**无人系统组件与组件间通讯的消息格式**

钟兴

**1.同一个软总线中组件间的通讯**

**1.1发布/订阅方式**

对于同一个软总线中组件间的通讯，采用发布/订阅的通讯方式。通讯的两个组件采用话题进行通信，发送消息的组件称为发布者，接收消息的组件称为订阅者。发布者将消息发布到一个特定的话题上，订阅者订阅了同样的话题就能接收到消息了。在这种方式下，进行通讯只需要定义好话题和消息类型，至于具体的通信细节由软总线来实现，这就简化了通信的复杂度。同时，发布/订阅模式能实现多对多的通信。

**1.2请求/应答方式**

如果要实现一对一的通信的话，就采用请求/应答方式。一个客户端节点发送一些称为请求的数据到一个服务器节点，并且等待回应。服务器节点接收到请求后，采取一些行动（计算、配置软件或硬件、改变 自身行为等），然后发送一些称为响应的数据给客户端节点。

请求和响应数据携带的特定内容由服务数据类型来决定。同消息类型一样，服务数据类型也是由一系列域构成的。唯一的区别就在于服务数据类型分为两部分，分别表示请求（客户端节点提供给服务器节点）和响应（服务器节点反馈给客户端节点）。

**2.不同软总线间的组件间的通讯**

**2.1通讯方式**

对于不同软总线间的组件间的通讯，如下图所示。每个软总线都有一个通信组件，用于与其他软总线进行通信时的消息封装与解析、发送与接收。由于每一个软总线都有很多组件，通信组件需要有某种机制来实现消息路由。

修改：对于不同软总线间的通讯，拟采用zeroMQ来替换Socket方式。zeroMQ是对Socket的一种封装，性能比Socket好，是一种用于分布式环境的通信方式。zeroMQ提供了请求/响应、发布/订阅、推/拉方式。

**2.2消息格式**

针对跨软总线的组件之间的通讯，设计如下消息格式。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 起始标记 | 消息类型ID | 源软总线ID | 目的软总线ID | 源组件ID | 目的组件ID | 话题ID | 消息数据类型ID | 消息长度 | 序列号 | 消息内容 |
| 1Byte | 1Byte | 1Byte | 1Byte | 1Byte | 1Byte | 1Byte | 1Byte | 1Byte | 1Byte | 0~255Byte |
| uint\_8 | uint\_8 | uint\_8 | uint\_8 | uint\_8 | uint\_8 | uint\_8 | uint\_8 | uint\_8 | uint\_8 |  |

**注：标黄字段是否需要待定。**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 起始标记 | 消息类型ID | 源软总线ID | 目的软总线ID | 话题ID | 消息数据类型ID | 消息负载长度 | 序列号 | 预留位 | 消息负载 |
| 1Byte | 1Byte | 2Byte | 2Byte | 1Byte | 1Byte | 1Byte | 1Byte | 4Byte | 0~255Byte |
| uint\_8 | uint\_8 | uint\_16 | uint\_16 | uint\_8 | uint\_8 | uint\_8 | uint\_8 |  |  |

各字段的解析如下：

1. 起始标记：消息包的起始位，值为254。
2. 消息类型：包括调用消息、返回消息、错误消息和数据消息4种（ID值依次为1，2，3，4）。调用消息用于一个实体向另一个实体请求调用某一指定方法，可能用于组件与总线之间，也可以是组件与组件之间。返回消息用于组件在成功处理完一个调用请求后向调用者回复。消息通过消息头字段中的序列号来表明这个回复对应的是哪一个方法调用消息。错误消息用于服务向调用方返回错误调用信息，和方法返回消息一样，错误消息也要求指定消息头域中的序列号。此外，错误消息还需要指定消息头域中的错误名。数据消息主要内容是那些传感器的数据，与调用消息的一个最大不同是数据消息无需回复。
3. 软总线ID：用于唯一标识整个无人系统中运行的软总线。对于运行在地面站上的软总线，将其ID设为0。对于运行在其它无人机上的软总线，其ID从1开始编号（例如：1，2，3…）。
4. 话题ID：用于标识接收组件所订阅的话题。
5. 消息ID：用于标识接收组件订阅的话题对应的消息类型。
6. 消息长度：用于描述消息内容的具体长度(0~255Byte)。
7. 序列号：用于确定消息是否丢失或确定返回消息和错误消息对应的调用消息。对于调用消息，采用随机生成的方式。对于返回消息和错误消息，序列号为它所要回复的调用消息的序列号。对于数据消息，该字段没什么实际作用，采用随机生成方式。
8. 消息内容：根据具体的话题中所使用到的消息来填充具体内容。

