

个人自述

我叫李冰川，本科毕业于中国地质大学(武汉)勘查技术与工程专业，2019年3月毕业于中国科学技术大学软件工程专业，获得工程硕士学位。本科期间主修课程包括高等数学、大学物理和力学课程（理论力学、材料力学、流体力学、土力学），辅修过通信工程第二学位，学的课程主要是电路基础、电子技术基础（模电和数电）、通信原理、数字信号处理等。本科毕业后从事过几年软件开发的工作，主要是 Java Web 开发。因为本科所学专业不是计算机，水平能力有限，想回学校进行系统的学习，开阔自己的视野，进一步确定自己的发展方向，选择了考研，于 2016 年调剂录取到中国科学技术大学的软件工程专业。由于软件工程专业没有给每个学生分配导师，在第一年修完学分后，选择到中科院深圳先进技术研究院作为客座研究生进行学习。

我所在的中心主要从事机器视觉与计算机图形学领域的研究，之所以选择来这里是因为本人喜欢从事数学相关的工作。来到这里后，我利用业余时间学习了大量的数学基础，一直坚持到毕业，学完了大部分数学系本科的课程。在这里做的第一个项目是线结构光扫描物体，利用这个项目掌握了相机标定的原理、线结构光的重建方法并完成了项目，同时也学习掌握了面结构光和双目视觉的基本原理。后面的研究课题主要是点云处理和网格处理，负责完成一个虚拟整容软件的部分实现。使用三维建模技术对人脸进行重建并用于人脸的整容等相关手术的术前模拟是这个项目的目的。通过三维模型虚拟出手术前和手术后的人脸模型，根据模型调整手术的参数。这样可以在很大程度上提高手术的准确率，降低手术的风险指数。

基于结构光的三维重建是一种主动式的重建方法，由于其不需要复杂的光源设备，具有易用性、便捷性、经济可靠等诸多优点，正在越来越广泛地被应用在虚拟现实、工业测量、物体识别以及移动移动机器人导航等领域。结构光测量系统尽管具有很多优点，但是每次只能对有限的区域进行测量，从而对于体积较大物体要获得完整的三维外形数据必须从多个视角进行测量。我们在重建人脸的时候需要从三个角度（正脸和左右侧脸）重建三次得到三片点云。首先必须先对每片点云进行预处理，具体包括使用 K 最近邻法去除噪声点，再使用双边滤波进行平滑。结构光重建得到的点云比较致密，并且最终需要多片点云拼接，因此我们先对每片点云进行降采样，点云比较均匀直接使用均匀采样法即可。多片点云分别预处理完成后进行拼接，分成两步：首先是根据标定的相机参数对点云坐标进行变换（将左右侧脸的点云坐标变换到正脸点云坐标系下），并且根据人脸的关键点再做一次配准。第二步进行 ICP 配准。在这之后根据点云规模可能还需要再做一次降采样。得到完整人脸的点云后使用 K-邻域平面拟合的方法计算每个点的法向，再进行泊松曲面重建或者三角剖分重建。尽管在曲面重建之前对点云进行了一系列的降噪平滑操作，始终会有噪声预留或者是曲面重建算法本身的缺陷。重建得到的曲面会有离群面的产生或者整个曲面由于噪声过多产生变形失真。因此曲面重建之后还需要两个操作即离群面移除和网格平滑。构建网格的连通分量，去除较小的连通分量就完成了离群面的移除，网格平滑主要实现一些拉普拉斯平滑(具有收缩的缺点)的改进方法，例如 HC 算法。

对点云进行重建之后，物体的几何形状就已经完整形成，唯一缺少的就是颜色和纹理。纹理贴图技术就是纹理映射技术，简单的说就是将三维点映射到

二维点，但由于相机视角的问题，我们需要从多张纹理图中取出可见的二维点。对此，本人提出了一种精确的纹理映射方法。为了在 3D 模型上映射图像，采用了两步方法，包括（a）遮挡区域过滤和（b）不同颜色在一个纹理中进行融合。首先对多个视角的每个像素点进行可视性计算，过滤部分视角图像的不可见区域，并且使它们不进行纹理化。为了完成遮挡区域的过滤，我们将物体的几何特征和摄像机的视觉范围结合起来。根据模型表面的几何特征，我们可以将人的头部合成一个圆柱体。然后，通过计算多个相机视角和三角形网格之间的角度，可以确定三维人脸模型表面上的每个三角形贴片都属于哪个相机视角的可视范围。通过位置信息（三角形中心点和某一个相机视角在 XZ 平面的夹角）和法向信息（三角形的法向和某一个相机视角在 XZ 平面的夹角）构建函数分别计算每个视角纹理贴图对应同一个模型上的三角面的像素的权重，融合不同的视角图像得到一张最终的纹理贴图。模型和真实人脸的实验结果表明，与其他方法相比，该方法能够实现视觉效果更好的纹理融合。另外由于在手机端渲染的需要，还需要对网格进行简化，使用边塌陷的网格简化方法，SIGGRAPH 有一篇 97 年的论文 Surface Simplification Using Quadric Error Metrics (Michael&&PaulS) 对这个问题进行了深入的探讨，我们通过实现这篇论文达到网格简化的目的，取得了良好的效果。

硕士毕业后，从事图形学开发相关的工作，做过基于图像的静态人体重建、人脸参数化建模、表情捕捉的项目。在工作期间坚持理论学习，学习了变分法、古典微分几何（曲线论和曲面论）、张量代数、常微分\偏微分方程、数值计算等数学课程，还有连续介质力学、弹性力学及有限元分析等物理课程，旨在读懂大部分论文，能够提出创新。这段时间感觉有较大进步，有了变分法的基础，明白了泊松融合的原理，并且自己实现了图像的泊松融合方法使用到了公司的产品当中。对网格变形这个方向也基本入门，能够自己使用稀疏矩阵实现拉普拉斯变形、ARAP 算法等，能够从数学和物理上深刻理解约束和矩阵秩的关系。对于参数化人脸图像建模也有深入理解，自己实现了针对手机自拍照透视投影版本的建模，算法鲁棒性很好，建模效果良好，准确复现了人脸表情。目前还需要做的是人脸的实时表情动画。实时表情的实现通常有实时重建和网格变形两种实现方式。在博士阶段，我将从以下几个方面对我的课题进行研究：首先是提高建模的准确度，主要从两个方面进行改进，一是提高人脸检测 2D 关键点的准确性，二是改进建模算法；其次，提高动画的效果，使用两种方法进行尝试，第一种还是每一帧建模，第二种使用网格变形；最后，优化贴图的效果，包括两个方面，一是贴图的完整性即覆盖整个人脸，二是帧之间的连续性即前后帧之间变化不能太大。

考生签名：_____

日期：_____年_____月_____日