
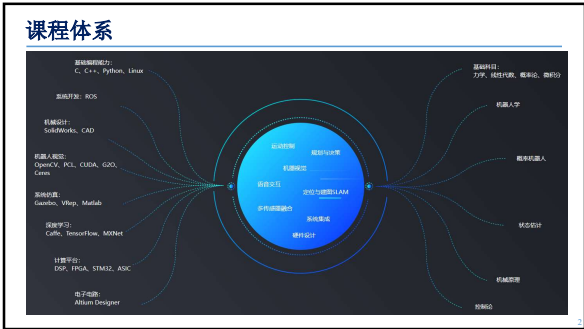



开源机器人操作系统 ROS基础

郑定富






Hardware modules enable various combinations



Personal Computer



Personal Phone

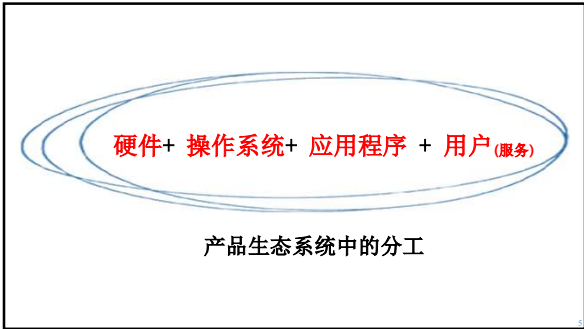
操作系统+ 应用程序



Personal Computer



Personal Phone



历史重演! 你准备好了吗?

	PC (Personal Computer)	PP (Personal Phone)	PR (Personal Robot)
用户			
服务			
操作系统			
硬件模块			

主流的机器人操作系统



ROS的标

建造一个在全球范围内协作开发 机器人软件的生态环境!

使机器人研究和开发过程中的代码重用变得越来越普遍!



What is ROS?

ROS 是一个开放源代码的机器人元操作系统。它提供了 我们对操作系统期望的服务，包括硬件抽象、低级设备控制、常用功能的实现、进程之间 的消息传递以及功能包管理。它还提供了用于在多台计算机之间获取、构建、编写和运行 代码的工具和库。

<http://www.ros.org/wiki/>



元操作系统

- 元操作系统 (Meta Operating System): ROS可以被视为一个元操作系统,它是一个利用应用程序和分布式计算资源之间的虚拟化层来运用分布式计算资源,来执行调度、加载、监视、错误处理等任务的系统。
- 它不像Windows、Linux和Android那样是一个传统的操作系统。相反,ROS使用现有的操作系统 (Linux、Windows、macOS和Android)。
- 它使用现有操作系统的进程管理系统、文件系统、用户界面、程序实用程序 (编译器、线程模型等)。此外,它还为开发机器人应用软件提供了必要的功能,例如以库的形式在多种不同类型的硬件之间进行数据传输/接收、调度和错误处理。
- 此外,它还基于机器人软件框架开发、管理和提供各种应用程序,并拥有一个负责分享用户所开发的功能包的生态系统。

元操作系统



软件框架

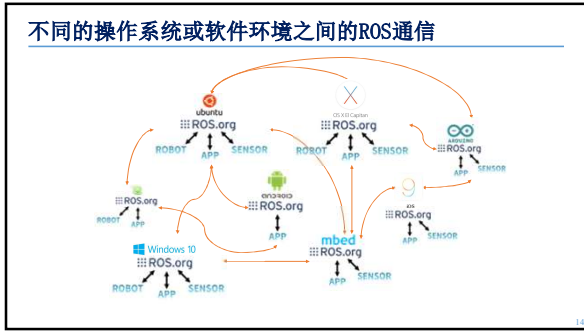


软件框架

框架 + 工具 + 功能 + 社区

- 机器人软件开发的软件框架
 - 采用节点间消息交换的方法，对复杂程序进行精细划分，可以共同开发复杂程序
 - 命令工具，可视化工具（Rviz），GUI工具栏（rqt），3D模拟器（Gazebo）
 - 支持机器人学中常用的建模、传感、识别、导航和操作功能
 - 创建机器人生态系统！

