

论文: Zhang J, Singh S. **LOAM : Lidar Odometry and Mapping in real-time**[C]// Robotics: Science and Systems Conference. 2014.

## 一. 方法简介

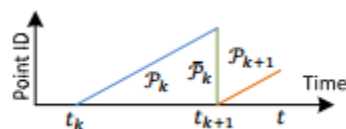
CMU 大学的 Zhang Ji 的 LOAM 以及 LOAM&Vision 的里程估计方法已经占据了 Kitti odom 数据集的前两名。基于激光传感器的里程估计与定位的通用且有效的方法仍然是基于 ICP 的种种方法,而 Zhang Ji 的 LOAM 与此类似,但又有所不同。

Zhang Ji 采用的激光传感器是 Hokuyo 并配有旋转马达,以此得到三维的激光数据。首先,在点云中提取两种特征点,一种是 edge points 角点,另一种是 planar points 面点,利用如下的公式提取:

$$c = \frac{1}{|S| \cdot \|X_{(k,i)}^L\|} \left\| \sum_{j \in S, j \neq i} (X_{(k,i)}^L - X_{(k,j)}^L) \right\|$$

其中  $X$  项指一个点在激光坐标系下的坐标,  $S$  项指一次二维激光连续扫描得到的激光点集合。可知,如果一个激光点是角点,那么  $c$  值会很大;反之,则为平面上连续的点。

由于二维激光器在一次扫描的过程中需要占用一定的时间,文中提出将一次扫描的所有点投影到扫描起始时刻,这样处理更有周期性。如下图所示:



根据两点确定一条直线,三点确定一个平面,每一个  $k+1$  周期的角点可以找到一个与其对应的  $k$  周期的直线  $(j,l)$ ,而每一个面点可以找到一个与其对应的平面  $(j,l,m)$ 。

这里寻找的对应关系是依据最近距离  $d_e$  与  $d_H$ ,这一点和 ICP 方法类似。而周期内的 6D 运动估计则是将两个距离最小化,采用的优化方法是 L-M 方法。论文中有详细的数学推导,这里就不赘述了。

## 二. 相关对比

上学期我将 ethz\_icp\_mapping 与 LOAM 的方法进行了数据集上的测试对比,两者不相上下。ethz 的速度更快,因为它不需要判断激光特征点,而且因为有 post

filter，激光点的密度也更平均；而 LOAM 的点云在整体分布上较为不平衡，但是在里程估计上二者差不多。

在工程实现上，ethz\_icp\_mapping 更具有整体性，提供了很多点云滤波方法（voxel-filer 等等），以及 point-to-point 和 point-to-plane 的选择，参数文档也更为详细。考虑到 LOAM 在刚开始公布的时候只是 Zhang Ji 等个别人在完善，所以在工程实现上稍逊一筹。