

虚拟现实发展趋势展望

谢晶妮, 张茂军

(国防科技大学五院多媒体室, 长沙 410073)

摘 要: 分析了当前虚拟现实技术发展的 3 大障碍, 进而提出虚拟现实发展的一大趋势, 即“虚实结合”。文中讨论了虚实结合的概念、意义以及基本技术思路。

关键词: 虚拟现实; 基于图像渲染; 虚实结合

Trends of Virtual Reality System Development

XIE Jingni, ZHANG Maojun

(Multimedia Lab, National University of Defense Technology, Changsha 410073)

【Abstract】 This paper analyzes three obstacles of current virtual reality system development and presents that combination of graphics and image techniques is one trend of virtual reality development. The concept, meaning and key techniques of combination of graphics and image techniques is discussed in this paper.

【Key words】 Virtual reality; Image-based rendering; Combination of graphics and image

1 虚拟现实发展面临的 3 大障碍

从20世纪80年代末正式提出虚拟现实的概念到现在, 虚拟现实技术获得了很大的发展, 已成功地应用于军事、航空航天、娱乐、医疗等多个领域。但也应该看到, 这些还远远不够。如果虚拟现实技术的应用局限于这几个特定的领域是会严重制约虚拟现实发展的。如果只把虚拟现实看成是训练模拟器的代名词, 那么虚拟现实就会走入一个“死胡同”。就像多媒体技术一样, 在多媒体技术发展之初, 人们可能仅仅把多媒体看成是一种多媒体信息触摸查询台。一旦等到多媒体渗透到整个信息系统领域, 改变了信息系统的用户界面, 改变了信息系统中信息的形态以及信息的管理方法时, 也就是多媒体技术把传统的信息系统发展为多媒体信息系统时, 多媒体技术才真正发挥了它应有的作用。

虚拟现实技术也一样, 虚拟现实技术只有渗透到信息系统的各个领域, 改变信息系统的人机交互方式, 甚至改变现代信息系统的设计原则, 使之更能适应以用户为中心的应用需求, 这样, 虚拟现实技术才能够得到快速健康的发展。但虚拟现实技术应用到整个信息系统领域还面临几个问题, 首先需要硬件上的支持, 如可以摘下戴在头上的立体显示器, 可以获得廉价的图形加速器等。要求每一个使用计算机的人都戴上一个头盔式显示器HMD工作, 这几乎是不可能的事。就是一些专用领域的用户, 如建筑设计师在设计时戴上HMD工作都是很难接受的。有没有不用在头上戴上笨重的东西也能观察到立体图像的技术呢? 有, 但价格还非常贵。图形加速器也是一样的, 如果每个虚拟现实用户均需要配备一个高性能图形工作站, 肯定会令许多用户望而生畏。应该说, 虚拟现实硬件上的发展是比较迅速的, 但与IT界整体发展水平相比还有很大的差距。而且, 不应该孤立地看待硬件问题, 特别是价格的下降是与应用状况息息相关的, 一旦形成批量生产, 价格很快就会下来。但要形成批量生产必须要有大量的用户, 这便依赖于虚拟现实整体应用水平的提高。

制约虚拟现实发展的更重要的因素来自于软件水平, 包括各种算法上需要取得突破。比如: 20世纪90年代中提出的基于图像的渲染(Image-based Rendering, 简称IBR)技术便对促进虚拟现实技术的发展有很大的影响。

虚拟现实技术的发展过程中遇到的类似问题还很多, 我们把它们归结为3大障碍:

第一大障碍来源于虚拟现实设备的“贵族化”。要构建一个高质量的虚拟现实系统, 首先需要昂贵的外部设备, 无论是高分辨率的头盔显示器HMD, 还是立体投影显示器, 无论是空间定位器, 还是高精度的数据手套, 都是价格不菲。其次, 为完成复杂场景的实时渲染, 还需要高性能的图形工作站以及相应的软件。在一些专用领域, 如军事或航空航天, 昂贵的价格可能还是能够承受的, 但普通的信息系统用户可能会望而却步。

第二大障碍来源于繁琐的三维建模。基于图形的虚拟环境首先要解决的问题便是三维造型。当图形渲染技术在向实现真实感大踏步前进的时候, 生成精确三维模型的过程还像25年前一样困难。在三维激光扫描技术上的进步提供了简化模型构造过程的一些承诺。然而, 这些自动化模型获取方法也验证了真实世界的几何是极端复杂的。大部分的模型仍需要由人工绘制, 而且需要聘请高水平的专业人士, 所以其费用是相当惊人的。比如在电影《泰坦尼克号》中, 为实现场景三维建模及各种特技处理所花的人工费用高达2500万美元, 这笔钱足以制造一艘同样规模的真船。繁琐的三维建模也是制约虚拟现实发展的严重障碍。