<http://www.ros.org/doc/roscpp/>



ROS组件

Client Layer	roscpp	rospy	roslisp	rosjava	roslibs
Robotics Application	MoveIt!	navigation	executive smach	descartes	rospex
Robotics Application Framework	teleop flags	rocon	mapviz	people	ar track
Robotics Application Framework	dynamic reconfigure	robot localization	robot pose est	Industrial core	robot web task
Robotics Application Framework	st	robot state publisher	robot model	ros control	calibration
Robotics Application Framework	vision opencv	image pipeline	laser pipeline	perception pci	laser filter
Communication Layer	common mpeg	roslab	actinlib	playlib	rostopic
Communication Layer	rosmesh	rosmesh	rosmesh	rosmesh	rosmesh
Hardware Interface Layer	camera drivers	GPS/IMU drivers	joystick drivers	image linker drivers	3d sensor drivers
Hardware Interface Layer	audio common	fastcdr/roscpp	power supply drivers	rosmesh	ethernet drivers
Software Development Tools	Rviz	rg	roslaunch	roscpp	catkin
Simulation	gazebo ros plugins	stage ros			

<http://wiki.ros.org/APIs>

ROS当前的生态系统

- 5,000 个以上的功能包
- 提供 2,818 个官方功能包 (Indigo / March, 2017)
- 下载次数达 13,441,711 次 (deb packages download Only 2017)
- 18,000+ 网页 (July 2017)
- 使用案例:
 - batch test, elevator
 - gazebo, player/stage, STOR Simulator
 - navigation, action, grasping
 - tf, PCL, OpenCV, OpenFlow
 - camera drivers, uvc_node
 - rviz, ros_gz, roslab, roslisp
 - rosmesh, rosmesh, rosmesh
 - rosmesh, roslaunch
 - catkin_make, rosbld
 - roscd, rosls
 - rosmesh
- 支持 900 多种机器人, 600 多种传感器

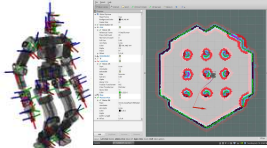
ROS的特征

特征一：通信基础设施

- 提供节点之间的数据通信
- 支持消息传输接口，通常称为中间件
- 消息解析函数
 - 提供机器人开发中常用的通信系统
 - 节点间的消息传输接口，便于封装和代码重用
- 消息录制和播放
 - 可以根据需要存储和重用在节点之间传输/接收的消息
 - 基于存储的消息可以重复一个实验，而且算法易于开发
- 由于使用消息而使用各种编程语言
 - 由于节点之间的数据交换使用消息，因此每个节点都可以用不同的语言编写
 - 客户端库: roscpp, rospy, roslisp, rosjava, roslua, roscs, roscs, PharoS, rosR
- 分布参数系统
 - 系统中使用的变量被创建为全局键值，因此它们可以实时共享、修改和应用

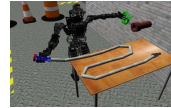
特征二：与机器人相关的各种功能

- 为机器人定义标准信息
 - 通过定义标准信息（如摄像机、IMU、激光传感器/里程计）、导航数据（如路线和地图）进行模块化、诱导协同工作，提高效率
- 机器人几何库
 - 提供计算机器人、传感器等相对坐标的TF。
- 机器人描述语言
 - 描述机器人物理特性的XML文档
- 诊断系统
 - 提供诊断系统以掌握机器人的状态
- 感知/识别
 - 传感器驱动器，传感/识别库
- 导航
 - 估计机器人常用的姿势（位置/姿势），在地图中提供自位置估计
 - 创建地图所需的SLAM，以及导航到已创建地图中的目的地所需的导航库
- 接口
 - 提供各种操作库，以支持机器人手臂中使用的IK以及拾取和应用位置
 - 提供图形化用户界面操作工具（MoveIt！）



特征三：各种开发工具

- 提供机器人开发所需的各种开发工具
- 提高机器人开发效率
- Command-Line Tools
 - 只有在没有图形用户界面的情况下，通过ROS提供的命令才能访问robot和使用ROS功能
- RViz
 - 提供强大的三维可视化工具
 - 可视化传感器数据，如激光、摄像机等
 - 表示机器人轮廓和计划运动
- RQT
 - 提供基于Qt的图形界面开发框架
 - 显示节点之间的连接信息（rqt_图）
 - 编码器、电压、随时间变化的数值（rqt_图）
 - 以消息的形式记录和播放数据（rqt_bag）
- Gazebo
 - 3D物理引擎模拟器。支持机器人、传感器、环境模型
 - 与ROS高度兼容



ROS 发布计划和版本选择!

ROS的完整版本将在Hydro之后每年发布一次!

