

虚拟环境建模及实时性改善方法

罗亚波 陈定方

(武汉理工大学智能 CAD/CAM 研究所, 武汉 430063)

(中国科学院计算所智能处理开放研究实验室, 北京 100080)

摘 要 提出了虚拟现实软件实现方法的概念;利用交互方式的比较,阐明了虚拟现实与仿真的区别;通过计算机三维实体造型和真实感环境渲染技术,实现了虚拟环境建模;通过融入增强现实的思想,把握虚实结合尺度,将基于图象的方法与基于建模的方法相结合,从而改善了虚拟环境下交互的实时性。

关键词 图象法 建模法 虚拟现实 仿真 软件

中图法分类号: TP391 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8961(2001)06-0586-04

Method to Model Virtual Circumstance and Improve Real Time

LUO Ya-bo, CHEN Ding-fang

(Institute of Intelligent CAD/CAM, Wuhan University of Technology, Wuhan 430063)

(CAD Laboratory, Institute of Computing Technology, The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

Abstract Bring forward the concept of realizing virtual environment based-on software ;Illuminate the differences between virtual reality and simulation by comparing modes of interaction;Implement method to model virtual circumstance by 3D-Modeling and rendering ,Illuminate the steps to build virtual scene with model-based method: Describe the frame of object with geometry principle, Add material and light to the frame, Render it to virtual scene which look like reality;Advance the method to improve the real time of virtual scene, In order to make scenes more efficiently rendered, Combine levels of details with fuzzy math , Display the objects in different distance at different levels of detail; Render object in far distance in low details, Render closer object in fuller details. Using virtual and enhanced reality technology, Combine image and model to improve real time; Take pictures of the static object such as background, Construct the virtual static scene with texture mapping technology, Immerge the objects modeled to be manipulated in the virtual static scene, Merge modeling-based method into image-based method to improve real time of interaction.

Keywords Image-based method, Model-based method, Virtual reality, Simulation, Soft

0 引言

为了用冯·诺依曼计算机来解决问题,必须首先将问题转化为数学模型,然后编写繁琐的机器指令,才能得出并不直观的解,这无疑使计算机与用户之间产生了一道很宽的鸿沟;另外,在一些领域,如飞行员训练、医学研究等领域,由于计算机不能提供给用户足够的信息,更不能使用户产生在这些研究

中所必要的感觉,因此,虚拟现实技术应运而生.所谓虚拟现实就是对现实世界进行的五维时空的仿真,即除了进行时空的仿真外,还包含沉浸式的人机交互界面.数据库技术、多媒体技术、网络技术、人工智能、计算机图形学等软件技术的发展为虚拟现实的发展提供了条件,虚拟现实技术正成为计算机研究领域的热点,然而,目前虚拟现实技术绝大部分是依赖于虚拟现实设备的^[1,2],且主要是基于工作站的,而基于微机及普通微机外设的虚拟现实的研究

还非常少,这就阻碍了虚拟现实技术的应用推广.所谓虚拟现实的软件实现方法,就是指仅使用微机普通设备,通过软件方法建立半沉浸式的虚拟环境.无疑,如今工作站的普及程度远远不如微机,且互联网上的虚拟现实更是以微机为基础;对于普通用户而言,虚拟现实外设是非常昂贵的,因此,研究基于微机的虚拟环境软件实现方法非常有必要.

1 虚拟现实与仿真

通常基于软件的虚拟现实往往容易与仿真相混淆,但两者还是有一定差别的,其中,仿真(simulation)是使用计算机软件来模拟和分析现实世界中系统的行为;而虚拟现实(Virtual Reality)是对现实世界的创建与体验.虚拟现实与仿真的本质区别主要体现在以下两方面:

(1) 定性与定量

仿真的目标一般是为了得到某些性能参数,且主要是对运动原理、力学原理等进行模拟,以获得仿真对象的定量反馈,因此,仿真环境对于其场景的真实程度要求不高,一般采用平面模型或简单的三维模型即可,也不需进行氛围渲染;而虚拟现实系统则要求较高的真实感,以达到接近现实世界的感觉,如反映物体的粗糙度、光洁度、软硬程度等.一般虚拟环境建模复杂,并有质感、光照等要求,但对于量的要求并不严格.另外,对于仿真而言,一般采用参数化绘图来建立简单的模型,而对于虚拟环境,则可采用 Soft Image、3D Studio MAX、Open Inventor 等建立复杂的模型.

