topic] 为该节点需要订阅激光雷达发布的话题 (默认 /point_raw), [Voxel Leaf Size] 选项可以调节输入的点云数量，越小点云数量越多，越大点云数量越少。

4) 在 [ring_Ground_filter] 配置界面中， [Sensor Model] 选择合适的线数类型，传感器高度等。

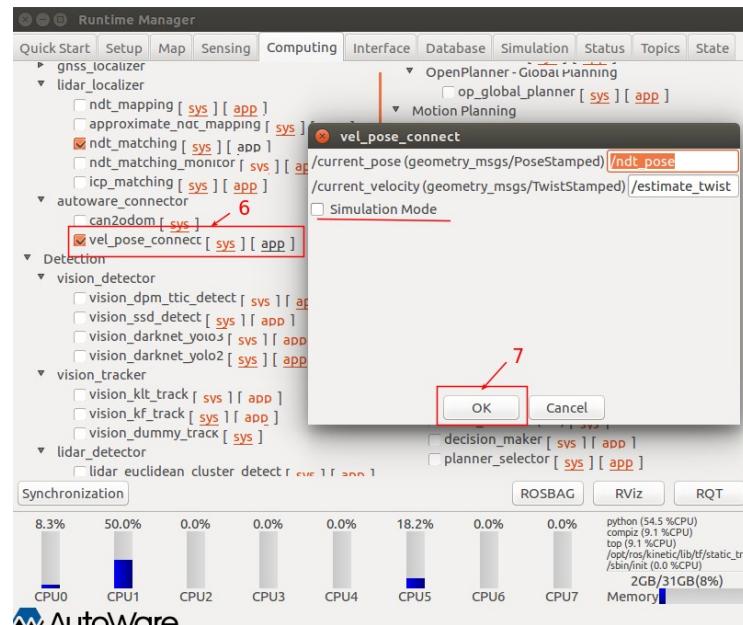
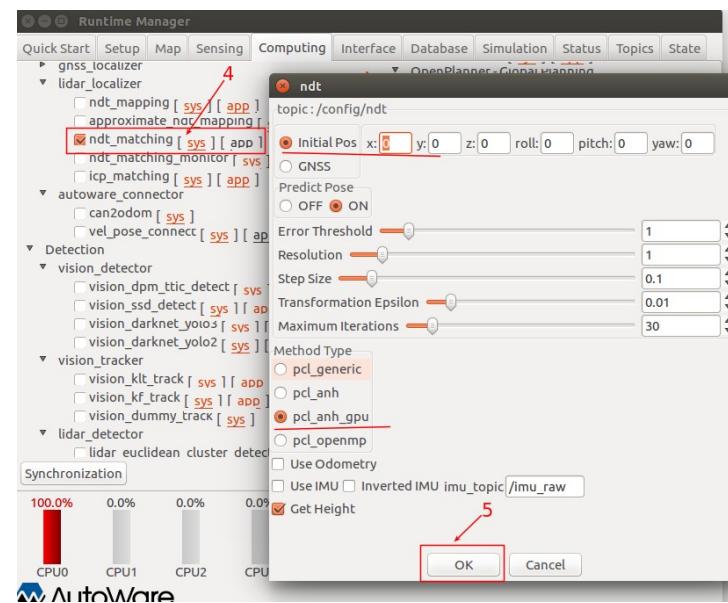


Autoware 使用——真车操作

7.2 加载传感器和定位

5 找到 [Computing] 菜单栏中，找到 [ndt_matching] 并打开配置窗口，由于实训中没有用到 GNSS，所以确保选择了 [Initial Pos] 选项，如果电脑有 GPU 加速，则下方的 [Method Type] 可以选择 [pcl_anh_gpu] 选项点击 [OK] 保存配置后勾选 [ndt_matching]。

