

武汉大学大学生创新创业训练计 划项目科研总结

基于 Kinect 的人体实时三维重建的方法 研究

院（系）名 称：测绘学院

专 业 名 称 ： 测绘工程

小组成员 ： 徐绍哲 贺亦峰 李武昭

林 旭 朱 艳

指 导 教 师 ： 詹总谦 副教授

二〇一七年三月

摘 要

基于 Kinect 的人体实时三维重建的方法研究这一项目由五名本科生以及一名指导老师组成。五名成员均来自武汉大学测绘学院 2014 级航空航天摄影测量方向，指导老师为测绘学院副教授詹总谦，从事摄影测量与遥感、计算机视觉方面的研究。

人体重建是计算机视觉和摄影测量领域的研究热点，也是一个较难解决的难点，如何在短时间内完成人体的三维重建工作是一个亟待解决的问题。Kinect 的出现使得廉价、快速地重建人体成为可能。与其他三维重建方法相比，该方法在重建的快速性、重建系统的简便性、重建模型的精确性、重建场地的适应性以及重建价格的经济性上有较好的折中，它为人体的重建提供了一个廉价、快速、可行的解决方案。从理论上说，本项目能够实现人体实时三维重建，重建的模型在视觉上和几何上都具有比较好的效果，在医学图像、生物医学、手势识别、视频会议、视频游戏、自动新闻播放、电影制作等方面都有较高的实际应用价值。

该研究项目的实施使 5 名小组成员对科研有了初步的理解。在理论研究方面学会如何去分析问题，如何学习并合理运用他人的研究成果；在计算机操作方面学会了更多编程有关的知识，掌握了如何将理论算法运用于程序中。

一、项目选题的背景

人体三维重建的方式有很多，比如基于单目/多目视频的方法、基于结构光系统的方法、基于序列影像的方法以及基于三维激光扫描仪的方法等，这些方法对于人体重建来说都存在着一定的弊端，比如通过影像匹配的方法没法提取人体表面特征、重建的时间周期较长；基于结构光系统的方法如果没有较好的集成，对场地要求比较严格；基于三维激光扫描仪的方法价格昂贵、纹理映射困难等等。总的来说，在重建的快速性、重建系统的简便性、重建模型的精确性、重建场地的适应性以及重建价格的经济性上，目前这些方法还没有取得一个很好的折中。因此，随着科学的发展进步，人们势必会找到一个能实时、便捷、准确而廉价的三维重建方式。

以 Kinect 为代表的 RGB-D 相机价格低廉；扫描得到的深度影像可以转化为点云；于其主动式的成像原理，使得 Kinect 在黑暗条件下也能测距，并不受光照等条件的限制；它为人体的重建提供了一个廉价、快速、可行的解决方案。

二、项目成员的组成、特长、分工及导师指导情况

我们的科研项目由詹总谦副教授担任指导老师，由徐绍哲，李武昭，贺亦峰，林旭，朱艳五位同学组成，其中徐绍哲同学担任组长。我们五位同学均来自一个班级，所以日常的交流比较多，这也方便了我们这个小组科研项目的讨论工作。五位同学都有一定的编程基础，尤其对计算机图像处理比较感兴趣。在此项基于 Kinect 的人体三维重建项目中，我们五个人分工明确。项目前期，全部组员均进行文献的搜集查阅工作，积累基础的理论知识，为方案设计做准备。在中后期，主要由徐绍哲同学连接试验 Kinect，进行相关的代码测试，其他同学负责资料搜集，比如遇到代码测试问题，共同寻找网络，书籍等资源以及解决办法。小组不定期的向詹总谦老师汇报项目进程，并积极讨论项目遇到的问题，老师也指导我们去探寻一些项目的创新点。我们小组在线上也经常召开小型的小型会议，不断细化项目的分工。在项目的结尾阶段，五位同学各司其职，完成了此项科研项目的结题工作。

三、项目创新点与特色

人体三维重建的方式有很多，但在重建的快速性、重建系统的简便性、重建模型的精确性、重建场地的适应性以及重建价格的经济性上，目前这些方法还没有取得一个很好的折中。因此，体积小、精确度高、成本低、实时性强的三维人体测量系统具有很高的研究价值。以 Kinect 为代表的 RGB-D 相机价格低廉；扫描得到的深度影像可以转化为 3D 点云；在黑暗条件下也能测距，并不受光照等条件的限制；证明了其在人体实时三维重建方面的可行性，为人体重建提供了一个廉价、快速、可行的解决方案。

本项目利用 Kinect 对人体进行全方位的扫描；编写软件以实现人体实时几何重建，包括获取人体深度数据，采用 OpenNI 内部函数来实现深度图像对齐，提取深度图像的深度值，将 Kinect 提供的深度图像转换成 3D 点云，得到点云中各顶点的三维坐标和法向量；最后将 Kinect 扫描得到的场景，运用一定手段得到人体几何模型。

