

使用 imu_tools 实现轻舟机器人 IMU 滤波

AI 航团队

概述

与 IMU 相关的过滤器和可视化器。堆栈包含：

imu_filter_madgwick: 一种过滤器，可将来自常规 IMU 设备的角速度，加速度和（可选）磁读数融合到方向中。。

imu_complementary_filter: 一种滤波器，该滤波器使用基于互补融合的新颖方法将来自通用 IMU 设备的角速度，加速度和（可选）磁读数融合到方向四元数中。

rviz_imu_plugin rviz 的插件，可显示 `sensor_msgs::Imu` 消息。

一、imu_filter_madgwick 使用说明：

轻舟机器人可采用 `imu_filter_madgwick` 滤波器进行数据处理，下面主要介绍此包的用法。`imu_filter_madgwick` 包用于过滤器从 IMU 设备的原始数据。它将来自通用 IMU 设备的角速度，加速度和（可选）磁读数融合到方向四元数中，并在 `imu / data` 主题上发布融合的数据。该软件包已使用 Phidgets IMU（空间 3/3/3）设备的原始数据输出进行了测试。

（1）订阅的主题

`imu / data_raw` ([sensor_msgs / Imu](#))

- 包含原始 IMU 数据（包括角速度和线性加速度）的消息。

`imu / mag` ([sensor_msgs / MagneticField](#))

- [可选] 磁场矢量；类型为 `sensor_msgs / MagneticField` 或 `geometry_msgs / Vector3Stamped`（已弃用），具体取决于参数 `use_magnetic_field_msg`（请参见下文）

（2）发表的话题

`imu / data` ([sensor_msgs / Imu](#))

- 融合的 Imu 消息，包含方向。

（3）主要参数

动态可重新配置参数

`~gain` (double, 默认值: 0.1)

滤波器的增益。值越高，收敛越快，但噪声越大。较低的值会导致收敛较慢，但信号会更平滑。范围：0.0 至 1.0

`~zeta` (double, 默认值: 0.0)

陀螺仪漂移增益（大约 rad / s）。范围：-1.0 至 1.0

`~mag_bias_x` (double, 默认值: 0.0)

磁力计偏置（硬铁校正），x 分量。范围：-10.0 至 10.0

`~mag_bias_y` (double, 默认值: 0.0)

磁力计偏置（硬铁校正），y 分量。范围：-10.0 至 10.0

`~mag_bias_z` (double, 默认值: 0.0)

磁力计偏置（硬铁校正），z 分量。范围：-10.0 至 10.0

~orientation_stddev (double, 默认值: 0.0)

方向估计的标准偏差。范围: 0.0 至 1.0

不可动态重新配置的参数

~world_frame

指示方向所针对的世界框架, 有效值: "nwu", "enu", "ned"。

~use_mag (bool, 默认: true)

数据融合中是否使用磁场数据。

~use_magnetic_field_msg

如果设置为 true, 则将 /imu / mag 主题订阅为 sensor_msgs / MagneticField; 如果设置为 false (不建议使用), 请使用 geometry_msgs / Vector3Stamped。

~fixed_frame (字符串, 默认: odom)

在 publish_tf 中使用的父框架。

~publish_tf (bool, 默认: true)

是否使用在 fixed_frame 中指定的帧作为父帧并在输入 imu 消息中给定的帧作为子帧, 发布表示 IMU 方向的 TF 变换。

~reverse_tf (bool, 默认: false)

如果设置为 true, 则发布将从 imu_frame 转换为固定帧, 而不是相反。

~constant_dt (double, 默认值: 0.0)

使用的 dt; 如果为 0.0 (默认值), 则根据消息头动态计算 dt。

~publish_debug_topics (bool, 默认: false)

如果设置为 true, 则发布几个调试主题。

~stateless (bool, 默认: false)

如果设置为 true, 则不要发布过滤的方向。取而代之的是, 仅根据最新的加速度计 (和可选的磁力计) 读数发布定向的无状态估计值。对于调试很有用。

~remove_gravity_vector (bool, 默认: false)

如果设置为 true, 则从已发布的 IMU 消息中的加速度字段中减去重力矢量。

二、轻舟机器人应用示例:

上一节 imu_calib 数据校准中讲到, 在原始的 IMU 数据 imu_cail 校准之后, 将其输出的 /corrected 话题重命名为 /imu/data_raw, 因为这正是本文的 imu_filter_madgwick 包要订阅的话题。

