火龙果 · 整理
uml.org.cn

ROS在自动驾驶的探索和实践

目录

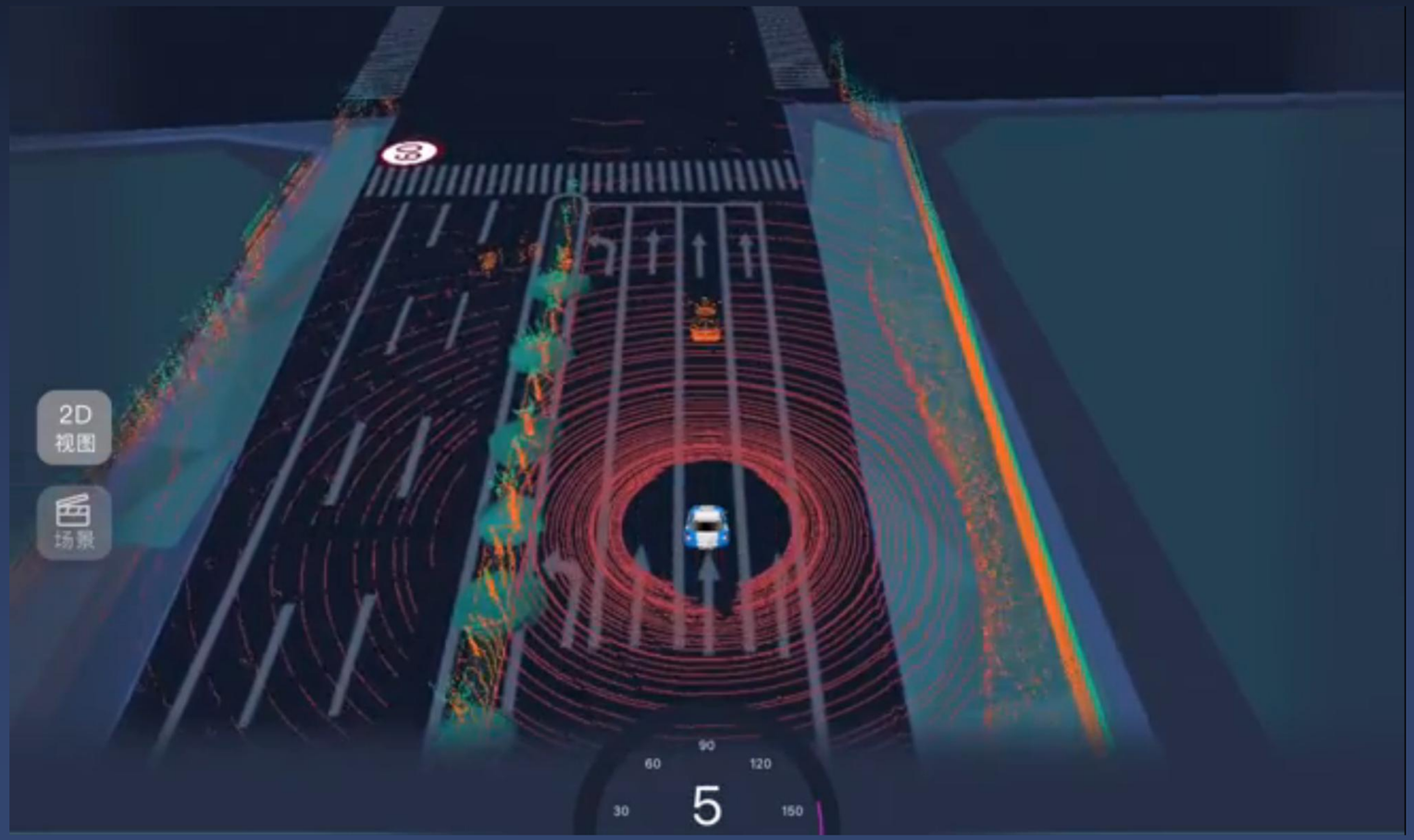
火龙果 · 整理
uml.org.cn

- 背景介绍
- Apollo中ROS的改进
  - 通信性能优化
  - 去中心化网络拓扑
  - 数据兼容性扩展
- Apollo框架使用

背景介绍

火龙果 · 整理
uml.org.cn

自动驾驶 – 一个复杂的系统性工程



背景介绍

火龙果 · 整理
uml.org.cn

对框架有哪些要求？

- 高效的开发支持
- 模块灵活配置
- 丰富的调试工具

背景介绍

火龙果 · 整理
uml.org.cn

为什么是ROS？

- 开发工具包
  - 完整的包管理和工程结构
  - 庞大的基础库
  - 多语言接口支持
- 计算调度模型
  - 消息驱动的运行模型
  - 抽象的通信接口
  - 自定义的消息格式
- 调试工具
  - 可视化的调试工具
  - 消息查看、存储、回放工具

