

基于景深图像的身高测量系统设计

周长劭, 史 卓

(桂林电子科技大学 计算机科学与工程学院, 广西 桂林 541004)

**摘 要:**针对传统手工比对测量身高方法的不足,通过 Kinect 传感设备引入景深图像,提出一种基于计算机视觉景深图像实时测量人体身高的方法。实验证明,该方法可同时对多人的身高估计测量,比传统的测量方法快捷,适用于人流量较大的场合。

**关键词:**景深图像; Kinect; 身高测量

**中图分类号:** TP319      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1673-808X(2013)03-0214-04

Design of height measurement system based on the depth image

Zhou Changshao, Shi Zhuo

(School of Computer Science and Engineering, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China)

**Abstract:** Considering the poor efficiency and other disadvantages of the traditional manual stature measurement, a depth image real time stature measurement(DIRSM) which gathers depth image from Kinect sensor is proposed. Experiments have shown that the DIRSM can not only achieve multi person height measurement meanwhile but also has higher efficiency than the traditional one, which applies to the crowded occasion.

**Key words:** depth image; Kincet; height measurement

身高的测量在日常生活中随处可见,如进公园、上公交车、乘火车轮船、看电影等,几乎所有入门验票处都要通过目测身高来初步确定小孩不同的购票等级。在医院进行体检,身高测量也是基础检查项目之一。常用的身高测量多为通过尺度工具采用接触式方法对身体高度进行人工比对测量,此方法虽然准确实用,但人数多时若逐一测量,速度相对较慢。在人流很大的场合,只需要人体估算高度,对人体身高的测量不需要达到很高的精度,并且对速度有一定要求时,传统的测量方式明显不能满足需求。基于计算视觉的人体高度测量,通过人体非接触式的视觉检查比对达到身高的测量方法则可以满足以上场合要求。但以往的计算视觉多是基于二维平面图像进行图像比对处理,身高测量所需要的数据信息不足,因此,其对图像中人体的身高测量运算方法复杂,速度缓慢,难以满足实时的需求。

基于以上各种方法的不足,引入景深图像,并利用景深图像中的深度信息对人体身高的测量进行研究,设计并实现基于景深视觉的人体身高的测量系统。

1 景深图像及设备

景深图像又称深度图像,在三维计算机图形学中,深度图像是指从观察者的视角看去,图像所包含信息与场景物体表面距离相关的一种距离图像。假设图像深度值的变化方向(即摄像机拍摄方向)与所需要描述的三维场景的视场方向(Z方向)相同,那么就能很容易地描述整个三维场景,因此,深度图像也称为距离图像。与彩色图像相比,深度图像能直接反映物体表面的三维特征,且不受光照、阴影和色度等因素的影响<sup>[1]</sup>。现在市场上比较流行的深度图像采集设备多数为体感设备,主要为 WAVE Xtion

收稿日期: 2012-12-28  
基金项目: 广西研究生教育创新计划(YCSZ2012071)  
通信作者: 史卓(1978—),男,江苏常州人,副教授,博士,研究方向为图形图像处理、数字媒体、移动软件开发技术。E-mail: shzh@guet.edu.cn  
引文格式: 周长劭,史卓. 基于景深图像的身高测量系统设计[J]. 桂林电子科技大学学报,2013,33(3):214-217.

(ASUS)、PrimeSense™和 Kinect(Microsoft)等。本研究采用的实验设备为 Kinect。

Kinect 是微软公司在 2010 年底针对 Xbox 360 平台发布的体感摄像设备,它提供了深度测量技术,并应用于 Natal 项目中,其使用的技术命名为光编码。与传统的 ToF 或者结构光测量技术不同,光编码主要使用连续的(而非脉冲)光源照明,不需要特别定制的感光芯片,只需要普通的 CMOS 感光芯片,因此,成本大大降低。

光编码其实就是通过光源照明,给需要测量的空间进行编码,本质上还是结构光技术。但与传统结构光不同,其光源发射的并不是周期性变化的二维图像编码,而是一个具有三维深度距离的“体编码”,这种光源被称为激光散斑。由于散斑是通过激光照射到非镜面反射物体或可穿透的毛玻璃后形成的随机衍射斑点,这些衍射的斑点具有高度的随机性,而且会随着不同深度距离变换图案,因此,空间中任意两处的散斑图案都不同。当发射这样的结构光时,整个空间就被散斑做了标记。当一个物体进入这个空间时,只要观察物体上的散斑图案,就可得知这个物体所在的位置。Kinect 摄像头就是以此来生成三维景深图像的。作为一款游戏机平台的输入设备,Kinect 具有如表 1 所示的特点。