第三大障碍来自于大数据量。虚拟现实要想得到很大的发展, 需要与Internet结合, 这恐怕已是不争的事实。目前

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(69905004)

作者简介: 谢晶妮(1970~), 女, 硕士生, 主要研究方向为多媒体信息系统、虚拟现实; 张茂军, 副教授

收稿日期: 2001-09-04

虚拟现实应用的数据量仍然很大,在现有网络整体速度较慢的情况下,Internet用户必须等待较长时间,这往往令人难以忍受。我们应该在虚拟现实系统中考虑数据压缩问题,这个问题可能现在还未引起人们的重视,但随着应用的深入,这是一个不可回避的问题。

解决3大障碍的技术路线很多,也不可能有一种技术路线便能解决所有的障碍,但我们认为“虚实结合”,即把基于图形渲染与基于图像渲染相结合,把计算机图形技术与计算机视觉技术相结合,是虚拟现实技术的必然发展趋势。

2 “虚景”与“实景”

虚拟现实技术能生成一个可操纵的虚拟环境,用户通过接口设备(如三维鼠标)可以“进入”到该环境,并与之交互,使用户观察到的虚拟场景随着他的观察点和观察方向的变化而变化。计算机图形技术是构造这样的虚拟环境的方法之一。首先对真实世界进行抽象,从而建立起它的三维几何模型,一般用多边形表示。在给定观察点和观察方向以后,利用计算机由模型实现多边形绘制、着色、消隐、光照以及投影等一系列绘制过程,产生虚拟场景。姑且把这种方法生成出的虚拟场景称为“虚景”。“虚景”的优点是能充分发挥用户的想象力,生成出各种新奇的、人们无法亲历的画面。比如分子的结构、火星的面貌等人们无法亲眼所见或亲身所至的场景,虚拟现实技术可以为之生成一个逼真的虚景,并支持用户如同身临其境地体验。在这样的应用中,虚景的优点得到充分的发挥,但也应该看到虚景的生成存在以下的问题:一是对计算机的性能要求高。目前最快的图形工作站每秒钟绘制标准三维多边形的数目在百万数量级,而构造一些复杂场景往往需要数亿个标准三维多边形。为了满足虚拟环境的实时性要求,只能减轻场景的复杂度,降低虚景的视觉效果。二是对复杂场景来说,建模工作相当费时费力。而且在评价一幅“虚景”质量的好坏时,经常使用的主观评判标准是其渲染出的图像与照片的逼真程度。那么能不能直接由照片来构造虚拟环境呢?显然使用照片作为基础的场景描述有很多优点。不像几何模型,照片都是漂亮的和易于获取的,而且不用说是具有照片质量的。在这种情况下,基于图像的虚拟现实技术得到了大家的广泛关注。

基于图像的虚拟现实技术是以像素图像为基础来构造虚拟环境的。图像可以是照相机拍摄的,也可以是从摄像机视频中采集的,特殊情况下也可以是三维建模软件事先渲染好的。基于图像的虚拟现实技术主要的任务是处理、组织这些图像,以生成一个能实时漫游与交互的虚拟环境。姑且把这样生成的虚拟环境称为“实景”。实景的优点在于:

- 不需要硬件加速就能在PC机上实时运行;
- 不依赖于特殊的设备,如头盔显示器等;
- 能显示高质量图像,且处理时间与场景复杂度无关;
- 不需要繁琐的三维建模,只需要拍照或摄像。

由于基于图像的虚拟现实具有不需要高性能图形工作站的支持,不需要特殊的设备等,对解决虚拟现实技术目前所面临的问题具有十分巨大的潜力。但是也应看到,实景非常适合于构造已经存在的场景,如名胜风光、军事目标等,实际不存在的场景还是要虚景来描述的,未来的虚拟现实技术发展的主要方向是把虚景与实景有机结合,以最低廉的费用

构造出最逼真、自然的虚拟环境。

3 “虚实结合”是虚拟现实技术发展的必然

3.1 什么是“虚实结合”