ROS主要工具包

背景介绍

火龙果 · 整理
uml.org.cn

ROS是否能满足工程需求？

- 大数据量传输性能瓶颈
- 中心化的网络存在单点风险
- 数据格式缺乏后向兼容

目录

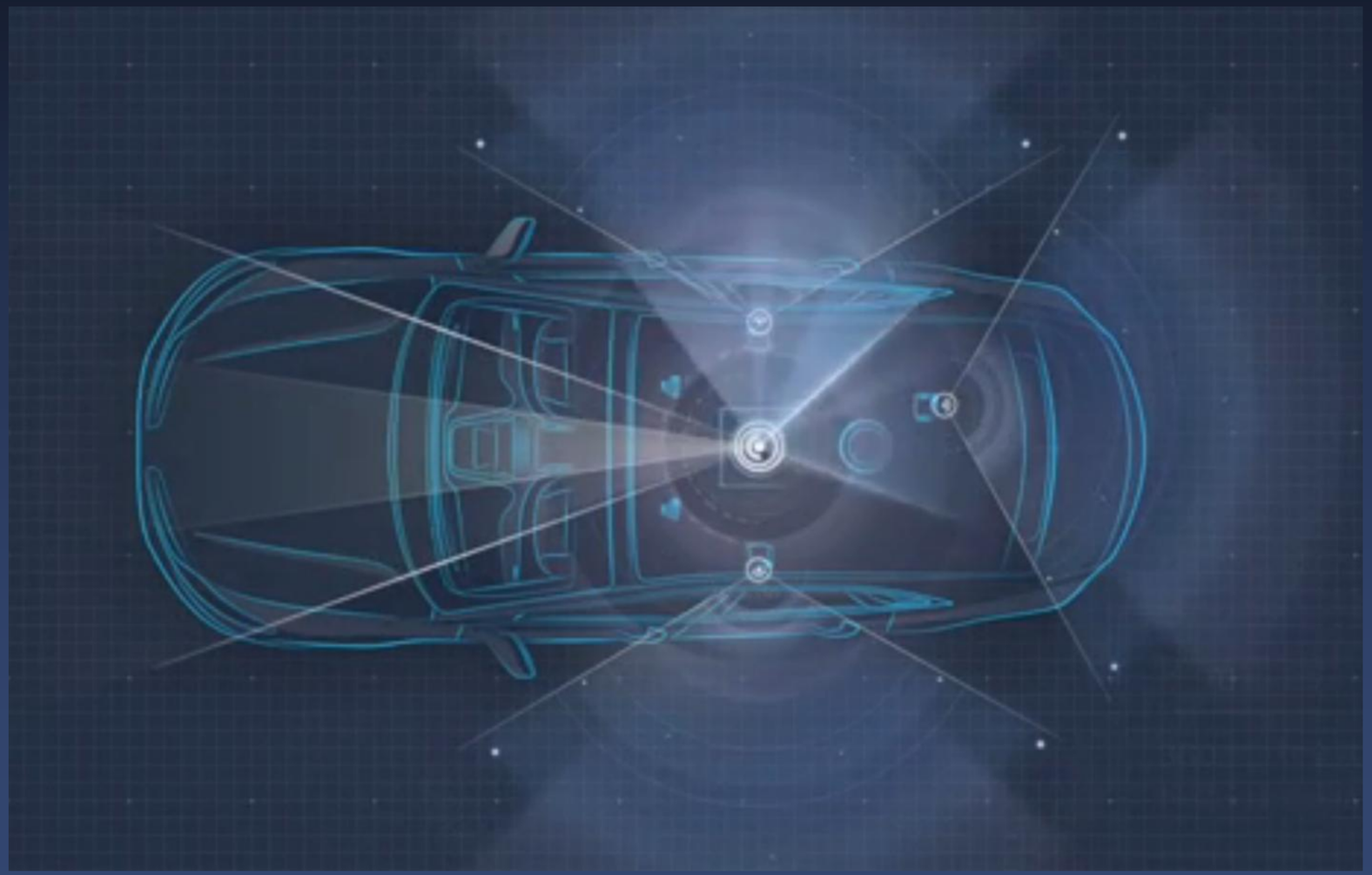
火龙果 · 整理
uml.org.cn

- 背景介绍
- Apollo中ROS的改进
  - 通信性能优化
  - 去中心化网络拓扑
  - 数据兼容性扩展
- Apollo框架使用

通信性能优化

火龙果 · 整理
uml.org.cn

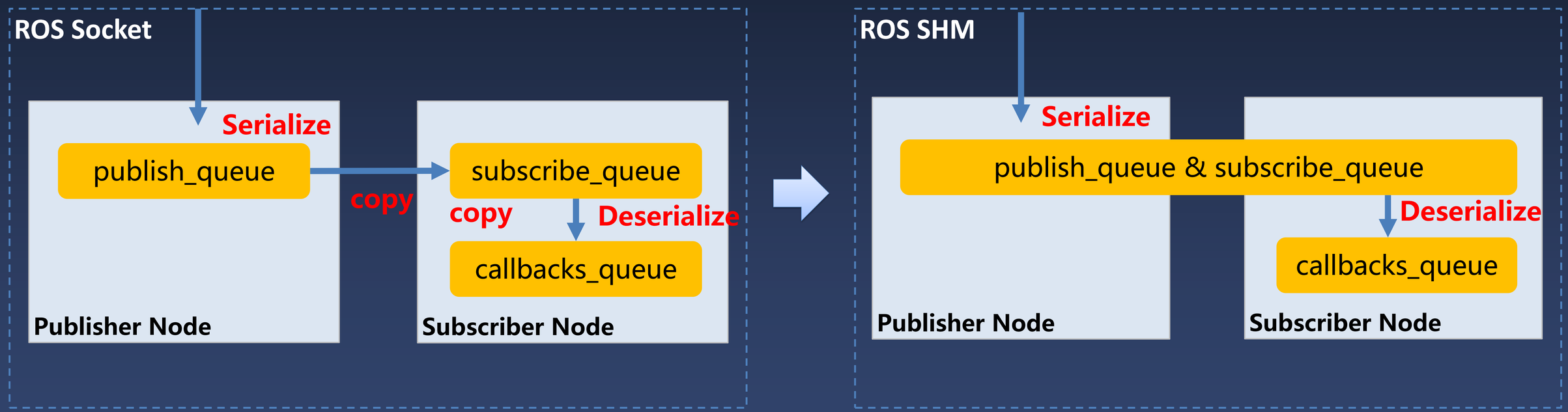
自动驾驶大量使用传感器引发很大的传输带宽需求



通信性能优化

火龙果 · 整理
uml.org.cn

共享内存能减少传输中的数据拷贝，显著提升传输效率



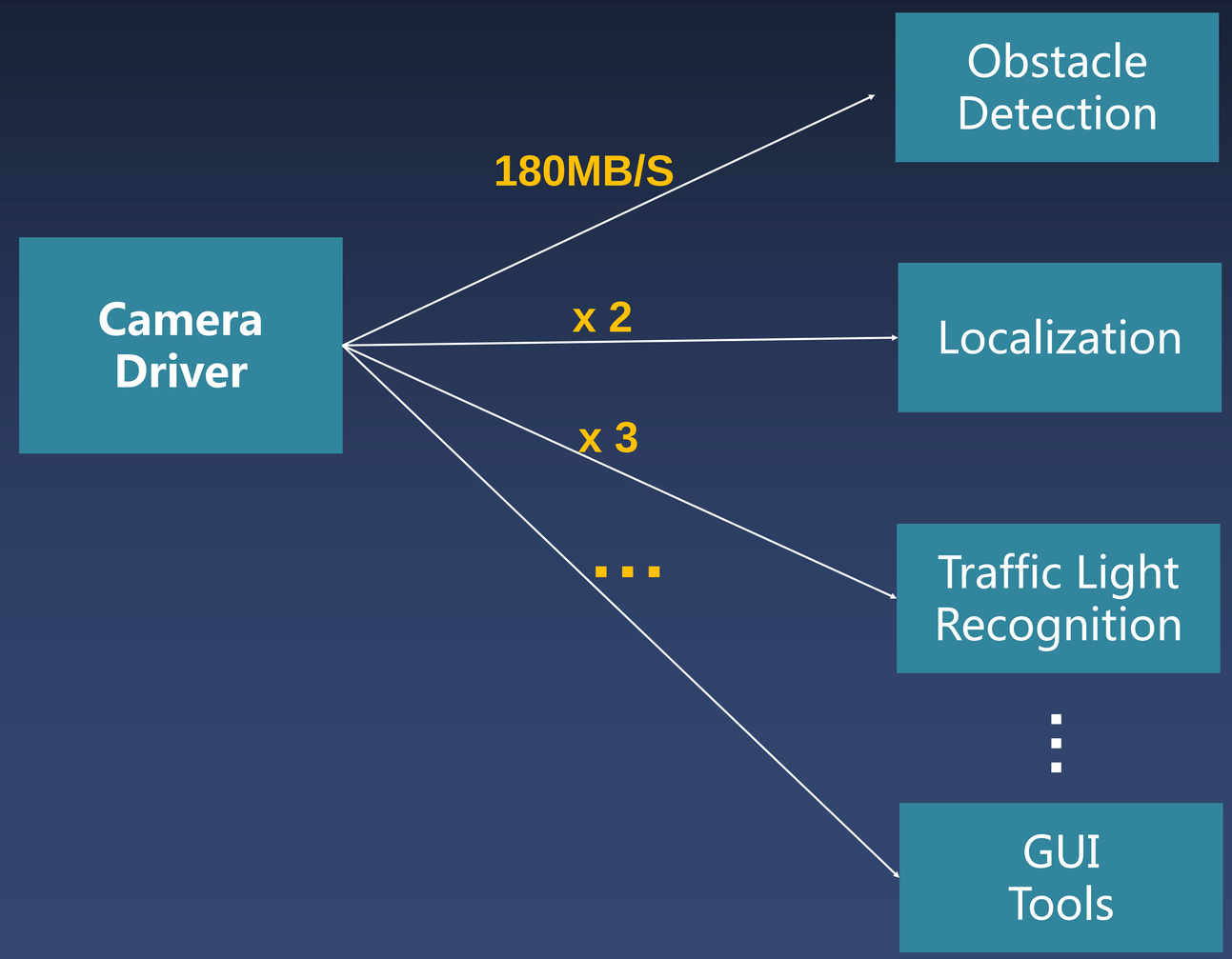
原生ROS Socket通信

无人车ROS共享内存通信

通信性能优化

火龙果 · 整理
uml.org.cn

