# 手眼标定方案讨论：

## 标定球方案-空间定点[23-10-26]

|  |
| --- |
| 硬件：标准球  标定原理：扫描标准球，通过圆拟合求出截面的圆心，根据勾股定理求出标准球球心，进行B CTC OP=B ETE OP的坐标转换，根据误差方程Δi=Abi-ci求出手眼矩阵A。  改进方法：根据线激光相机光学成像原理，激光线在物体表面的高度差越大误差越大，所以在标定过程中改变位姿只关注拟合圆半径最大的地方，越接近球体半径效果越好。存疑：后续应进行相应的实验进行误差分析。  最优化方程-1：Δ=， (Δi=AC OPi-B ETiE OPi)  主要误差：   * 硬件误差：E OP，标定物的硬件误差。 * Δ的最优化误差   最优化方程-2：利用标定物和法兰盘的相对不变。（E BTB CTC OP）1= （E BTB CTC OP）2 =……  主要误差：   * 相较于上式，减少了硬件误差，两者最优化方程的误差比较需进行实验尝试。 |
|  |

### 尝试自动标定方法

|  |
| --- |
| * 已知E OP – 最优化方程1：   随便将标定球移至激光线下(尽量靠近球心位置)，然后开始自动标定。  标定程序：第一步，求解粗糙精度手眼矩阵，首先拟合当前激光线下的圆，求出圆心坐标，然后求出球心坐标。调整机器人位姿，使机器人重新到达距离球心坐标5%的误差范围内，根据求得位姿结果求解手眼矩阵。利用手眼矩阵求得当前拟合圆心在基坐标系下的坐标位置，然后将球心移至此坐标位置。然后控制机器人以不同位姿到达此空间定点，然后求解手眼矩阵。   * 已知E OP – 自行建立外部基坐标系 – 最优化方程1：   利用tcp在激光线处建立基坐标系(x, y轴方向尽量与相机坐标系保持一致)，然后安置标定球，将标定球球心移至外部基坐标系原点。拟合圆，根据半径大小，判断需要沿y轴哪个方向运动，然后找到最大半径，确定此定点位置坐标，然后改变机器人各轴位姿重新达到此位置坐标(可再次进行最大半径确认)。   * 未知E OP– 自行建立外部基坐标系– 最优化方程2：效果也许比使用最优化方程1好 |
|  |

## 非空间定点

|  |
| --- |
| 非空间定点的方法，例如标定点，需要求出相机的外参及标定物相对于相机的位姿，采用空间定点的方法理论上比非空间定点的方法要多一些求解步骤。 |