

## 问题1

cartographer这套代码有没有阅读的必要？如果要阅读，阅读时要重点阅读哪一方面？代码规范？重定位思路？融合思路？是其他别的东西

## 问题2

老师是怎么看待**闭环时是使用scan2map还是map2map**这个问题的？我试过把LIO-SAM的闭环改成map2map，发现闭环效果和scan2map没太大区别，建出来的图几乎一样。

同时，跑kitti08数据集时，发现map2map在某些路段闭不上环，比如车辆重复通过一个十字路口，必须要把fitness score调大才能闭上环。但fitness score调大了不就影响闭环质量了嘛...那map2map的意义也不太大了呀。想听听老师的看法

## 问题3

关于程序中各个坐标系的讨论。我按照个人理解列出程序中的坐标系：

1. ENU坐标系：相当于gnss的原点，也可以称为导航系{n}
2. 激光里程计原点坐标系：与ENU坐标系位置重合，但相差了一个旋转矩阵
3. 机体坐标系：gnss经纬度数据投影到ENU坐标系后，就得到**机体相对于ENU系的姿态，在ENU系下表示**。实际运行中，机体系与车固联，跟随车运动
4. lidar坐标系：激光里程计得到就是**lidar系相对于激光里程计原点坐标系的位姿，在激光里程计原点坐标系下表示**。同时，机体系与lidar系之间相差了一个外参。实际运行中，lidar系与车固联。

问题：

- (1) 上述理解是否正确？若错误，老师能介绍一下各个坐标系吗？
- (2) 通常组合导航返回的是：**机体系相对于导航系的速度，在导航系下表示**，即：

$$V_{nb}^n$$

但在kitti数据集中返回的是：**机体系相对与导航系的速度，在机体系下表示**，即：

$$V_{nb}^b$$

它是如何实现的呢？是乘上了一个旋转矩阵吗？即：

$$V_{nb}^b = R_n^b V_{nb}^n$$

## 问题3

标定好的imu如何使用？

从《A Robust and Easy to Implement Method for IMU Calibration without External Equipments》这篇论文，可知：

$$\begin{aligned} a^o &= T^a K^a (a^s - b^a - v^a) \\ \omega^o &= T^g K^g (\omega^s - b^g - v^g) \end{aligned}$$

NOTE:

上式为开源代码中的公式，论文中的公式为：

$$\begin{aligned} a^o &= T^a K^a (a^s + b^a + v^a) \\ \omega^o &= T^g K^g (\omega^s + b^g + v^g) \end{aligned}$$

通过标定，我们可以得到

$$T^a K^a, T^g K^g, b^a, b^g$$

在《quaternion kinematics for the error-state kalman filter》这篇论文中，我们可以得到imu的建模：

$$\begin{aligned} a_m^B &= R_G^B(a^G - g^G) + b_a + n_a \\ \omega_m^B &= \omega^B + b_w + n_w \end{aligned}$$

参考《Monocular Visual Inertial Odometry on a Mobile Device》这篇论文，我们是否可以对上述imu模型进行改造，加上安装误差和刻度系数误差，可以得到：

$$\begin{aligned} a_m^{B'} &= (T^a K^a)^{-1} R_G^B(a^G - g^G) + b_a + n_a \\ \omega_m^{B'} &= (T^g K^g)^{-1} \omega^B + b_w + n_w \end{aligned}$$

其中， $B'$ 表示三轴非正交的坐标系， $B$ 表示三轴正交的坐标系， $TaKa$ 和 $TgKg$ 都是通过标定得到的。

1. 我这样建模是否正确？如果不正确，正确的建模公式是怎么样的，希望老师能提供公式或论文（我在网上找了好久没找到 =. = ）
2. 我这样建模是否可以直接使用《A Robust and Easy to Implement Method for IMU Calibration without External Equipments》标定出来的 $TaKa$ 和 $TgKg$ 这两个参数？
3. 这样建模是否可以使用error state kalman filter？使用时我把 $TaKa$ 和 $TgKg$ 当做常数，会不会比不考虑imu误差的error state精度有所提高？