

全景摄像在虚拟现实系统中的应用

马 明 梅 帆 (上海同济大学计算机系 200092)

摘要:虚拟现实是一种高度逼真地模拟人在自然环境中视、听、动等行为的人机界面技术。全景摄像是通过摄像机在同一视点拍摄的若干方位不同的视野景象,从而记录全方位场景信息的方法。利用全景摄像获取视景的全方位图像,就可以在虚拟现实系统中,能进行任意角度交互漫游、旋转以及放缩观察,使得观察者产生沉浸的感觉。

关键词:虚拟现实 全景摄像 视景生成

虚拟现实技术(VR),也称灵境技术,是一种描述和体验虚拟环境的交互式仿真技术,它与计算机硬件技术、多媒体技术、网络技术、计算机图形学、图象处理和模式识别等技术的发展密切相关,它的目标是建立多维化的信息空间、发挥人在信息处理环境中的主体地位。一个系统可称之为虚拟现实系统,必须满足三个特性:三个“I”,分别是 Immersion, Interaction, Imagination(沉浸,交互,构想)。虚拟现实系统允许用户在其虚拟环境中漫游,通过三维定位装置和传感器,系统能够跟踪到用户在虚拟空间中的位移、旋转等动作,同时即时地生成响应的图象画面。两种指标可以衡量用户在该系统中的沉浸感:其一是动态效果,其二是交互延迟特性。这就是对视景生成提出的要求。从虚拟现实的发展现状分析,图象生成的速度是它的重要瓶颈,一方面的原因是视景信息庞大的数据量,这对于系统的数据通信能力提出很高的要求;另一方面是取决于图象处理的软硬件体系结构,特别是硬件加速器的图形处理能力,以及图象生成所采用的各种加速技术。虚拟现实的建模方法以及要满足用户在沉浸感方面的要求决定了系统的复杂性以及对硬件的选择。

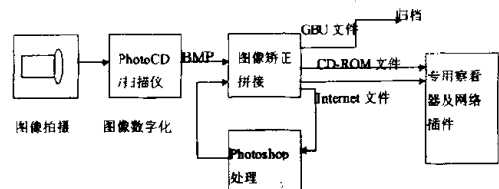
1. 利用超广角镜头获得全方位视景信息

数据表示、运动计算和即时显示是视景生成的基本环节。视景数据表示可以分为图象数据和图形数据,一般的视景生成系统需要将这两者分别计算,再合成显示出来。图形数据在建立实体对象的精确性方面要强于图象数据;同时在虚拟环境的建模方面是必不可少的手段。而图象数据在场景环境的表现能力,也是图形数据所无法比拟的。

庞大的数据量使得数字动态图像的应用受到了较大的限制,计算机界期待着这样一种技术的出现,它能创造数据量能够被接受,同时又能达到动态图像表现效果的

图像。利用全景摄像得到的固定观察点的全方位视景图象信息,可提供用户任意角度交互漫游、旋转以及放缩观察,使得之产生沉浸的感觉。超广角镜头(有时也称为鱼眼镜头)在全景摄像中有很多的优势,它克服了普通镜头视野狭窄(视场角只有 60° 左右)的缺点,其视场角能达到 90° 以上,甚至超过平角,达到 220° 。它使得不通过三个或三个以上镜头或拍摄就能记录全方位视野景象成为可能,同时也省去了普通监视器镜头所采用的可动支架等辅助设备。专用的鱼眼镜头相机可以固定在三角支架上的一个支撑平面上,镜头可以在平面上绕固定轴向后方旋转至 180° ,通过前后两次成像,就可以涵盖在拍摄点的全方位的图像信息。可以定当前的视点为球心,则前后视图分别与前后两个球面对应。

必须要考虑超广角镜头由于光学原因产生的像面图像畸变以及边缘照度下降问题。例如视场角 $2\omega = 120^\circ$ 的物镜,在不考虑渐晕的情况下,按 $\cos^4\omega$ 下降,像面边缘的照度只有其中心照度的6.25%。图象边缘的信息量密度要比中间区域高,为了消除图象畸变、边缘照度影响对用户在任何角度对视景进行观察时的影响,需要针对这些问题进行矫正处理。同时,前后两个视图还需要经过精确定位拼接,才能合成全方位的图象,供用户进行漫游。在这里提供一种典型的处理过程。