表 1 Kinect 特点描述	
Tab.1 The description of Kinect features	
主要功能	特点描述
行为传感器	Kinect 使用一个行为传感器,对用户整个身体进行跟踪。Kinect 不但能捕捉用户的手和手腕,还能捕捉包括手臂、小腿、膝盖、手腕、臀部等各个身体关节部位
骨骼跟踪	当 Kinect 探测到用户身体时能对其人体进行识别 <sup>[2]</sup> ,并基于景深图像数据,创建模拟用户的数字骨骼。当用户左右或跳跃移动时,传感器进行捕捉,同时游戏应用程序会做出相应的反应
脸部识别	Kinect 通过搜集并记录用户身体(如脸部)数据来识别用户。当用户再次使用 Kinect 时,它能识别出用户并直接跳入上次用户停止的游戏场景
声音识别	Kinect 使用传感器中内置的话筒阵列进行语音识别,并能从其他噪声中分离出用户的声音。由此,用户可以通过声音控制应用程序,如音频、视频的播放

微软公司在 2011 年底发布了第一个 Kinect for Windows SDK beta 版本<sup>[3]</sup>,目前最高版本为 1.6。SDK 帮助开发人员使用 Kinect 传感器技术在 Win-

dows 7 以上的操作系统下创建 PC 平台应用程序。但是,当前版本不能用于商业行为,仅用于学术研究和交流。

Kinect for Windows SDK 包括 Windows 7 操作系统的 Kinect 的驱动程序、Kinect 设备接口和 API、源代码示例及相关文档。开发人员通过 Kinect for Windows SDK 能够为应用程序增加以下特性<sup>[4]</sup>:

- 1)可同时识别 6 个人的骨骼,但只能追踪 Kinect 传感器视野范围内 1~2 人的骨骼运动图像;
- 2)通过 Kinect 深度摄像头获取标准颜色图像流及深度数据,深度数据能判断传感器前人与人之间、人与 Kinect 之间的距离;
- 3)结合 Windows 7 语音识别 API 定位音源、识别声音。

开发基于 Kinect 的应用程序,开发人员需要熟悉 Visual Studio 2010 开发环境及 WPF 编程模式<sup>[5]</sup>、掌握 C# 或 C++ 语言,结合 Kinect 进行基于深度图像的快速抠图的算法程序编写<sup>[6]</sup>,如需处理音频信息,还需熟悉 Windows 7 SDK 中相关 API。本研究主要使用 Kinect 跟踪骨骼及获取深度数据。

2 人体身高景深像素测量方法

2.1 景深像素位置转换为实际位置

基于深度图像对人体身高测量时,需要理解像素位置与实际空间位置的换算关系,用 Kinect 获得的深度数据以像素为单位记录,默认为 640×480 像素。在进行身高测量时,需要根据实际距离的大小进行距离判定,因此,首先要将以像素为单位的数据转换成以实际距离为单位的数据。设 Kinect 拍摄的深度图 X-Y 平面尺寸为  $w \times h$ ,则其对应实际距离坐标如图 1 所示,其中,原点  $O$  为摄像头位置。

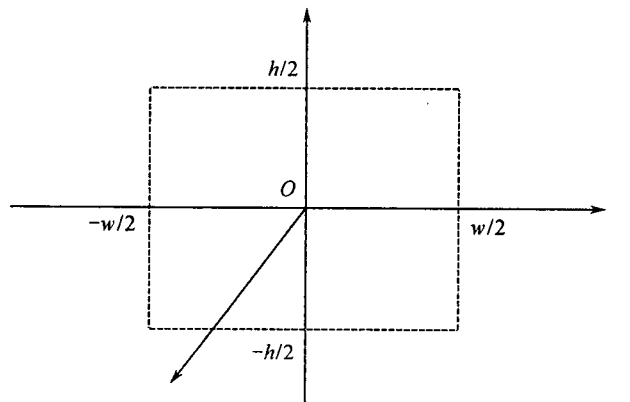


图 1 Kinect 数据坐标示意图  
Fig.1 The diagram of Kinect data coordinate

Kinect 返回的深度值不是实际距离,而是一个相对数据。设 Kinect 返回的某一点深度值为  $d_{\text{raw}}$ , 根据 Kinect 的校准过程,可求得相应的实际距离深度值为<sup>[7]</sup>

$$d=k\tan\left(\frac{d_{\text{raw}}}{2\ 842.5}+1.186\ 3\right)-O.$$

(1)

其中, $k=0.123\ 6\ \text{m}$ , $O=0.037\ \text{m}$ 。

根据实际距离深度值,可求得像素位置为  $(i,j,d)$  点的实际位置  $(x,y,z)$ ,其转换公式为<sup>[8]</sup>

$$\begin{cases} x=(i-\frac{w}{2})\times(d-10)\times s\times\frac{w}{h}, \\ y=(j-\frac{h}{2})\times(d-10)\times s, \\ z=d. \end{cases}$$