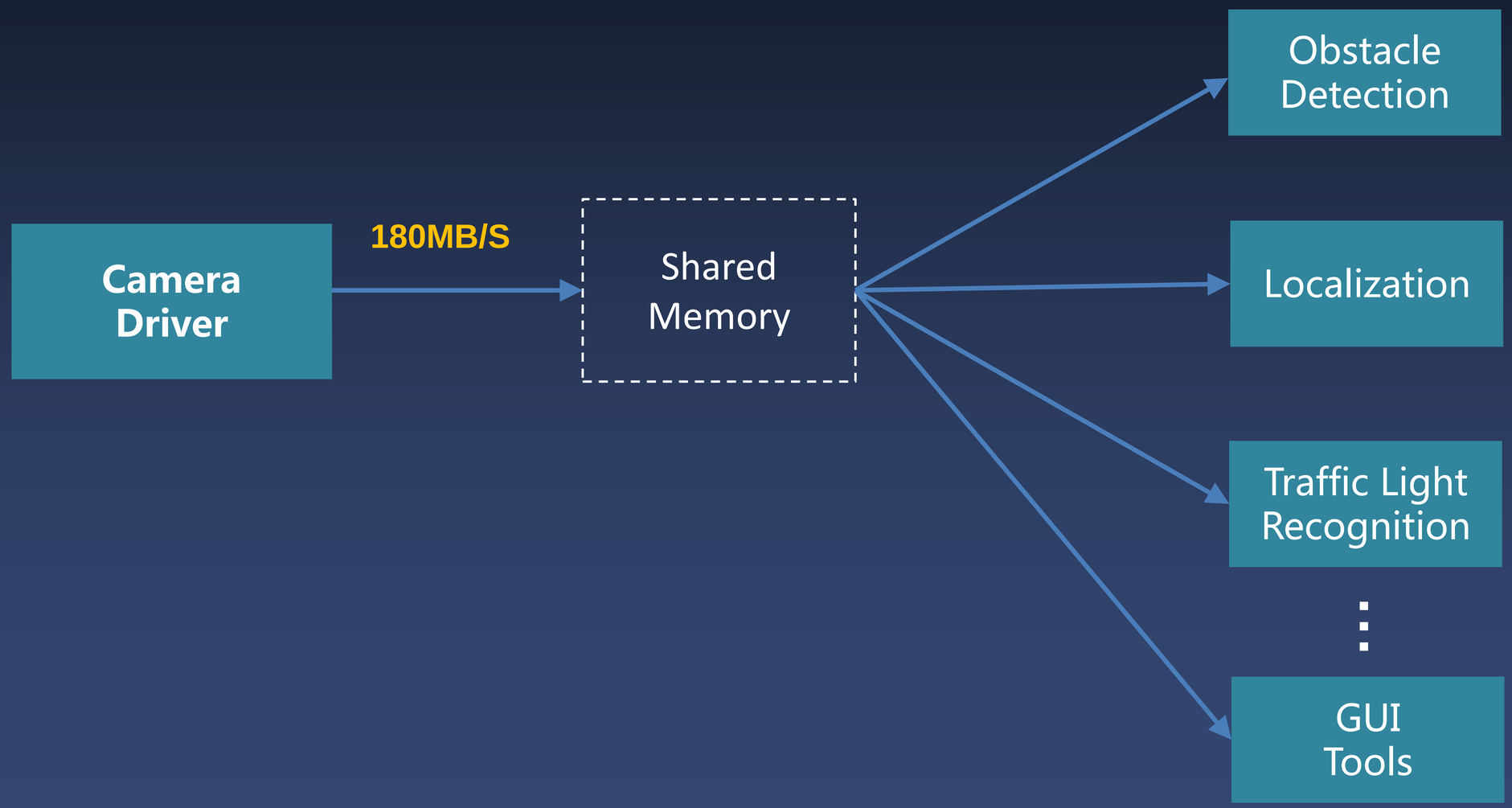
单路传感器消息有多个消费者时负载更是成倍增长



通信性能优化

火龙果 · 整理
uml.org.cn

共享内存可以有效满足一对多的传输场景

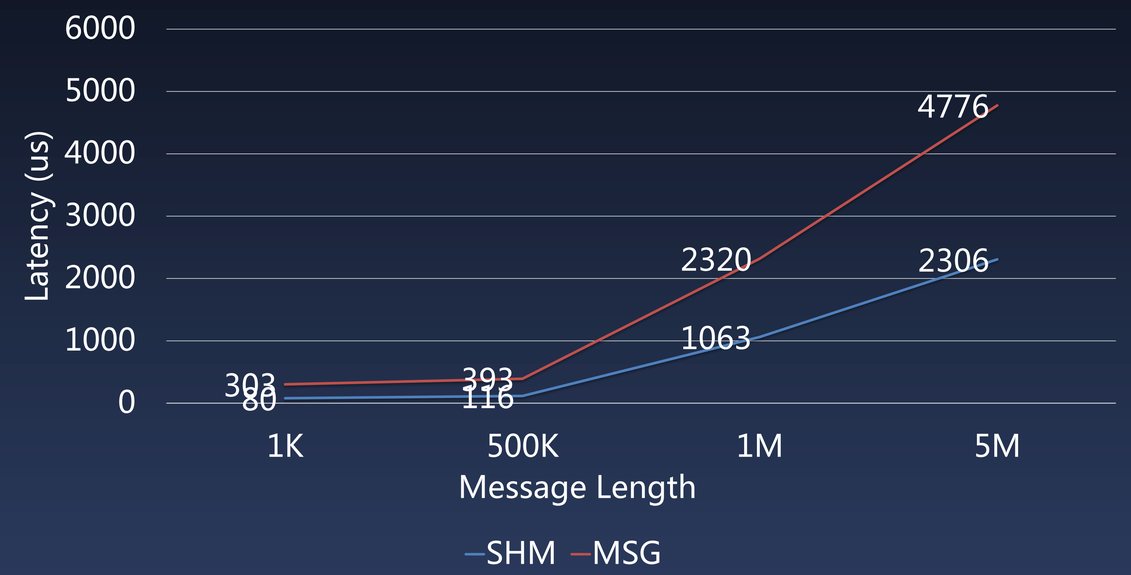


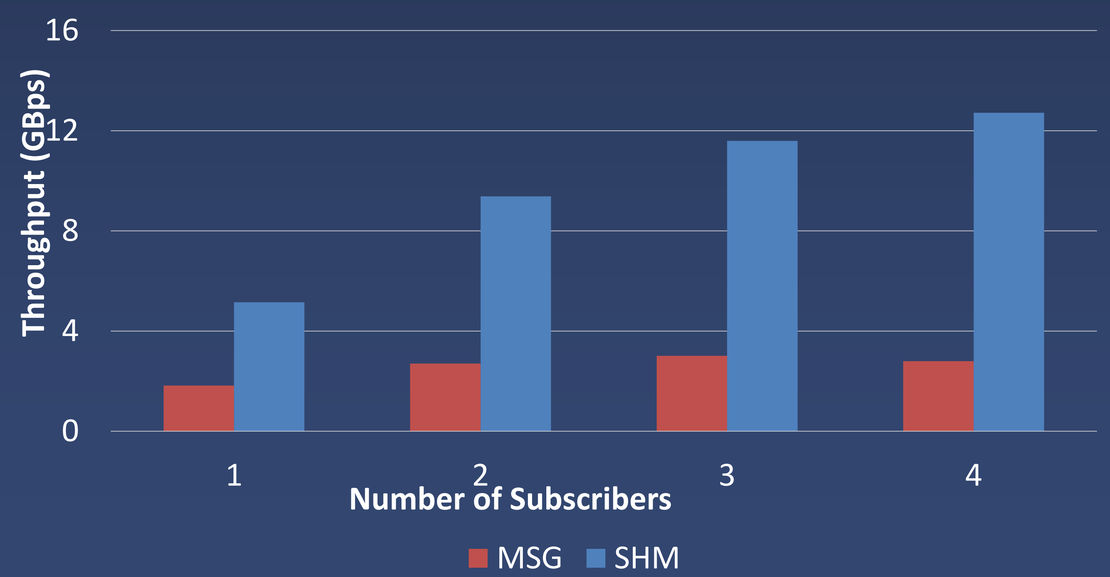
通信性能优化——效果

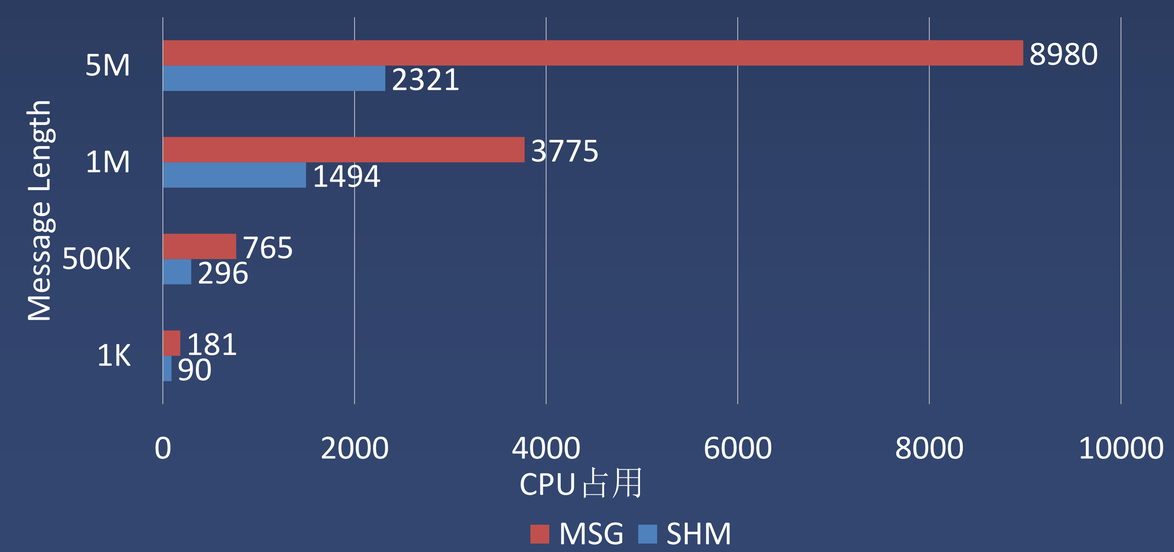
火龙果 · 整理
uml.org.cn

引入共享内存(Shared Memory)，避免数据复制：

- 消息通信时延降低约1-2倍
- 测试1:1吞吐均值可达5.5GB/s，1:4吞吐均值可达12GB/s
- CPU资源占用率在共享内存模式下约降低30%







目录

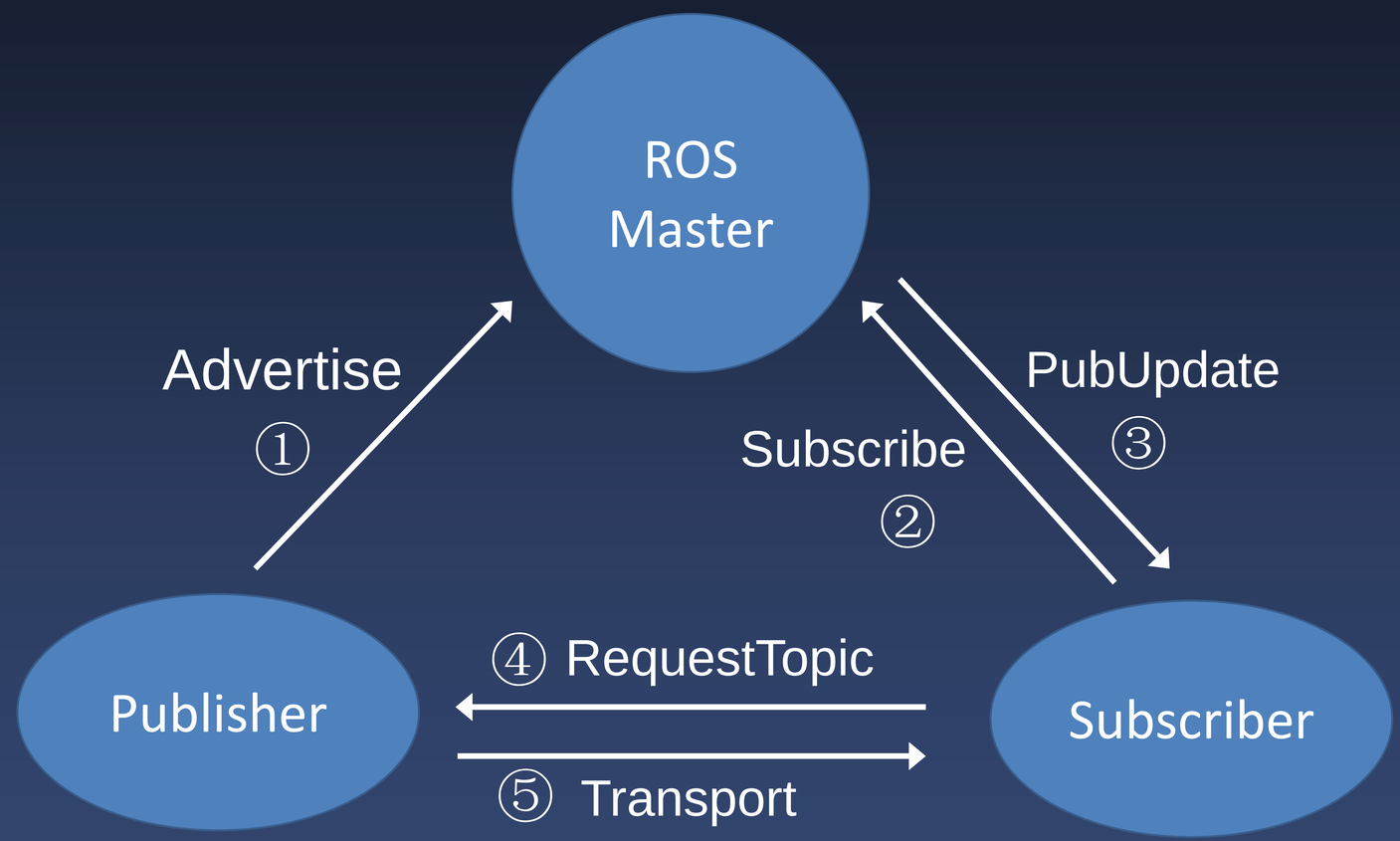
火龙果 · 整理
uml.org.cn

- 背景介绍
- Apollo中ROS的改进
  - 通信性能优化
  - 去中心化的网络拓扑
