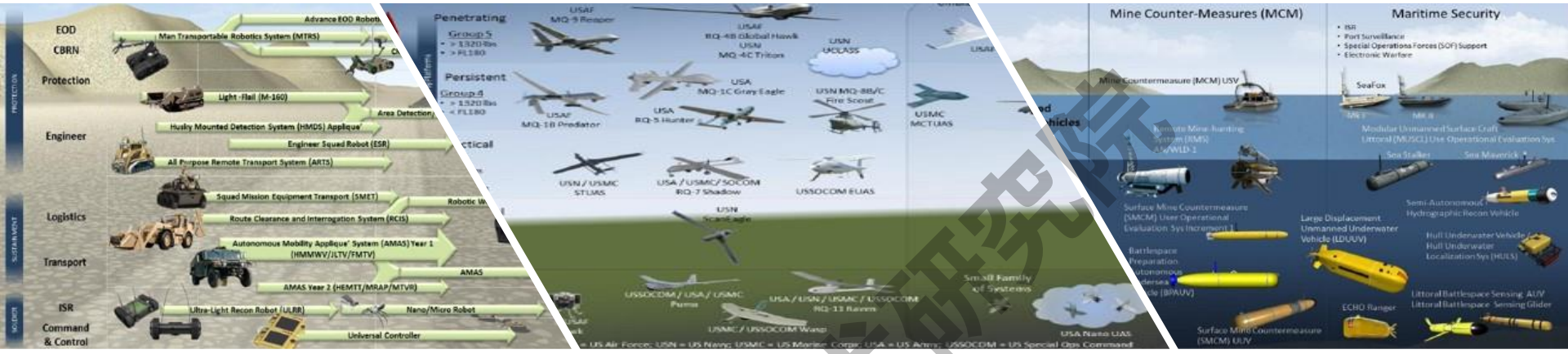
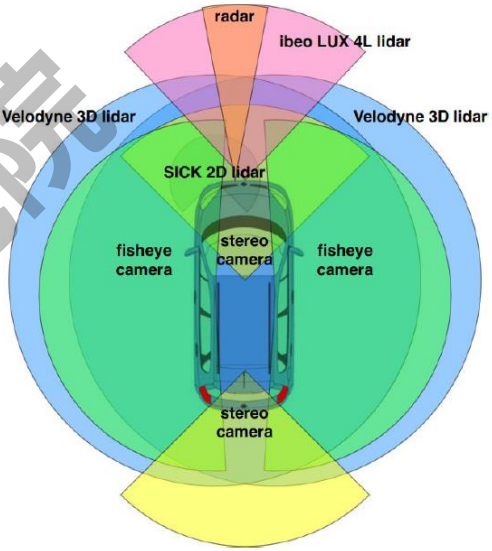
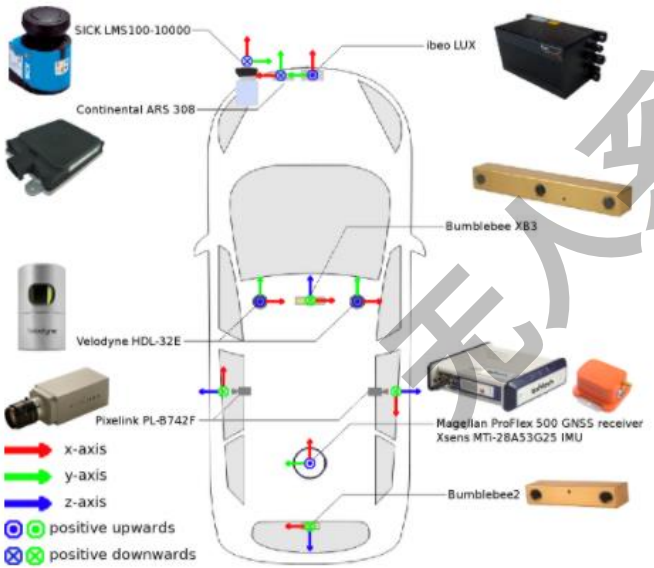