我们在 qinzhou_bringup.launch 文件中启动了 imu_filter_madgwick 节点, 内容如下,

```

<node pkg="imu_filter_madgwick" type="imu_filter_node" name="imu_filter_madgwick" output="screen" respawn="true" >
  <param name="fixed_frame" value="odom" />
  <param name="use_mag" value="true" />
  <param name="publish_tf" value="false" />
  <param name="use_magnetic_field_msg" value="true" />
  <param name="world_frame" value="enu" />
  <remap from="imu/data" to="imu_data" />
</node>

```

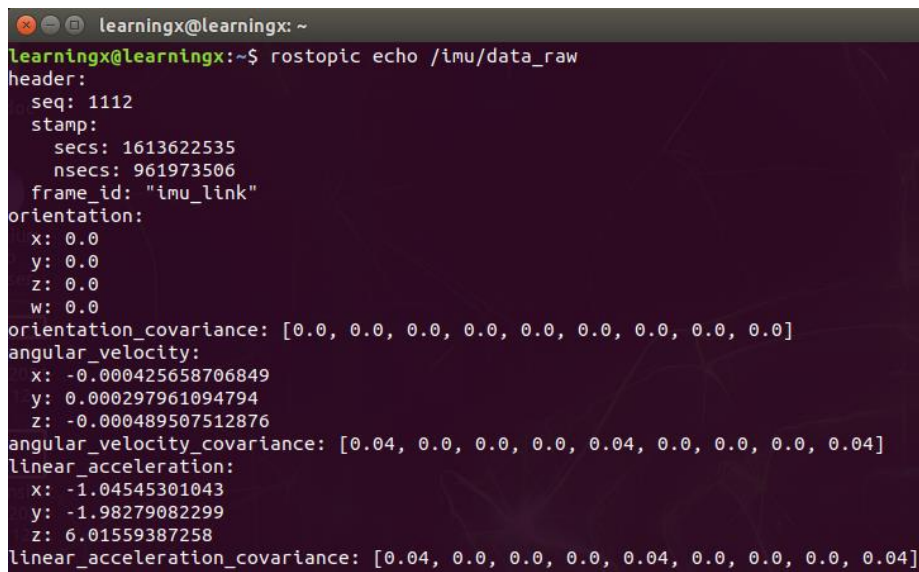
在上图中可以看出，我们将 `use_mag` 设置为 `true`，即可选的磁力计数据我们也要提供，如果将值设为 `false`，也能达到不错的输出效果，具体需要根据实际调试来确定。参考 `qinzhou_ws` 代码包，轻舟机器人在 `qinzhou_bringup` 节点中接收 `stm32` 驱动板发来的数据，经过解算发布了 `/imu/mag` 话题；最后将话题 `imu/data` 重映射为 `imu_data`，这是因为我们下节的数据融合包 `robot_pose_ekf` 将要订阅该话题。

```

magMsg.header.stamp = current_time;
magMsg.header.frame_id = "base_link";
magMsg.magnetic_field.x = magX;
magMsg.magnetic_field.y = magY;
magMsg.magnetic_field.z = magZ;
magMsg.magnetic_field_covariance = {
  0.0,0.0,0.0,
  0.0,0.0,0.0,
  0.0,0.0,0.0
};
pub_mag.publish(magMsg);

```

到此为止，我们已经发布了 `imu_filter_madgwick` 包需订阅的两个话题 `/imu/data_raw` 和 `/imu/mag`，经过滤波器后数据发布话题 `/imu_data`，接下来开下数据效果