  - 数据兼容性扩展
- Apollo框架使用

去中心化的网络拓扑

火龙果 · 整理
uml.org.cn

ROS以Master为中心构建hybrid p2p拓扑网络



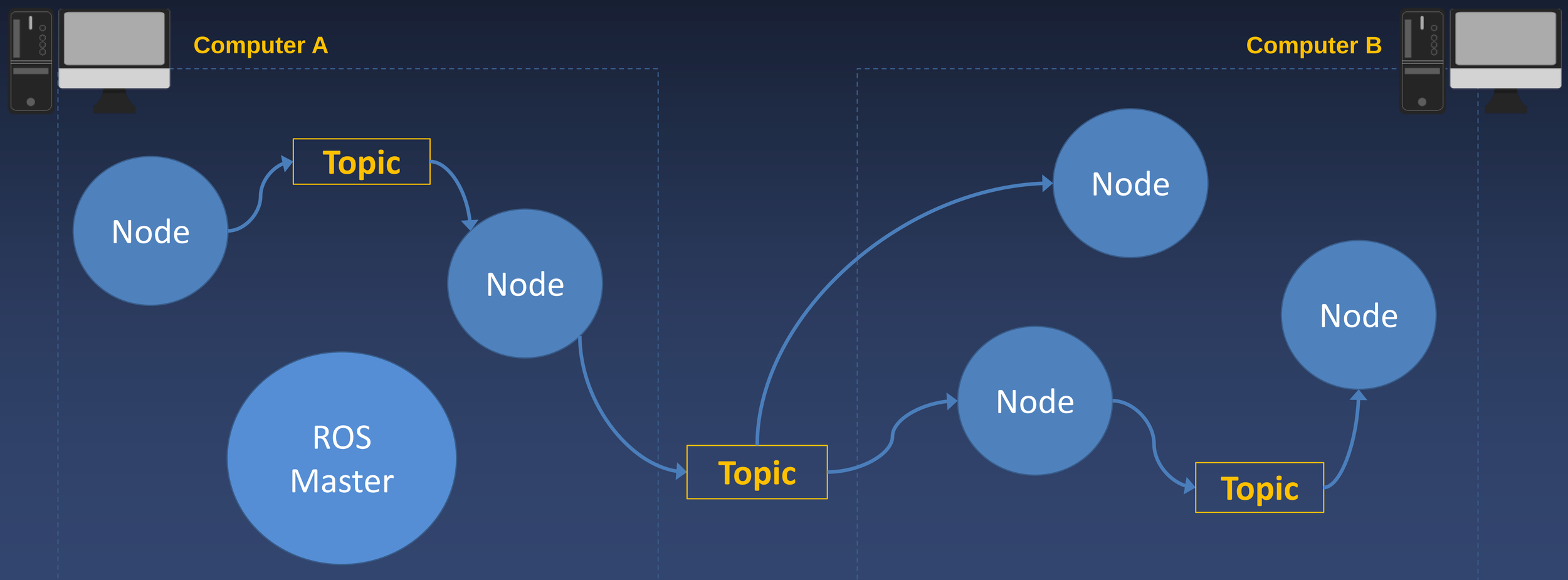
ROS节点建立连接的过程示例

- 优势：
  - 节点容错性强
  - 不同语言模块隔离
  - 模块开发低耦合
- 缺点：
  - 过度依赖Master单点
  - 缺乏异常恢复机制

去中心化的网络拓扑

火龙果 · 整理
uml.org.cn

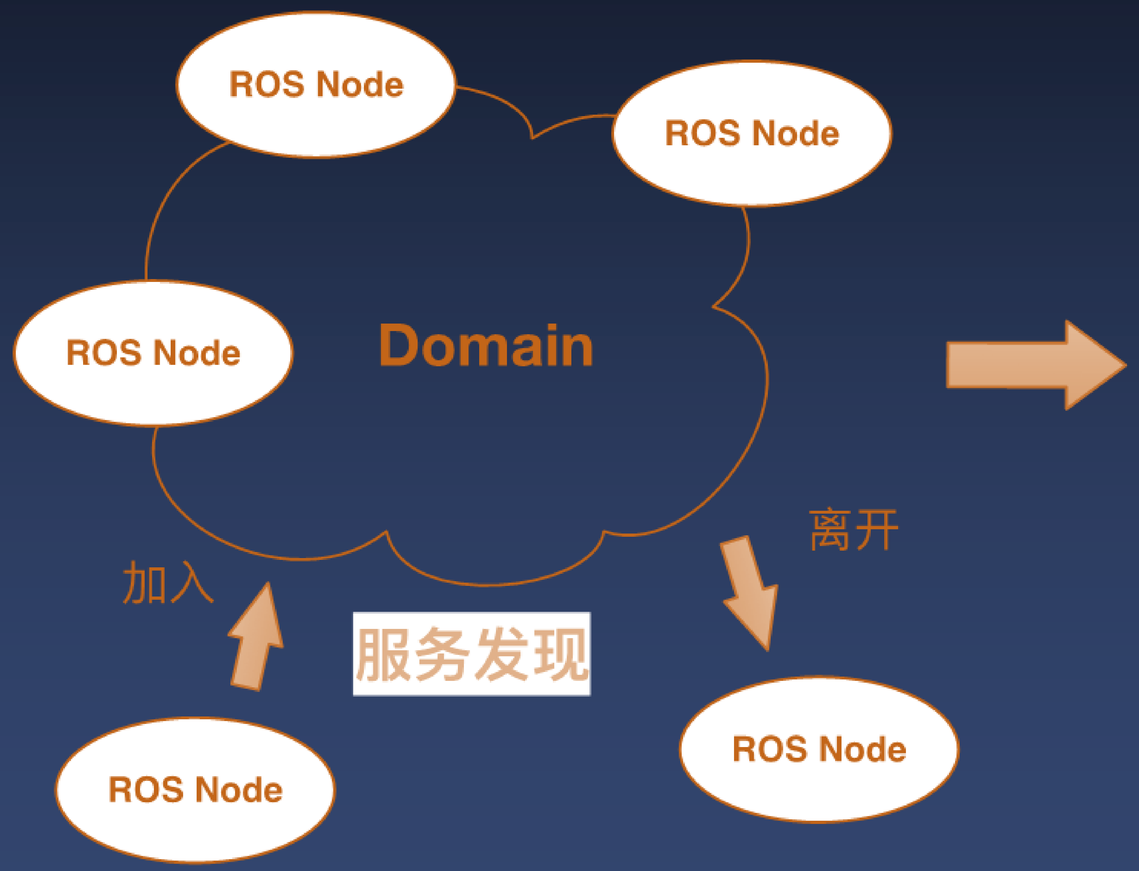
Master作为拓扑网络的中心，一旦异常将影响整个网络

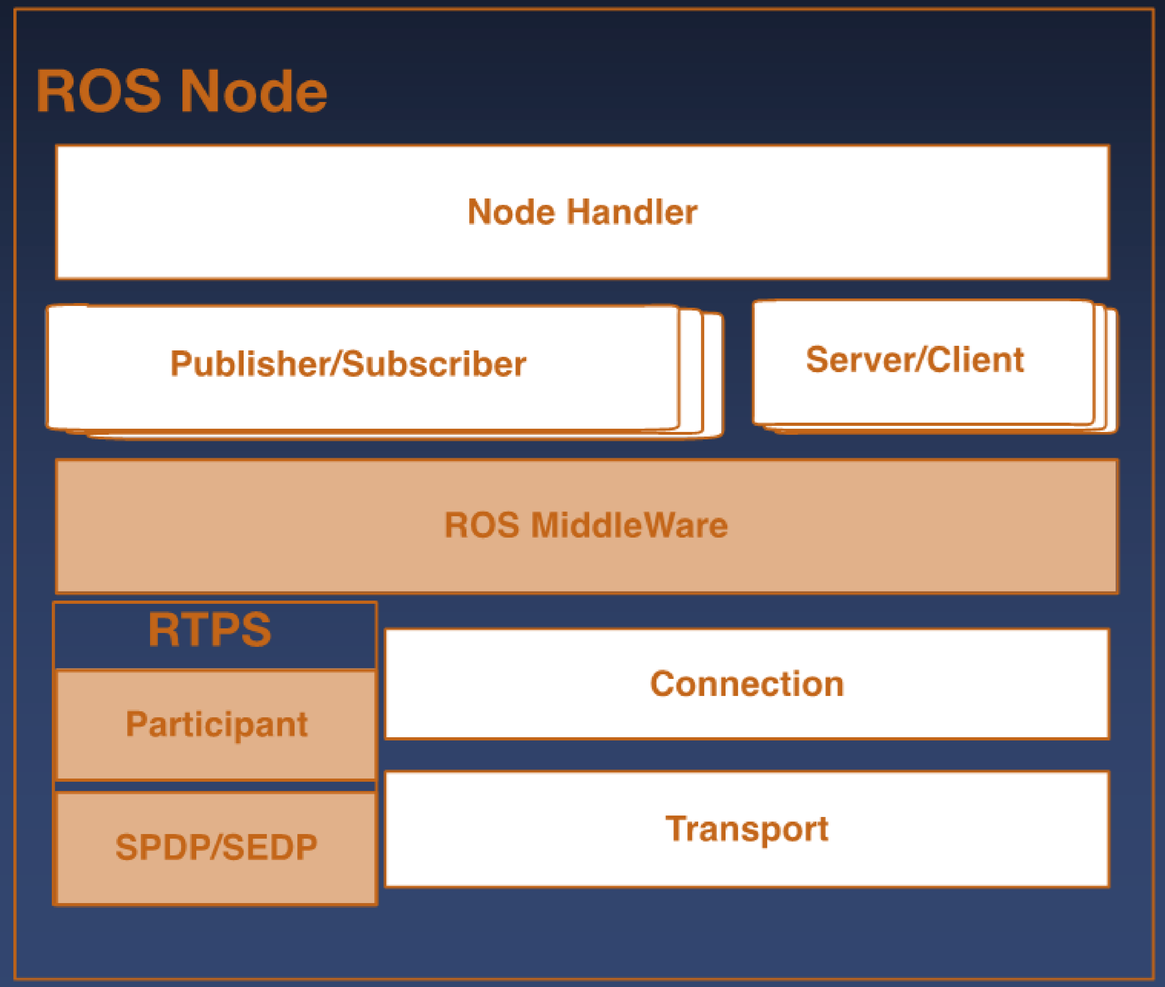


去中心化的网络拓扑

火龙果 · 整理
uml.org.cn

使用RTPS服务发现协议实现完全的P2P网络拓扑

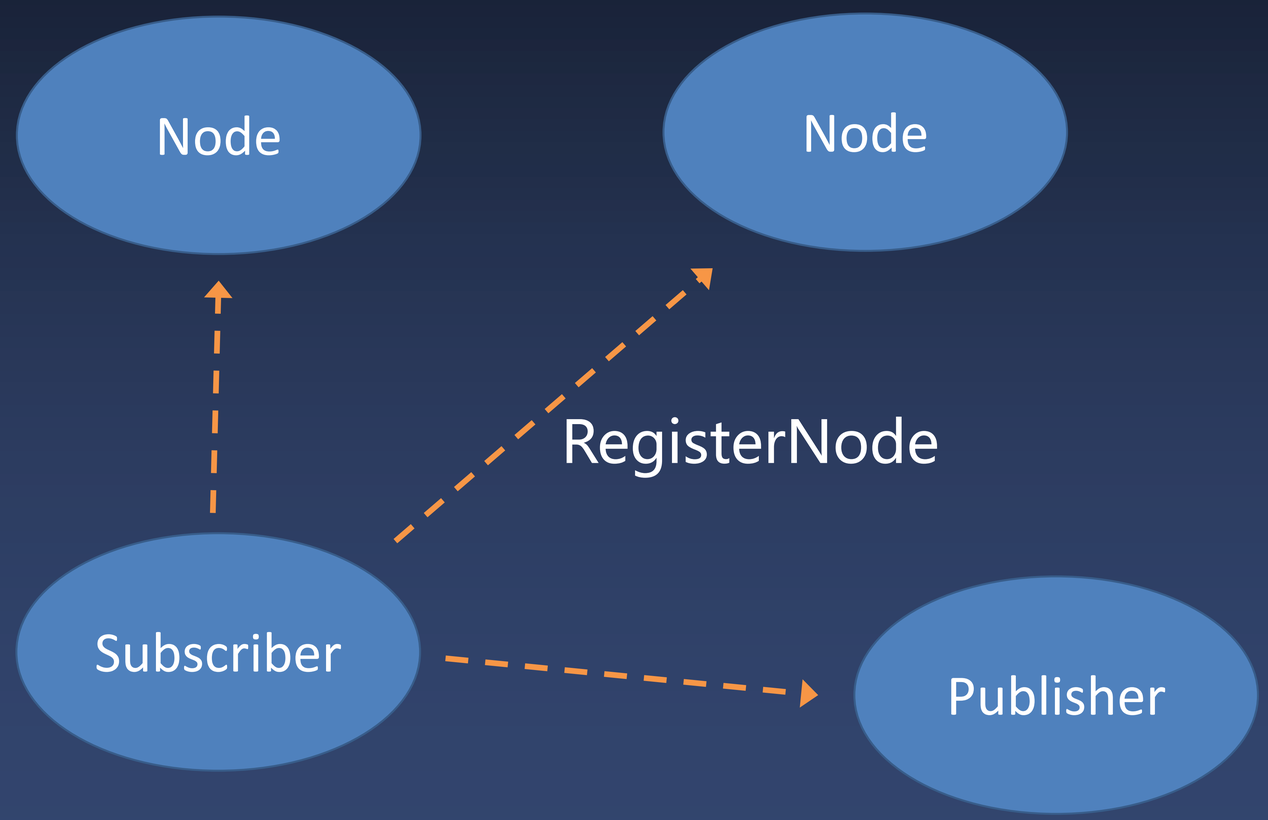




去中心化的网络拓扑

火龙果 · 整理
