

沉浸感显示技术研究

Research on Immersion Display Technology

黄东军 伯斯科 陈斌华 (中南大学信息科学与工程学院 长沙 410083)

摘要:沉浸感是虚拟现实技术追求的基本目标,创造具有强烈沉浸感的虚拟环境有赖于各种技术的综合运用,其中显示技术是最终形成虚拟环境的关键步骤。本文阐述了沉浸感的概念;评述了当前一些有影响的沉浸感显示系统;从技术上对现存解决方案进行了分类。通过分析现有技术,得出了一些发展沉浸感显示技术的基本经验。目前,从满足特定需要出发解决相关显示技术问题,是研究并推动沉浸感显示技术向前发展的有效途径。

关键词:虚拟环境 沉浸感 显示技术

1 沉浸感与显示技术

沉浸感是虚拟现实技术的核心概念之一(另一个是交互性)。沉浸感指的是一种主观感知,即人对计算机系统创造和显示出来的虚拟环境(Virtual Environment, VE)的感觉和认识。当参与者置身于虚拟环境(VE)中时,其感觉系统以一种与在真实环境中相同的方式处理来自虚拟世界的视觉和其他感知数据,就像处理一般感知数据一样^[1]。

人对VE的沉浸感是可以度量的。如果一个VE比另一个有更大的视域(Field of View, FOV),那么第一个系统就比第二个系统有更高的沉浸感。进一步,如果一个VE允许参与者转动头部从任何方向观察VE视觉信息,而另一个VE却只允许参与者从某个固定方向观察VE视觉信息,例如在小屏幕上注视画面,那么前者有更强的沉浸感。

创造具有强烈沉浸感的虚拟环境有赖于各种技术的综合运用,包括图形图像技术、人机交互技术、人工智能与模式识别技术、网络传输技术、并行与协同计算技术、大规模显示技术等等。其中显示技术是最终形成虚拟环境的步骤,其作用至关重要。显示技术是信息呈现的一种手段,随着普适及算的兴起,显示技术的作用越来越重要。显示技术可分为无沉浸感的、半沉浸感的和全沉浸感的。本文旨在评述当前沉浸感显示技术研究的现状,对业已存在的种种解决方案进行归纳,总结沉浸感显示技术的发展趋势,为推动该项技术的发展提供有益启示。

2 沉浸感显示技术的类型

在技术上,可以将以往的研究按不同的方式分类。

①从显示的规模分,有单屏技术和并行多屏显示技术。单屏显示本身因显示范围小而存在诸多局限,大多依靠应用系统来获得很弱的沉浸感。而多屏技术有良好的视觉效果,通过多通道并行输出,不仅显示的幅面大,分辨率高,而且能够产生一定的沉浸感。多屏技术大多采用显示墙(display wall)模式,如图1为美国普林斯顿大学1999年开发的大规模显示墙^[2]。由于参与者没有被包围在虚拟环境中,他们只是在看显示的东西(looking at),因此沉浸感也很有限。

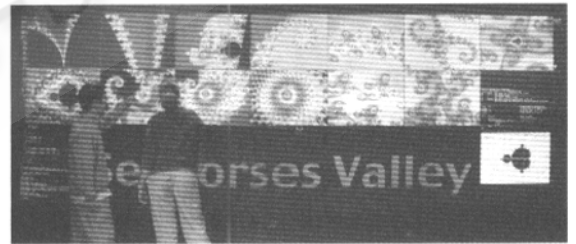


图1 多屏显示墙

②从显示表面的形状看,可分为平面显示与曲面显示。平面显示是传统显示技术的继续,而曲面显示则试图模拟立体空间环境,通过显示表面对参与者的包围来创造更强的沉浸感,图2为德国Fraunder IZB公司开发的曲面显示系统i-CONETM^[3]。曲面显示赋予人们从不同视角观察画面的可能,参与者开始置身于

显示环境当中 (being in), 而不仅仅是不是观看显示内容, 因此有了更加丰富的感受和更多的想象。



图 2 曲面显示系统 i-CONE™

曲面显示技术也有不同类型, 有球面的, 有立方体的 (包括六面洞室、三面洞室等)。这种几何上的差异主要会带来设备制造与部署上的不同, 同时在沉浸感的也有一些差别。例如, 球面显示更适合模拟太空穿行感, 如图 3 所示。而六面立方体则更加一般化, 适用范围更广泛些, 如图 4 所示。

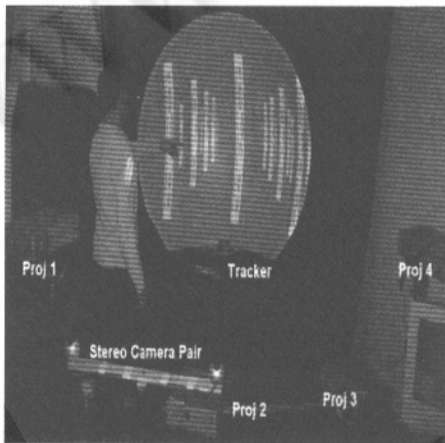


图 3 球面显示系统^[4]

