

# 基于双目的三维点云数据的获取与预处理

周勇飞,徐昱琳,吕晓梦,王 明

(上海大学 机电工程与自动化学院,上海 200072)

**摘要:**在计算机辅助几何设计、医学诊断、物体识别与定位等领域的应用需求下,三维点云数据的获取与处理技术受到越来越多的关注。现在有多种不同的方式可以获取现实世界中物体的三维点云数据,并对数据进行相应处理。为了能够更好地对三维数据点云进行前期的预处理,首先通过双目摄像机获取物体的三维点云,并采用八叉树法对点云数据进行相应的预处理,然后在逆向工程软件中描述出来,从逆向工程软件中可以看出得到的物体与实际物体比较接近,从而可以证明所获取的点云数据可以用来描述物体,并且点云数据的处理技术是可行的。

**关键词:**三维点云;双目视觉;逆向工程;八叉树;平滑滤波

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2014)03-0022-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2014.03.006

## Three-dimensional Point Cloud Data Acquisition and Pre-processing Based on Binocular

ZHOU Yong-fei, XU Yu-lin, LÜ Xiao-meng, WANG Ming

(School of Mechatronics Engineering and Automation, Shanghai University, Shanghai 200072, China)

**Abstract:** Under the application requirements of computer aided geometric design, medical diagnosis, object recognition and positioning, 3D point cloud data acquisition and processing technology is paid more and more attention. There are many different ways you can get and handle 3D point cloud data objects in the real world. To be able to preprocess three-dimensional point, through binocular cameras get 3D point cloud object firstly, using oc-tree method to the corresponding point cloud data pre-processing, and then in the reverse engineering software to be described, from reverse engineering can be seen in the actual body of the object obtained relatively close, which can prove the acquired point cloud data can be used to describe the objects, and point cloud data processing technique is feasible.

**Key words:** three-dimensional point cloud; binocular vision; reverse engineering; oc-tree; smoothing filter

### 0 引言

三维点云是表示物体表面空间坐标点的集合,三维点云数据代表的是物体的三维数字化模型。三维点云的获取与处理被广泛应用于科研和生产的许多领域,例如在自动化测量系统中,一些采用常规方法难以测量的物体,可以通过点云数据来进行计算测量;在医学中,通过测量人体各部分的信息,可以在矫形,假牙、假肢的制作与装配起到重要的作用;在文物保护中,可以用于文物的无损重建工作等等。所以,三维点云技术的研究在许多相关的领域都有应用的前景<sup>[1]</sup>。

现阶段已经提出和使用了大量的三维点云获取方法,从早期的机械接触测量到20世纪90年代的三维点云扫描获取仪。但是,三维点云获取技术仍然不是

很完善,也没有一种比较完美的获取技术可以满足所有的应用。由于三维点云是由大量的三维数据组成,数据量大,并且其中包含许多噪声误差点,所以也要对三维点云进行一些预处理工作<sup>[2]</sup>。

### 1 三维信息获取技术

在漫长的研究与实践过程中,根据不同的环境和应用需求,研究人员也提出了各种不同的三维信息获取技术。首先可以分成两个主要的类别:接触式测量和非接触式测量。接触式测量一般就是指通过一些机械接触来对三维信息进行测量和获取;非接触式测量就是指不需要通过机械接触来获取三维信息,一般采用手段主要包括基于声光学、计算机视觉等技术。

收稿日期:2013-05-31

修回日期:2013-09-03

网络出版时间:2014-01-07

基金项目:机器人技术与系统国家重点实验室开放基金项目(SKLS-2009-MS-10);上海大学研究生创新基金(SHUCX112188)

作者简介:周勇飞(1989-),男,硕士研究生,研究方向为家庭服务机器人;徐昱琳,硕士研究生导师,研究方向为计算机智能。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140107.1648.027.html>