uml.org.cn

使用RTPS服务发现协议实现完全的P2P网络拓扑

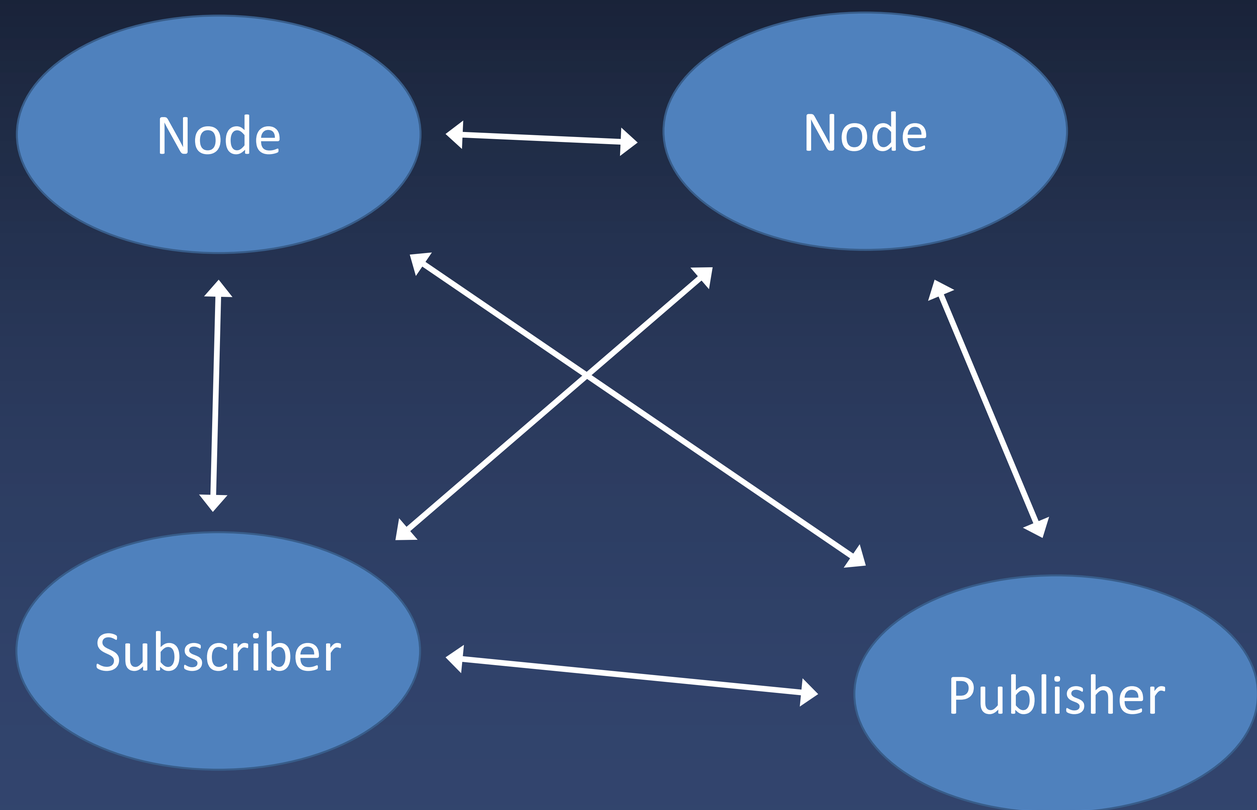


① Sub节点启动，通过组播向网络注册

去中心化的网络拓扑

火龙果 · 整理
uml.org.cn

使用RTPS服务发现协议实现完全的P2P网络拓扑

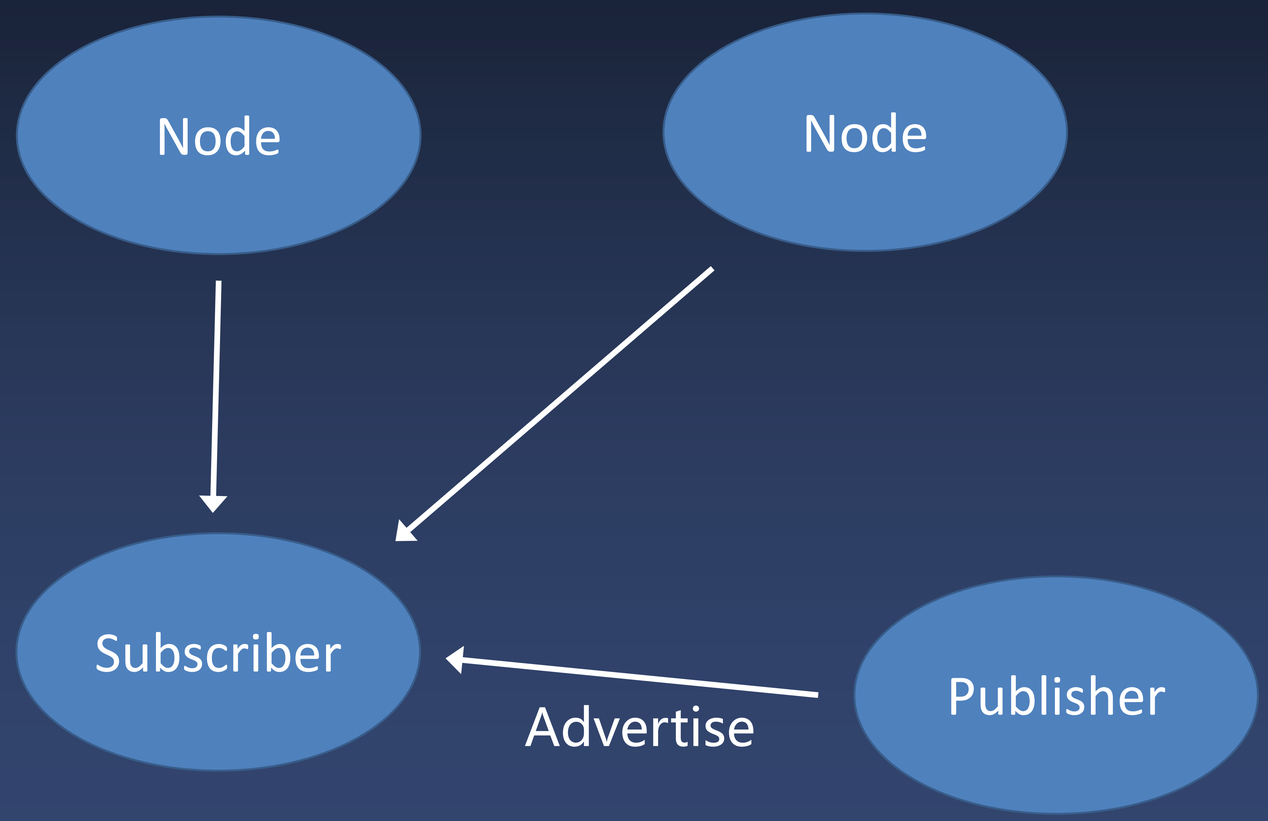


② 通过节点发现，两两建立unicast

去中心化的网络拓扑

火龙果 · 整理
uml.org.cn

使用RTPS服务发现协议实现完全的P2P网络拓扑

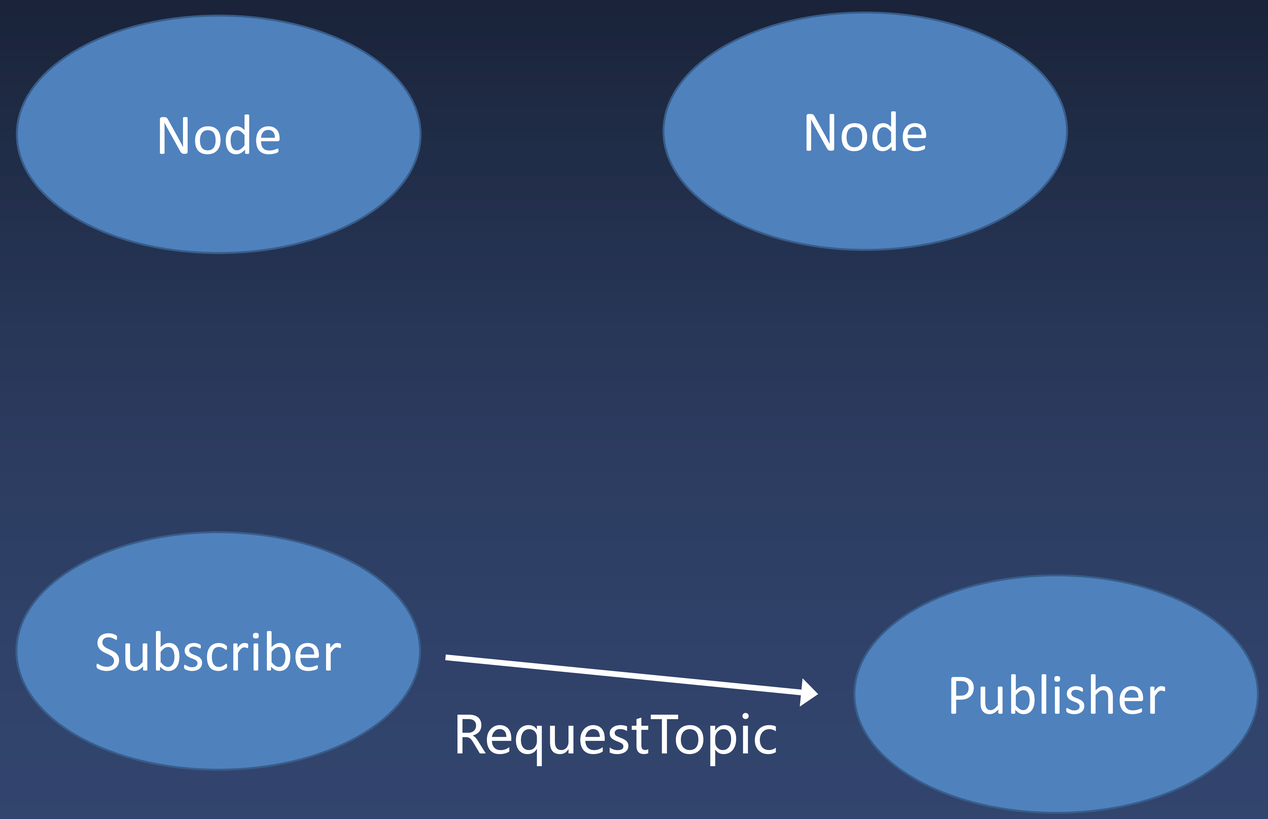


③ 向新加入的节点发送历史拓扑消息

去中心化的网络拓扑

火龙果 · 整理
uml.org.cn

使用RTPS服务发现协议实现完全的P2P网络拓扑



④ 收发双发建立连接，开始通信

目录

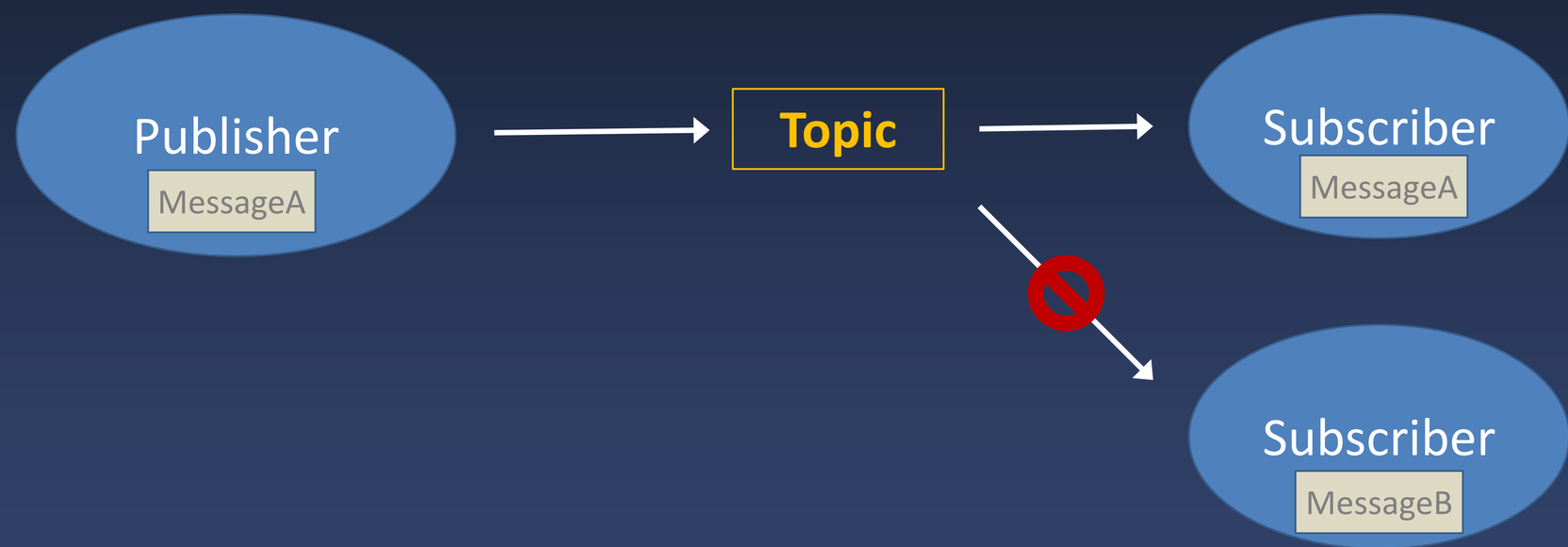
火龙果 · 整理
uml.org.cn

- 背景介绍