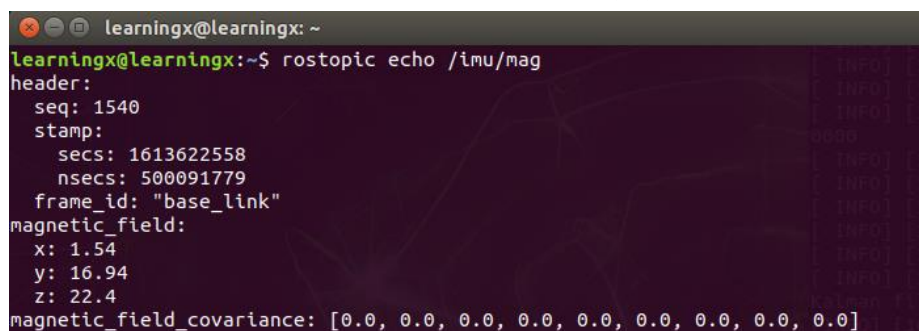


```

learningx@learningx: ~
learningx@learningx:~$ rostopic echo /imu/data_raw
header:
  seq: 1112
  stamp:
    secs: 1613622535
    nsecs: 961973506
  frame_id: "imu_link"
orientation:
  x: 0.0
  y: 0.0
  z: 0.0
  w: 0.0
orientation_covariance: [0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
angular_velocity:
  x: -0.000425658706849
  y: 0.000297961094794
  z: -0.000489507512876
angular_velocity_covariance: [0.04, 0.0, 0.0, 0.0, 0.04, 0.0, 0.0, 0.0, 0.04]
linear_acceleration:
  x: -1.04545301043
  y: -1.98279082299
  z: 6.01559387258
linear_acceleration_covariance: [0.04, 0.0, 0.0, 0.0, 0.04, 0.0, 0.0, 0.0, 0.04]

```

图 1 imu 经过校准后的原始数据



```

learningx@learningx: ~
learningx@learningx:~$ rostopic echo /imu/mag
header:
  seq: 1540
  stamp:
    secs: 1613622558
    nsecs: 500091779
  frame_id: "base_link"
magnetic_field:
  x: 1.54
  y: 16.94
  z: 22.4
magnetic_field_covariance: [0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]

```

图 2 磁力计数据

```

learningx@learningx: ~
learningx@learningx:~$ rostopic echo /imu_data
header:
  seq: 1700
  stamp:
    secs: 1613622577
    nsecs: 118732397
  frame_id: "imu_link"
orientation:
  x: -0.157574968742
  y: 0.0606735345298
  z: 0.0959695395124
  w: 0.98095805156
orientation_covariance: [0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
angular_velocity:
  x: 0.000638488060273
  y: 0.00242625462904
  z: -0.000489507512876
angular_velocity_covariance: [0.04, 0.0, 0.0, 0.0, 0.04, 0.0, 0.0, 0.0, 0.04]
linear_acceleration:
  x: -0.741864195311
  y: -1.74372996178
  z: 5.90517885193
linear_acceleration_covariance: [0.04, 0.0, 0.0, 0.0, 0.04, 0.0, 0.0, 0.0, 0.04]

```

图 3 经过 imu_filter_madgwick 滤波后数据

从以上三幅图可以看出，图 1 为 imu 经过校准后的原始数据，我们发现 orientation 以及其协方差矩阵都为零，这是因为我们发布的时候只发布了角速度和线速度，并没有计算和发布 orientation 相关内容。但是到了图 3 经过滤波器后这部分数据已经被计算出来了。

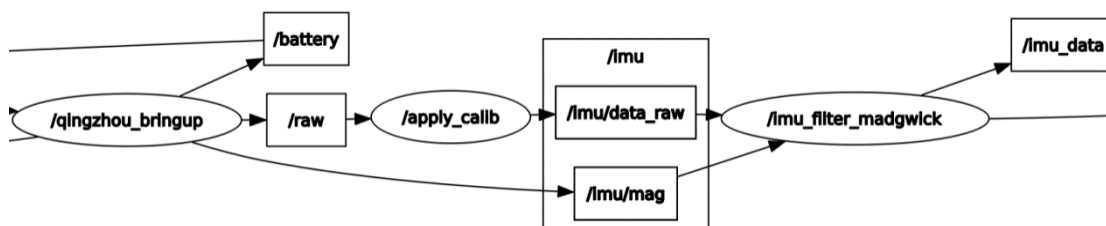


图 4 节点图

从上图可以清晰地看出，我们在 qingzhou_bringup 节点发布的两个话题/raw 和 /imu/mag 最终都到了 imu_filter_madgwick 节点，并发布了 /imu_data 话题。

参考资料：

http://wiki.ros.org/imu_filter_madgwick?distro=groovy

<https://www.cnblogs.com/JingeTU/p/7767999.html>

1. 同学们在使用过程中，如果发现内容有疏漏或者不严谨的地方，请与我们联系，将会有轻舟积分送上！QQ：270220858
2. 内容如有雷同，侵权！

2021 年 2 月