③ 从对参与者的装备要求看, 有需要穿戴设备的和不需要穿戴设备的显示系统。前者如头盔显示器 (Head Mounted Display, HMD)、快门眼镜 (Shutter glasses) 等。头盔显示器是一个独立的显示设备; 而快门眼镜则是一种辅助设备, 通过让左右眼看到不同角度的影像, 使观察者感觉到立体图像。它的左右镜片是一下打开一下关闭, 当右眼的镜片打开时, 屏幕上也会同时输出给右眼看的影像; 当左眼的镜片打开时, 屏幕上也会刚好是输出给左眼看的影像。目前欧美正逐渐盛行的 I-MAX 立体电影院和立体剧场采用的就是这

种技术。



图 4 六面洞室 (Six-Side Cave)^[5]



图 5 头盔显示器



图 6 快门眼镜

显示系统要求参与者佩戴相关设备会带来一些不便, 例如在虚拟视频会议中, 要求与会者都佩戴头盔显示器或快门眼镜, 会相当别扭。

④ 从显示系统的应用范围看, 可分为一般用途的和特殊用途的。上面提到的系统均为一般用途的显示技术。而特殊用途的显示系统的显示属性与某种应用密切相关。换句话说, 就是显示设备的设计和部署是为特定显示内容服务的, 显示系统只能为一类甚至一种应用服务, 例如面向视频会议系统的沉浸感显示技术。

1999 年, S. J. Gibbs 提出了一个 3D 沉浸视频会议系统模型, 其核心概念是一个被称为远程小房 (tele cubicles, TC) 的模型^[6], 如图 7 所示。通过特殊的显示装置, 构造一个沉浸式环境, 使与会者仿佛身处同一间小会议室当中, 他们的眼神与手势的指向都比较自然。远程小房的问题在于显示表面安装的特殊性和用户数的有限性。



图 7 远程小房 (tele cubicles, TC) 模型

2002 年, Peter kauff 等改进 Gibbs 的工作, 提出并实现了一个虚拟团队用户环境模型 (Virtual Team User Environment, VTUE)^[7], 它把原来的 TC 放进一个宽幅显示屏, 同时通过 3D 捕获技术在显示屏中获得远程用户的图像, 使本地用户看到的画面接近自然交谈的情形, 如图 8 所示。VTUE 的问题仍然是用户数非常有限, 同时 3D 视频捕获、对象分离与合成以及网络传输等操作的计算量非常大, 实时性难以保证。



图 8 虚拟团队用户环境模型 VTUE

2005 年, 美国加州大学的 David Nguyen 和 John Canny 提出了一个多视空间真实感群组会议系统 (Spatially Faithful Group Video Conferencing, SFGVC)^[8], 其目标是让本地与会者从不同视角 (View) 注视显示墙时, 能够看到远程用户的不同侧请仔细注意, 图 9 的左和右是本地与会者从不同角度看到的同一个场景的不同视角图像。

SFGVC 通过多摄像机和多投影仪实现空间真实感, 系统结构如图 10 所示。



图 9 多视空间真实感群组会议系统 SFGVC

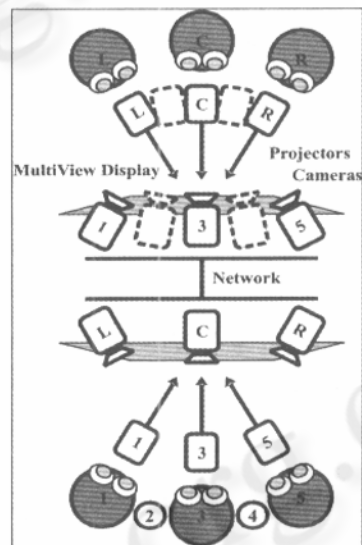


图 10 SFGVC 的多摄像机和多投影仪结构

SFGVC 在远程会场安装若干摄像机, 它们从不同视角拍摄同一对象的若干视频流, 这些视频流传输到本地后, 通过不同的投影仪显示在同一个屏幕上, 但是当用户从不同角度注视屏幕时, 看到的是不同角度的视频图像, 从而避免了蒙娜丽莎效应 (Mona Lisa Effect, 当我们注视一幅肖像时, 无论你站在那个角度, 画中人都始终盯着你, 这是 2D 图像的基本特性), 由此获得一定的空间真实感。SFGVC 被认为是第一次实现了空间真实感的会议系统。从技术看, 它采取的手段很直观, 就是为处于不同视角 (View) 的参与者提供对应视角的视频图像, 它的关键技术在于显示屏, 这是一种特制的多向屏幕, 通过分层, 可以使观察者在不同视角看到不同层的投影画面。

