

问题:

1. 闭环约束，激光里程计约束的协方差矩阵如何给定才合适？像例程一样给个固定值还是像LIO-SAM那样根据fitness_socre给定比较合适？固定值是如何确定的？
2. 求 jacobian 时，使用左扰动和右扰动（或者世界坐标系下的扰动和机体坐标系下的扰动）在实际应用中性能是否有区别？以前粗读 MSCKF 系列论文时看到他们说不同扰动的形式会影响系统的能观性（不知到是不是我理解有误）…不知到老师是什么看法
3. 使用 evo 评测激光 slam 或视觉 slam 精度时，是使用-a（Umeyama 对齐）还是使用—align_origin（原点对齐）？我在跑开源代码时，特别是视觉 slam，发现有些算法要使用-a 对齐才能达到论文上相同的精度，我个人感觉-a 对齐不能体现出轨迹漂移的情况。什么时候用-a 对齐，什么时候用—align_origin 对齐，想听听老师的看法
4. 关于是否需要添加姿态先验约束的讨论。

我在程序中看到老师说：加了姿态先验约束的效果不好。我自己也尝试加了约束，发现建出来的地图没多大区别，只是在轨迹曲线上有细微的区别。

程序实现:

```
// TODO: 姿态观测的信息矩阵尚未添加
// 备注: 各位使用时可只用位置观测, 而不用姿态观测, 影响不大
// 我自己在别的地方尝试过增加姿态观测, 但效果反而变差, 如果感兴趣, 可自己编写此处的信息矩阵, 并在后端优化中添加相应的边进行验证
Eigen::MatrixXcd G2oGraphOptimizer::CalculateSe3PriorQuaternionEdgeInformationMatrix(Eigen::VectorXcd noise) {
    Eigen::MatrixXcd information_matrix = Eigen::MatrixXcd::Identity(noise.rows(), noise.rows());
    for (int i = 0; i < noise.rows(); i++) {
        information_matrix(i, i) /= noise(i);
    }
    return information_matrix;
}
// namespace graph_ptr_optimization
```

```
// add prior for new key frame pose using GNSS/IMU estimation:
if (graph_optimizer_config_.use_gnss) {
    Eigen::Vector3d xyz(
        static_cast<double>(gnss_data.pose(0,3)),
        static_cast<double>(gnss_data.pose(1,3)),
        static_cast<double>(gnss_data.pose(2,3))
    );
    graph_optimizer_ptr->AddSe3PriorXYZEdge(node_num - 1, xyz, graph_optimizer_config_.gnss_noise);

    // 添加姿态的先验约束
    Eigen::Quaterniond q = Eigen::Quaterniond(gnss_data.pose.block<3,3>(0,0).cast<double>());
    Eigen::Vector3d q_noise(0.1, 0.1, 0.1);
    graph_optimizer_ptr->AddSe3PriorQuaternionEdge(node_num-1, q, q_noise);

    new_gnss_cnt_++;
}
return true;
```