- 2018.07.02 - ROS 2.0 Bouncy Bolton
- 2017.12.08 - ROS 2.0 Ardent Apalone
- 2017.05.23 - Lunar Loggerhead
- 2016.05.23 - Kinetic Kame (LTS) Recommendation
- 2015.05.22 - Jade Turtle
- 2014.07.22 - Indigo Igloo (LTS)
- 2013.09.04 - Hydro Medusa
- 2012.12.31 - Groovy Galapagos
- 2012.04.23 - Fuerte Turtle
- 2011.08.30 - Electric Elms
- 2011.03.02 - Diamondback
- 2010.08.02 - C Turtle
- 2010.03.02 - Box Turtle
- 2010.01.22 - ROS 1.0
- Lunar Loggerhead (EOL=May, 2019)
- Kinetic Kame (EOL=April, 2021)
- Jade Turtle (EOL=May, 2017)
- Indigo Igloo (EOL=April, 2015)

版本选择

- Choose LTS version of Ubuntu. It will be supported for 5 years - Every 2 years in April, LTS version of Ubuntu will be released!
- Latest LTS-supported ROS version
- ROS is released three months after Ubuntu release (in general)
- Select version after checking Gazebo "gazebo.org" information



- Ubuntu 16.04.x Xenial Xerus LTS
- ROS Kinetic Kame
- Gazebo 7.x

ROS的版本选择

Ubuntu 和 ROS1 部分版本对应关系及官方支持结束时间如下表所示。

Ubuntu	ROS1	发布时间	支持期限
14.04 LTS	Indigo Igloo	2014年5月	2019年4月
16.04 LTS	Kinetic Kame	2016年5月	2021年4月
18.04 LTS	Melodic Morenia	2018年5月	2023年5月
20.04 LTS	Noetic Ninjemys	2020年5月	2025年5月
22.04 LTS	-	-	-

ROS的版本选择



ROS的安装与测试

ROS 手动安装

ROS 安装

<http://wiki.ros.org/kinetic/Installation/Ubuntu>

ROS 环境设置

<http://wiki.ros.org/ROS/Tutorials/InstallingandConfiguringROSEnvironment>

ROS 1 Line 安装

(How to install ROS 1 Line)

- 1) `wget https://raw.githubusercontent.com/ROBOTIS-GIT/robotis_tools/master/install_ros_kinetic.sh`
- 2) `chmod 755 ./install_ros_kinetic.sh`
- 3) `bash ./install_ros_kinetic.sh`

ROS 1 Line 安装 请参见: http://fishros.com/#/fish_home

wget <http://fishros.com/install-0/fishros-8.8-fishros>

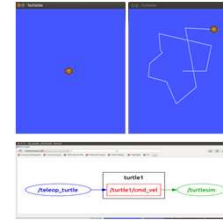
ROS 环境设置

```
'$ nano ~/.bashrc ' or ' $ echo '
alias eb ='nano ~/.bashrc'
alias sb ='source ~/.bashrc'
alias cw ='cd ~/catkin_ws'
alias cs ='cd ~/catkin_ws/src'
alias cm ='cd ~/catkin_ws && catkin_make'
source /opt/ros/kinetic/setup.bash
source ~/catkin_ws/devel/setup.bash
export ROS_MASTER_URI=http://localhost:11311
export ROS_HOSTNAME=localhost
#export ROS_MASTER_URI=http://192.168.1.100:11311
#export ROS_HOSTNAME=192.168.1.100
```

ROS 运行试验

• turtlesim package

- roscore
- rosrn turtlesim turtlesim_node
- rosrn turtlesim turtle_teleop_key
- rosrn rqt_graph rqt_graph



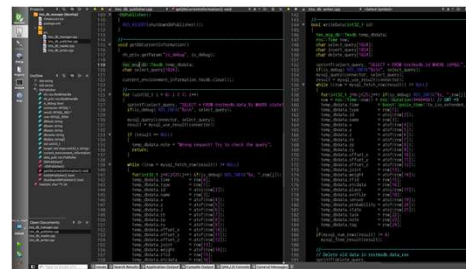
集成开发环境(IDE) ROS提供

集成开发环境(IDE) available on ROS

- <http://wiki.ros.org/IDEs>
- Recommendation 1 : **Qtcreator** + [Qt Creator Plugin for ROS](#)
 - Install: `sudo apt-get install qtcreator`
 - Advantage: Can be Used as 'CmakeLists.txt', Easy to develop 'rqt plug-in' & 'GUI'
- Recommendation 2 : **Visual Studio Code** + [ROS Extension](#)
 - Install: <https://code.visualstudio.com/>
 - Advantage: A light text editor oriented, Fast
 - Similar to 'Atom', 'Sublime Text', 'Clion' etc.
- Recommendation 3 : **Eclipse**
 - Install: <http://www.eclipse.org/>
 - Advantage: A familiar IDE that many people use (but, Heavy!)