从理论上说，本项目能够很好地实现人体实时三维重建，重建的模型在视觉上和几何上都具有比较好的效果，因此在医学图像、生物医学、手势识别、视频会议、视频游戏、自动新闻播放、电影制作等方面都有较高的实际应用价值。

四、项目实施的进展情况及初步取得的创新成果

在项目开始前期我们五位项目成员各自分工，查找了大量关于利用 Kinect 进行三维重建的论文和资料，根据整理的资料我们讨论后确定以下几个流程步骤：

- 1、利用 Kinect 获取物体的深度图像；
 - 2、从深度图像中提取有关物体的深度值信息；
 - 3、根据物体的深度值以及图像坐标 X,Y 构建物体的三维点云模型；
- 利用物体的三维点云模型即可对物体进行三维重建。

(一)、利用 Kinect 获取物体的深度图像：

获取深度图像的具体步骤如下：

- 1、检测 Kinect 设备
- 2、初始化打开并将深度数据流设置为可用状态
- 3、调用设备 SDK 内定义的深度帧函数提取深度数据
- 4、释放帧及 Kinect 设备对象

结果如下图所示：



图 4.1 深度图像

（二）、从深度数据中提取有关物体的深度值信息：

要提取有用信息的深度图像，首先要了解获取深度帧中深度信息的数据结构。由于是游戏体感设备，所以获取的深度帧数据并不完全是深度的信息，它有着其独特的数据结构。在一个深度帧数据中，每个像素占用个字节即位，其中深度值占用位中的前位，后三位则为游戏索引。因此，要获取像素到的实际距离，需要对深度帧数据做位操作。深度值存储在第 3 至 15 位中，要获取能够直接使用的深度数据需要向右移位，将游戏者索引位移除。之后获取的信息才是我们需要的深度信息。

（三）、根据物体的深度值以及图像坐标 X,Y 构建物体的三维点云模型：

由于仅需要建立物体的三维模型，故我们使用了 Kinect 设备的相机坐标系，即以 Kinect 深度相机为坐标原点，深度图像中每个像素提取到的深度值为 Z 值，像素在图像坐标系中的 X,Y 值为横纵坐标值，使用 OpenGL 显示三维点云即得到了物体的三维点云模型，效果如下图：