“虚实结合”,顾名思义,是把虚景与实景结合以构造用户所需要的虚拟环境。比如:某单位需要建一栋新体育馆,单位领导为新体育馆的选址问题一直拿不定主意。这时他们希望能够用虚拟现实技术构建一个虚拟的体育馆,并构建新建体育馆的几个位置上的周边实际环境,然后把虚拟体育馆放到实际环境中。这样,在体育馆还未开始建设前,单位领导便能够观察新体育馆建成后的样子,并能考察它与周边环境协调的情况。这是一个典型的虚实结合的应用。在这个应用中,体育馆是不存在的场景,是虚景,而周边环境则是实景。

3.2 为什么需要“虚实结合”

在上述体育馆的例子中,显然,虚景采用计算机图形技术来构造比较方便,对于体育馆的周边环境也可以用手工绘制三维模型来构造,然而计算机图形方法一方面费时费力,另一方面也很难得到与真实场景逼真的效果,因此采用基于图像渲染技术来实现实景生成将更有效。由此可见,把图形技术与基于图像渲染有机地结合起来就能很好地解决上述类似问题。

计算机图形长期注重于从几何模型中合成出图像。这些几何模型反映了每个几何元素的形状特征、反射特征及其它物理特征等。比如生成一个盒子,首先需要定义盒子的几何形状,并给盒子加上材质,以表征其表面的颜色、反射凸凹等特性,然后给场景中加上光照,计算机便可以由这些信息合成出用户希望看到的盒子的图像。如图1,从计算上说,计算机图形生成过程是光线交互的一个仿真问题。

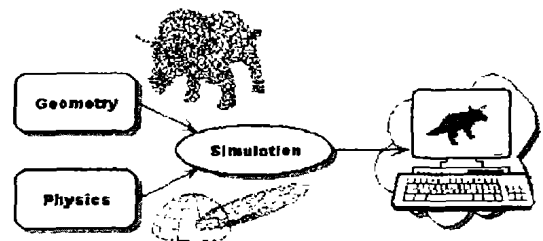


图1 三维计算机图形的传统方法

而传统的计算机视觉则考虑相反的问题,即从图像中提取出几何模型。计算机视觉系统为提取出需要的几何模型,依赖于精确的摄像机模型以及摄像机位置与方向的精确估计。被观察场景表面的简单反射模型是计算机视觉系统的另一个整体部分。在计算机视觉系统中采用的图像处理方法包括图像特征的标识、滤波以去掉噪音,并把原图像抽样成需要的比例。除图像处理之外,几何计算要求把标识的图像特征映射到三维空间中的位置,如图2。

计算机图形与计算机视觉的工作经常被认为是互补的,因为一个领域产生的结果能够用作另一个领域的输入。计算机图形经常需要计算机视觉去生成复杂的几何模型,而计算机视觉又需要计算机图形去生成参考图像,并比较几何信息提取的正确与否。三维几何是计算机图形与计算机视觉的基本接口。

(下转第19页)

采用基于平均风险准则的遗传算法和采用基于均方误差

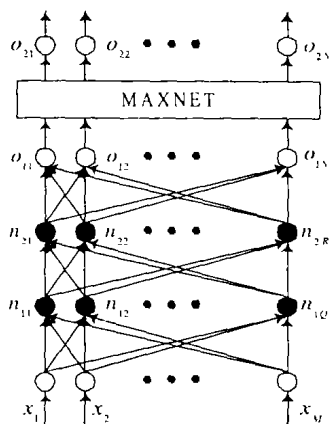


图3 用于掌纹图像识别的前向神经网络

表2 神经网络对掌纹图像识别结果

神经网络性能	基于均方误差准则的遗传算法优化结果		基于平均风险准则的遗传算法优化结果	
	正确进入	非授权进入	正确进入	非授权进入
识别率	92.0%	0.8%	97.2%	0.2%

前向神经网络输入层和输出层分别有15个和21个神经元。基于平均风险准则的遗传算法的有关控制参数为：遗传群体规模为20；每一代遗传进化过程有10%参加直通性局部变异过程，个体码串的局部变异率为0.002；全局性遗传交

叉和变异过程中交叉率为0.03，变异率为0.01。基于均方误差准则的遗传算法的有关参数选择为：遗传群体规模为20；交叉率为0.03；变异率为0.01。基于平均风险准则的遗传算法和基于均方误差准则的遗传算法大概都在1.5万次遗传进化后收敛，其中基于平均风险准则的遗传算法收敛后第一隐含层、第二隐含层平均有15和11个神经元。

