深蓝学院激光 SLAM 第三次作业

一．本次作业练习目标

巩固课程所学知识，通过代码实践利用里程计完成激光雷达的运动畸变去除，加深对激光雷达数学模型与 ICP 算法的理解，为下一节课重点拓展 ICP 算法学习做铺垫。

二．作业计分原则

满分为 12 分，10 分为优秀，8 分为良好，6 分为及格。

三．作业提交说明

需提供完整的 PDF 报告及代码。公式推导题可以手写照相粘进 PDF，也可以直接写进 PDF。

四．作业题目说明

1. 补充去除激光雷达运动畸变模块的代码；(6 分)

2. 阅读论文 Least-Squares Fitting of Two 3-D Points Sets，推导并证明已知对应点的 ICP 求解方法；(2 分)

3. 阅读论文 Precise indoor localization for mobile laser scanner 前两章，回答问题。（2 分）

(1) 根据第二章内容，简述激光雷达测距原理。

4. 简答题，开放性答案：设计使用 IMU 去除激光雷达运动畸变的方法并回答问题。（2 分）

(1) 仅用 IMU 去除运动畸变可能会有哪些不足之处?

(2) 在仅有 IMU 和激光雷达传感器的情况下，你会如何设计运动畸变去除方案(平移+旋转)，达到较好的畸变去除效果?

五．作业提示与学习材料

第一题代码说明:

本题目为实现一个里程计去除激光雷达运动畸变的代码模块，作业里面有两个工程：champion_nav_msgs 和 LaserUndistortion。大家需要首先编译安装 champion_nav_msgs，按照 champion_nav_msgs 的 readme 文件执行即可，或运行命令 sudo bash install.sh，注意如果你的 ros 版本不是 kinetic，要将所有 kinetic 的地方修改成你的 ros 版本名字。

程序运行过程为:

Step1：实现 207 行 LidarMotionCalibration 函数，并用 catkin_make 命令进行编译；

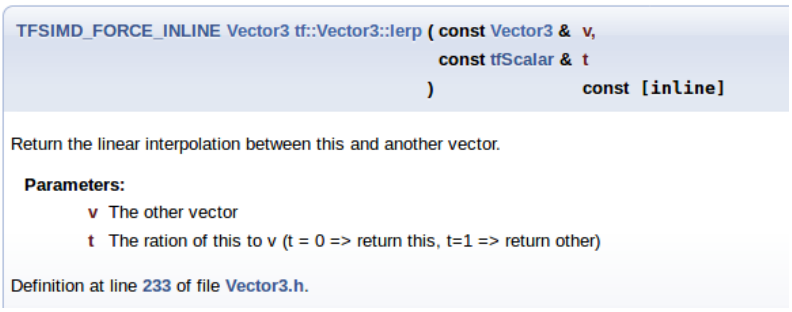
Step2：在 LaserUndistortion 下，进行 source：source devel/setup.bash；

Step3：运行 launch 文件：roslaunch LaserUndistortion LaserUndistortion.launch，执行本条指令的时候，必须保证没有任何 ROS 节点在运行， roscore 也要关闭；
Step4：进入到 /bag 目录下,运行指令:rosbag play --clock laser.bag;
Step5：如果一切正常,则会看到 pcl 的可视化界面,当可视化界面中存在数据的时候,按 R 键即可看到结果（红色为畸变矫正前,绿色为畸变矫正后）。

Least-Squares Fitting of Two 3-D Points Sets 这篇文章虽然比较老，但对 ICP 的推导非常明了详细，ICP 是激光 slam 的基础，请一定要花时间把原理弄清。

Precise indoor localization for mobile laserscanner 2015 这篇硕士论文比较详细的介绍了激光 slam 从底层架构到具体实现，并比较全面的测试对比了 GMapping，Hector Slam，Karto 三种激光 slam 算法。可以作为不错的激光 slam 入门材料，推荐大家有兴趣可以完整的阅读一遍。

有关于 tf 库对位姿（平移和旋转）的插值函数：



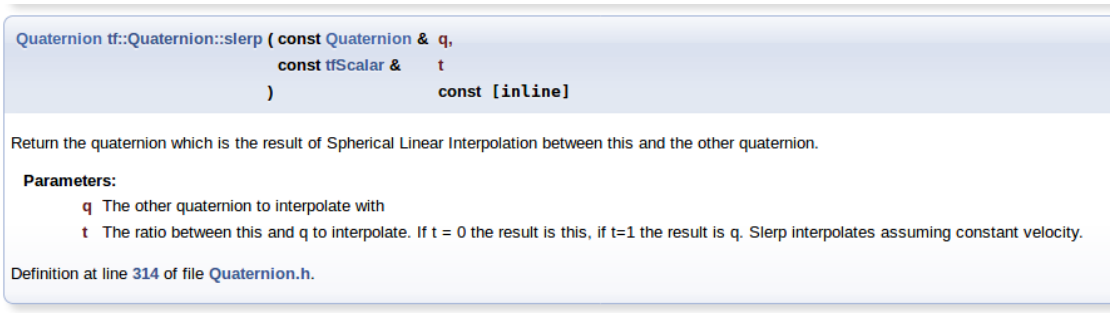
TFSIMD_FORCE_INLINE Vector3 tf::Vector3::lerp (const Vector3 & v,
const tfScalar & t
) const [inline]

Return the linear interpolation between this and another vector.

Parameters:

v The other vector
t The ration of this to v (t = 0 => return this, t=1 => return other)

Definition at line 233 of file Vector3.h.



Quaternion tf::Quaternion::slerp (const Quaternion & q,
const tfScalar & t
) const [inline]

Return the quaternion which is the result of Spherical Linear Interpolation between this and the other quaternion.

Parameters:

q The other quaternion to interpolate with
t The ratio between this and q to interpolate. If t = 0 the result is this, if t=1 the result is q. Slerp interpolates assuming constant velocity.

Definition at line 314 of file Quaternion.h.

http://docs.ros.org/jade/api/tf/html/c++/classtf_1_1Vector3.html#a49220836c2fc359bf9e7feb307cade5a
http://docs.ros.org/jade/api/tf/html/c++/classtf_1_1Quaternion.html#affa098b16b0091af8b71bfb533b5494a
同样 Eigen 库也有类似的接口函数可以进行插值，感兴趣可以自己上网查找学习。

学习 tf 库的材料：
http://www.guyuehome.com/279
http://www.guyuehome.com/355
想了解更多有关 tf 库与坐标变化的内容可以在 ROS 官网进行学习，部分接口内容可以现用现查。
http://wiki.ros.org/tf/Tutorials