- Apollo中ROS的改进
  - 通信性能优化
  - 去中心化的网络拓扑
  - 数据兼容性扩展
- Apollo框架使用

数据兼容性扩展

火龙果 · 整理
uml.org.cn

Message是ROS中描述软件组件接口的语言



数据兼容性扩展

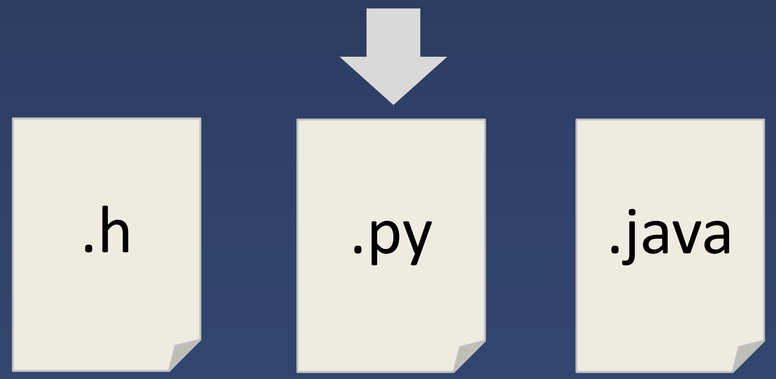
火龙果 · 整理
uml.org.cn

ROS使用msg描述文件定义模块间的消息接口

- 数据结构定义
- 消息接口抽象描述文件
- 对应语言接口代码生成
  - C++， Python...
- 基础message定义
  - Sensor_msgs
  - Navigation_msgs
  - Geomertry_msgs

My_package/ msg /example.msg

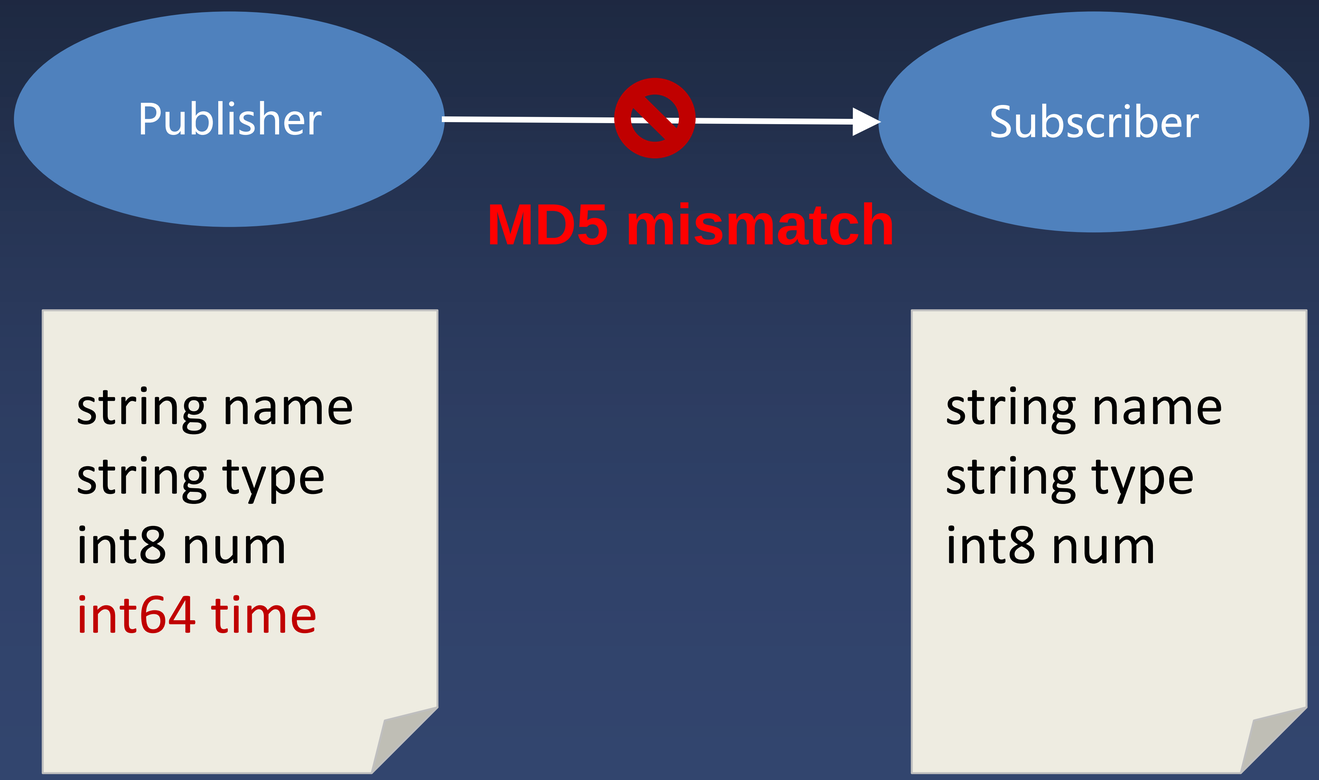
```
string   field1
int8     field2
bool     field3
Other_pkf_msg/custom field4
```



