**北京航空航天大学计算机学院**

**硕士学位论文开题报告**

**论文题目**：基于Kinect人体建模与测量

**专 业**：计算机软件与理论

**研究方向**：计算机图形学

**研 究 生**：张业祥

**学 号**：ZY1306319

**指导教师**：吴壮志

**北京航空航天大学计算机学院**

2014年12月8日

目 录

1 论文选题的背景与意义 1

1.1 论文的选题背景 1

1.2 论文的选题意义 2

2 国内外研究现状及发展动态 3

3 论文的研究内容及拟采取的技术方案 4

3.1 研究目标 4

3.2 研究内容 5

3.3 拟采取的技术方案 7

4 关键技术 9

4.1 双边滤波降噪 9

4.2 ICP点云配准 10

4.3 泊松曲面重建方法 12

5 论文研究计划 14

6 主要参考文献 14

**虚拟试衣关键技术研究与实现**

# 论文选题的背景与意义

## 论文的选题背景

三维人体的建模与测量指通过三维扫描，获取人体的体表数字化模型，在虚拟世界里重建并且进行各项指标的测量。随着计算机硬件性能的提高和虚拟现实技术的发展，三维人体的建模与测量在数字化服装工业，医疗，体育运动，可穿戴设备方面有着重要的应用价值与前景，并推动虚拟人在游戏，动画，影视方向的高速发展。

传统的三维激光扫描仪它通过高速激光扫描测量的方法，大面积高分辨率地快速获取被测对象表面的三维坐标数据，通过采集空间点位信息，建立物体的三维影像模型。但是这类设备一般价格昂贵，并且由专业人员来操作，每次扫描成本不菲。比如Cyberware[[1]](#endnote-2)人体扫描系统市面报价为24万元，普通用户很难承受如此价格。并且激光扫描时要求被扫描物体保持静止，这对于人来说是比较困难的，因为人体最多保持3秒左右的相对静止状态[[2]](#endnote-3)。利多台彩色摄像机，立体视觉系统，比如即时定位与地图构建(SLAM)[[3]](#endnote-4)，可以方便的获取实时的三维几何信息，但是其稀疏的三维特征数据对于三维重建来信息量不足，并且计算时间复杂度较高，鲁棒性差以及遮挡问题不易处理[[4]](#endnote-5)。

最近新出现的深度相机，比如TOF[[5]](#endnote-6),Kinect[[6]](#endnote-7)，PrimeSense等，通过计算激光在发射点与物体的飞行的时间来计算距离，如TOF(time of fly),或者结构化光的方法来获取物体表面的点云信息。与传统的扫描设备相比，深度相机的价格便宜，结构小巧、使用方便、能实时捕获物体表面的深度与彩色信息，同立体视觉方法相比,深度相机基于主动发射近红外光原理,计算复杂度低、不易受物体表面纹理及光照变化的影响。不仅如此深度摄像机的使用无需设置额外参数通过简单操作即可扫描物体表面获得点云数据。本文使用Kinect作为扫描仪器,扫描人体获取人体点云,与动辄几十万元的传统扫描设备相比,Kinect的价格大概在千元左右。利用深度相机进行三维扫描,目前有两大问题亟需解决。第一,深度相机普遍存在获取深度信息分辨率低、噪声大的缺陷[[7]](#endnote-8)[[8]](#endnote-9)。第二，深度相机一般单面积扫描范围小，为了获取物体表面各个角度完整的几何信息,需要对多视角捕获的单帧数据进行配准。而对含有噪数据的配准,尤其是动态物体的配准,仍然是一个被广泛关注的课题[[9]](#endnote-10)[[10]](#endnote-11)。

随着服装行业的迅速发展，采用传统的手工人体测量方法已很难满足快速，准确，大批量测量的需要。由于计算机视觉技术的不断发展，导致了人体测量技术由手工向自动，接触式向非接触工方向发展。

非接触式三维人体自动测量技术弥补了以前测量方法的不足，能够快速得到人体的三维形体表面的点云数据,使测量结果更加准确。通过Kinect重构的三维人体能够更加方便迅速精确的进行人体测量。

## 论文的选题意义

随着计算机硬件水平的发展，深度相机开始走向民用与普及，其应用研究也越来越爱以到人们的关注。一方面，人体的三维扫描和重建在人机交互，游戏娱乐、生物医学等方面有着广泛的应用需求,深度相机非常适合建立低廉的三维扫描系统；另一方面,基于深度相机的物体与人体三维扫描重建技术,可以实时的对人体进行测量，包括静态人体尺寸和动态的人体姿态与关节角度。因此本文尝试利用新近出现的深度相机设备,提出方便、廉价、高效的人体扫描重建方法和人体测量的方法。

