

# 虚拟装配中基于双目视觉的用户化身研究

杨东梅<sup>1</sup>, 印桂生<sup>1</sup>, 赖初荣<sup>2</sup>

(1 哈尔滨工程大学 计算机科学与技术学院, 黑龙江 哈尔滨 150001; 2 哈尔滨工程大学 科技园, 黑龙江 哈尔滨 150001)

**摘要:** 推导了双目成像的视差与场景点深度信息的关系及相应的计算公式, 在双目视觉理论的基础上提出了用户化身视觉模型用于虚拟场景的成像变换, 并探讨了真实感头部化身技术. 将 Agent 技术应用到虚拟化身中, 提出虚拟装配中完全自主模式的化身模型.

**关键词:** 双目视觉; 用户化身; 虚拟装配; Agent

**中图分类号:** TP311

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-7180(2010)06-0035-04

## Research of User Avatar Based on Binocular Vision in Virtual Assembly

YANG Dong-mei<sup>1</sup>, YIN Gui-sheng<sup>1</sup>, LAI Chu-rong<sup>2</sup>

(1 College of Computer Science & Technology, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China;

2 National Science Park, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China)

**Abstract:** Have derived relation between parallax of binocular vision and depth information of beauty spot, have put avatar's image varying for virtual scene based on binocular vision theory, and have discussed realistic head avatar creating technology. Agent applies to virtual avatar, have put avatar model of complete independence in virtual assembly.

**Key words:** binocular vision; user avatar; virtual assembly; agent

### 1 引言

在虚拟装配研究中, 用户化身即用户在虚拟空间的代表, 这个特殊虚拟对象是一个中心问题, 它起着把用户从现实世界带入虚拟世界的桥梁作用, 用户借助于传感设备(包括跟踪器、数据手套、气敏与味敏传感器、热敏传感器等)将自身的姿态、方位、动作和现实世界的环境信息传递给用户化身, 用户化身与虚拟场景产生数据交换, 变换后的虚拟场景再通过用户化身借助于各种输出及传感设备(包括头盔显示器、数据手套、立体声耳机、嗅觉与味觉传感器等)将虚拟场景的视觉、听觉、触觉、嗅觉与味觉等多方面的人体感官信息反馈给用户. 因此, 虚拟现实技术的3个基本特征, 即临场感(Immersion, 也称浸入感)、交互性(Interaction)、想象力(Imagination)都与用户化身息息相关, 关于用户化身模型的研究对虚拟现实系统的实现就显得非常重要.

### 2 双目立体视觉的基本原理

深度和视差的关系:

在假设两个相机的成像平面重合的情况下, 可以用图1表示各变量间的关系. 其中  $c$  为视差, 可以由  $d, l, f$  表示 ( $d, l, f$  分别是物体深度、相机间距离和焦距).

$$\frac{l-c}{l} = \frac{d-f}{d};$$

$$\text{则: } c = \frac{l}{d} \cdot f, \text{ 即 } d = \frac{l}{c} * f$$

这就是双目立体视觉的基本公式(视觉深度信息的计算公式), 用视差来恢复立体信息. 可以看出  $c$  和  $d$  成反比. 对上式求导可得:  $\frac{dc}{dd} = -\frac{l \cdot f}{d^2}$  即对于在一个平面上的一个点集, 随着深度增加, 视差的变化和深度是成平方反比的. 深度信息的获取是感知三维空间的必要和先决条件<sup>[1]</sup>.