数据兼容性扩展

火龙果 · 整理
uml.org.cn

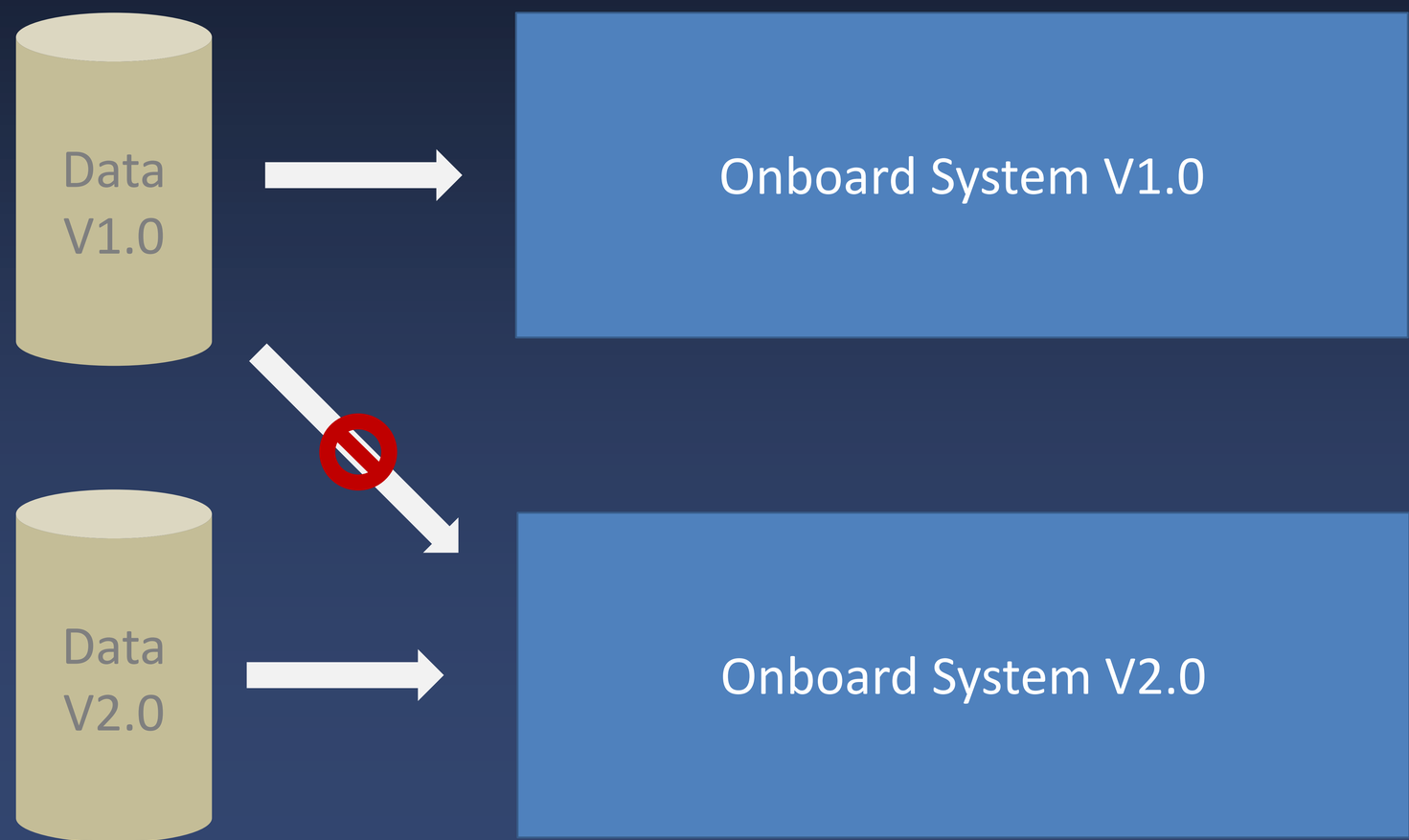
接口升级后，不同版本的模块难以兼容



数据兼容性扩展

火龙果 · 整理
uml.org.cn

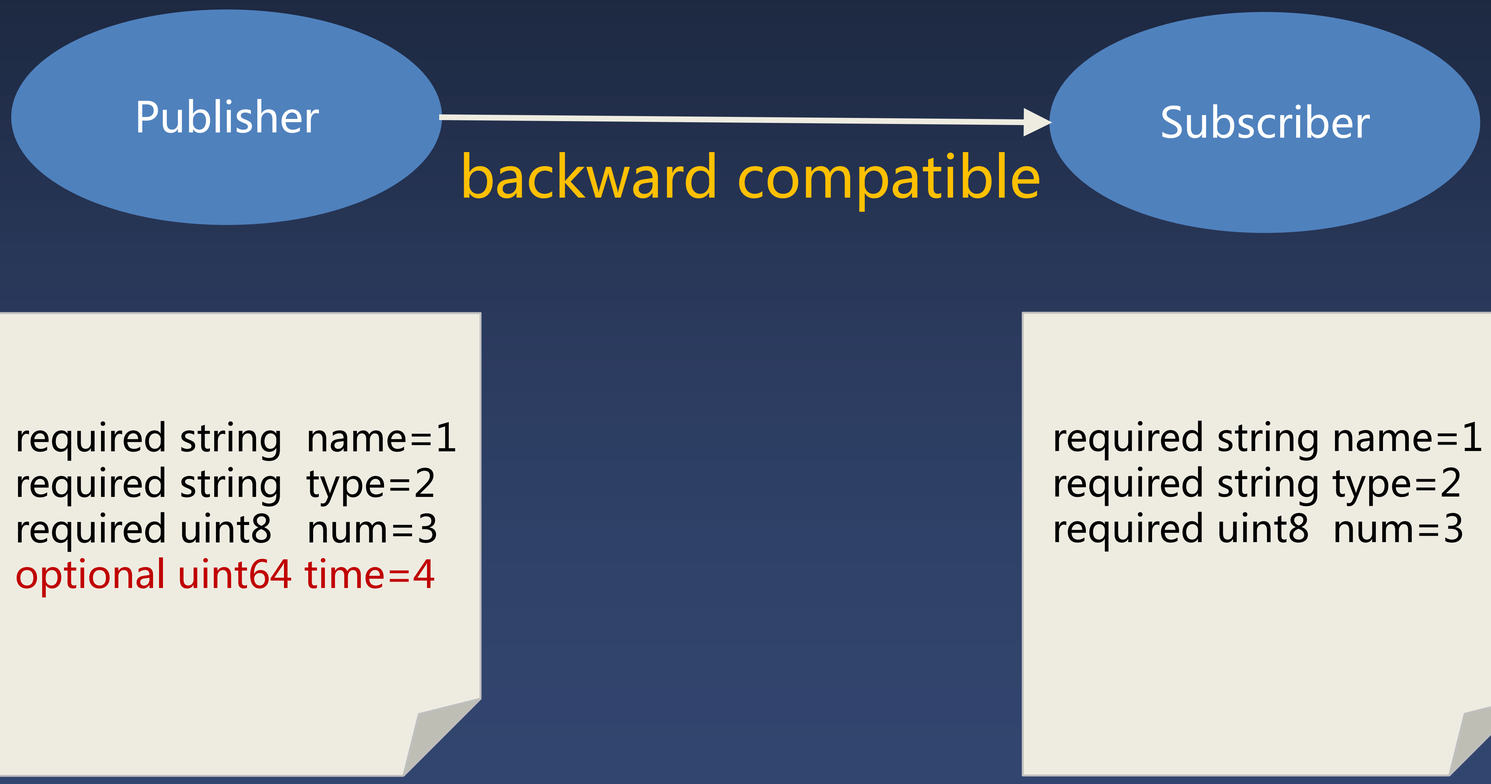
接口升级后，历史数据也面临着无法使用的问题



数据兼容性扩展

火龙果 · 整理
uml.org.cn

protobuf能够很好地支持向后兼容



数据兼容性扩展

火龙果 · 整理
uml.org.cn

protobuf消息格式与ROS的深度集成

原生 ROS

- 手动编译维护proto文件的编译、链接、部署

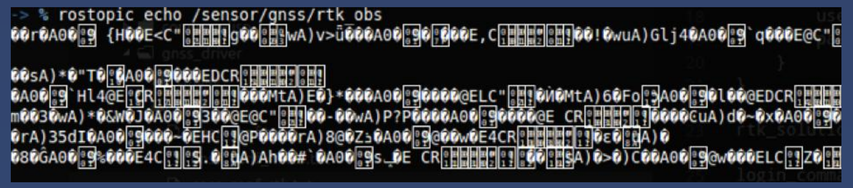
```
set(PROTO_CONTROL_DIR ${CMAKE_CURRENT_SOURCE_DIR}/proto)
message("WORK_ROOT: " ${WORK_ROOT})

FILE(GLOB PROTO_FILES_COMMON "${PROTO_CONTROL_DIR}/*.proto")
message("PROTO_FILES_COMMON: " ${PROTO_FILES_COMMON})
PROTOBUF_GENERATE_CPP(PROTO_SRCS PROTO_HDRS ${PROTO_FILES_COMMON})
```

- 工程中嵌套使用PB格式消息

```
    std_msgs::String ros_msg;
    pb.SerializeToString(&ros_msg.data);
    g_pad_msg_pub.publish(ros_msg);
```

- 调试工具解析乱码



Apollo ROS

- **直接编译proto消息, 学习成本低**

```
add_proto_files(
  DIRECTORY proto
  FILES chatter.proto
)
```

- **工程中直接使用PB格式消息**

```
    pb_msgs::ShortMessage pb_msg;
    ros::Time now = ros::Time::now();
    pb_msg.mutable_stamp()->set_sec(now.sec);
    pb_msg.mutable_stamp()->set_nsec(now.nsec);
    std::stringstream ss;
    ss << "Hello world " << count;
    pb_msg.set_content(ss.str());

    ROS_INFO("%s", pb_msg.content().c_str());
    pb_chatter_pub.publish(pb_msg);
```

- **调试工具直接解析显示**

```
-> % rostopic echo /sensor/gnss/rtk_obs
sat_obs {
  sat_prn: 5
  sat_sys: BDS_SYS
  band_obs_num: 2
  band_obs {
    band_id: BDS_B1
    frequency_value: 0
```

目录

火龙果 · 整理
uml.org.cn

- 背景介绍
- Apollo中ROS的改进
  - 通信性能优化
  - 去中心化的网络拓扑
  - 数据兼容性扩展
- Apollo框架使用

如何获取Apollo

火龙果 · 整理
uml.org.cn

Apollo开放平台

https://apollo.auto/

Github代码库

https://github.com/ApolloAuto/apollo

百度AI开放平台

https://ai.baidu.com

编译运行Apollo

火龙果 · 整理
uml.org.cn

1. 安装docker

```
bash docker/scripts/install_docker.sh
# logout and login to make sure to run docker command without sudo
docker ps  # to verify docker works without sudo
bash docker/scripts/dev_start.sh
bash docker/scripts/dev_into.sh
```