接触式测量主要的代表方式为三维坐标测量机和飞行时间法。

非接触式测量根据不同的分类方式又产生不同的方法。基于声光学的方法有几何光学聚焦法以及莫尔条纹法等等,基于计算机视觉的方法有主动视觉和被动视觉。其中被动视觉还有比较详细的分类方法。文中采用的是双目立体视觉。

另外,一些非常规的方法主要用在工业和医学上,如工业CT、核磁共振等。综上所述,三维数据获取技术的分类如图1所示<sup>[3]</sup>。

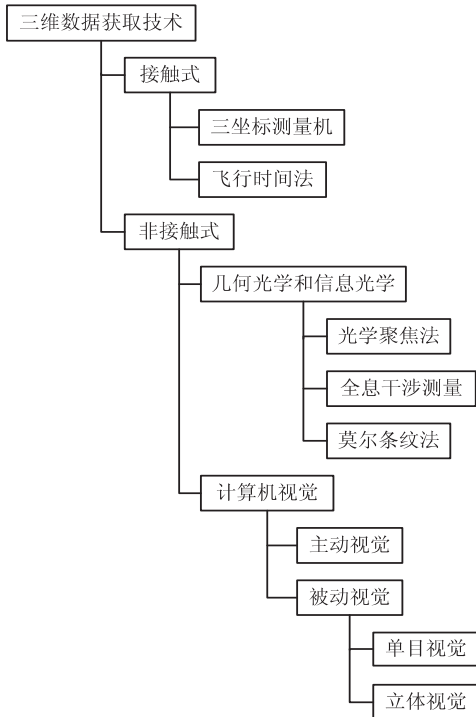


图1 三维获取技术的分类

## 2 三维点云后期处理技术

三维点云数据的后期处理研究主要集中在去噪光顺、特征检测、简化、参数表示和曲面重建等方面。

### (1) 三维点云数据的去噪光顺。

通过三维点云获取设备获取物体表面数据时,由于受人为扰动、光照、设备本身的缺陷等因素的影响,得到的三维数据会受到噪声的污染,不能直接用来作为物体的三维信息。

过去人们对去噪方面做了很多努力,但是三维点云数据去噪光顺算法的研究还是相对较少的。根据噪声在各个方向上的扩散方式不同分为各向同性和各向异性算法;根据算法复杂程度分为基于Laplace算子的方法、基于最优化的方法和简单的非迭代方法<sup>[4]</sup>。

对于点云去噪的研究,首先点云一般分为有序点云和无序点云两种,这是根据排列形式的不同来划分的。对于有序点云目前采用比较认同的方法是平滑滤

波的方法,对于无序点云,由于本身比较复杂,且无规律可循或规律不容易得到,所以目前没有统一、简单的方法来处理无序点云<sup>[5]</sup>。

### (2) 有序点云的去噪算法。

因为点云是一些比较有序的数据,其点与点之间的关系完整或比较完整,对于有序点云数据有许多去噪算法,比如孤立点排异法、领域平均法、最小二乘法等等。对于大部分点云有序而只有一小部分是无序的点云,可以采用局部算子先对点云的局部进行滤波处理。现在普遍应用的平滑滤波算法主要有平均滤波、中值滤波和高斯滤波三种。当然它们的侧重点也有所不同,高斯滤波可以有效地保持原始数据的基本分布方式,中值滤波可以消除一些噪声点,平滑滤波是介于高斯滤波和中值滤波之间的,效果比较一般,通常会根据所需求的实际情况将几种滤波方法配合使用<sup>[6]</sup>。

### (3) 无序点云的去噪算法

由于无序点云数据的点与点之间的关系不明确,所以上述的算法不适用。目前寻找无序点云中点与点的关系主要有以下三种方法<sup>[7]</sup>:

- k-d tree:主要通过查找最近距离的两个点来进行空间点的搜索,从而可以探知整个点云数据的空间结构;

- 空间单元格:找出三维方向上相隔单元格的点,然后以这些点做出许多平行的平面,从而可以把空间分为以单元格组成的区域,然后把每个区域内接近该区域中心点的数据点看做这个区域的中心点,这样就可以把三维区域划分成许多有拓扑关系的小区域;