点云地图对比：我挑了两个有闭环约束的地方，可以看到点云地图没多大区别



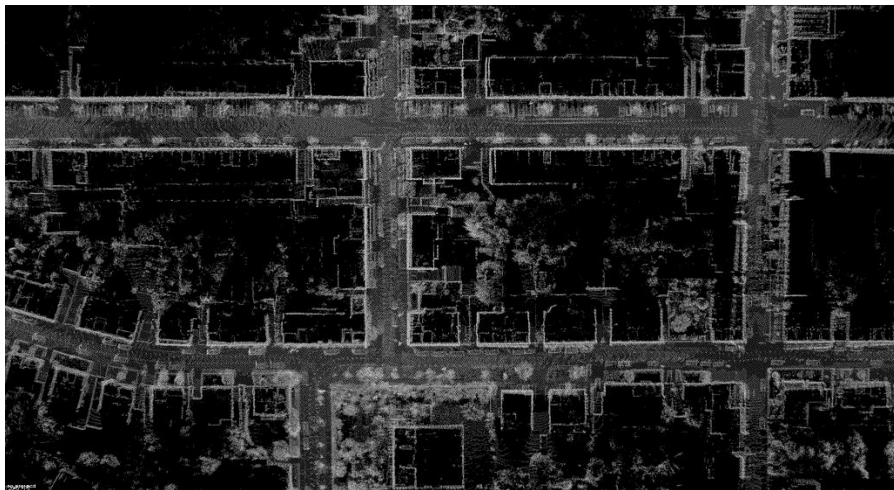
没有使用姿态先验



使用姿态先验，协方差为 0.1（越大越相信先验）



使用姿态先验，协方差为 2.0（越大越相信先验）



没有使用先验约束

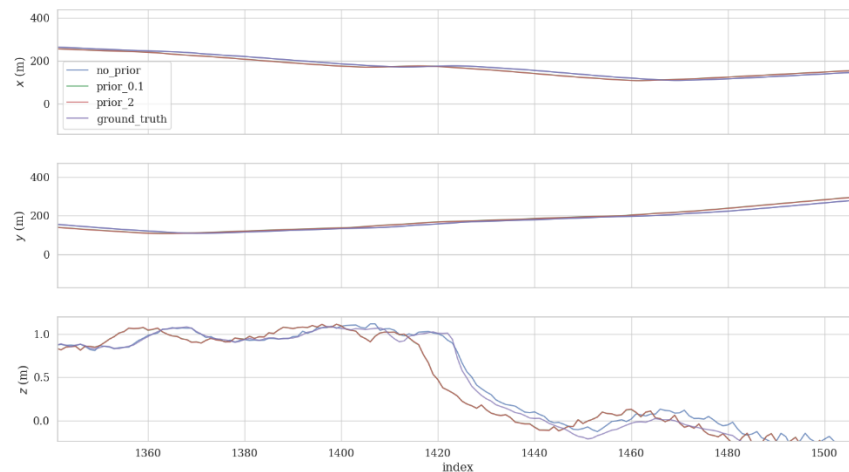


使用姿态先验，协方差为 0.1（越大越相信先验）

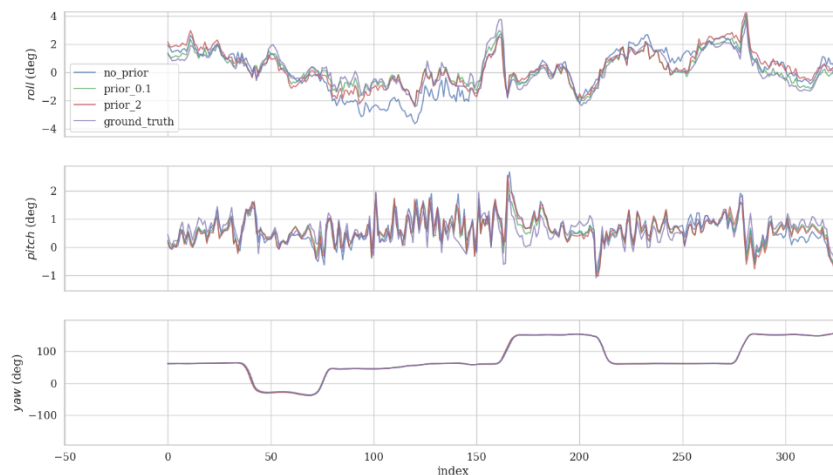


使用姿态先验，协方差为 2.0（越大越相信先验）

轨迹曲线：



上图为 xyz 轴轨迹对比，prior_0.1 表示先验约束方差为 0.1 的曲线，可以看到没有姿态先验约束轨迹跟随的效果会好一点



上图为姿态 rpy 轨迹对比，可以看到，有姿态先验约束在 roll 轴的某些时刻跟随效果比较好

总结：

从我个人实验结果来看，加和不加先验约束没有太大的区别，并没有否认老师实验结果的意思（满满的求生欲）。老师当时是使用 kitti 数据集还是实际工程中的数据？是因为 kitti 的组合导航精度比较高所以没太大区别？老师是怎么评测认为加了约束效果不好的（想听听工程经验）？LIO-SAM 中也只使用了位置约束，是因为它的传感器是 gps 而不是组合导航吗？

个人看法：

一般情况下最好还是不要加姿态先验约束。因为 imu 不受外界影响反映的是系统内部

情况，lidar 受到外界影响反映的是外部的真实情况，建图和定位都是要根据外部环境的，所以理论上 lidar 的状态估计更能反映外部的真实情况。Gnss 提供的姿态可以用在为配准提供 initial guess 或者适当用插值修正激光里程计的 roll, pitch (LOAM, LIO-SAM 好像有这样做，但乘的系数很小)