2. 编译Apollo

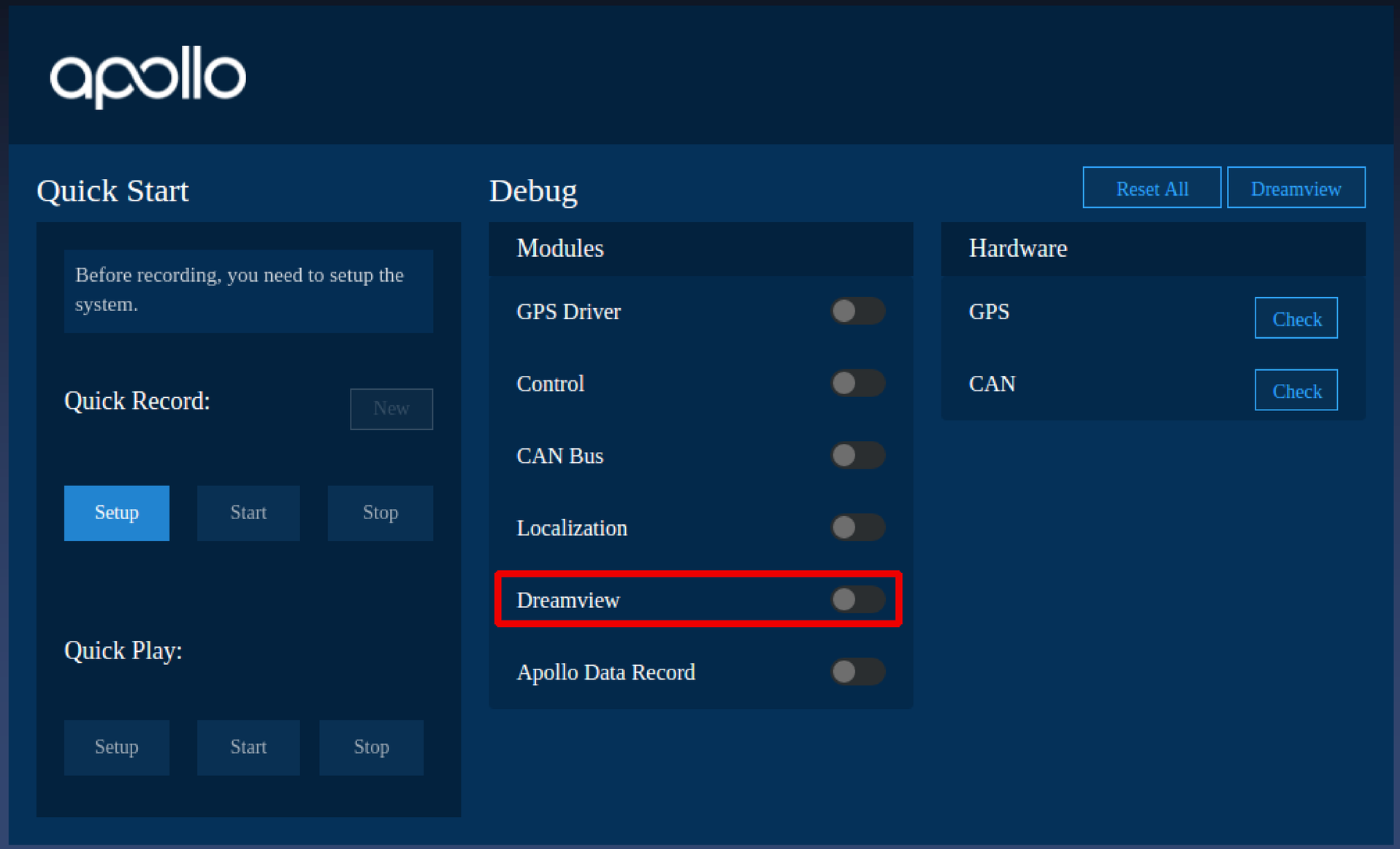
```
bash apollo.sh build
```

3. 启动Apollo

```
# start Human Machine Interface(HMI)
bash scripts/hmi.sh
```

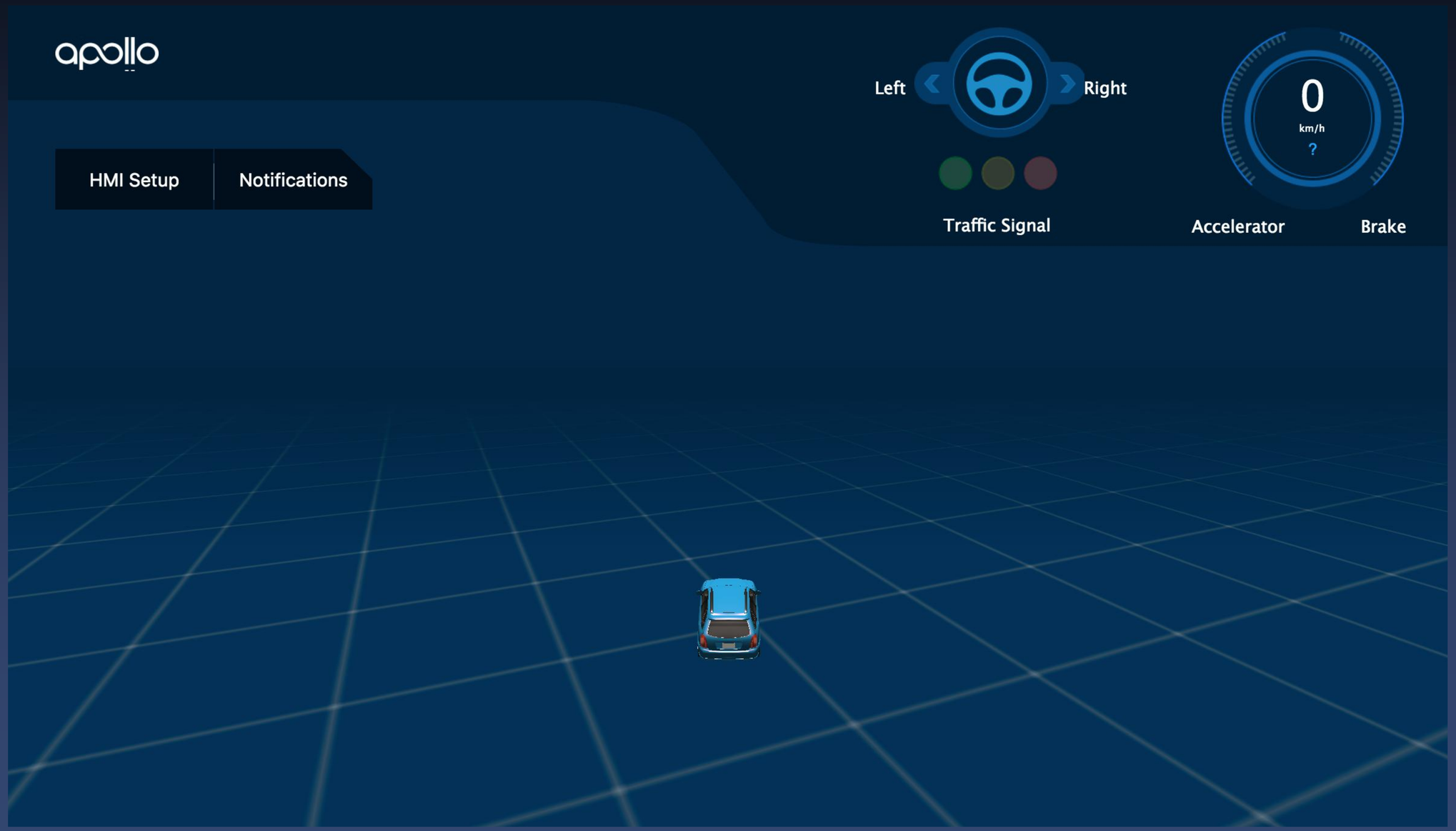
进入HMI页面Apollo

火龙果 · 整理
uml.org.cn



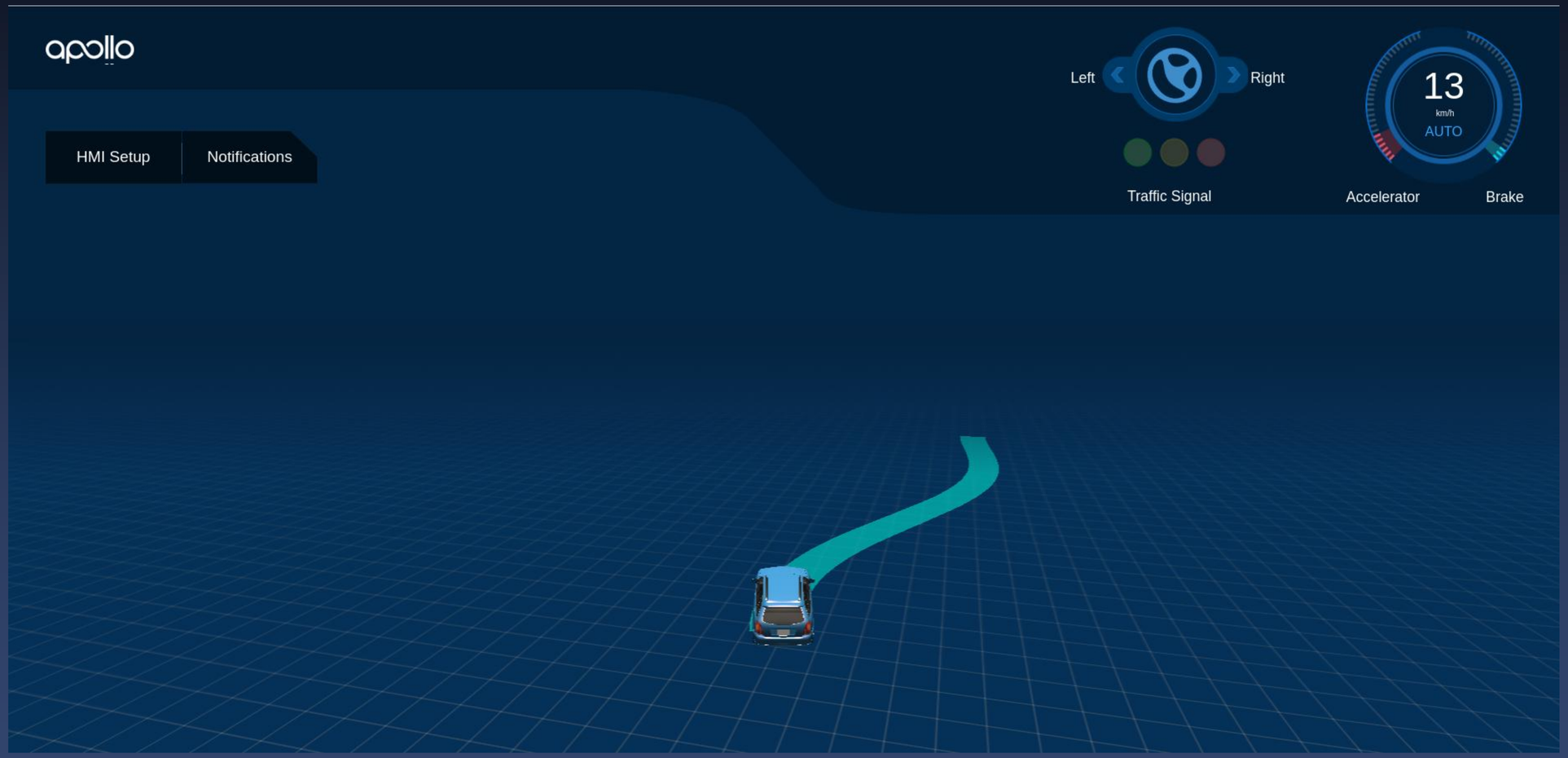
Dreamview实时显示

火龙果 · 整理
uml.org.cn



回放数据重现场景

火龙果 - 整理
uml.org.cn




```
# in a different terminal, in the apollo directory
bash docker/scripts/dev_into.sh # jump into the docker container
rosbag play -l ./docs/demo_guide/demo.bag
```

更多帮助文档

火龙果 · 整理
uml.org.cn

ApolloAuto / apollo

Unwatch 436 | Unstar 4,953 | Fork 901

Code | Issues 35 | Pull requests 0 | Projects 0 | Wiki | Settings | Insights

Branch: master | apollo / docs / quickstart / | Create new file | Upload files | Find file | History

AllenLyu committed with Jinghao Miao Added quickstart in Chinese ... 1 Latest commit cb59cd7 9 days ago

..

images	Apollo 1.0.0 release	17 days ago
apollo_1_0_hardware_system_installation_guide.md	Fix kernel installation steps.	14 days ago
apollo_1_0_quick_start.md	fixed typos	16 days ago
apollo_1_0_quick_start_cn.md	Added quickstart in Chinese	8 days ago
apollo_1_0_quick_start_developer.md	Fix kernel installation steps.	14 days ago

更多帮助文档

火龙果 · 整理
uml.org.cn

Branch: master ▾ apollo / docs / howto / Create new file | Upload files | Find file | History

Capri2014 committed with startcode Update how_to_tune_control_parameters.md — Latest commit 060e615 9 days ago

..		
how_to_add_a_gps_receiver.md	fixed typos	16 days ago
how_to_add_a_new_can_card.md	Apollo 1.0.0 release	17 days ago
how_to_add_a_new_control_algorithm.md	Apollo 1.0.0 release	17 days ago
how_to_add_a_new_vehicle.md	fixed typos	16 days ago
how_to_add_an_external_dependency.md	Apollo 1.0.0 release	17 days ago
how_to_build_and_release.md	fixed typos	16 days ago
how_to_debug_dreamview_start_problem.md	Apollo 1.0.0 release	17 days ago
how_to_document_code.md	Apollo 1.0.0 release	17 days ago
how_to_save_load_docker_image_locally.md	Apollo 1.0.0 release	17 days ago
how_to_style_check_to_one_dir.md	Apollo 1.0.0 release	17 days ago
how_to_troubleshoot_esdcan.md	Apollo 1.0.0 release	17 days ago
how_to_tune_control_parameters.md	Update how_to_tune_control_parameters.md	9 days ago
how_to_update_vehicle_calibration.md	Apollo 1.0.0 release	17 days ago

Q&A

火龙果 • 整理
uml.org.cn

谢谢