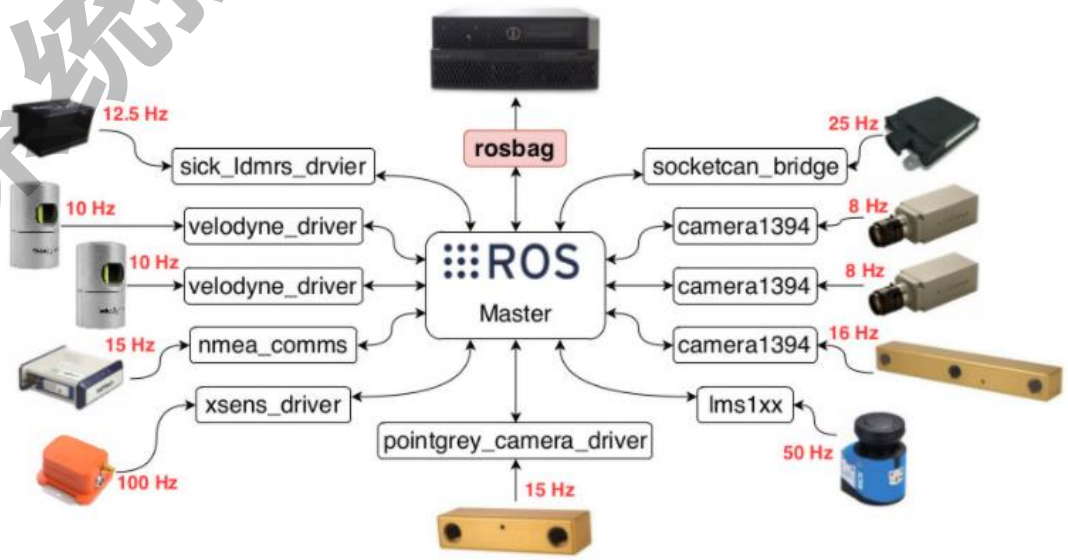
机器人操作系统（ROS）基础

- ROS 发展背景
- ROS 核心概念

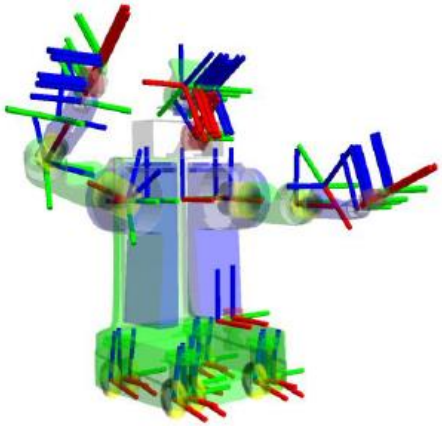
1.1 ROS 发展背景



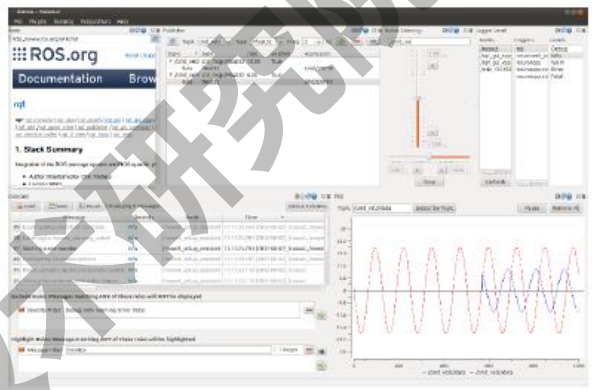




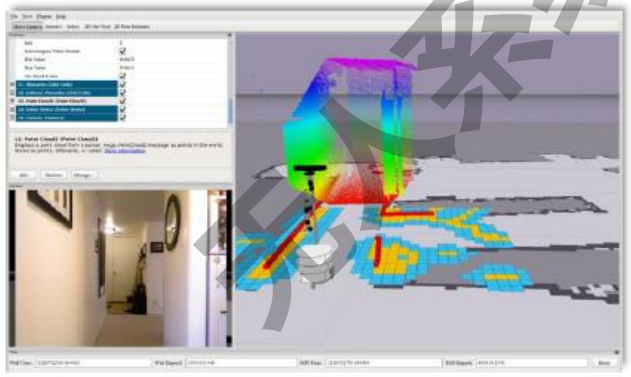
丰富的调试、仿真工具



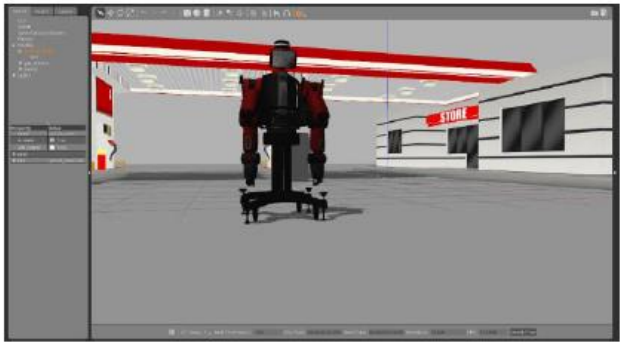
TF坐标变换



QT工具箱



Rviz

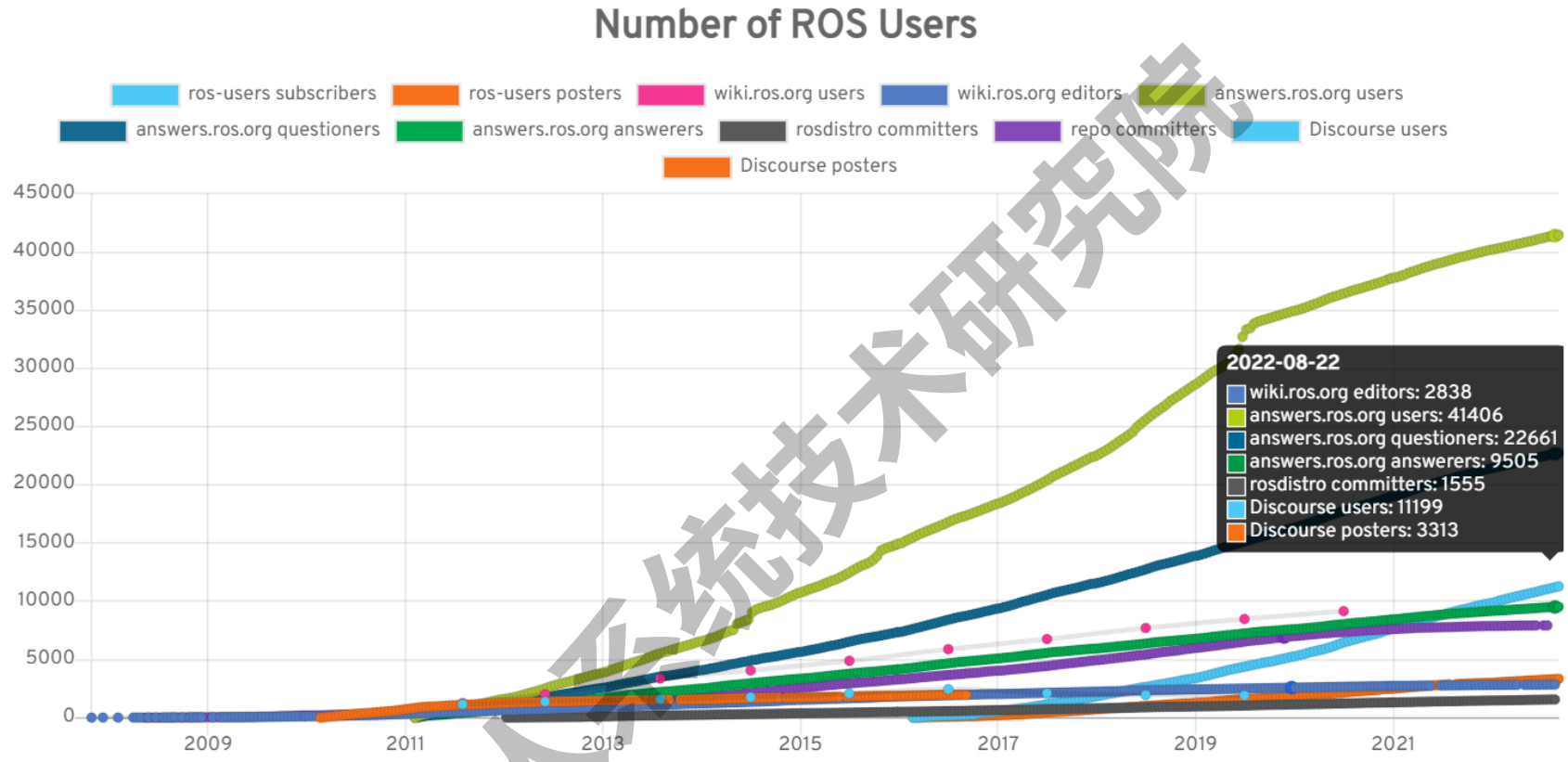


Gazebo

1.1 ROS 发展背景

ROS版本	首选Ubuntu版本
Noetic	**Ubuntu 20.04**
Melodic	**Ubuntu 18.04**
Lunar	Ubuntu 17.04
Kinetic	Ubuntu 16.04
Jade	Ubuntu 15.04
Indigo	Ubuntu 14.04

1.1 ROS 发展背景



A collection of different metrics for measuring the number of users in the ROS community.

Overall		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1 United States US	1	United States US	United States US	United States US	United States US	United States US	United States US	United States US	United States US	United States US
2 China CN	2	Germany DE	Germany DE	Germany DE	China CN	China CN	China CN	Germany DE	Spain ES	Spain ES
3 Germany DE	3	Japan JP	Japan JP	China CN	Germany DE	Germany DE	Germany DE	Spain ES	China CN	China CN

Top ROS-using countries based on packages.ros.org downloads.

Source: https://metrics.ros.org/

1.1 ROS 发展背景

IEEE RA-L

IEEE-RAM

IEEE T-RO

1.1 ROS 发展背景

- Mobile manipulator： PR2
- Flight control system： pixhawk
- Multiple sensor： hokuyo sick pointgrey
- 更多： http://wiki.ros.org/Robots