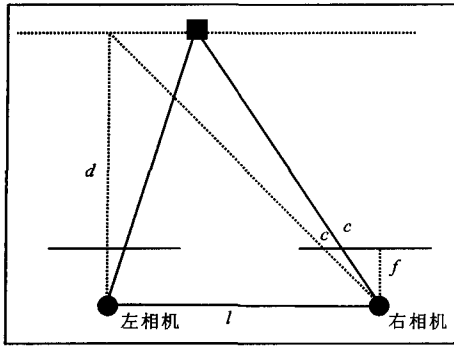


图1 双目立体视觉原理图

### 3 用户化身的视觉模型

替身是分布式多用户虚拟场景中一个不可缺少的因素.在多用户的虚拟环境中,一个用户要能够感知到其他用户的存在,就必然要用到代表用户的替身.有了替身,如果用户与用户间的交流还是仅仅通过文本、声音来实现,则与一般的二维平面界面下的计算机用户交流没有多大的差别.因为这样还是没有充分利用三维场景在用户交流方面的优越性.要充分发挥三维场景在这一方面的优越性,就要实现在二维界面下无法表现的要素,如用户在三维空间的运动情况、用户的一些身体语言甚至面部表情等<sup>[2]</sup>.

用户化身承担着用户及其传感器与虚拟场景之间交换数据的关键作用,用户化身模型的优劣对虚拟现实系统的性能起决定性作用.视觉信息交换是用户与系统之间最重要的交互方式,用户可以通过化身与其他的用户化身“面对面”交流和沟通.

在VR系统中,双目立体视觉起了很大作用.用户的两只眼睛看到的不同图像是分别产生的,显示在不同的显示器上.有的系统采用单个显示器,但用户带上特殊的眼镜后,一只眼睛只能看到奇数帧图像,另一只眼睛只能看到偶数帧图像,奇、偶帧之间的不同也就是视差就产生了立体感.

用户(头、眼)的跟踪:在人造环境中,每个物体相对于系统的坐标系都有一个位置与姿态,而用户也是如此.用户看到的景象是由用户的位置和头(眼)的方向来确定的<sup>[3]</sup>.

跟踪头部运动的虚拟现实头盔:在传统的计算机图形技术中,视场的改变是通过鼠标或键盘来实现的,用户的视觉系统和运动感知系统是分离的,而利用头部跟踪来改变图像的视角,用户的视觉系统和运动感知系统之间就可以联系起来,感觉更逼真.另一个优点是,用户不仅可以通过双目立体视觉去

认识环境,而且可以通过头部的运动去观察环境<sup>[3]</sup>.

## 4 真实感头部化身生成

系统将立体摄像机和头部三维模型结合起来生成真实感头部化身.此技术利用立体摄像机产生的二维图片和深度图生成化身脸部,而用三维模型和贴图生成化身其他部位,优点是用有限的硬件和运算量实现较真实的头部化身.

### 4.1 头部三维建模

由于用头部三维模型和贴图相结合来生成化身头部非关键部位,系统必须有一个头部三维模型,然后才能够用预先获得的头部纹理进行贴图.由于人的头部特征各不相同,如采用固定的头部三维模型,那么产生的头部化身就会失真<sup>[4]</sup>.

采用三维模型动态转变方法来解决此问题.在开始运行时,系统采用一个预先定义的头部三维模型,在运行过程中,根据被摄者原始图片中的头部横纵比对头部三维模型在横向和纵向上进行缩放,使头部三维模型的横纵比与被摄者原始图片中的头部横纵比相同.这样,可以产生较真实的头部化身.

由于化身脸部由立体摄像机产生的二维图片和深度图生成,而不是用脸部图片和头部三维模型通过贴图方法产生,所以在三维模型动态转变过程中系统只调整头部三维模型的横纵比,还要对头部三维模型进行细节调整.头部三维模型的细节调整可以通过在脸部图片和头部三维模型中设立关键点,然后对相应关键点进行相关性匹配来实现<sup>[5-6]</sup>.

### 4.2 化身脸部生成

系统利用立体摄像机产生的二维图片和深度图生成化身脸部.系统首先通过深度图产生脸部三角网,然后将二维图片中的每一个像素点映射到脸部三角网上,生成化身脸部.

生成化身脸部的具体过程如下:

(1) 将脸部深度图从背景中分割.由于在生成过程只需脸部深度图,所以系统必须将它从背景中分割,系统采用阈值控制法来进行分割,即将和脸部的距离大于某一预设阈值的像素点进行分割,而不将其放入脸部深度图.通过此方法,系统同时解决了用户脸部定位问题,用户在使用过程中头部可以自由移动,通过分割方法,系统能够对脸部进行自动定位.