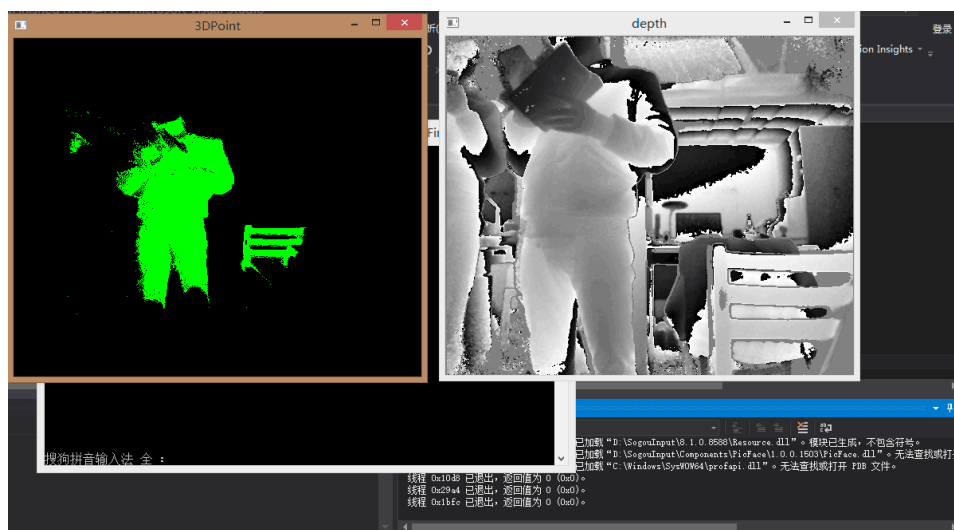


图 4.2 深度图与获得的点云图

为了便于显示观察值，我调整了深度图像的灰度取了低 8 位，同时设置了 Kinect 设备能够提取的深度范围，所以并没有显示深度图像场景中所有的物体。

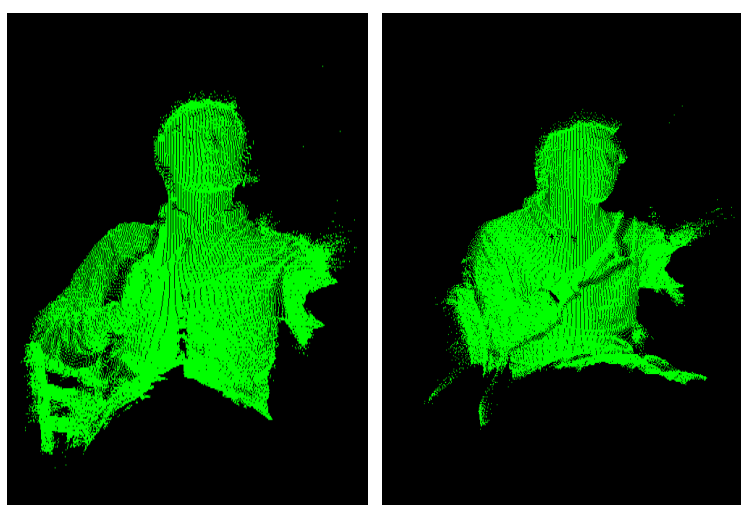


图 4.3 不同角度的点云图

由于 Kinect 设备的深度帧是实时获取的，所以可以做到实时获取物体或人体的三维模型变化，但是由于每帧深度图像都在发生细微变化，所以获取的点云会有些噪点。

五、项目实施过程中的收获与体会

很荣幸有机会参加大学生科研和创新实验项目，我获益匪浅。不仅是针对项目本身收获了知识提高了能力，在整个参与过程中得到的感悟学到的道理更是对我的人生具有重要的启发意义。真诚地感谢学校给我们提供了这样一个锻炼我们的机会，感谢老师的指导和鼓励，感谢小组成员的支持和帮助，感谢同学们提出的宝贵意见。

在项目开展之初，我几乎对其一无所知。这其实也符合人类的认知过程：由蒙昧到深入了解最后掌握运用。俗话说，万事开头难，起步的时候，难免有些茫然无措，但我们不能轻言放弃，不能慌。通过查找资料、阅读相关论文、期刊、书籍以及积极主动跟师兄们和老师交流，我们慢慢对所研究课题有了了解，至少 Kinect 在我们眼中不再是一个陌生的好似不可攀的“高科技”了，它是一种深度相机，通过它可以获取深度图像，进而利用 Kinect 得到人体的三维点云。其中阅读资料是一个漫长而又乏味的阶段，但是，磨刀不误砍柴工，知识的积淀便是一个磨刀的过程，看得越多越精刀便磨得越快。当然，不能一味地为看而看，而要边看边思考边归纳总结，不然只是徒然浪费时间了。正因为它的漫长且乏味，故而也十分考验一个人的耐心和恒心，如勾践卧薪尝胆十年才终可吞吴，天将降大任于斯人，必先苦其心志。而跟师长交流，无异于就是阅读一本活的图书了，而且更是双向互动式的阅读。你越积极主动，巨人的肩膀便会让你站得越高了。它还教会了我凡事要主动出击，生命中只有你自己才需要为自己的成功负责，当然你的成功又不能光依靠自己一个人的力量，如刘邦若非身边一干能人将相，又怎么可能会在楚汉争霸中打败项王，所以你要充分挖掘身边一切或明摆着的或潜在着的资源并且人尽其能物尽其用。

科研项目的进行无疑也是一个自主学习的过程，这种学习的方式是课堂学习所不能教会我们的，但又是我们在生活中所必须具备的一种重要能力。俗话说，活的老学到老，生活中处处需要学习，却没有被称为课本的书和被称为老师的人。这就需要我们提高自主学习的能力，图书馆和互联网的书籍、论文、期刊便是我们的课本，平常交往接触甚至是不认识的人只要他们在某个方面比我们强便是我们的老师。生活中没有人给你强调什么是学习的重点，没有人给你布置课后的作业，你需要自己去搜集资料、需要自己去分析问题解决问题、归纳总结、需要以此获得远比课本更广阔的知识面。并且，更重要的一点是，理论要充分联系实际，你需要去实践而非仅是纸上谈兵，在实践中去改善自己的研究，同时也一步步体会到成功的喜悦。搞科研不能打马虎眼，其实生活中所有的事但凡你想做好有好的成果，都必须先端端正态度决不能打马虎眼，要一步一个脚印，踏踏实实地来，付出不一定会有回报，但不付出一定是不会有任何回报的，不能将希望寄托于天运这一类虚无的东西上。研究中，有不懂的就去钻研去查去问，一定要抓住本质、目标坚定、持之以恒。创新过程中，不能拘泥于前人成果踟蹰不前，要发散思维、勇于质疑、敢于突破。

项目是我们团队共同的项目，大家的目标是一样的，在团队合作中难免会因为观点的不同而产生摩擦，这时候需要我们以团队为重，以项目为主，全身心投入，并充分尊重团队中成员的意见和建议，密切合作与交流，这不仅关系着项目开展的进度快慢的问题，而且关系这一个团队能否坚持到最后并取得一定成绩。我们组从项目立项之初成员之间的不太了解到现在发展成为很好的队友，这也说明了我们的团队合作精神。每一个人的力量都是有限的，在团队中我们能聚集起每个人的能量，彼此之间互相推动着前进，将其团队作用发挥到最大。众人拾柴火焰高，这让我又深刻切身地体会到了团队协作的力量。