Fraunhofer IPA Care-O-bot


Videre Erratic


TurtleBot


Aldebaran Nao


Lego NXT


Shadow Hand


Willow Garage PR2


iRobot Roomba

Robotnik Guardian


Merlin miabotPro


AscTec Quadrotor


CoroWare Corobot


Clearpath Robotics Husky


Clearpath Robotics Kingfisher


Festo Didactic Robotino

1.1 ROS 发展背景

ROS 安装步骤： http://wiki.ros.org/cn/melodic/Installation/Ubuntu

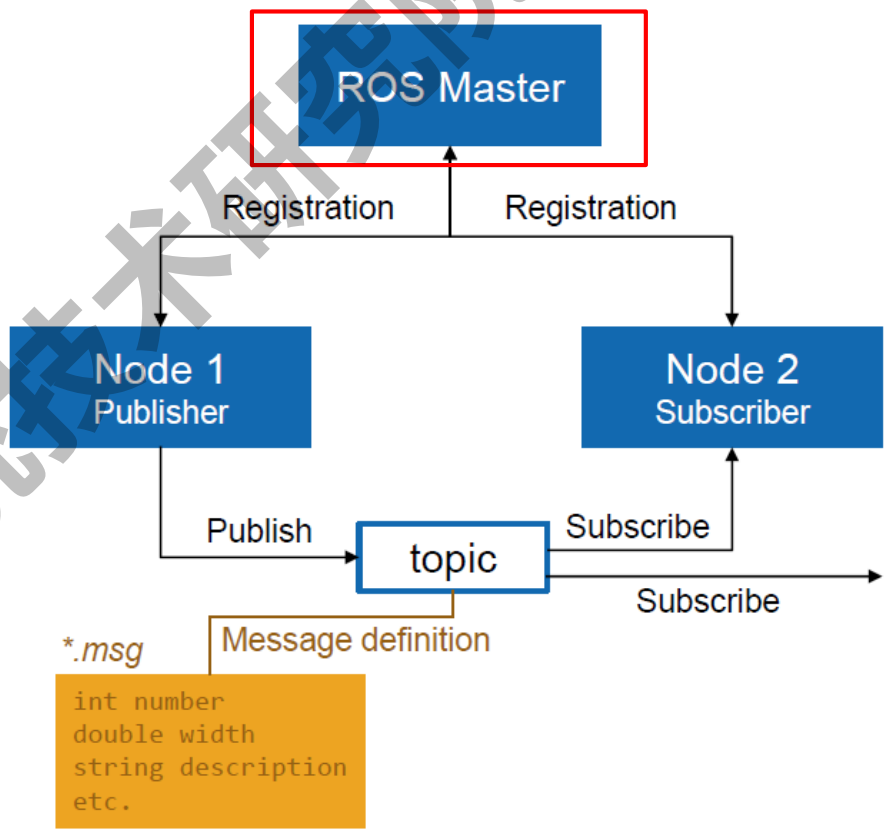
1.2 ROS 核心概念

节点管理器（**ROS Master**）：

- 为节点提供命名和注册服务；
- 跟踪和记录话题/服务通信，辅助节点相互查找、建立连接；
- 提供参数服务器，节点使用此服务器存储和检索运行时的参数。

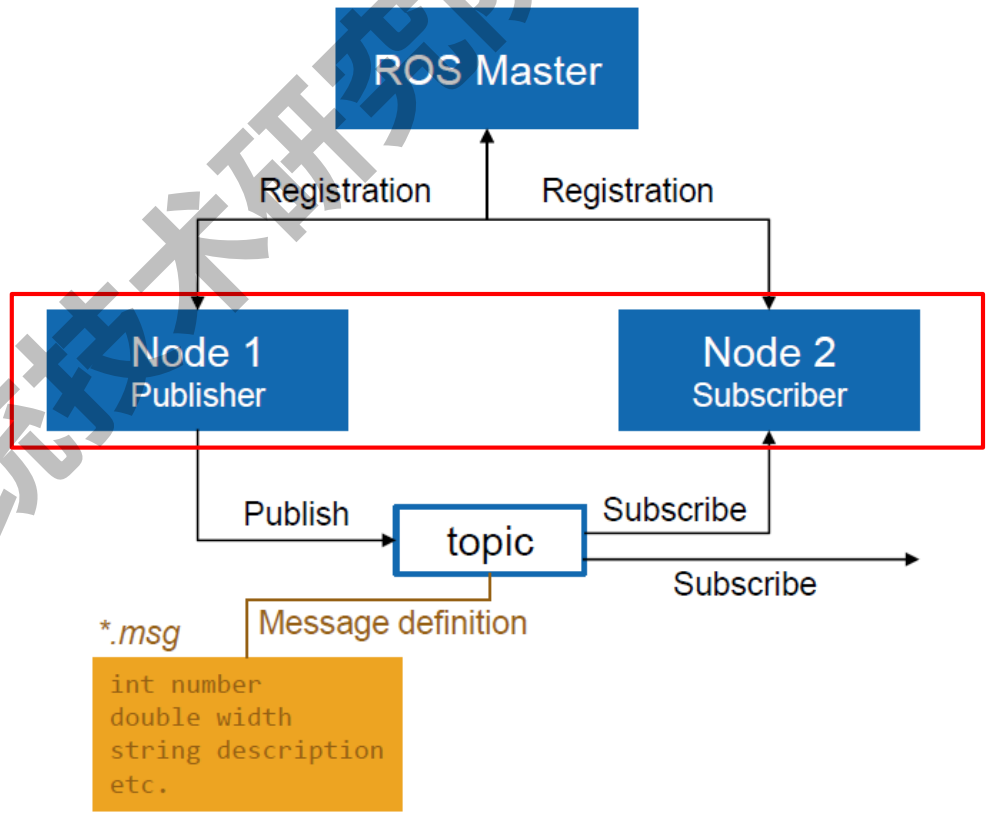
运行：

> Roscore



节点（**Node**）：

- 执行具体任务的进程、独立运行的可执行文件；
- 不同节点可使用不同的编程语言，可分布式运行在不同的主机；
- 节点在系统中的名称必须是唯一的，由包（packages）组织。