(2) 沉浸感

由于仿真系统是以对话的方式进行交互的,即用户输入参数,显示器上即显示相应的运动情况.比较完善的仿真系统可以实时汇报各种参数,用户与计算机之间是一种对话关系;而虚拟现实系统则要求沉浸感,使用户能漫游虚拟境界,并能以与现实相似的方式处理虚拟环境,虚拟环境也能反馈相应的信息,用户与虚拟环境之间是相互融合的关系.

2 虚拟现实的软件实现方法

2.1 实体建模方法

为了使虚拟境界有真实感,必须采用三维实体建模,目前比较流行的三维实体建模软件主要有 Soft

Image、3D Studio MAX、Open Inventor 等等,但由于这些软件实时交互性较差,因此,开发虚拟现实软件不得不从底层做起. OpenGL 是一个开放的三维图形软件包,它独立于窗口系统和操作系统,以它为基础开发的应用程序可以十分方便地在各种平台间移植,因而便于实现二维、三维图形算法.

OpenGL 通过客户/服务器方式来实现图形显示,应用程序作为客户端调用 OpenGL API; OpenGL 客户模块同 OpenGL 服务模块通信,并发出应用程序的 OpenGL 命令; OpenGL 服务模块通过调用 Win32 设备驱动接口来使用驱动程序.

为减小数据量,三维实体通常采用边界表示法,即使用一组包围物体内部的表面多边形,由于所有表面均以线性方程形式加以描述,因此会简化并加速物体的表面绘制和显示.曲面一般采用平面网格来逼近,图1为一茶壶的实体线框图.

场景建模步骤主要分为三维曲面生成、投影到二维透视图、消隐等步骤.而且场景建模可通过光照和材质使场景具有真实感.对实体线框图加材质和光效后,可渲染出真实感图形,如图2所示.



图1 实体线框图



图2 真实感图形

简单光照模型只考虑物体表面反射光的视觉影响.假定物体表面光滑不透明,而且由理想材料构成,且环境假设为白光照明.反射光分为环境反射、漫反射和镜面反射3个分量. OpenGL 通过材料对 R、G、B 的近似反射率来近似定义材料颜色,并分为环境反射、漫反射、镜面反射成分,它们将决定材料对环境光、漫反射光和镜面反射光的反射程度.材料的特性与光源特性结合就是观察的最终显示效果.

通过被观察对象和视口变换对场景实现虚拟浏览.即通过函数 `glFrustum()` 创建一个形如棱台的几何体,并由函数 `glViewport()` 定义一个视口,由于视口长宽比例的调整会导致图象变形,因此视口尺寸改变时要检测窗口尺寸,修正视口大小,以保证图象不变形.

2.2 改善场景实时性的方法

2.2.1 远虚近实技术

由于计算机硬件的限制,三维实体实时渲染成为基于微机的虚拟现实技术的一大瓶颈^[3],因此可采用远虚近实技术来解决虚拟环境响应的实时性问题. 虚拟环境的逼真程度与其中实体的描述精度紧密相关,对实体包围曲面的描述越精细,虚拟环境就越逼真,但这将导致数据量增大,从而使虚拟环境的实时交互性下降,也就产生了场景静态真实性与交互真实性之间的矛盾,因此必须在它们之间折衷. 采用模糊数学方法,根据每个实体的重要性及位置赋权以决定每个物体描述的精细程度. 建立一精细度函数 $D(O,d,m)$ 以描述物体的精细度,即

$$D = \begin{cases} 0 & d > d_0 \\ D(O,d,m) & d \leq d_0 \end{cases}$$

其中, O 为物体的名称, d 为物体离视点的距离, m 为物体的重要性权值,显然, d 是 D 的减函数,即当 d 足够大时,视觉上已无法辨认其形状,对其进行精细描述已无意义,因此可将 d_0 以外的物体,都用一简单物体如立方体表示,对于比较重要的物体, m 值较大,则描述较为精细,而对于非重要物体,如背景物, m 值取得较小,描述则比较粗糙.

通过精细度函数,可在不对虚拟环境的逼真程度产生较大影响的前提下来提高渲染速度和交互实时性. 图 3 即为一个远虚近实的虚拟场景描述.