<http://wiki.ros.org/IDEs>

集成开发环境 (IDE) available on ROS



开源软件列表

开源软件列表

• https://github.com/ROBOTIS-GIT/robotis_tools	→ 第3章
• https://github.com/ROBOTIS-GIT/ros_tutorials	→ 第4, 第7, 第13章
• https://github.com/ROBOTIS-GIT/DynamixelSDK	→ 第8, 第10章
• https://github.com/ROBOTIS-GIT/dynamixel_workbench	→ 第8, 第10章
• https://github.com/ROBOTIS-GIT/dynamixel_workbench_msgs	→ 第8, 第10章
• https://github.com/ROBOTIS-GIT/dl_driver	→ 第8, 第10, 第11章
• https://github.com/ROBOTIS-GIT/roborescue	→ 第8, 第12章
• https://github.com/ROBOTIS-GIT/turtlebot3	→ 第10, 第11章
• https://github.com/ROBOTIS-GIT/turtlebot3_msgs	→ 第10, 第11章
• https://github.com/ROBOTIS-GIT/turtlebot3_simulations	→ 第10, 第11章
• https://github.com/ROBOTIS-GIT/turtlebot3_applications	→ 第10, 第11章
• https://github.com/ROBOTIS-GIT/turtlebot3_deliver	→ 第12章
• https://github.com/ROBOTIS-GIT/roborescue_manipulator	→ 第13章

开源硬件列表

- ▣ TurtleBot3 (第10章、第11章、第12章、第13章)
 - Burger: <http://www.robotis.com/service/download.php?no=676>
 - Waffle: <http://www.robotis.com/service/download.php?no=677>
 - Waffle Pi: <http://www.robotis.com/service/download.php?no=678>
 - Friends OpenManipulator Chain: <http://www.robotis.com/service/download.php?no=679>
 - Friends Segway: <http://www.robotis.com/service/download.php?no=680>
 - Friends Conveyor: <http://www.robotis.com/service/download.php?no=681>
 - Friends Monster: <http://www.robotis.com/service/download.php?no=682>
 - Friends Tank: <http://www.robotis.com/service/download.php?no=683>
 - Friends Omni: <http://www.robotis.com/service/download.php?no=684>
 - Friends Mecanum: <http://www.robotis.com/service/download.php?no=685>
 - Friends Bike: <http://www.robotis.com/service/download.php?no=686>
 - Friends Road Train: <http://www.robotis.com/service/download.php?no=687>
 - Friends Real TurtleBot: <http://www.robotis.com/service/download.php?no=688>
 - Friends Carrier: <http://www.robotis.com/service/download.php?no=689>

开源硬件列表

- ▣ OpenCR (第9章)
 - Board: <https://github.com/ROBOTIS-GIT/OpenCR-Hardware>
- ▣ OpenManipulator (第10、第13章)
 - Chain: <http://www.robotis.com/service/download.php?no=690>
 - SCARA: <http://www.robotis.com/service/download.php?no=691>
 - Link: <http://www.robotis.com/service/download.php?no=692>

开源软件下载

代码保存在Github的存储库中。下载源代码的方法有利用Git命令直接下载和通过浏览器下载压缩文件的方法。两种下载方法请参考如下说明。

❶ 用命令下载

为了在Linux里用git命令直接下载，需要先安装git。请打开终端，如下安装git。
\$ sudo apt-get install git
然后用如下命令下载相应存储库中的源代码。(例:ros_tutorials功能包)
\$ git clone https://github.com/ROBOTIS-GIT/ros_tutorials.git

❷ 从浏览器下载

用浏览器访问相应地址(https://github.com/ROBOTIS-GIT/ros_tutorials)
可以访问Github的存储库。点击右上角的“Clone or download” → “Download ZIP” 按键，就可以下载压缩文件。

开源资源

TurtleBot3的应用案例:

- 讲义资料 https://github.com/ROBOTIS-GIT/ros_seminar
- 参考资料 https://github.com/ROBOTIS-GIT/ros_book
- 源代码资料 https://github.com/ROBOTIS-GIT/ros_tutorials

相关社区及提问

- Robot Source Community <http://www.robotsource.org/>
- ROS Discourse <http://discourse.ros.org/>
- ROS Answers <http://answers.ros.org/>
- ROS Wiki <http://wiki.ros.org/>