图森未来

组合导航系统使用说明

ITS

韩震

2018.08

**一、代码说明**

本系统的代码由两个独立的模块构成：组合导航模块模块实现组合导航的解算功能，测试模块用来对IMU传感器进行测试。

**1.1 组合导航系统模块**

组合导航模块由四个Python模块实现，各个模块功能和使用说明如下：

**1.1.1 parameter.py**

该模块主要是定义了用于接收话题数据的变量，包括了：INS\_Data，惯性元件给出的陀螺仪和加速度计原始数据，GPS\_Data，GPS给出的位置、速度信息以及状态标志位，Wheel\_Data，用来接收车载轮速计的数据，以及Magnet\_Data，用来接收地磁传感器的数据（代码中需要地磁传感器直接输出偏航角信息）。如果需要新增传感器，可以在该模块内增加用于接受数据的变量。

**1.1.2 main.py**

该模块是整个组合导航系统的代码入口，包括话题订阅、惯导初始对准、导航解算、卡尔曼滤波算法以及话题发布。

输入参数Filter\_Hz决定了导航系统的解算频率，该参数默认值为50Hz。

输入参数Filter\_Number决定了初始对准的时常，该参数默认值为1000个解算周期。

输入参数Kalman\_Number决定了卡尔曼滤波的周期，该参数默认值为50个解算周期。

输入参数Sample\_Number决定了惯导解算优化方案的子样数，该参数默认值为1。

对于坐标系的选择，选择右前上作为载体坐标系，选择东北天作为导航坐标系。错误的安装方式将会带来错误的解算结果。

**（1）话题订阅**

IMU输出单位：陀螺仪输出单位为rad/s，加速度计输出单位为m/s^2。务必确保输出数据未经过处理（数据在载体坐标系下，加速度信息包含重力加速度）。

GPS输出单位：位置信息为经纬为度，高为m，速度信息为m/s。

地磁传感器输出单位：要求直接输出角度信息，单位为rad。

轮速计输出单位：速度单位应为m/s。

对于新加入的传感器，必须检查坐标轴以及数据单位是否正确。

**（2）初始对准**

代码中的初始对准必须在静止环境下进行！

需要用到的数据有：陀螺仪数据、加速度计数据、GPS位置、GPS速度、GPS服务标志位信息。

对准后，对准标志为置为True，且对组合导航系统赋初值。

当GPS的服务标志位GPS\_Data.Service等于1时，说明GPS信息可用，则开始初始对准，初始对准的时长由参数Filter\_Number设定，默认值为1000。当对准时长达到该设定值后，将初始对准的结果作为导航的初始值，并将初始对准的标志位Align\_Flag置为True。在执行初始对准的同时，系统采集接收到的IMU的原始数据，当初始对准结束后，利用这些数据计算陀螺仪的零偏均值及其方差，用于在惯导解算时修正数据。

**（3）惯导解算**

惯导解算需要用到的数据有：加速度计数据、陀螺仪数据、卡尔曼滤波结果、子样数目、解算周期。利用初始对准中获取的零偏均值和方差对陀螺仪数据进行处理，超过3倍方差的输出数据认为是有效数据，否则置为0。

惯导解算首先将载体系中的加速度信息和角速度信息转换到合适的坐标系下，速度位置通过直接积分运算获得，角度通过解微分方程获得。在这里，俯仰角限定在[-90， 90]，滚转角限定在[-180，180]，偏航角限定在[0，360]。

通过设定子样数目，可以选择不同的解算优化方案，但优化方案对低精度传感器的作用很低。

同时，利用加速度计对姿态进行互补滤波。由于加速度计只能给出俯仰和滚转角，偏航角需要GPS或者地磁传感器给出。同时，由于加速度计精度较差，采用互补滤波后能够保证姿态角不发散，但当姿态角接近角度最大最小值时，精度较差。

输出的结果为位置（经纬高，经纬单位为°）、速度（m/s）、姿态（rad）、以及姿态矩阵

测试显示，对目前采用的IMU来说，不同的位姿更新策略对结果影响不大。

在解算流程中，我们可以改变以下内容来测试系统性能：（1）子样数；（2）更新策略。

**（4）卡尔曼滤波**

卡尔曼滤波需要用到参数有：惯导解算的输出、加速度计和陀螺仪数据、GPS给出的位置、GPS或者轮速计给出的速度、GPS或地磁给出的姿态角，以及滤波周期。

输出的结果为：经纬高误差、速度误差、姿态误差的估计量，这些量将用于在惯导解算时修正惯导结果。

本系统采用的组合模式为松组合，状态量除位置、速度、姿态外，还包含对加速度计、陀螺仪的参数估计。量测量为位置、速度、姿态。

具体的状态方程可查阅国内外文献。目前，系统噪声和量测噪声的协方差矩阵是预先设定的。

通过修改噪声的协方差矩阵，可以改变GPS和IMU的权重。

若加入新的传感器，根据传感器数据与误差之间的关系，对量测方程进行修改即可。

**（5）信息发布**

在解算之后，组合导航系统会给出当前的位置、速度、姿态。节点以话题“/INS”发布这些导航数据。通过修改Filter\_Hz可以修改发布频率，通过修改msg格式，可以改用其他的格式发送这些数据。

**1.2测试模块**

测试模块是组合导航模块的简化版本，用来直观上评估IMU传感器的性能。其性能评价标准是：

（1）静止情况下，1秒后，水平速度发散的大小;

（2）静止情况下，300个滤波周期后，偏航角发散的大小。（由于系统中采用互补滤波，俯仰角和滚转角不会发散）

在测试模块中，制造了虚假的GPS信号，给定了初始化位置，并将速度真值和姿态真值设定为0。

在解算过程中，每一次滤波后，都会打印出速度的发散量、当前时间段内偏航角的发散量，以及俯仰角和滚转角的数值。

当程序运行满300个滤波周期后，将会停止。

**二、传感器安装与使用说明**

**2.1 MTI-G-710**

该传感器安装时，保证Y轴指向车头即可。

在使用前，需要对传感器进行配置，配置方法如下：

（1）首先进入到传感器的nodes路径下，使用如下命令：

./mtdevice -c “aa50, wr50, np4”

aa表示加速度计数据，wr表示陀螺仪数据，np表示带标志位的GPS数据。后面的数字表示输出频率。

（2）打开传感器驱动：

roslaunch xsens\_driver xsens\_driver.launch

**2.2 HG1120**

该传感器安装时，请参考HG1120的操作手册。操作手册中给出Z轴，在本系统中认为是Y轴，需要指向车头。

在驱动文件的目录下，打开传感器驱动的命令如下：

python hg1120.py

**2.3 HMR2300**

该传感器安装时，保证Y轴指向车头即可。

在驱动文件的目录下，打开传感器驱动的命令如下：

python hmr2300.py