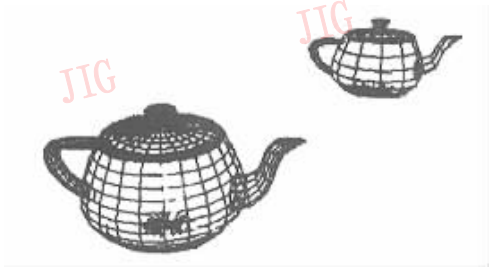


图 3 远虚近实场景

2. 2. 2 虚实结合技术

如今有两种建立虚拟环境的方法,即“基于模型的方法”(model-based method“建模法”)和“基于图象的方法”(image-based method“图象法”). 建模法即运用几何学原理和计算机图形学技术来建立真实感几何实体,并实时渲染虚拟环境,这种建模法生成的场景能实时操纵,沉浸感强,但建模复杂,实时性差,且对计算机性能要求高;图象法是利用全景图集合来构成虚拟环境,在虚拟环境中漫游相当于选择不同的全景图,这种全景图无需繁琐的建模工作,数据量小,能实时显示虚拟环境,且处理时间独立于场景的复杂性,在普通计算机硬件上就可以获得真

实感很强的实时渲染速度,但由于这种场景实际上并不是真三维实体,因此,只能实时浏览,而不能实时操纵. 为使场景既具有真实感,又具有实时性,融入增强现实的思想,将图象法与建模法相结合,通过把握虚实尺度,来建立虚拟环境.

对于不需要操作的实体,如场景背景或远距离物体,可采用图象来建立虚拟环境;对需要操作的实体则采用实体建模.

(1) 获取图象 用普通相机或数码相机拍摄获取一系列互相重叠的照片. 这里需注意相邻照片要有一定的重叠,而且,相机旋转中心应为光心,这样才便于实现图象的插补和整合.

(2) 图象的插补与整合 插补就是用已知视点的相片,通过插值的方法来求解新视点下的相片;整合就是将某一视点下的图象拼接成全景图. 图象拼接涉及到颜色融合的问题. 由于拍摄方法、拍摄时间以及曝光程度的不同,同一物体在相邻照片上的颜色可能会有很大差异,如果简单的把两幅图象进行单纯的几何拼接,则拼接处会有明显的缝合痕迹,因此,在确定了两幅图象的对应关系后,还需要对两幅图象进行颜色融合,以便使过渡平滑自然,真正实现无缝拼接.

(3) 实体建模 对需要操作的实体进行实体建模,即通过构造实体,设置材质和光照,以形成真实感图形.

(4) 虚实融合 通过设置摄像机,使实体场景与图象场景视角一致,达到虚实融合的效果. 如图 4 所示,在塑料异型材窗户产品的介绍中,窗户是需要实时操作的实体,因此,首先采用实体建模方式;然后,为使场景具有真实感,拍摄实景照片,并将照片处理为全景图(如图 4 中窗外的房屋);最后,通过设置灯光和材质,来渲染场景. 这种通过虚实结合方法建立的场景不仅真实感强,而且数据量小,又能突出场景的重点内容,便于实时操作.

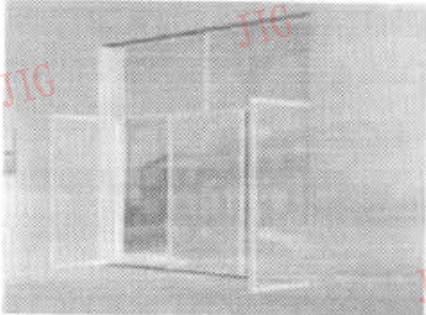


图 4 虚实结合的场景

3 结 结

随着计算机技术的发展,由于沉浸式的交互方式更符合人的习惯,因而沉浸式的交互方式将取代目前的对话式交互方式. 由于虚拟现实的硬件系统价格昂贵,要将其迅速普及不太现实,因而对虚拟现实的软件研究显得更加紧迫. 本研究采用增强现实的思想,把握虚实结合尺度,以软件方法实现了虚拟环境,为虚拟现实的软件实现提供了新思路,对于开发更复杂的虚拟现实环境有很大的借鉴作用.

参 考 文 献

1 Wells M J, Griffin M J. A review and investigation of aiming and tracking performance with head-mounted sights. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 1987,17(2): 210~221.

2 West J E, Blauert J, Maclean D J. Teleconferencing system using head-related signals. Applied Acoustics, 1992, 32: 327~334.

3 Wolka M M. Lag in multiprocessor virtual reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 1995,4(1):50~63.

罗亚波 1973 年生,武汉理工大学智能 CAD/CAM 研究所博士研究生. 主要研究方向为人工智能、计算机视觉和虚拟现实技术.

陈定方 1946 年生,教授、博士生导师、国家级专家,武汉理工大学智能 CAD/CAM 研究所负责人. 主要研究方向为人工智能与专家系统、智能 CAD/CAM、计算机仿真、计算机可视化和虚拟现实技术、计算机支持的协同工作.