SFGVC 没有分析视频图像的内容, 不进行视频对象的识别和分离, 也不需要图像合成, 因此易于实现。

SFGVC 的问题也很明显,首先多路视频流的传输对网络带宽占用太大,很难在互联网上实现;其次,当站点增多时,传输量将成倍增长;第三,多向屏幕的视角有限(如 3 个视角),因此真实空间感也受到很大限制。

3 沉浸感显示技术发展现状分析

研究以往不同的解决方案,我们可以得出一些基本判断:

① 显示系统的多样化与沉浸感的强弱差别,反映出应用对显示系统的不同需求。极端上看,沉浸感显示系统毕竟只适合于虚拟现实这一类应用,没有必要制造让一切显示都获得沉浸感的通用显示系统。例如,沉浸感对单纯的文本展示意义不大,倒是大规模高分辨率显示墙比较适合。反之,大规模高分辨率显示墙又远远不能满足虚拟现实应用系统的沉浸感需要,必需开发特殊的沉浸感显示系统,不过这也不能成为否定显示墙技术的借口。在一般显示与完全沉浸感显示之间,还有很多中间状态,至少在概念上有半沉浸感(partial immersion)、全沉浸感(full immersion)之分。此外,分布式虚拟环境在显示上与本地展示也有系统结构上的差异。

② 多摄像机和多投影仪的运用是目前获得沉浸感的最经济、最快捷的手段。上面例举的显示系统无一例外都采用了多摄像机和多投影仪技术,当然具体还可以细分为多投影仪技术(如显示墙)、多摄像机技术(如 VTUE)和多摄像机与多投影仪结合的技术(如 SFGVC)。从目前的情况观察,多摄像机与多投影仪结合的技术在创造沉浸感上最有前途。

③ 对于分布式虚拟环境用途的显示系统,多摄像机和多投影仪技术固然使沉浸感显示变得相对简单,但也带来了很大的弊端,不仅数据量大大增加导致传输困难,而且整个系统采用机群技术,不容易部署,因此也就难以实用化、标准化和产品化。

④ 在一个虚拟环境的显示系统中,摄像机(群)是整个系统的有机组成部分,是不可分割的,沉浸感的强弱在很大程度上取决于摄像机(群)的设计模型。这一点,和 ITU 把输入设备均看成为显示媒体(presentation media)是一致的。而实际上,很多虚拟现实项目组在摄像机(群)模型的设计上都做出了深入探索。

⑤ 沉浸感显示技术正处于蓬勃发展时期,同时也

还有相当长的路要走,目前的显示技术还远远没有实现从虚拟到真实的飞跃。从长远看,面向某种应用,从满足特定需要出发解决相关技术问题,通过不同设计方案的比较与融合,推动沉浸感显示技术向前发展,这是一条基本技术路线。例如,上面提到的虚拟会议系统的各种显示技术的研究,就反映出目前在技术方法上的基本状况。

参考文献

- 1 Mel Slater, Anthony Steed, Yiorgos Chrysanthou. 计算机图形学与虚拟环境. 北京:机械工业出版社, 2004:17.
- 2 Kai Li, Han Chen, et al. Building and Using a Scalable Display Wall System, IEEE Computer Graphics and Applications, July/August 2000: 29-37.
- 3 Andreas Simon. The i-ConeTM: A Panoramic Display System for Virtual Environments, Pacific Graphics '02 Conference. Proceedings, September 2002, pp. 3-7.
- 4 Ramesh Rasker Jeroen van Baar Thomas Willwacher. MERL - A MITSUBISHI ELECTRIC RESEARCH LABORATORY, <http://www.merl.com>.
- 5 Jesper Kjeldskov. Interaction: Full and Partial Immersive Virtual Reality Displays, Aalborg University technique report, Department of Computer Science, Aalborg East, Denmark.
- 6 W. Chen, H. Towles, L. Nyland, G. Welch, and H. Fuchs, "Toward a compelling sensation of telepresence: Demonstrating a portal to a distant (static) office," in Proc. Visualization 2000, pp. 327-333, (Salt Lake City, USA), Oct. 2000.
- 7 P. Kauff and O. Schreer, "Virtual team user environments - a step from tele-cubicles towards distributed tele-collaboration in mediated workspaces," in Proc. International Conference on Multimedia and Expo (ICME), (Lausanne, Switzerland), Aug. 2002.
- 8 David Nguyen, John Canny. MultiView: Spatially Faithful Group Video Conferencing, CHI 2005, April 2-7, 2005, Portland, Oregon, USA.