运行：

> rosrun *package_name node_name*

查看激活的节点：

> rosnode list

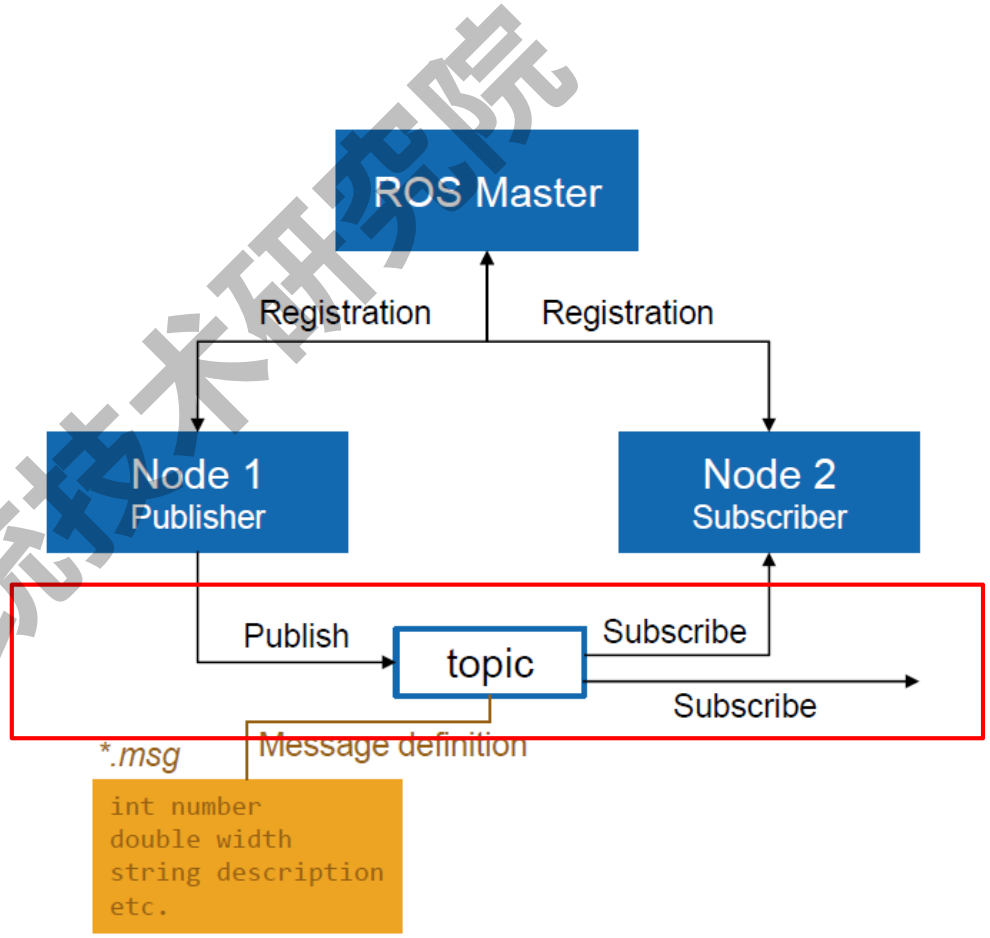
查看节点信息：

> rosnode info *node_name*

1.2 ROS 核心概念

话题 （Topic）：

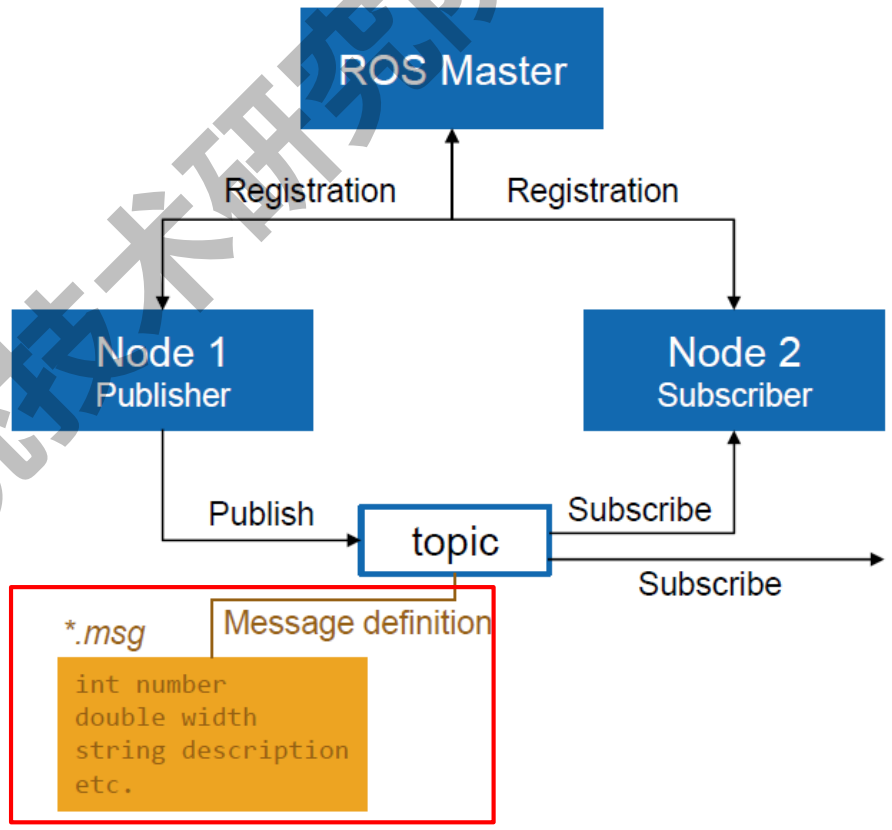
- 节点间用来传输数据的重要总线；
- 使用发布/订阅模型，数据由发布者传输到订阅者，同一个话题的订阅者或发布者可以不唯一。



查看激活的话题：
> rostopic list
查看话题输出：
> rostopic echo */topic*
查看话题信息：
> rostopic info */topic*