(2) 对于深度图中的每一个像素点,系统根据它的深度信息来决定摄像机坐标系中的一个点的

坐标 $(x_{ij}, y_{ij}, z_{ij})$ . 如果  $W$  是深度图中的水平像素点个数,  $H$  是深度图中的垂直像素点个数,  $\alpha$  是摄像机水平视角的一半,  $\beta$  是摄像机垂直视角的一半, 那么  $x$  和  $z$  的值可以用式(1)和式(2)进行计算:

$$x_{ij} = z_{ij} * \operatorname{tg}\alpha * \frac{i - \frac{W}{2}}{\frac{W}{2}} \quad (1)$$

$$z_{ij} = y_{ij} * \operatorname{tg}\beta * \frac{\frac{H}{2} - j}{\frac{H}{2}} \quad (2)$$

#### 4.3 化身头部生成

得到头部三维模型和化身脸部后,系统将生成整个头部化身.系统首先必须得到脸部以外其他部位的纹理,然后将这些纹理作为贴图贴到头部三维模型的相应部位.

目前获得头部纹理的方法有两种,一种是通过激光扫描仪来获得头部纹理,另一种是通过3D到2D的映射来获得头部的纹理.对系统中的每一个用户,系统须在离线时通过结合头部不同视角的二维图片来获得对应的头部纹理,这是一种3D到2D的映射.

图2是原始图片,图3是真实感化身后的得到的.



图2 原始图片



图3 化身头部生成的图片

在化身头部生成过程中,必须注意两件事情.第一,由于生成过程中人脸离摄像机的距离可能会发生变化,所以生成的化身脸部的大小是不固定的,而头部三维模型和头部纹理则是大小固定的,因此系统在运行过程中必须对化身脸部进行动态缩放,使它的大小正好能够嵌入头部三维模型中.第二,由于头部纹理是静态的,而化身脸部是动态生成的,在生

成过程中人脸可能会处于不同光照环境下,即生成的化身脸部是亮度不固定的,因此在系统运行过程中必须对比身脸部和整个化身头部的连接处进行平滑处理,使整个化身头部看上去更真实和自然<sup>[7-8]</sup>.

## 5 Agent 虚拟化身

化身是实际装配工人在虚拟环境中的映射,因此它应像人一样具有智能,同时它也需要和虚拟装配车间其他化身进行配合,因此它还应具有社会性.所以将化身简单的映射为全信息模型不够全面的,还需要加入智能性、社会性和心理因素,即使其成为一个 Agent.使化身像一个真正的人在进行装配,这时化身为完全自主模式.另外,在装配过程中可能需要装配人员给化身一些指导,来指导化身进行装配活动,这时化身模型为交互模式;甚至在进行训练装配人员的时候,装配人员完全替代化身进行装配,这时,化身成了完全被动模式<sup>[4]</sup>.

文中化身模型结构如图4所示.

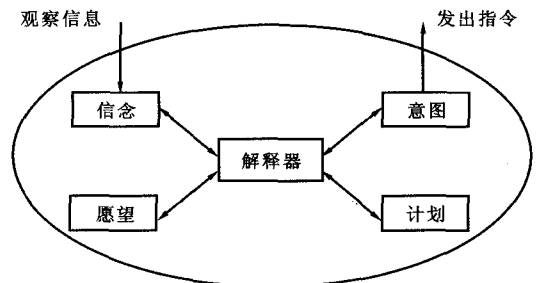


图4 化身模型结构

信念:即 Agent 对其所处环境的认识,这种认识可能是不全面甚至是不正确的.

愿望:是 Agent 希望达到的状态,这通常是人交给 Agent 的任务.“策略库”是 Agent 的知识库,其中存储了一些预先设计的策略,它们描述了为完成某些特定任务或在特定环境下应采取的动作步骤,使 Agent 能方便地完成其意图.

意图:描述了 Agent 为达到“愿望”而计划采取的“策略”有序集,“意图”在 Agent 的动作过程中可能会由于环境的改变而需要决定采取新的策略.