现在市场上已经有针对某些品牌、型号鱼眼相机的全方位浏览软件,例如美国 Omniview, Inc 公司的 Orn-

niview PhotoBubble 软件, Interactive Pictures Corp. 公司的 IPIX 软件, 能够对专门格式的全景图象进行浏览和制作, 提供任意角度交互漫游、旋转以及放缩观察, 主要有 Bubble、IPX、GBU 等格式。值得说明的是, IPIX 提供有在 Internet Explorer 和 Netscape Navigator 中运行的 Plug-In(插件), 用户可在 IE、Netscape 中直接打开一幅全景图象。

2. 视景的显示以及用户对虚拟环境的体验

通过全景摄像得到全方位的视景信息, 在消除图象畸变、边缘照度的调整和拼接对准后, 就可以在 PC 机上, 通过全方位浏览软件与用户进行交互。应当指出的是, 由于摄像底片的分辨率限制、鱼眼相机光学特性和图象数字化带来的直接分辨率的降低, 全方位摄像在计算机上的表现效果离真正的沉浸感还相差较远。但是, 它已经可以在桌面虚拟现实系统中有较为广泛的应用。

桌面虚拟现实系统也称为窗口中的 VR。这类系统由于采用标准的立体(Stereoscopic)显示技术, 其分辨率较低, 也比较便宜。在使用时, 桌面 VR 系统设定一个虚拟的位置。桌面 VR 系统通常用于 CAD 以及医疗应用。

使用全景摄像表现一系列的景物时, 在漫游路径上选取一系列的代表视点, 获得一系列的全景图象, 用户就可以在这个链中随意漫游; 同时加上即时的声音, 可以使用户对这一系列的景物在空间位置上有全方位的了解, 获得深刻的感性认识。

3. 利用其他类型图象数据合成全景信息

全景摄像对自然景物进行加工, 使它在计算机系统中得以重现。上述过程对设备依赖性强。同时, 它也无法对图形建模软件中的渲染效果进行全方位的表现。这是由于图形建模软件中的照相机都是基于理想光学系统的, 因此不能简单的用它来代替实际的超广角镜头。但是从另一个角度来看, 我们可以用基于理想光学系统的照相机来得到拍摄点的全方位的场景, 并将该场景转变为实际超广角镜头所拍摄的图象。对应过程图示如下:

设正方体边长为 $2a$, 均设为正方向, 球 O 为正方体内接球, 则其半径为 a 。

球 O 表达式为:

$$(x-a)^2 + (y-a)^2 + (z-a)^2 = a^2$$

正方体表达式为:

$$x=0 \quad (0 < y < 2a, 0 < z < 2a)$$

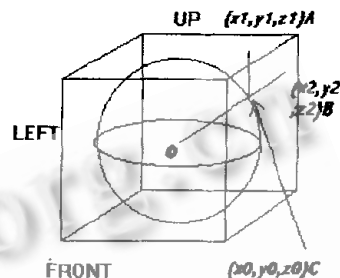
$$y=0 \quad (0 < x < 2a, 0 < z < 2a)$$

$$z=0 \quad (0 < y < 2a, 0 < x < 2a)$$

$$x=2a \quad (0 < y < 2a, 0 < z < 2a)$$

$$y=2a \quad (0 < x < 2a, 0 < z < 2a)$$

$$z=2a \quad (0 < y < 2a, 0 < x < 2a)$$



由正方体图还可以看出, 首先用图形渲染软件中的照相机在固定拍摄点对上方, 下方, 前方, 后方, 左方, 右方六个方位进行视场角为 45° 的拍摄(在流行的 3DS 软件中有特定的功能: Render -- Setup -- Make CUB), 得到六张图像, 然后组成一个正立方体。而通过实际超广角镜头得到的照片就是这个正立方体的内切球或外接球在前后两个面上的投影。这样就可以将图形渲染的结果输出为所需要的全方位图像, 从这一点我们也可以推导出, 本系统也能使用普通的照相机作为输入。这就大大扩大了本系统所适用的硬件范围。

参考文献

- [1] 《Interactive Media 的应用》, Omniview System 株式会社, 1997 年
- [2] 汪成为、高文、王行仁, 《灵境(虚拟现实)技术的理论、实现及应用》, 清华大学出版社, 广西科学技术出版社, 1996 年
- [3] 《虚拟现实专题综述》, 计算机世界报, 1995 年 10 月
- [4] Majid and Paul w., 《Digital Image Communication Techniques》SPIE Optical Engineering Press 1991
- [5] 周新伦等, 《数字图像处理》, 国防工业出版社, 1985 年
- [6] 赵忠明等, 《数字图像处理导论》, 西北工业大学出版社, 1995 年
- [7] Kenneth R. Castleman, 《Digital Image Processing》, 清华大学出版社, 1998 年

(来稿时间: 98 年 11 月)