消息（**Message**）：

- 具有一定的类型和数据结构，包括 ROS 提供的标准类型和用户自定义类型；
- 使用编程语言无关的 .msg 文件定义，编译过程中生成对应的代码文件。



查看话题类型：
> rostopic type *[/topic]*
向话题输出消息：
> rostopic pub *[/topic type data]*

消息（**Message**）：

geometry_msgs/Point.msg

```
float64 x
float64 y
float64 z
```

sensor_msgs/Image.msg

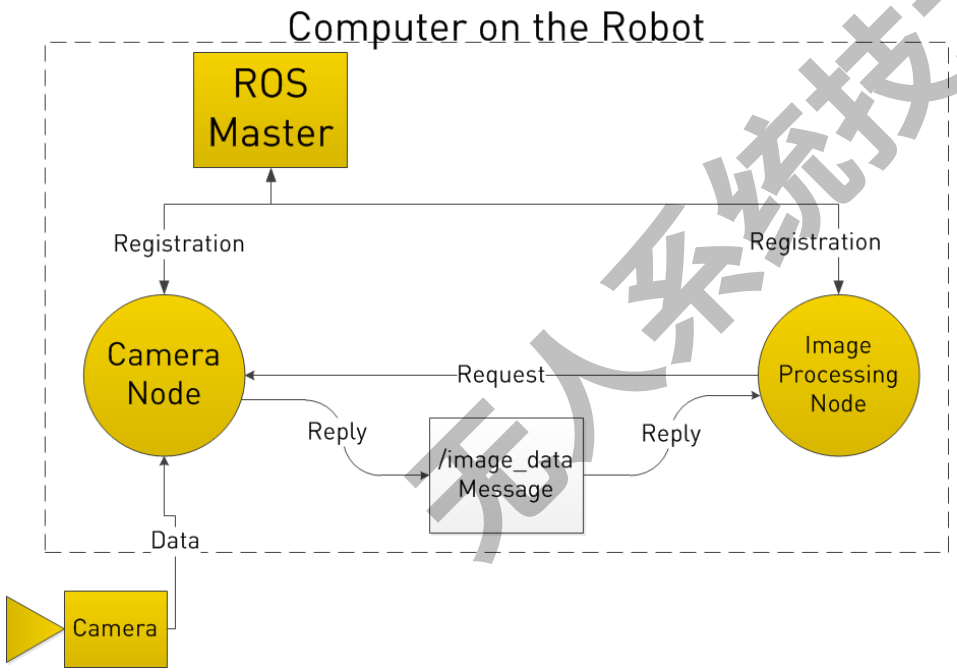
```
std_msgs/Header header
  uint32 seq
  time stamp
  string frame_id
uint32 height
uint32 width
string encoding
uint8 is_bigendian
uint32 step
uint8[] data
```

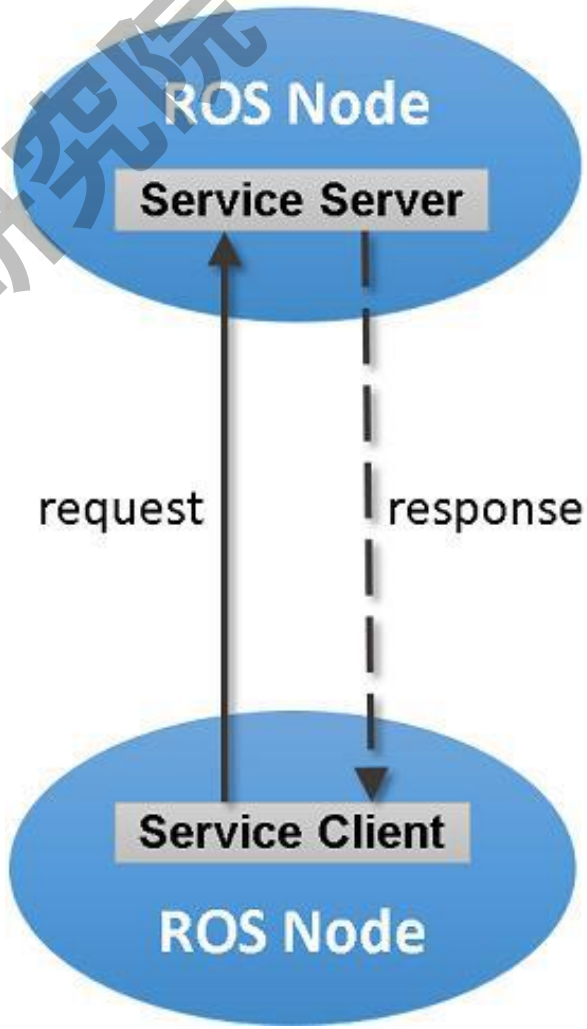
geometry_msgs/PoseStamped.msg

```
std_msgs/Header header
 uint32 seq
 time stamp
 string frame_id
geometry_msgs/Pose pose
  geometry_msgs/Point position
    float64 x
    float64 y
    float64 z
  geometry_msgs/Quaternion orientation
    float64 x
    float64 y
    float64 z
    float64 w
```

服务（**Service**）：

使用客户端/服务器（Client/Service）模型，客户端发送请求数据，服务器完成处理后返回应答数据。





话题和服务的异同

	话题	服务
同步性	异步	同步
通信模型	发布/订阅	服务器/客户端
底层协议	ROSTCP/ROSUDP	ROSTCP/ROSUDP
反馈机制	无	有
缓冲区	有	无
实时性	弱	强
节点关系	多对多	一对多（一个server）
适用场景	数据传输	逻辑处理

运行：

> roscore


```
student@ubuntu:~/catkin_ws$ roscore
... logging to /home/student/.ros/log/6c1852aa-e961-11e6-8543-000c297bd368/ros
launch-ubuntu-6696.log
Checking log directory for disk usage. This may take awhile.
Press Ctrl-C to interrupt
Done checking log file disk usage. Usage is <1GB.

started roslaunch server http://ubuntu:34089/
ros_comm version 1.11.20


SUMMARY
========

PARAMETERS
 * /rosdistro: indigo
 * /rosversion: 1.11.20

NODES

auto-starting new master
process[master]: started with pid [6708]
ROS_MASTER_URI=http://ubuntu:11311/

setting /run_id to 6c1852aa-e961-11e6-8543-000c297bd368
process[rosout-1]: started with pid [6721]
started core service [/rosout]
```