# 国内外研究现状及发展动态

随着深度相机的快速发展，特别是Kinect作为微软Xbox360的外设，主要用于人机实时交互，但也有一些文献报道将其用在三维重建中。Engelhard 等[[11]](#endnote-12)利用Kinect 提供的RGB-D 相机实现了一个实时的视觉SLAM 系统，该系统能够用于场景重建。其主要方法是利用彩色摄像机进行SURF 特征匹配[[12]](#endnote-13)，先获得摄像机位置的初值， 然后用ICP (Iterativeclosest point) 算法[[13]](#endnote-14) 进行点云配准并对相机位置进行优化.。Henry 等[[14]](#endnote-15)[[15]](#endnote-16) 利用Kinect 实现了一个交互式的三维重建系统，该系统仅选取关键帧进行ICP 配准。 这两种方法均需要进行图像特征提取与匹配， 而一般的物体图像则较难提取出可靠的匹配特征.。Izadi 等[[16]](#endnote-17)[[17]](#endnote-18)给出了一种基于GPU 并行计算的实时定位与重建系统，并实现了动态场景的增强现实应用。 但该系统重建结果依赖于实时的ICP 配准， 配准错误影响系统的稳定性，而配准误差使得重建的三维模型存在一定的环闭合(Loop-closure) 问题。Tong 等给出了一种基于Kinect 的人体(有轻微形变的非刚体) 重建方法。该方法首先需要对人体进行建模，然后利用图像特征点实现相邻帧的局部配准，并进行全局优化。该系统通过局部配准与全局优化的反复迭代来获得人体模型。该系统需要对人体进行建模，不适用于一般的物体重建，因为对一般的物体图像，提取可靠的匹配特征是很困难的。此外, 反复迭代的配准策略会一定程度地影响算法的时间性能。Newcombe R A 等[[18]](#endnote-19)的方法能实时跟踪和重建室内场景。Chen J W 等[[19]](#endnote-20)扩展了 Newcombe R A 等的方法可用于大规模场景的重建。Roth H[[20]](#endnote-21)等通过改进 Newcombe R A 等的方法可以在室外大场景的情况下进行重建。这些方法也同样适用于人体重建,但是会出现部分数据缺失和扫描模型闭合处出现不规则形变的现象。Weiss A 等[[21]](#endnote-22)提出的人体重建方法主要通过低分辨率下的图像轮廓和深度数据结合从 SCAPE[[22]](#endnote-23)模型中估计人体形状,这种方法重建精度不高(脸部,服装等细节不明显)。

国外三维人体测量技术主要是指欧美国家的技术。目前,三维人体扫描仪在发达国家已经形成一定的产业规模,其仪器的精度、扫描速度、易操作性等方面都达到了很高的水平,其应用领域已经从我们传统意识中的人体测量扩展到汽车、雕塑、文物等众多领域,并在这些领域中发挥了重大的作用,极大地提高了这些行业的研究技术水平。现今,国际上研究开发出具有代表性并应用于服装业中的3D人体扫描系统主要有以下3种类型的扫描仪。

1)TC扫描仪是美国纺织及服装技术中心研发的,系统原理是选用白光分层轮廓测量的方法,利用白光光源来投影正弦曲线在人体表面,根据光源原理栅格在人体不规则的表面发生发射,令投射的密栅影子变形,产生的图样表示了人体表面的轮廓,并可用4或6部摄影机检测,最后单个的影像在105内合并成一完整的人体图像。

2)Cyberware全身3D扫描仪是美国CYBERWARE公司开发,该产品主要有WBX和WB4系统。原理是利用激光扫描三角测量技术来获取三维影像.系统大约需要16s来完成并得到三维数据和一个24点位的彩色结构图。最初的人体数据格式是有序排列的云点图,然后经过系统的翻译程序,将其输出的格式转化为3DStudiao-MAX等格式,使用者可以利用一般的三维图形软件(如Aut0CAD、3DMAx等)来读取这些数据格式,得到需求的东西。

3)Hamamatsu人体线性扫描仪是美国Hamamatsu公司研发,该系统利用较少的标记就可以获得较为完整的人体三维数据。其原理是红外光源从发射镜头以脉冲的形式产生,经人体表面发射后,由探测器镜头收集,获得最初人体数据,最初的人体数据也是三维点云图。