6) 勾选 [Computing] 菜单下的 [vel_pose_connect] 选项，确保配置不在模拟环境下。



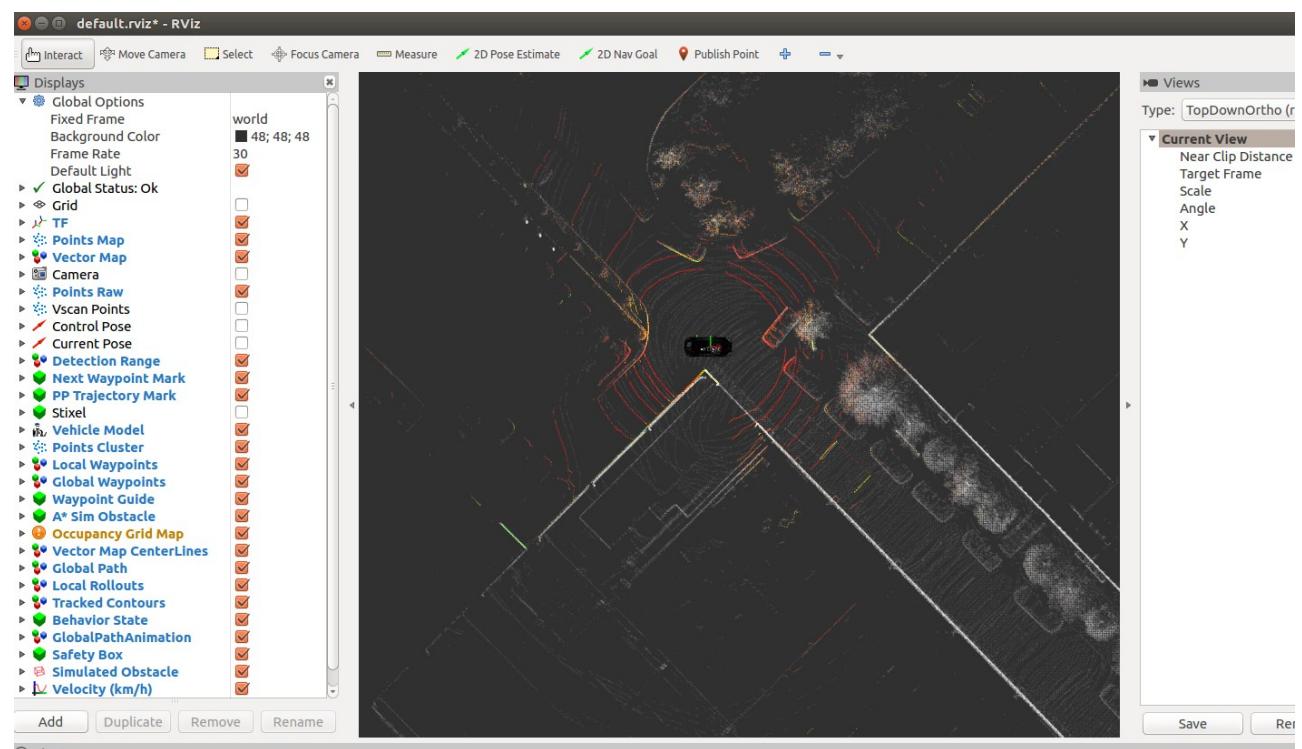
Autoware 使用——真车操作

7.2 加载传感器和定位

7) 打开 [Rviz] 选项，启动 Rviz ，在 [open config] 选项中选择路径

为： /home/up/Autoware/ros/src/.config/rviz/default.rviz 的文件。

8) 此时在 Rviz 中会出现类似右图的画面，如果定位偏差（激光雷达数据与点云地图没有融合），则按照《真实定位》一节中的教程进行辅助定位。（提示：尽量将真实挪至 map 的原点（建地图所用的 Bag 文件采集时的初始位置和朝向）会更容易自动定位。如果出现 TF 错误则有可能是真车当前位置不在所建地图范围内。）