**3.应用：针对ARDrone的话题和消息数据类型**

**3.1消息格式中话题ID和消息ID的说明**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **消息类型** | **消息ID** | **话题ID** | **话题内容** | **消息数据类型** | **说明** |
| 1 | 1 | 1 | ardrone/takeoff | std\_msgs/Empty | 起飞 |
| 1 | 1 | 2 | ardrone/land | std\_msgs/Empty | 降落 |
| 1 | 1 | 3 | ardrone/reset | std\_msgs/Empty | 重置/返航 |
| 1 | 2 | 4 | cmd\_vel | geometry\_msgs::Twist | 运动姿态控制 |
| 1 | 7 | 9 |  |  | 航点任务  单点任务，kind()== 0;  航迹规划控制航点，kind()== 1;群体航迹，kind()== 2;编队形成目标点，kind()== 3;分散，kind()== 4;聚合，kind()== 5; |
| 4 | 3 | 5 | /ardrone/feedback\_data | feedbackData::FeebackData | 整合的反馈数据 |
| 4 | 4 | 6 | /ardrone/imu | sensor\_msgs/Imu | IMU数据 |
| 4 | 5 | 7 | /ardrone/mag | geometry\_msgs/Vector3Stamped | 磁力计数据 |
| 4 | 6 | 8 | /ardrone/odometry | nav\_msgs/Odometry | 里程计数据 |
| 4 | 8 | 10 | /ardrone/navdata | ardrone\_autonomy::navdata | 导航数据 |
| ~~1~~ | ~~9~~ | ~~11~~ | ~~Ctlpoint~~ | ~~std\_msgs/String~~ | ~~航迹规划的控制航点~~ |
| 4 | 10 | 12 |  |  | 定位数据 |
| 4 | 11 | 13 |  |  | 信息图 |
| 4 | 12 | 14 |  |  |  |

**3.2无人机的飞行控制消息**

（1）分别发送消息 std\_msgs/Empty 到对应话题ardrone/takeoff， ardrone/land 和 ardrone/reset，可实现起飞，降落，重置。

（2）起飞后，发送geometry\_msgs::Twist消息到cmd\_vel主题实现飞行。：

-linear.x: move backward

+linear.x: move forward

-linear.y: move right

+linear.y: move left

-linear.z: move down

+linear.z: move up

angular.x

angular.y

-angular.z: turn right

+angular.z: turn left

（3）geometry\_msgs::Twist有两个angular.x 和angular.y，可以用来开启或关闭自动悬停模式。当6个变量设置为0时候，进入自动悬停模式，如果你不想进入自动悬停模式，设置前4个变量为0，其他2个为任意的非0值。

3.3无人机的传统导航数据Legacy navigation data

从飞机接收到的信息发布到ARDrone/navdata话题，消息类型是ardrone\_autonomy::navdata，其具体消息内容如下。

header: ROS message header

batteryPercent: 电量百分比 (%)

state: 状态:

0: Unknown

1: Inited

2: Landed

3,7: Flying

4: Hovering

5: Test (?)

6: Taking off

8: Landing

9: Looping (?)

rotX: 左/右倾斜度 (X 轴旋转)

rotY: 前/后倾斜度 (Y轴旋转)

rotZ: 方向度(Z轴旋转)

magX, magY, magZ: 磁力计读数， (AR-Drone 2.0 Only) (TBA: Convention)

pressure: 气压计数据 (AR-Drone 2.0 Only) (Pa)

temp : 温度数据 (AR-Drone 2.0 Only) (TBA: Unit)

wind\_speed: 估算的风速 (AR-Drone 2.0 Only) (TBA: Unit)

wind\_angle: 估算的风角(AR-Drone 2.0 Only) (TBA: Unit)

wind\_comp\_angle: 估算的风角补偿 (AR-Drone 2.0 Only) (TBA: Unit)

altd: 估算的海拔高度(mm)

motor1..4: 4个电机PWM 值

vx, vy, vz: 线速度 (mm/s) [TBA: Convention]

ax, ay, az: 线性加速度 (g) [TBA: Convention]

tm: 返回的数据时间戳，无人机的启动后以微秒计算。