# 论文的研究内容及拟采取的技术方案

## 研究目标

随着Kinect这种廉价深度相机的普及，研究使用深度相机用来进行人体模型重建，并且通过对重建好的人体模型进行静态和动态的测量。深入研究基于Kinect人体建模中的理论难题和技术障碍，探索更加先进和快速精确的模型和数值求解算法，以期在重建的精度和速度等方面进一步取得突破，使得使用更加廉价的设备还做出更好的测量效果。在动态测量方面，能够实时准确的计算各关节的位置和旋转角度，为体育运动，教学提供更好的训练指导。

## 研究内容

本文的主要研究内容包括：对Kinect获取的深度图像降噪处理，对获取的点云进行配准，表面重建，和人体骨骼追踪。

1. 深度图像降噪处理

噪声通常会影响三维人体重建的精度。为了提高重建精度,降噪是一个很有必要的过程。这里的“噪声”分为三种类型:第一类:普通的噪声,比如表面出现的毛刺现象和常见的高斯噪声,椒盐噪声等。第二类:结构噪声,边缘中出现的不规则及孤立部分。第三类:不完整噪声,比如出现的孔洞缺失部分。其中常用方法主要有:

(1)借鉴传统图像降噪方法。这种方法主要是借鉴现有的图像降噪方法得到的一种深度图像降噪方法。其中两种方法最常用。(a)中值滤波降噪方法[[23]](#endnote-24)。这是统计排序滤波中使用最广泛的一种。这种方法主要是用一点的领域范围内所有点值的中值来代替该点的值，这样就能使该点值接近临近点的值,从而消除孤立点,达到平滑的效果。(b)双边滤波降噪算法[[24]](#endnote-25)。这种方法也是通过局部领域点的值来确定目标点的值。根据目标点和领域点之间的空间距离和相似程度,给领域点赋予不同的高斯权重值,然后加权平均得到目标点的最终值。这种方法在平滑噪声的同时,保留边缘信息。但是具体的细节往往会丢失,分辨率会降低。

(2)提高分辨率的方法。一种是结合点云和 RGB 信息的方法[[25]](#endnote-26)。这种方法首先要能得到深度图像素与RGB像素之间的对应关系。然后确定深度数据与RGB数据之间的统计关系,比如深度图像的边缘对应 RGB 图像中颜色变化强度大的部分,光滑的地方对应 RGB 图像中颜色较为统一的地方,最后结合深度和 RGB 信息处理。另一种是只使用深度信息的方法。比如 LidarBoost[[26]](#endnote-27)处理的是 ToF 深度相机获取数据的噪声,这种方法首先由相机轻微移动获取静态场景中的低分辨率深度数据,然后将多帧低分辨率深度图融合成一帧高分辨率的深度图。

1. 点云配准

点云局部配准是指通过调整其中一帧点云的空间位置,使两帧点云对之间相同部分重叠。文中主要是刚性配准,即被扫描的物体是一个静态物体无局部变形的情况。主要常用的方法有:

(1)迭代最近点(Iterate Closest Point,ICP)及改进方法[[27]](#endnote-28)。ICP 的主要思路是将两个点云对之间相对应点的配对的问题转化为一个最小二乘问题,重复迭代求解直到最大迭代数或者收敛,得到一个最优的刚体变换矩阵。主要在六个方面来改进 ICP 方法:1,点的选择。2,点配对。3,权重。4,去除错误的对应点对。5,误差测量。6,最小化方法。其中迭代的收敛主要依靠点配对和误差测量,而点的选择和权重和去除错误的对应点对提高算法的鲁棒性。ICP 算法有效性基于两个假设 1,两个点云的初始状态。2,两个点云之间重叠部分的有效性。

(2)RANSAC 方法[[28]](#endnote-29)。这种方法在 1981 年的时候就已经提出,之后出现了一些改进算法。这种算法的主要思想是:从一对点云中任取三个不同点作为对应点对,计算变换矩阵,通过变换后,计算点云对中距离小于某个阈值的点的个数,如果个数比较大则认为得到最佳变换矩阵。否则再重复随机选取三个不同点,得到最佳变换矩阵。

(3)4PCS 方法[[29]](#endnote-30)。该方法是从一个点云中选择一个共面四点对,再从另一个点云中根据仿射不变特性得到所有与前一点云中选取的共面四点对近似全等的共面四点对,分别计算变换矩阵,估计变换,得到最佳变换矩阵。

4)基于高斯混合模型(Gaussian Mixture Model GMM)的配准方法[[30]](#endnote-31)。将点云配准过程转化为高斯混合模型概率密度函数的最大似然估计问题。通过期望最大化(ExceptionMaximize EM)算法迭代计算估计参数,最终得到变换矩阵。

