**lidar2camera节点外参手动修改说明**

由源代码中第56-105段，CalibrationInit和CalibrationScaleChange两函数可知，摄像头与激光雷达外参的更新是通过初始外参右乘变换矩阵进行更新，即：

其中，***Enew***为进行激光雷达坐标系进行旋转或平移后的外参, ***Elast***为上一状态下的外参, ***T***为进行旋转或平移操作的变换矩阵。当***Elast***为初始时刻的外参时，则***Elast*** = ***E0***。***T***的计算方法如下：

其中，***R***为旋转矩阵, ***t***为平移向量。

沿*x*轴旋转的角为滚转角roll（用*φ*表示）；沿*y*轴旋转的角为滚转角pitch（用*θ*表示）；沿*z*轴旋转的角为偏航角yaw（用*ψ*表示）。则***R***的计算方法如下：

***t***的表示方法如下：

则最终***T***的表示方法为：

若要手动进行外参修改，则只需带入公式计算出变换矩阵***T***，再根据公式对配置文件top\_center\_lidar-to-center\_camera-extrinsic.json中外参***E***的data进行更新即可，data下的每一个括号代表***T***中的一行。

注：公式中的，*θ*，，，，均为每次调整外参时的增量值，而非变化后的总值。如：假设初始=-90°，沿z轴顺时针旋转30°，带入公式中的应为=30°，而非-60°。（*x*，*y*，*z*三轴均已顺时针旋转为正）

目前粗调结果如视频所示，粗调参数为 = -9889°，*θ* = -0.9960°， = 83.6992°， = 7.9770cm， = -0.0797cm， = 0.1824cm