运行：

> roscore

运行一个发布者：

> rosrun roscpp_tutorials talker

```
student@ubuntu:~/catkin_ws$ rosrun roscpp_tutorials talker
[ INFO] [1486051708.424661519]: hello world 0
[ INFO] [1486051708.525227845]: hello world 1
[ INFO] [1486051708.624747612]: hello world 2
[ INFO] [1486051708.724826782]: hello world 3
[ INFO] [1486051708.825928577]: hello world 4
[ INFO] [1486051708.925379775]: hello world 5
[ INFO] [1486051709.024971132]: hello world 6
[ INFO] [1486051709.125450960]: hello world 7
[ INFO] [1486051709.225272747]: hello world 8
[ INFO] [1486051709.325389210]: hello world 9
```

运行：

> roscore

运行一个发布者：

> rosrun roscpp_tutorials talker

查看激活的节点：

> rosnode list

```
student@ubuntu:~/catkin_ws$ rosnode list
/rosout
/talker
```

查看节点信息：

> rosnode info /talker

```
student@ubuntu:~/catkin_ws$ rosnode info /talker
--------------------------------------------------------------------------------
Node [/talker]
Publications:
 * /chatter [std_msgs/String]
 * /rosout [rosgraph_msgs/Log]

Subscriptions: None

Services:
 * /talker/get_loggers
 * /talker/set_logger_level
```

查看话题信息：

> rostopic info /chatter

```
student@ubuntu:~/catkin_ws$ rostopic info /chatter
Type: std_msgs/String

Publishers:
 * /talker (http://ubuntu:39173/)

Subscribers: None
```

运行：

> roscore

运行一个发布者：

> rosrun roscpp_tutorials talker

查看激活的节点：

> rosnode list

查看节点信息：

> rosnode info /talker

查看话题信息：

> rostopic info /chatter

查看话题类型：

> rostopic type /chatter

```
student@ubuntu:~/catkin_ws$ rostopic type /chatter
std_msgs/String
```

显示话题消息：

> rostopic echo /chatter

```
student@ubuntu:~/catkin_ws$ rostopic echo /chatter
data: hello world 11874
---
data: hello world 11875
---
data: hello world 11876
```

输出话题频率：

> rostopic hz /chatter

```
student@ubuntu:~/catkin_ws$ rostopic hz /chatter
subscribed to [/chatter]
average rate: 9.991
        min: 0.099s max: 0.101s std dev: 0.00076s window: 10
average rate: 9.996
        min: 0.099s max: 0.101s std dev: 0.00069s window: 20
```

运行：
> roscore
运行一个发布者：
> rosrun roscpp_tutorials talker
查看激活的节点：
> rosnode list
查看节点信息：
> rosnode info /talker
查看话题信息：
> rostopic info /chatter

查看话题类型：
> rostopic type /chatter
显示话题消息：
> rostopic echo /chatter
输出话题频率：
> rostopic hz /chatter

运行一个订阅者：
> rosrun roscpp_tutorials listener

```
student@ubuntu:~/catkin_ws$ rosrun roscpp_tutorials listener
[ INFO] [1486053802.204104598]: I heard: [hello world 19548]
[ INFO] [1486053802.304538827]: I heard: [hello world 19549]
[ INFO] [1486053802.403853395]: I heard: [hello world 19550]
[ INFO] [1486053802.504438133]: I heard: [hello world 19551]
[ INFO] [1486053802.604297608]: I heard: [hello world 19552]
```