1. 表面重建

表面重建算法大体可以分为两类:显式曲面和隐式曲面两种方法。显式曲面的方法,这类方法通过插值的形式进行网格化,计算量与点云的数量成正比,重建表面会受到点云数据噪声的影响,往往需要后期进行光顺和修补等处理。比如Delannay 三角剖分[[31]](#endnote-32),Voronoi 图[[32]](#endnote-33)等。

隐式曲面的方法。这类方法对拓扑结构复杂和带噪声的三维模型都有很好的鲁棒性。方法的复杂性往往取决于所选用的隐式函数。比如以径向基(RBF)为隐式函数[[33]](#endnote-34),但是在实际计算时得到的系数矩阵是稠密的且病态的。而近几年提出的泊松表面重建(PoissonSurface Reconstruction)方法[[34]](#endnote-35),这方法结合了之前隐式函数方法的优点并解决了基函数解矩阵病态的问题。

1. 骨骼追踪

骨骼追踪是指对人体的关节的空间位置进行追踪，时实的计算出人体各关节在空间中的位置。

## 拟采取的技术方案

1. 本文拟采取的技术方案如下图3-1，为了避免多台Kinect的干扰，使用两台Kinect扫描正面人体的上部和下部。这两台Kinect所扫描的区域没有重合,因此互相之间没有干扰。第三台Kinect从背面扫描人体的中部,由于待测人体的遮挡,前后Kinect之间也没有干扰。另外,相比较仅用一台Kinect,这种配置下每台Kinect距离人体较近,因此采集的深度数据质量相对较高。借助电动转盘的帮助,在扫描过程中,人体大约30秒旋转一周。每台Kinect以15帧/秒捕获彩色图像(1280\*1024)与深度图像(640\*480)。然后通过多台Kinect获取实时的深度图像数据。之后通过深度图像降噪，点云配准，表面重件等工作，获取人体模型。取得人体模型后，便可进行人体的测量和进一步的对关节，骨骼的测量。

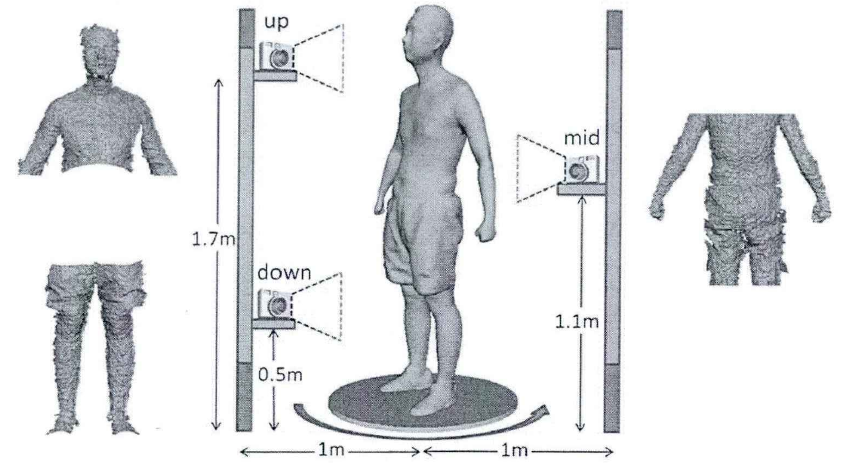


图 3‑1

1. 深度图像降噪

处理Kinect深度图像的目的是有效分割出人体目标，进而实现对目标的跟踪，因此在去除噪声的同时必须保留边缘信息。双边滤波器是1998年由Tomasi等基于高斯滤波器提出的一种改进算法，可以看成是一种加权的非线性高斯滤波。双边滤波器有两个核函数，同时关注了像素在空间和幅度两个域上的相似性，具有平滑保边的优点。采用此方法就能既快速滤波又保留人体的边界。

1. 点云配准

迭代最近点( Interative Closest Points，ICP) 算法，该方法通过寻找两个点集的对应匹配点之间的关系，计算两个点集的变换参数，以满足给定的收敛精度，最终求得两个点集之间的平移和旋转参数，来完成配准过程。能够使不同的坐标下的点云数据合并到同一个坐标系统中，首先是找到一个可用的变换，配准操作实际上是要找到从坐标系一到坐标系二的一个刚性变换。ICP 算法本质上是基于最小二乘法的最优配准方法。该算法重复进行选择对应关系点对，计算最优刚体变换这一过程，直到满足正确配准的收敛精度要求。

