# 3D配准问题描述

## 问题描述

给定两个点云P, Q，若对于分别取自P, Q 的任意一对代表物体表面同一位置的点对 ，存在一个刚性变换T，可使：

(1)

其中，，R，t分别是变换到所需的旋转与平移，则称变换T将点云P配准到点云Q上。

由上述定义，假设我们知道两个视角点云中的N个对应关系，称之为控制点，我们可以很容易通过最小化误差函数：

(2)

以求解变换刚性变换T。

实际情况中，对于两个点云中的点，很难找到准确的点对对应关系，所以我们转化问题描述为，通过变换T，最小化点云P中的点到Q上点的距离：

(3)

若我们知道一个将P变换到近似与Q配准的变换T0，最小化e的过程可以通过迭代近似求解的ICP算法[1]完成。

假设给定的场景中，存在一个已知形状的模型（如预知尺寸的刚性立方体），则可以将配准问题转化为模型及其姿态的识别问题。设 分别是已知模型在P, Q 两个点云中所对应的子点云，若我们能在上找到更精确的对应点对作为控制点，则可以将P, Q 配准的问题转化为P’, Q’ 的配准问题，并且获得更高的配准精度。

对于我们所采用的尺寸已知的刚性立方体，因为其邻面正交的特殊性质，假设我们知道立方体顶点、棱边在某坐标系下的坐标，则立方体的“姿态”可以直接获得。假设我们起始时刻已知立方体在全局坐标系下的姿态，且对于后续第i帧扫描得到的点云Pi中，假设我们可以较精确地识别出立方体，并恢复出其在当前帧相机坐标系下的姿态，则点云Pi对应的相机坐标系，在全局坐标系下的姿态（即，相机外参）可以直接由

(4)

获得。其中，T’为变换T的逆变换。

需要注意：

1. 公式(4)提到的直接计算相机外参，而无需ICP迭代的策略，建立在我们每一帧能精确识别视野中立方体姿态的前提下的；
2. 由于立方体在三维空间中有中心对称的特性，对于一个固定姿态的立方体，其坐标系朝向定义具有二义性，可以是T=(R,t)，也可以是T=(-R,t)，因此对于第i帧立方体姿态的定义，需要假定其与前一帧之间姿态变化不大，并参照前一帧姿态 来对当前帧坐标系进行定义。

对于视野中立方体姿态无法精确获取的情形，直接用公式(4)得到的相机姿态进行mesh重建，就不准确。我们可以在每一帧将公式(4)的结果作为ICP的初值，重新迭代调优，以获取较精确的相机外参。

退一步，假设我们在当前帧无法通过深度图恢复出立方体在相机坐标系下姿态，也可以将当前深度图与全局坐标系下的立方体点云进行配准，求解相机外参。具体根据**数据源**的不同，又可以分如下几种方式：

1. 仅与虚拟立方体在(i-1)帧光线投射得到的点云进行配准； //周一组会既定 2016-4-18 15:20:21
2. 与含虚拟立方体的整个0~(i-1)帧重建模型的光线投射点云；//2016-4-17 上周实现， 第0帧处理不十分正确，待修正。

## 参考文献

[1] Chen Y, Medioni G. Object modelling by registration of multiple range images[J]. Image and vision computing, 1992, 10(3): 145-155.