(2)

其中, $s=0.002\ 1$ 。

2.2 基于景深视觉的人体身高测量

该方法的基本原理是根据深度图像中的三维像素信息进行实时深度提取<sup>[9]</sup>,将景深图像空间变换为实际空间中的空间点云信息,并以此进行身高的估算测量。三维图像空间和实际空间的换算原理为:每个摄像机都有视场,焦距的长度和相机传感器的大小决定了视场角。Kinect 中相机的水平和垂直视场角分别为  $57^{\circ}$  和  $43^{\circ}$ 。只要知道深度值,就可以计算出物体的实际高度。计算原理如图 2 所示。

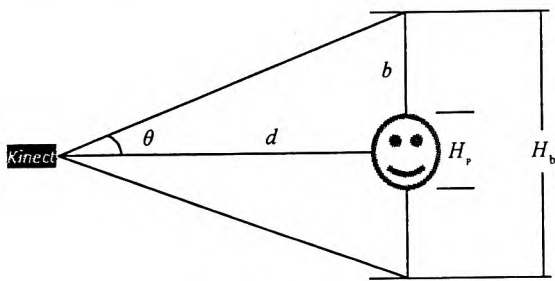


图 2 身高测量原理图

Fig. 2 The principle diagram of height measurement

图 2 中: $b$  为背景上部实际高度; $d$  为深度距离; $\theta$  为摄像头上平面角度(垂直视场角的  $1/2$ ); $H_p$  为人 体已检测的像素高度; $H_r$  为人物空间待测量高度(实际身高); $H_b$  为背景像素高度。运算公式如下:

$$b=d\times\tan\theta,$$

(3)

$$\frac{H_p}{H_b}=\frac{H_r}{2b}\Rightarrow H_r=\frac{2b\times H_p}{H_b},$$

(4)

其中, $\theta=21.5^{\circ}$ , $b=240$ , $\theta$  和  $H_b$  为参考值。在具体实

验中,根据设备环境的差异(如相机的垂直视场微小差异)等,具体值可以进行微调,通过以上方法可以将像素高度转换为现实高度。其中,深度取值是将人物所在的像元的深度值取平均值作为人体的深度值,之所以求平均值是因为人体不是平的,并且能够简化计算。

3 系统实现

3.1 系统框架

在进行人体身高测量前,先要对被测身高人体进行标识确定。引入微软公司的景深人体检测程序,开启骨骼程序 API 后,Kinect 可检测深度图像中运动的人体,并以 ID 号进行标识和跟踪。然后对具有人体标识 ID 的景深图像由上往下逐行扫描,获取图像中所有被标识人体 ID 的像素高度最高和最低行值,并以此计算所有人的像素高度。最后应用前述的人体身高测量方法,计算出所有人的实际高度。系统实验设计的框架如图 3 所示。

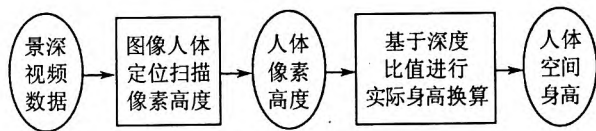


图 3 系统框架图

Fig. 3 System framework

3.2 系统实验

为了对身高测量模型进行验证,使用 Kinect 同时对 5 位身高不等的人进行测量实验。实验环境条件为:64 位 Windows 7 操作系统;Intel(R)Core CPU I3-2130 @3.40 GHz 3.40 GHz;RAM 4.00 GB;摄像机 Kinect for Xbox 360。实验软件系统运行结果及数据列表如图 4 和表 2 所示。

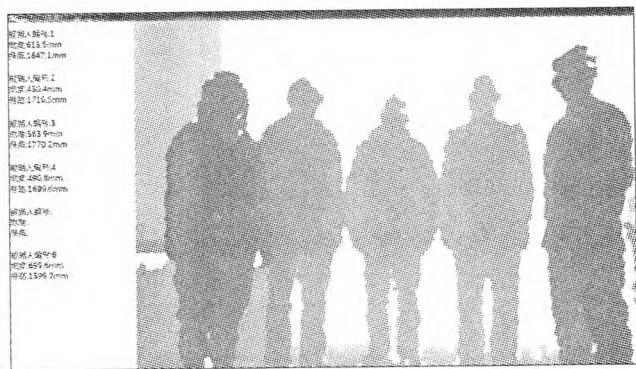


图 4 身高测量实验结果

Fig. 4 The results of height measurement

表 2 实验结果  
Tab. 2 Experimental results

人物	测量身高/m	实际身高/m	准确率/%
1	1.647 1	1.67	98.63
2	1.719 5	1.70	99.44
3	1.770 2	1.76	99.42
4	1.699 6	1.70	99.98
5	1.599 2	1.60	99.95