1. 表面重建

曲面重建的是为了恢复实物模型的曲面形状，并且使得模型的形状尽可能地反映现实实物的形状特征。根据重建曲面的表现形式不同，可以将曲面重建方法分为参数曲面重建、多面体网格重建、细分曲面重建和隐式曲面重建等。在隐式曲面重建中的泊松曲面重建方法，优点是抗噪性好，受非均匀采样影响小，重建结果光滑，并可以控制结果的光滑与精细程度。

1. 骨骼追踪

通过微软Kinect SDK1.8提供的接口，我们可以实时的获取人体关键的20个关节的空间位置。通过这些位置，我们可以计算出附着在各个关节上的骨骼的旋转角等重要测量参数。

# 关键技术

## 双边滤波降噪

处理Kinect深度图像的目的是有效分割出人体目标，进而实现对目标的跟踪，因此在去除噪声的同时必须保留边缘信息。双边滤波器是1998年由Tomasi等基于高斯滤波器提出的一种改进算法，可以看成是一种加权的非线性高斯滤波。双边滤波器有两个核函数，同时关注了像素在空间和幅度两个域上的相似性，具有平滑保边的优点。

图像滤波可用式(4.1)表示：



其中： 是滤除噪声后的清晰图像, 是需要滤波处理的含噪声图像，是像素的邻域， 是滤波器在点 处的权。 是一个标准量，可用式(4,2)表示：



那么，对于高斯滤波来说，权值和像素的空间距离线性相关，距离越近相关性越大，权值也越大，其滤波核函数可以定义如下（4.3）：



其中，是高斯函数标准差。

双边滤波的权值w是和 的乘积，图像边缘处像素值变化大，值较小，从而使得W也变小，滤波器在边缘处的滤波作用降低，从而在滤波的同时保持了边缘。

双边滤波器属于非线性滤波器,其基本原理包括:(1)滤波像素点的邻近像素的加权平均;(2)滤波像素点的邻近像素的灰度差异。同经典高斯滤波一样,它利用了局部加权平均原理,不同之处:双边滤波不仅考虑像素间的距离因素,而且也考虑像素间灰度值因素,更符合人眼视觉习惯,即双边滤波器的加权系数由两部分组成,一部分由像素间的空间距离之差确定,可称之为空间邻近度因子(空间域滤波核函数);另一部分由像素间的灰度值之差确定,称之为灰度相似度因子(灰度滤波核函数)。双边滤波器在充分保护边缘的前提下对输入图像进行平滑处理。滤波后每个像素的灰度值等于其邻域像素的加权平均,邻域像素的加权系数等于空间邻近度因子与灰度相似度因子的乘积。这样确保了只有空间距离近、灰度值差异不大的邻域像素对中心像素点的滤波结果有比较大的影响。

## ICP点云配准

迭代最近点( Interative Closest Points，ICP) 算法，该方法通过寻找两个点集的对应匹配点之间的关系，计算两个点集的变换参数，以满足给定的收敛精度，最终求得两个点集之间的平移和旋转参数，来完成配准过程。

能够使不同的坐标下的点云数据合并到同一个坐标系统中，首先是找到一个可用的变换，配准操作实际上是要找到从坐标系coord1 到坐标系coord2 的一个刚性变换。如果用一个3 ×3 的旋转矩阵R 和一个3维平移向量t 来描述这个变换，对于coord1 中的任意一点p 设其坐标系coord1 和坐标系coord2 中的坐标值分别为,都满足如下条件：



ICP 算法用来解决多视点云间的对齐问题，前面已经提到ICP 算法的由来，现在介绍一下ICP 算法的实现过程，ICP 算法本质上是基于最小二乘法的最优配准方法。该算法重复进行选择对应关系点对，计算最优刚体变换这一过程，直到满足正确配准的收敛精度要求。多视点云对齐的数学定义可以这样描述: 给定两个来自不同坐标系的三维数据点集，找到两个点集空间的变换关系，使得两个点集能统一到同一坐标系统中，即配准过程。假定用{ Pi | Pi ∈R3，i = 1，2，…N} 表示第1 个点集，第2 个点集表示为{ Qi | Qi ∈R3，i = 1，2，…，M} ，2 个点集的对齐配准转换为使下列目标函数(4.4）最小。



ICP 算法的目的是要找到待配准点云数据与参考点云数据之间的旋转参数R 和平移参数T，使得两点集数据之间满足某种度量准则下的最优匹配。假设给定两个三维点集和，ICP 方法的配准步骤如下所示:

第一步，计算中的每一个点在点集中的对应最近点;

第二步，求得使上述对应点对平均距离最小的刚体变换，求得平移参数和旋转参数;

第三步，对使用上一步求得的平移和旋转参数，得到新的变换点集;

第四步，如果新的变换点集与参考点集满足(2.4)式目标函数要求，即两点集的平均距离小于某一给定阈值，则停止迭代计算，否则新的变换点集作为新的继续迭代，直到达到目标函数的要求。

## 泊松曲面重建方法

三维模型的曲面重建是几何造型中的一个重要研究领域。曲面重建的是为了恢复实物模型的曲面形状，并且使得模型的形状尽可能地反映现实实物的形状特征。根据重建曲面的表现形式不同，可以将曲面重建方法分为参数曲面重建、多面体网格重建、细分曲面重建和隐式曲面重建等。在隐式曲面重建中的泊松曲面重建方法[[35]](#endnote-36)，优点是抗噪性好，受非均匀采样影响小，重建结果光滑，并可以控制结果的光滑与精细程度。泊松曲面重建方法需要知道点数据的法方，所以在曲面重构前需要计算法向，并对法向重定向尽可能地确保法向的正确以及在PCA基础上的一些改进方法。本文中估算点法向采用PCA估算方法。PCA原理为：假定点集 是点p的邻域点集，其３×３协方差矩阵C定义为：



是p的邻域的中心，即 。考虑矩阵C的特征值满足下式



协方差矩阵是一个矩阵，其每个元素是各个向量元素之间的协方差。协方差矩阵C是对称半正定矩阵，所以特征值 是实数，并且特征向量 形成一个正交坐标系，与由 定义的点集的元主成分一致。

表示，沿与相应的特征向量方向的方差大小 。这样就可以计算出总方差值，也就是 到它们重心之前的距离平方和，可表示如下(2.7)：



假如，满足这样一个平面(2.8):



该平面经过，并且点p的所有邻点到该平面的平方距离之和最小。这样就可以得出，为点p处的曲面法向，和位于点p处的切平面上，和互相垂直。

这样，协方差矩阵C最小特征值的特征向量可被作为点p的法向量。通过这种方法就能够得到所有点的法向量。

求出每个点的法向量之后，还需要对法向量的方向进行调整，使得所有法向量都指向模型的外侧。因为在泊松曲面重建中法向量本身的精确度并不是很重要，重要的是通过法向量的方向来区分模型的内侧和外侧。

算法中认为每个点和它的最近邻的法向量方向差别不大，所以它们的法向量内积应该是大于０的。这样就可以通过判断一个点的法向量和它的最近邻的法向量方向内积是否大于０决定是否应当调整它的法向量的方向。

具体实现的方法就是先找到图形的最低最左点，容易看出这一点的法向量应当指向 Ｚ 坐标为负的方向。这一点的法向量方向调整好以后，就可以对所有的点建一棵最小生成树，以最低最左点为根深度优先地遍历整棵树，并根据每个顶点在树中的父节点调整其法向量的方向。通过这样的调整，就可以得到在全局意义上一致的法向量。

假设输入数据S是一个样本集s∈S，是带有法向量的有向点云。对于每个样本都具有坐标信息p和法向量信息N，假设一个模型Ｍ的表面为。目的是通过估计模型的指示函数，并且提取等值面，对表面进行一个无缝的三角逼近。其中的关键是计算出指示函数x，这需要指示函数的梯度与曲面法线场的积分之间的关系。最后，将这个梯度场转化为泊松问题来重建指示函数。

首先需要定义梯度场。由于梯度函数是一个分段常函数，其函数值发生了突变，对梯度场的显式计算会导致在曲面边界处产生无穷大的情况。为了处理这种情况，需要用指示函数和一个平滑滤波函数进行卷积，然后考虑平滑后的梯度场。

然后需要估计向量场。因为不知道模型表面的几何特征，不能近似地计算模型的曲面积分。输入的带法向的有向点集提供了精确的息，可以通过离散求和来近似计算模型的曲面积分。根据点集S把分割成不同的小面片 ，则可以根据点p的值与小面片的面积的乘积来近似计算小面片上的积分(2.9)：