解释器:负责对 Agent 的控制,通常包括:通过对外部世界的观察更新信念;在新信念的基础上产生新愿望;产生意图以完成愿望等.

## 6 结束语

利用双目立体摄像机和头部三维模型相结合来产生真实感头部化身的技术相对于以前的真实感头部化身实现技术有以下一些优点:生成化身真实感

强,能够表现脸部的细微变化;硬件投入少;生成化身所需要运算量少,可在一般PC上运行。

能够进行脸部定位.用户在使用过程中头部可以自由移动.随着各种虚拟环境系统不断出现和应用,有越来越多的人依赖于它进行日常工作,而不断完善和成熟的真实感头部化身技术将使虚拟环境变得更加逼真,人们基于虚拟环境的交流更加真实。

将虚拟化身技术嵌入到虚拟装配系统中,使系统具有表达其世界的静态和动态知识.即建立虚拟装配所处环境的领域知识,智能虚拟过程实时获得领域知识并决定自己的行动,同时根据环境的反馈信息调整自身行动使虚拟装配具有环境知识,并且可以感知世界的变化并获取知识,即解决装配系统在不确定性动态环境中的反应能力和对外界事物充分感知的能力<sup>[5-6]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] 陈晓铮,林新华,李明禄.基于SAGE的分布式虚拟现实框架[J].微电子学与计算机,2008,25(9):59-64.
- [2] 李自力,朱光喜,朱耀庭.一种基于会聚双目立体视觉的用户化身模型[J].电子与信息学报,2006(6):763-765.
- [3] 张静,杨麦顺,刘萍芬.基于Vega的视景仿真应用系统研究与实现[J].微电子学与计算机,2008,25(2):93-

96.

- [4] 田美红,陈岭,陈根才.立体摄像系统及其在真实感头部化身生成中的应用[J].计算机工程与应用,2004(5):25-27.
- [5] Kalra P, Magnenat - thalman N, Moccozet L. Real-time animation of realistic virtual humans[J]. IEEE Computer Graphics and Applications, 2003, 18(5): 47-56.
- [6] Tecchia F, Loscos C, Chrysanthou Y. Image-based crowd rendering[J]. IEEE Computer Graphics and Applications, 2005, 22(2): 36-43.
- [7] Yang Y G, Chen J X. Impostors-based real-time avatar behavior in virtual reality systems[C]//Proceedings of the Fifth IEEE International Workshop on Distributed Simulation and Real-Time Applications. Washington: IEEE Computer Society, 2007: 37-44.
- [8] Korosec D, Holobar A, Zazula D. Multilevel implementation of the dynamic virtual environment[C]//Advances in Computational Bioengineering, v7, Simulation in Biomedicine. UK, Slovenia, 2005: 477-486.

#### 作者简介:

- 杨东梅 女,(1979-),博士研究生.研究方向为虚拟现实.  
 印桂生 男,(1964-),博士生导师.研究方向为虚拟现实、数据库.  
 赖初荣 男,(1977-),讲师.研究方向为系统集成.

(上接第34页)

#### 参考文献:

- [1] 徐娟,李战怀,姚如贵,等.中心集控令牌环无线网通信机制设计与实现[J].微电子学与计算机,2006,22(4):170-173.
- [2] 苏俭,郭伟,任青春,等.一种基于软件无线电台的组网方案设计[J].电子科技大学学报,2003,32(5):560-563.
- [3] Rays A, Sage K. Integrated management architecture for IP-based network[J]. IEEE Communication Magazine,

2000,38(4):48-53.

- [4] 朱文忠.基于VC的串行通信的实现方法探析[J].微电子学与计算机,2007,24(1):159-161.
- [5] Tanenbaum A S. 计算机网络[M].熊桂喜,王小虎,译.北京:清华大学出版社,2000:209-228.

#### 作者简介:

- 张 焯 女,(1971-),硕士,讲师.研究方向为计算机应用.  
 张跃鹏 研究员,博士生导师.  
 曾 军 博士研究生,高级工程师.