

三维场景重建大作业报告

By 毛冬元 & 史杨勍惟

这次我们选择的大作业是三维场景重建中的进阶任务，主要为通过以二视图重建出的场景进一步重建出三视图以上的更完整的原图像。

完成过程：

整个步骤基本是完全按照着学长给出的 PPT 中的要点进行的，当然其中也遇到了一些小小的问题和一些挑战点。其中主要的参考内容为 PPT，学长给的参考资料以及 1200012782 的代码。

步骤总体和 PPT 上所介绍的一致，首先得到二视图下的场景重建（这是上机作业，就不做进一步讨论了），之后就是要加入新的相机并计算估计其 P 矩阵。由于新相机的 P 值应尽可能的满足 $P X_i = k x_i$ ，进而我们转换成 $P X_i$ 与 x_i 的叉积为零，并结合 SVD 求得 P 的最小二乘解，从而通过新的相机进一步重建更多的点，以此类推可以靠一个循环得出综合所有相机所得出的重建场景。

在具体操作过程中我们有以下几个问题和发现，首先是关于 PPT 中的 w_i (omega) 的理解，起初我们得出的点几乎都在一条直线上，效果非常不好，通过调试观察每个点的坐标，发现每个点的 x , y 和 z 的大小差别都非常大，就猜测 w_i 是不是取得是 1，后来具体的思考了 PPT 的内容，觉得不是 w_i 的问题，因为 w_i 是一个辅助参数，而二视图下的操作均是在 $w_i = 1$ 的基础上进行的，所以 w_i 应该就是 1，最后我们发现，造成这个结果差异的原因是 SVD 中有两个参数写反而造成的后果。

其次是关于加入相机的顺序的问题，在压缩包的 PLY 文件夹中有一些结果的图片，其中有一个 PLY 文件是按照原来图片的文件名的自然顺序操作的，而将此图片和人工处理过加入顺序的成果对比一下，效果上看上去差不多，但是在处理噪声的过程中发现，前者的噪声点明显比后者要多很多，其原因我们认为应该是相机的方位变化太大更容易导致更多的误差，而人工地按照相机的位置的相关度有序的加入相机后可以带来更好的效果。

最后，也是最重要的就是噪声点处理的问题，在未除噪声点之前，会发现在还原的对象之外还会有很多的其他点，点的分布广了，导致整个场景被缩小，进而很难看清楚原对象的还原状态，所以我们决定对噪声点进行排除。如代码中方法，排除噪声点的方法，就是重复的进行对 P 的求解，然后再将一些距离远的点排除，并继续进行下一次计算，直到稳定为止。其中设立的阈值是根据经验而定的，并无明显科学依据。但是效果还是可观的，具体对比可以参考在 PLY 文件中在三视图下除去噪声点和不除去噪声点的对比。

代码分析：

整个代码的编写过程还算顺利，没有用到过于深刻的算法，而且大量的函数已有环境给出，所以实现起来方便了许多。其中也不乏遇到一些小小地 bug，比如上述所说的 SVD 写反了，不过好在经过一系列的调试分析后均顺利发现和解决了此类的问题。

关于每张图片的存储，两人的代码有些不同，一个用了 `ImageData` 数组将所有图片存储在其中，进而通过指针调用每幅图片的情况，而另一种是直接在每次新加图片时将图片赋值给一个临时的 `ImageData` 的引用。经过对比，发现两种方法最终的效果差不多，而当相机多了之后，第二种方法似乎可以更节省空间，于是我们采纳了后面一种方法。

代码中对于矩阵的处理是通过一维数组的数值上的处理，比如一个 4×3 的矩阵的中的第

二行第二个点就用 `a[6]` 来表示，另一份代码中定义了一个 `loc(i, j)` 的函数来定位，这样使代码的可读性更好一些，不过由于只是一个小小的大作业，所以这一方面也就不过分专注了。

结果分析：

最终的结果正如 PLY 中的 **Final Result**，两个分离的点为相机的方位，其余的点为重建对象的大致框架，如果和现实场景中的对象相比，还原出的效果还是差距很大的，但是经过了大量的改进后，此还原效果已比刚开始做的效果好了不少，而且如果真的需要完成三维场景的重建，我们需要更多的相机以及更加精确的方法，所以在这个作业的层面，在小规模的场景重建任务中，这个还原效果应该还算过得去，毕竟大致的方位和噪声的处理都没有什么大的问题，随着相机的增多，应该可以有更好的效果吧。

在这里提出一些小小的遐想，首先还原出的点的颜色是随机的，我们想是不是可以通过匹配点的颜色来综合出还原对象的点的颜色，让还原效果可以更生动真实一些，还有就是能不能通过还原出的关键点进一步的搭建场景的更多内容。

总结：

和众多大牛们完成的大作业相比，我们的这个只能算是一个小小的大作业，虽说小，但在做这个作业的过程中，我们还是遇到了一些挑战和 bug，当然也有一些收获，也对整个三维场景重建的流程有了一个更深刻、更全面的认识。三维场景重建也是一个现在很热门的领域，其涉及面其实也非常广，真的想要入门还需要很多知识的学习，不过也相信这次作业可以让我们有一个更好的初步了解，对这个领域以及一些基本的处理技术有一个好的掌握，好的理解。