图 4 用灰度表示其摄像头设备的深度距离,颜色越深距离越近,颜色越浅距离越远。被测 5 人离摄像头距离介于 0.8 m(Kinect for Xbox 最小探测距离)至 4 m(Kinect for Xbox 最大探测距离<sup>[10]</sup>)之间。图 4 左边为实时测量的 5 人身高的数据。

表 2 的实验结果显示,身高测量数据最低准确率超过 98%,5 人身高准确率平均达到 99.48%,因微软公司的骨骼跟踪系统的限制,同时最多可测身高人数为 6 人。测量时间消耗主要在人物骨骼的识别,且都小于 0.5 s。可见,该模型具有较高的实时性。

4 结束语

根据深度图像及高度计算原理,设计并实现了基于计算视觉的高度测量程序,可同时计算多人的高度,且速度快、性能好。但该系统存在一些不足,由于 Kinect 景深图像使用红外散斑进行深度探测,其在某些时候,如在头发遮挡部分或折射红外光线部分时,不能稳定地探测出深度值,导致深度图像有微小幅度的闪烁,导致计算的人体高度在微小范围里做周期闪动。此外,该方法要求测量对象必须在站直的情况下才能进行身高测量,若在坐或蹲情况下,则不能较好地测量,只能计算出坐姿或蹲立时的高度。后续

工作可引入相关平滑算法,对连续视频图像进行平滑处理,以弥补硬件不足带来的问题,借助骨骼系统各关键点位置捕获功能计算非直立的人体身高的准确数据。

参考文献:

[1] 范剑英,于舒春,王洋. 基于法向分量边缘融合的深度图像分割[J]. 计算机工程,2010,36(17):221-222,225.

[2] 李红波,丁林建,冉光勇. 基于 Kinect 深度图像的人体识别分析[J]. 数字通信,2012(4):21-26.

[3] Microsoft MSDN. Kinect for Windows SDK[EB/OL]. [2012-10-10]. <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh855347.aspx>.

[4] 邵隼,马娜. 浅谈基于 Kinect 的应用程序开发[J]. 计算机光盘软件与应用,2012(8):173,179.

[5] Petzold C. Windows Presentation Foundation 程序设计指南(美)[M]. 北京:电子工业出版社,2008.

[6] 何贝,王贵锦,林行刚. 结合 Kinect 深度图的快速视频抠图算法[J]. 清华大学学报:自然科学版,2012,52(4):561-565,570.

[7] Raheja J L, Chaudharv A, Signal K. Tracking of fingertips and centres of palm using kinect[C]//CIMSIM. Langkawi;IEEE,2011:248-252.

[8] OpenKinect Organization. Imaging information for Kinect[EB/OL]. [2013-02-10]. [http://openkinect.org/wiki/Imaging\\_Information](http://openkinect.org/wiki/Imaging_Information).

[9] 王奎,安平,张艳,等. 基于 Kinect 的实时深度提取与多视绘制算法[J]. 光电子·激光,2012,23(10):1949-1956.

[10] Microsoft. Kinect for Windows SDK programming Guide[M]. USA;Microsoft Research,2011.

编辑:梁王欢

# 基于景深图像的身高测量系统设计


作者:

周长劭, 史卓, Zhou Changshao, Shi Zhuo

作者单位:

桂林电子科技大学计算机科学与工程学院, 广西桂林, 541004

刊名:

桂林电子科技大学学报 

英文刊名:

Journal of Guilin University of Electronic Technology

年, 卷(期):

2013, 33(3)

## 参考文献(10条)

1. 范剑英;于舒春;王洋 基于法向分量边缘融合的深度图像分割[期刊论文]- (H) 计算机工程 2010(17)

2. 李红波;丁林建;冉光勇 基于Kinect深度图像的人体识别分析[期刊论文]- (H) 数字通信 2012(04)

3. Microsoft MSDN Kinect for Windows SDK 2012

4. 邵隼;马娜 浅谈基于Kinect的应用程序开发[期刊论文]- (H) 计算机光盘软件与应用 2012(08)

5. Petzold C Windows Presentation Foundation程序设计指南(美) 2008

6. 何贝;王贵锦;林行刚 结合Kinect深度图的快速视频抠图算法[期刊论文]-清华大学学报(自然科学版) 2012(04)

7. Raheja J L;Chaudharv A;Signal K Tracking of fingertips and centres of palm using kinect 2011

8. OpenKinect Organization Imaging information for Kinect 2013

9. 王奎;安平;张艳 基于Kinect的实时深度提取与多视绘制算法[期刊论文]-光电子@激光 2012(10)

10. Microsoft Kinect for Windows SDK programming Guide 2011

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_gldzgyxyxb201303010.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_gldzgyxyxb201303010.aspx)