- 八叉树法:主要是基于八叉树理论而提出来的方法,用它来分割整个空间的点云数据,然后找出数据点在空间的分布和所分割区域的拓扑关系。

因为文中是采用双目获取的点云,并且该点云属于无序点云,所以对于点云的处理技术采用的是八叉树法<sup>[8]</sup>。

## 3 论文的相关工作

### (1) 三维点云的获取。

三维信息的获取采用的是双目立体视差法。采用两个几乎处于同一平面的相机对目标物体进行拍摄,得到许多组对应的物体图像对,由于相机与物体是符合三角测量原理的,同时采用对应点的视差来计算物体的立体信息,从而获得物体的三维点云数据,如图2所示。

双目中两个摄像机是平行放置的,所以两摄像机的光线是平行的,通过张氏标定法可以得到P点的坐标,其数学关系如式(1):

$$\begin{cases} x_w = \frac{Cu_1}{D} - \frac{C}{2} \\ y = \frac{Cf}{D} \\ z = \frac{Cv}{D} \end{cases} \quad (1)$$

摄像机之间的光心距离用  $C$  表示, 视差用  $D$  表示, 从而  $f = \|O_c O_1\| = \|O_c' O_1'\|$  就是焦点与成像平面之间的距离。

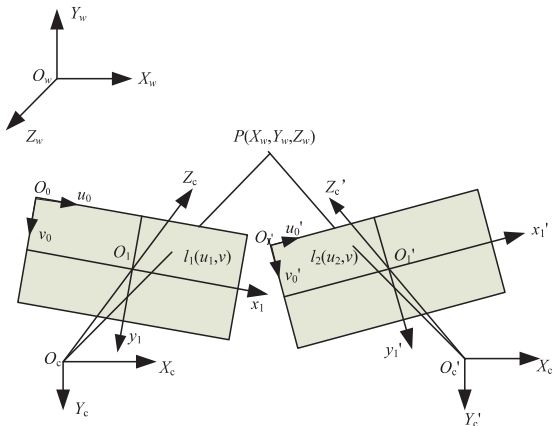


图 2 双目摄像机的几何模型

当然, 立体视觉还包括许多前期的相关工作。由于这些工作在此之前已经完成, 且不是该论文的重点内容, 所以直接给出完成后的三维点计算公式<sup>[9]</sup>。

(2) 八叉树的建立。

三维点云测量的过程中, 由于人为的干扰或者扫描仪器本身的缺陷使得生成的三维数据往往存在许多小幅噪声和一些离群点<sup>[10]</sup>。由于在获取点云的过程中得到的点云是比较散乱的, 所以要对点云进行平滑<sup>[11]</sup>。

点云数据通常被看成一个点集, 通过原始点集的一定特征量将其分成若干个互不相交的子集<sup>[12]</sup>。

八叉树建立过程如图 3 所示, 左侧是点云的分割的层次, 先找到一个长方体可以将所有的点云数据包含在内, 然后找到长方体的中心点, 通过中心点将长方体分成八等份, 然后看每等份中是否存在点云数据。

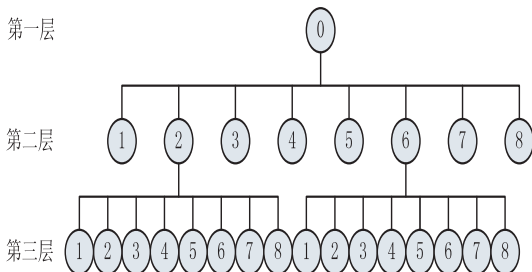


图 3 八叉树建立模型

如果不存在点云数据就终止分割; 如果存在点云数据, 就找到该小等份的中心点, 将其再分成八等份, 如此细分下去, 直到所分出的小长方体体积或小长方

体中所包含的点云数据的个数满足一定的条件时终止分割。将所得到的每小块点云通过法向量一致化来进行取舍, 这样就可以将物体点云过滤出来。

(3) Imageware 软件的简介。

Imageware 原来是由美国 EDS 公司生产的, 后来被德国 Siemens PLM Software 公司收购, 现如今已经并入到该公司的 NX 产品线。Imageware 是比较完善和强大的逆向工程软件, Imageware 对点云具有强大的处理能力, 可以有效地编辑和构建一些曲面, 其中包括 A 级曲面。所以目前的汽车行业、航空航天、模具和零部件加工等领域都广泛使用。Imageware 由一些主要的模块构成:

- 基础模块: 文件的存取、显示等;
- 点处理模块: 对获取到的点云数据进行处理;
- 评估模块: 定性和定量地评价整个点云处理的好坏程度;
- 曲面模块: 可以很好地完成曲线和曲面的建立与修改;
- 检验模块: 检验一些复杂物体的三维模型是否与三维点云符合等等。

### 4 实验主要过程

(1) 获取图像。

论文采用的硬件平台为家庭机器人, 如图 4 所示。它的双目摄像机是加拿大 pointgrey 公司的 Bumblebee2, 采集的图像分辨率为 640×480。由双目获取的为视频流, 文中以其中一帧的图像作为研究实例。文中研究的对象为一个普通棒球, 其左右眼图如图 5 所示, 该图已经进行了灰度化处理。

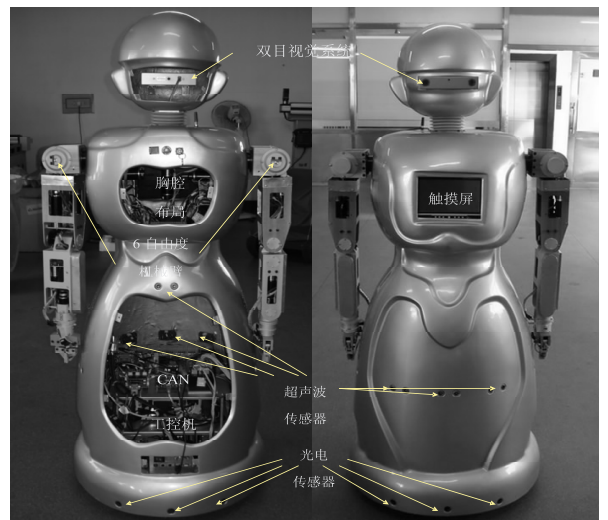


图 4 研究的硬件实验平台

通过双目自带的软件开发工具包, 编写了获取深度图的程序, 主要框架内容如下:

```
Int main(int argc, char * * argv)
```

```

}
//定义输入数据和输出深度图的变量
TriclopsInput inputData;
TriclopsImage depthImage;
.....//相关操作省略
return 0;
}

```

得到物体的深度图如图5所示,同时将得到的三维点云数据保存到文本文件中用于后续处理。

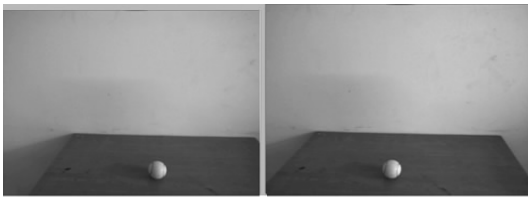


图5 摄像机获取的左右眼图像以及生成的深度图

## (2) 三维点云的预处理。

由于获取到的三维点云中还有大量干扰,再对点云数据进行预处理操作,最后将处理后的点云数据导入到Imageware中,得到物体的上视图、前视图、左视图和动态三维图,如图6所示。