最近将三维重建的问题转化为求解泊松方程。

# 论文研究计划

|  |  |
| --- | --- |
| 时间 | 工作内容 |
| 2014.10 - 2014.11 | 查阅文献，了解技术框架 |
| 2014.12 - 2015.03 | 研究并搭建程序基本框架 |
| 2015.03 - 2015.05 | 研究并实现双边滤波，ICP点云配准 |
| 2015.05 - 2015.06 | 研究并实现泊松曲面重建 |
| 2015.06 - 2015.09 | 研究并实现骨骼追踪 |
| 2015.09 - 2015.10 | 测试并优化 |
| 2015.10 - 2015.12 | 撰写论文 |

# 主要参考文献

1. [] Cyberware. The Cyberware Whole Body Color 3D Scanner.[EB/OL]. (2012) [2013-7-1].http://www.cyberware.com/products/scanners/wbx.html [↑](#endnote-ref-2)
2. D N Stern. The present moment: In psychotherapy and everyday life[M], Norton Co, New York, USA, 2004. Chen Y, Cheng Z Q.Personalized avatar capture using two Kinects in a moment [C]//SIGGRAPH Asia 2012 Posters. USA: ACM, 2012: 3. [↑](#endnote-ref-3)
3. A. J. Davison. Real-time simultaneous localisation and mapping witha single camera. In Proceedings of the International Conference onComputer Vision (ICCV), 2003. 1, 2.2 [↑](#endnote-ref-4)
4. Y. M. Kim, C. Theobalt, J. Diebel, J. Kosecka, B. Miscusik, S. Thrun.Multi-view image and TOF sensor fusion for dense 3D reconstruction. IEEEInternational Conference on Computer Vision Workshops (ICCV Workshops),Kyoto, 2009: 1542-1549 [↑](#endnote-ref-5)
5. SR4000 user manual, ed: MESA Imaging AG, 2010 [↑](#endnote-ref-6)
6. Microsoft Kinect. www.xbQX.com/Kinect [↑](#endnote-ref-7)
7. Y. Cui, S. Schuon, D. Chan, S. Thrun, C. Theobalt. 3D shape scanning with atime-of-flight camera. IEEE Conference on Computer Vision and PatternRecognition (CVPR),San Francisco, 2010: 1173-1180 [↑](#endnote-ref-8)
8. M. Zollh6fer,M. Martinek,G. Greiner,M. Statnminger, J. SiiBmuth.Automatic reconstruction of personalized avatars fi\*om 3D face scans.Computer Animation and Virtual Worlds, 2011,22(2): 195-202 [↑](#endnote-ref-9)
9. R. T. Whitaker, J. Gregor. A maximum-likelihood surface estimator for denserange data. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence,2002, 24(10): 1372-1387 [↑](#endnote-ref-10)
10. W. Chang, H. Li, N\_ Mitra, M. Pauly, M. Wand. Geometric registration fordeformable shapes. Eurographics 2010 Tutorial, Sweden, 2010 [↑](#endnote-ref-11)
11. Engelhard N, Endres F, Hess J, Sturm J, Burgard W. Real-time 3D visual SLAM with a hand-held RGB-D camera. In:Proceedings of the 2011 RGB-D Workshop on 3D Percep-tion in Robotics at the European Robotics Forum. V?asteras,Sweden: Robotdalen, 2011 [↑](#endnote-ref-12)
12. Bay H, Ess A, Tuytelaars T, van Gool L. Speeded-up robustfeatures (SURF). Computer Vision and Image Understand-ing, 2008, 110(3): 346-359 [↑](#endnote-ref-13)
13. Besl P J, McKay H D. A method for registration of 3-dshapes. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Ma-chine Intelligence, 1992, 14(2): 239-256 [↑](#endnote-ref-14)
14. Henry P, Krainin M, Herbst E, Ren X, Fox D. RGB-Dmapping: using depth cameras for dense 3D modeling ofindoor environments. In: Proceedings of the 12th Interna-tional Symposium on Experimental Robotics. Delhi, India:IEEE, 2010 [↑](#endnote-ref-15)
15. Du H, Henry P, Ren X F, Cheng M, Goldman D B, SeitzS M, Fox D. Interactive 3D modeling of indoor environ-ments with a consumer depth camera. In: Proceedings ofthe 13th International Conference on Ubiquitous Comput-ing. Beijing, China: IEEE, 2011. 75-84 [↑](#endnote-ref-16)
16. Izadi S, Newcombe R A, Kim D, Hilliges O, Molyneaux D,Hodges S, Kohli P, Davison A, Fitzgibbon A. KinectFusion:real-time dynamic 3D surface reconstruction and interac-tion. In: Proceedings of the 2011 International Conferenceon Computer Graphics and Interactive Techniques. Vancou-ver, Canada: ACM, 2011 [↑](#endnote-ref-17)