Autoware 使用——真车操作

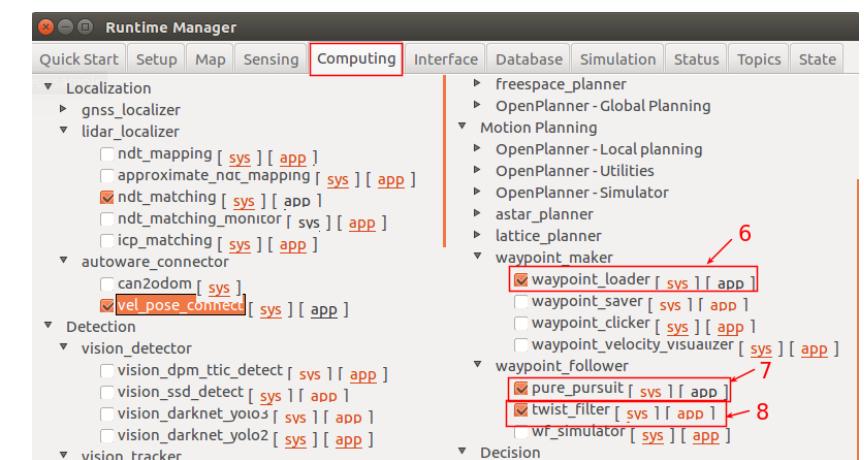
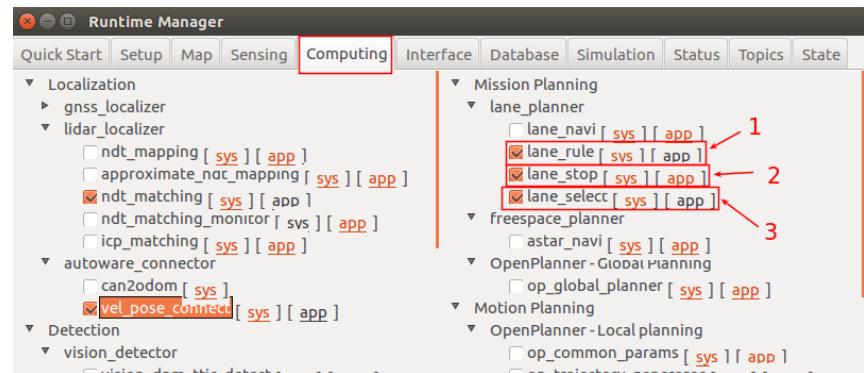
7.3 加载路点文件和启动路径跟随

7) 找到菜单栏 [Computing] 下的 [lane_rule], [lane_stop],[lane_select] 并勾选。

8) 找到菜单栏 [Computing] 下的 [obstacle_avoid], [velocity_set] 并勾选。

9) 找到菜单栏 [Computing] 下的 [waypoint_loader] 确保加载了之前创建的路点文件。找到 [pure_pursuit] 和 [twist_filter] , 确保速度配置没有问题之后并勾选。

10) 回到 Rviz , 此时界面会显示如前面《加载路点文件》中所示的画面。



Autoware 使用——真车操作

7.4 真车连接

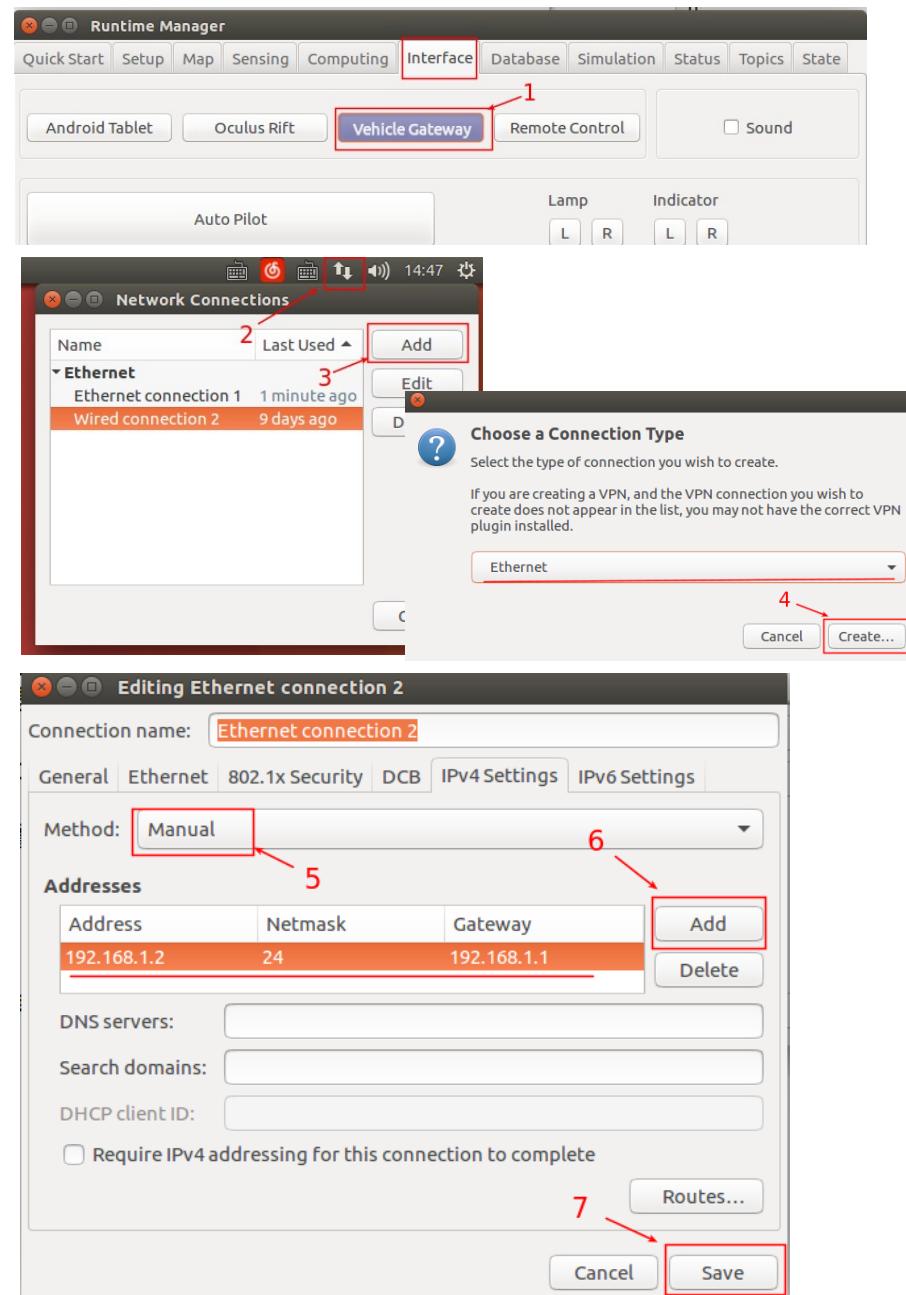
1) 找到菜单栏 [Interface] 下的 [Vehicle Gateway], 并勾选 , 这个选项作用是将控制信息发送给真车。