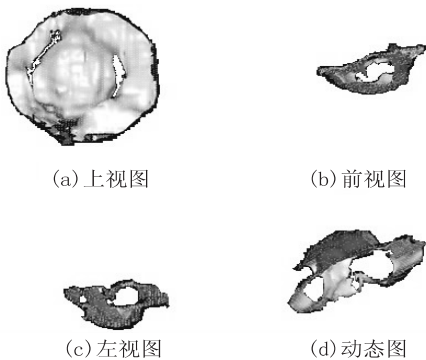


图6 Imageware构建出的物体的图像

由此可见通过双目获取的三维点云通过相应的预处理之后,拥有满意的精确度,可以将三维信息作后期处理并进行深入研究。

## 5 结束语

论文采用双目摄像头来获取物体的三维点云数据,由于双目的视野有限,只能获取物体正对双目的一面的点云数据,所以能够采用更好的点云获取技术将有效地提高点云获取的精度,比如激光点云扫描仪等。文中研究是属于传统的点云处理算法,但是点云数据的获取精度还是不够高,并且没有规律可循,同时对于点云后续处理算法也有相对难度,特别是结构比较复杂的目标物体。目前三维信息获取装置仍然属于专门的高级设备,相对于国内市场是显得很昂贵的,这就导致国内的研究进展比较缓慢,要想在点云技术方面有所突破,需要研究如何降低对于三维信息获取所耗费的成本。

### 参考文献:

- [1] 王丽辉. 三维点云数据处理的技术研究[D]. 北京:北京交通大学,2011.
- [2] 周佳立,张树有,杨国平. 基于双目被动立体视觉的三维人脸重构与识别[J]. 自动化学报,2009,35(2):123-131.
- [3] 李宝,程志全,党岗,等. 三维点云法向量估计综述[J]. 计算机工程与应用,2010,46(23):1-7.
- [4] 孟凡文. 面向光栅投影的点云预处理与曲面重构技术研究[D]. 南昌:南昌大学,2010.
- [5] 孟娜. 基于激光扫描点云的数据处理技术研究[D]. 济南:山东大学,2009.
- [6] 项晨. 三维点云预处理与网格模型多分辨率实时绘制技术的研究[D]. 天津:天津大学,2010.
- [7] 段瑞青. 基于图像的建模与测量技术研究[D]. 合肥:合肥工业大学,2012.
- [8] 綦科,谢冬青,刘洁. 基于八叉树空间分割的三维点云模型密写[J]. 计算机工程,2011,37(4):7-9.
- [9] 李天兰. 三维点云数据的处理与应用[D]. 昆明:昆明理工大学,2011.
- [10] 李文涛,韦群,杨海龙. 基于图像的点云生成和预处理[C]//2011年全国通信安全学术会议论文集. 出版地不详:中国通信学会通信安全技术专业委员会,2011.
- [11] 王士鑫. 基于双目立体视觉的瓜子三维特殊形态检测的研究[D]. 苏州:苏州大学,2012.
- [12] 刘倩,耿国华,周明全,等. 基于三维点云模型的特征线提取算法[J]. 计算机应用研究,2013,30(3):933-937.

(上接第21页)

- [9] 曹阳,李文峰,陈震宇,等. 航空发动机试验数据采集分析系统设计与实现[J]. 航空发动机,2010,36(6):36-38.
- [10] Telemetry Group. IRIG106-2009 Telemetry Standard Part 10[S]. New Mexico:Range Commanders Council,2009.
- [11] 田泽,韩伟,蔡叶芳,等. 基于FC接口的SoC软硬件协同设计验证平台构建与实现[C]//第十三届计算机工

- 程与工艺会议论文集. 出版地不详:出版者不详,2009.
- [12] 田泽. 嵌入式系统开发与应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2005.
- [13] 李攀,田泽,蔡叶芳,等. 基于FPGA的双通道FC数据采集卡设计[J]. 计算机技术与发展,2013,23(7):179-182.

# 基于双目的三维点云数据的获取与预处理

作者: [周勇飞](#), [徐昱琳](#), [吕晓梦](#), [王明](#), [ZHOU Yong-fei](#), [XU Yu-lin](#), [Lü Xiao-meng](#),  
[WANG Ming](#)  
作者单位: [上海大学 机电工程与自动化学院, 上海, 200072](#)  
刊名: [计算机技术与发展](#)

---

ISTIC

英文刊名: [Computer Technology and Development](#)

---

年, 卷(期): 2014(3)

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_wjfz201403006.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201403006.aspx)