17. Izadi S, Kim D, Hilliges O, Molyneaux D, Newcombe R,Kohli P, Shotton J, Hodges S, Freeman D, Davison A,Fitzgibbon A. KinectFusion: real-time 3D reconstructionand interaction using a moving depth camera. In: Proceed-ings of the 2011 Annual ACM Symposium on User InterfaceSoftware and Technology. Santa Barbara, CA: ACM, 2011.559?568 [↑](#endnote-ref-18)
18. Newcombe R A, Davison A J, Izadi S, Kohli P, Hilliges O, Shotton J, Molyneaux D,Hodges S, Kim D, and Fitzgibbon A. KinectFusion. Real-time dense surface mapping andtracking[C].Basel: Mixed and augmented reality (ISMAR), IEEE international symposiumon. 2011: 127-136. [↑](#endnote-ref-19)
19. Chen J W, Bautembach D, Izadi S. Scalable real-time volumetric surface reconstruction[J]. ACM Transactions on Graphics (TOG), 2013, 32(4): 113. [↑](#endnote-ref-20)
20. Roth H, Vona M. Moving Volume KinectFusion[C]. Guildford, UK: British MachineVision Conference, 2012: 1-11 [↑](#endnote-ref-21)
21. Weiss A, Hirshberg D and Black M J. Home 3D Body Scans From Noisy Image and RangeData[C]. Barcelona: IEEE International Conference on Computer Vision, 2011: 1951-1958. [↑](#endnote-ref-22)
22. Tong J, Zhou J, Liu L G, Pan Z G, Yan H. Scanning 3d full human bodies using kinects[J].IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2012, 18(4): 643-650. [↑](#endnote-ref-23)
23. Chen T, Ma K K, Chen L H. Tri-state median filter for image denoising[J]. IEEE Transacti-ons on Image Processing, 8(12): 1834-1838. [↑](#endnote-ref-24)
24. Tomasi C, Manduchi R. Bilateral Filtering for Gray and Color Images[C]. Bombay: SixthInternational Conference on Computer Vision, 1988: 836–846. [↑](#endnote-ref-25)
25. Yang Q X, Yang R G, Davis J and Nister D. Spatial-depth super resolution for rangeimages[C]. Minneapolis, MN: IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Reco-gnition, 2007: 1-8. [↑](#endnote-ref-26)
26. Schuon S, Theobalt C, Davis C, and Thrun S. LidarBoost: Depth superresolution for ToF3D shape scanning[C]. Miami, FL: IEEE Conference on Computer Vision and PatternRecognition, 2009: 343-350. [↑](#endnote-ref-27)
27. Rusinkiewicz S, Levoy M. Efficient variants of the ICP algorithm[C]. Quebec City, Que:Third International Conference on 3-D Digital Imaging and Modeling, 2001: 0-145. [↑](#endnote-ref-28)
28. Chen C S, Hung Y P and Cheng J B. RANSAC-based DARCES: A new approach to fastautomatic registration of partially overlapping range images[J]. IEEE Transactions onPattern Analysis and Machine Intelligence, 1999, 21(11): 1229–1234. [↑](#endnote-ref-29)
29. Aiger D, Mitra N J and Cohen-Or D. 4-points congruent sets for robust surface registration[J]. ACM Transactions on Graphics (TOG), 2008, 27(3): 85:1–85:10. [↑](#endnote-ref-30)
30. Myronenko A, Song X B. Point Set Registration: Coherent Point Drift[J]. IEEE

    Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2010, 32(12): 2262-2275. [↑](#endnote-ref-31)
31. Kolluri R, Shewchuk J R, O'Brien J F. Spectral surface reconstruction from noisy point clouds[C]. New York, USA: Proceedings of the 2004 Eurographics /ACM SIGGRAPH symposium on Geometry processing, 2004: 11–21. [↑](#endnote-ref-32)
32. Amenta N, Choi S, Kolluni R K. The power crust, unions of balls, and the medial axis transform[J]. Computational Geometry, 2001, 19(2): 127–153. [↑](#endnote-ref-33)
33. Turk G, O’brien J. Modelling with implicit surfaces that interpolate[J]. ACM Transactions on Graphics (TOG), 2002, 21(4): 855–873. [↑](#endnote-ref-34)
34. Kazhdan M, Bolitho M, Hoppe H. Poisson surface reconstruction[C]. Switzerland:Proceedings of the fourth Eurographics symposium on Geometry processing, 2006: 61–70. [↑](#endnote-ref-35)
35. [↑](#endnote-ref-36)