2) 打开计算机桌面右上角的网络状态处, 太下来菜单栏中底部点击 [Edit Connections] 打开网络设置窗口, 在弹出的网络设置窗口中点击 [Add] 添加新的网络配置。

3) 在创建弹出的窗口中找到 [IPV4 Settings] 中, 将 [Method](方法) 设置成 [Manual] (手动) 模式, 点击下方的 [Add] 按钮, 在 [Address] 菜单栏中输入图示 ip 地址后点击 [Save] 保存配置并退出。

4) 回到桌面, 在右上角网络状态点击并连接之前配置好的 IP 配置。

[到此所有软件配置结束]



Autoware 使用——真车操作

7.4 真车连接

5) 在真车驾驶座右边换挡台上有一个如有图所示的模块，观察模块网线连接处的信号灯状态，如果三个灯都已经闪烁，同时其中一个绿灯以 50ms 左右的速率闪烁，说明数据发送成功。（如果没有则检查线路连接或者软件配置是否遗漏）

6) 车辆控制：在前面的步骤都成功之后，进入车辆控制阶段，由于有两个车型，一种车型是燃油车思域，其档位调节为杆状，一种车型时电动车北汽新能源车，档位调节为旋钮式。



Autoware 使用——真车操作

7.4 真车连接

7) 思域汽车进入自动驾驶系统说明:

- 启动思域汽车
- 用远程急停控制器启动控制
- 在确保车辆安全的情况下将档位器调至空挡
- 松开手刹
- 按下自动驾驶开关键
- 将档位器调至 D 档
- 观察自动驾驶开关键是否点亮，点亮则表示启动成功。

• 【警告！！！】

此时车辆处于自动驾驶状态，方向盘将不受接管且扭矩很大，切勿将手伸入方向盘以免造成人身伤害，注意安全，出现紧急情况立即退出自动驾驶并人工制动控制。



退出自动驾驶方法:

- 踩下刹车退出自动驾驶
- 利用远程急停遥控器 [按红色按键退出自动驾驶]
- 按下自动驾驶开关键退出自动驾驶

Autoware 使用——真车操作

7.4 真车连接

8) 北汽新能源车进入自动驾驶系统说明:

- 启动北汽新能源汽车
- 用远程急停控制器启动控制
- 松开手刹
- 在确保车辆安全的情况下将档位器调至空挡
- 按下自动驾驶开关键
- 观察自动驾驶开关键是否点亮，点亮则表示启动成功。
- 【警告！！！】

此时车辆处于自动驾驶状态，方向盘将不受接管且扭矩很大，切勿将手伸入方向盘以免造成人身伤害，注意安全，出现紧急情况立即退出自动驾驶并人工制动控制。

退出自动驾驶方法：

- 踩下刹车退出自动驾驶
- 利用远程急停遥控器 [按红色按键退出自动驾驶]
- 按下自动驾驶开关键退出自动驾驶

