

三维视觉信息处理-ICP报告

2017年1月3日 15:08

作业要求：

对使用结构光系统采集到的点云进行ICP配准与融合。

输入：进行过初配准的若干点云数据

获得的点云数据为.asc文件，包含无序三维点。

点云数据已经过geomagic的初配准，坐标系大致相同。

输出：进行配准之后的点云数据，处于同一坐标系下。

实现平台：

C++，使用OpenCV3.1.0。

主要使用的库函数为：

OpenCV封装的flann::Index，用于构建点云的KD-tree以加速k近邻检索。

OpenCV自带的eigen函数，用于求取矩阵的特征值与特征向量。

其他OpenCV函数，如rand(), cv::Mat 相关的类函数等。

算法流程：

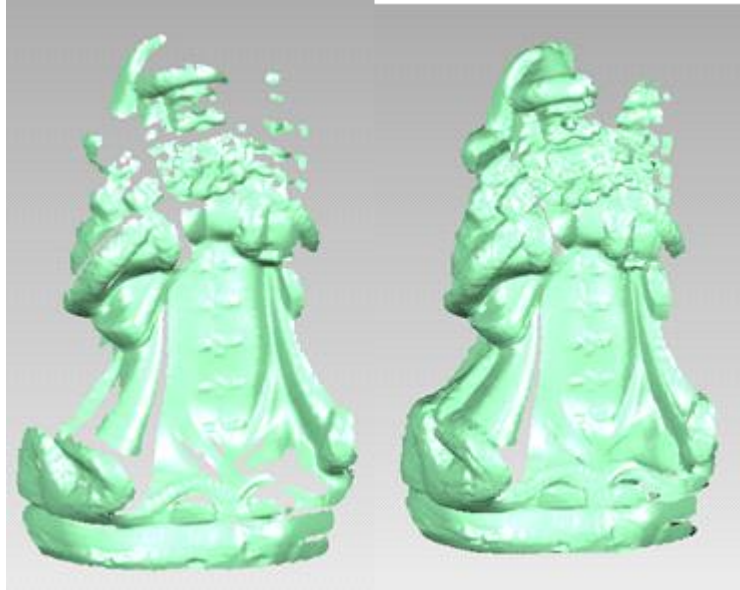
1. 对N帧点云数据进行读取。
2. 以第1帧点云数据坐标系为参考模型，将后续的2-N帧点云数据作为待配准模型，进行配准：
 - 2.1 随机在参考模型中选择若干控制点（这里选取1000个控制点）
 - 2.2 ICP迭代配准
 - 2.2.1 对每个控制点，使用KD-tree，寻找沿法线方向的待配准模型中的最近点。
 - 2.2.2 根据点云配准公式估计旋转与平移参数。计算 E^2 。
 - 2.2.3 根据变换参数变换待配准模型。
 - 2.2.4 计算 E^2 的变化。若 $\Delta E^2 < \varepsilon_d$ ，则跳出。否则继续迭代。
 - 2.3 考察ICP配准的误差值 E^2 。若小于阈值 ε_E ，则认为配准可靠，将其加入参考模型中。
 - 2.3.1 对于加入的每一个点，使用KD-tree，考察该点在模型中的最近邻点。若大于阈值 ε_p ，则加入到参考模型中。
3. 保存最终生成的模型。

实验结果与分析：

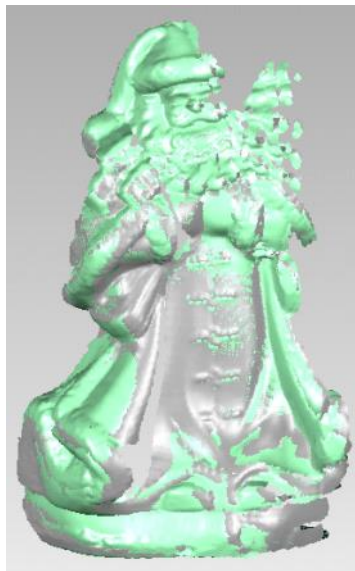
本次实验采用了7帧点云数据进行恢复。由于控制点的选取是随机的，因此算法收敛的情况也不统一。控制点如果随机选取的结果较差，则会使得模型收敛到控制点所处的局部最小值，导致配准结果出错。如果在融合时使用了错误的匹配帧，会使得后续配准更为

不准确。因此在融合时加入了对误差函数 E^2 的判断。

以下是第一帧、第一帧与其它3帧融合的结果：



两帧融合后的效果如下所示：



分析多次实验的结果发现，初始控制点的选取会影响配准的效果；而配准效果的准确程度可以通过判断误差函数 E^2 的大小来量化判别。因此当迭代配准后误差函数较大时，可以重新选取一遍控制点再次进行迭代配准，以获得更好的结果。