1.2 ROS 核心概念

运行：

> roscore

启动小海龟仿真器：

> rosrun turtlesim turtlesim_node

启动小海龟控制器：

> rosrun turtlesim turtle_teleop_key

小海龟仿真器界面

运行：

> roscore

启动小海龟仿真器：

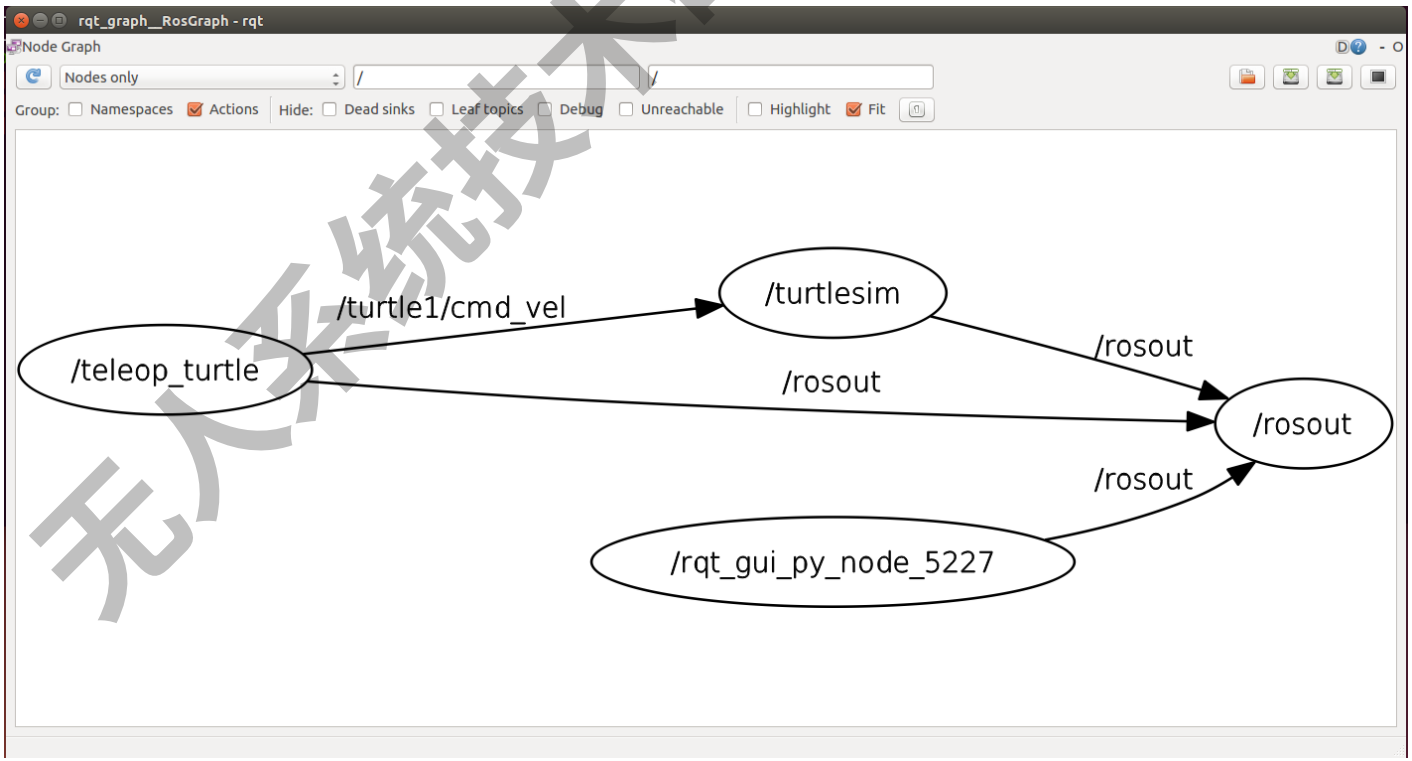
> rosrun turtlesim turtlesim_node

启动小海龟控制器：

> rosrun turtlesim turtle_teleop_key

查看系统运行图：

> rqt_graph



1.2 ROS 核心概念

运行：

> roscore

启动小海龟仿真器：

> rosrun turtlesim turtlesim_node

启动小海龟控制器：

> rosrun turtlesim turtle_teleop_key

查看系统运行图：

> rqt_graph

让小海龟连续转圈：

> rostopic pub /turtle1/cmd_vel -r 10 geometry_msgs/Twist '{linear: {x: 0.2, y: 0, z: 0}, angular: {x: 0, y: 0, z: 0.5}}'

1.2 ROS 核心概念

运行：

> roscore

启动小海龟仿真器：

> rosrun turtlesim turtlesim_node

启动小海龟控制器：

> rosrun turtlesim turtle_teleop_key

查看系统运行图：

> rqt_graph

让小海龟连续转圈：

> rostopic pub /turtle1/cmd_vel -r 10 geometry_msgs/Twist '{linear: {x: 0.2, y: 0, z: 0}, angular: {x: 0, y: 0, z: 0.5}}'

记录所有话题：

> rosbag record -a -O cmd_vel_record

回放记录的话题：

> rosbag play cmd_vel_record.bag

运行：
> roscore
启动小海龟仿真器：
> rosrun turtlesim turtlesim_node
启动小海龟控制器：
> rosrun turtlesim turtle_teleop_key

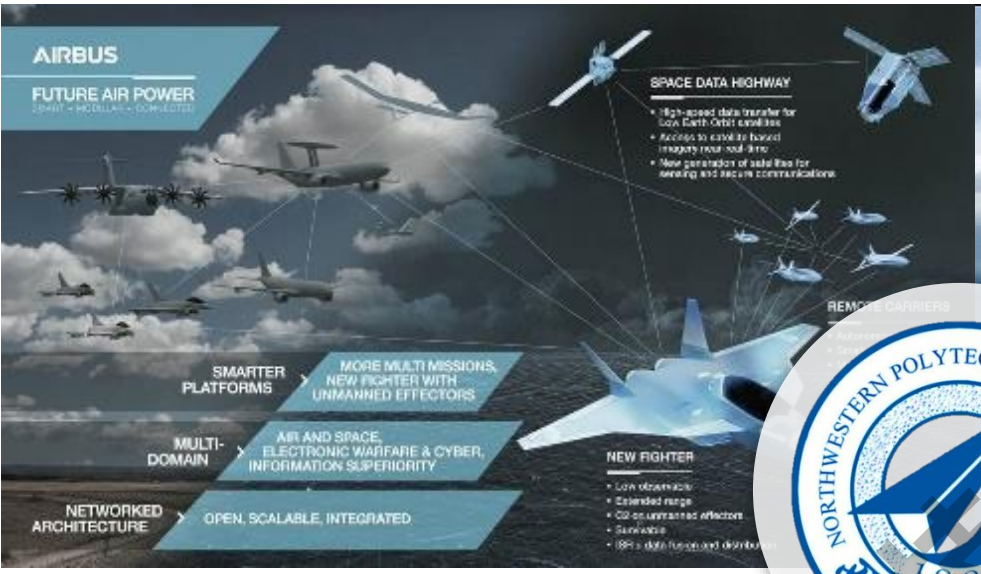
查看系统运行图：
> rqt_graph

让小海龟连续转圈：
> rostopic pub /turtle1/cmd_vel -r 10 geometry_msgs/Twist '{linear: {x: 0.2, y: 0, z: 0}, angular: {x: 0, y: 0, z: 0.5}}'
记录所有话题：
> rosbag record -a -O cmd_vel_record
回放记录的话题：
> rosbag play cmd_vel_record.bag

调一只新的海龟：
> rosservice call spawn 2 2 0.1 "turtle2"

工作空间（workspace）是一个存放工程开发相关文件的文件夹：

- **src**：代码空间（Source Space）
- **build**：编译空间（Build Space）
- **devel**：开发空间（Development Space）



课 程 结 束 ， 欢 迎 提 问

THANK YOU FOR WATCHING