参考文献

- 1 Baack T, Hammel U, Schwefel H P. Evolutionary Computation: Comments on History and Current State IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 1997, 1(1): 3-17
- 2 Kumar C, David B F. Evolution, Neural Networks, Games and Intelligence. Proceedings of the IEEE, 1999, 87(9): 1471-1496
- 3 Xin Y. Evolving Artificial Neural Networks. Proceedings of the IEEE, 1999, 87(9): 1423-1440
- 4 Yin Y. A Reviews of Evolutionary Artificial Neural Networks. International Journal of Intelligent Systems, 1993, 8: 539-567
- 5 Xin Y, Liu Y. A New Evolutionary System for Evolving Artificial Neural Networks. IEEE Transactions on Neural Networks, 1997, 8(3)
- 6 Bruce A W, Timothy D C. Evolving Space-filling Curves to Distribute Radial Basis Functions over an Input Space. IEEE Transactions on Neural Networks, 1994, 5(1): 15-23
- 7 Vittorio M. Genetic Evolution of the Topology and Weight Distribution of Neural Networks. IEEE Transactions on Neural Networks, 1994, 5(1)
- 8 黎明, 严超华, 刘高航. 基于掌纹图像分析的身份识别系统. 中国图像图形学报, 2000, 5(2): 134-137

(上接第2页)

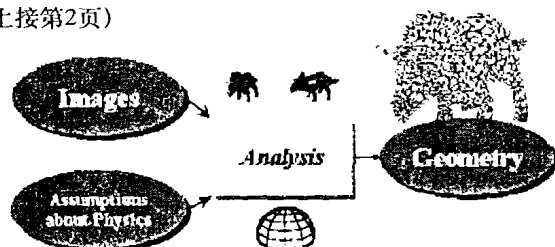


图2 计算机视觉的传统方法

其实，计算机图形研究人员、用户与硬件开发商已经意识到把图像结合传统三维模型的好处。20世纪70年代提出的纹理映射技术便是我们今天研究的虚实结合的前奏。场景中有些部位的几何模型非常复杂，但其深度变化并不大，比如某房间墙壁上的一幅风景画就是一个最典型的情况。如果这幅风景画采用几何描述，将会给场景中增加很多个多边形，不仅场景构造麻烦，而且会大大降低场景的渲染速度。采用一幅风景画作为纹理映射贴到虚拟场景中，不仅视觉效果好，渲染速度快，而且不会降低虚拟场景的交互效果。值得一提的是，纹理映射并不是一个纯粹的基于图像渲染技术，因为此时场景构造的根基仍是三维几何，纹理图只是对三维几何的一种补充，而基于图像渲染技术则是直接从图像出发构造虚拟场景，如果存在三维几何的话，三维几何也只是作为对图像的一个补充。

在把图形与图像相结合的技术路线上，纹理映射虽然已迈出了第一步，但由于计算机图形的数据来源是三维几何信息，而计算机图像的数据来源是像素点阵，从计算过程来

说，它们是一个完全相反的过程。所以，有效地组合图形与图像以生成用户所需要的场景却并非一件容易的事情，至少需要解决以下问题：

- 照相机或摄像机的三维定位：在计算机图形生成过程中，我们需要确定观察平面，观察平面代表了虚拟照相机或摄像机的三维位置与方向。如果我们需要把实际场景的图像与图形相结合，必须要知道拍摄图像的实际照相机或摄像机的位置与方向。
- 实景的光线重建：虚景的光线是人工添加的，实景与虚景结合需要两者的光线达成一致。比如把一盏虚拟的灯加入到一个实际的房间中，灯会改变整个房间的光线。
- 实景的三维重建：构造出实景的全部或部分三维几何模型。
- 虚实结合的快速算法：可以通过层与其它技术时态与空间关联技术来实现虚实结合问题。

从技术途径上说，可以利用现有的计算机图形技术与计算机视觉技术来解决这些问题。但是在这个过程中，我们又可能遇到其他问题，比如实景的三维重建等技术在计算机视觉中也是一个还未完全解决的问题。怎样把现有的技术基础应用到虚实结合这样一个大需求中，在新的应用中改进现有技术，提出新的技术思路，是今后若干年内研究人员所面临的主要问题之一。

参考文献

- 1 Heckbert P S. Survey of Texture Mapping. IEEE Computer Graphics and Application, 1986, 6(11): 56-77
- 2 Hirose M. Image-based Virtual World Generation. IEEE Multimedia, 1997-01/03
- 3 Nakanishi H, Yoshida C, Nishimura T. FreeWalk: A 3D Virtual Space for Casual Meeting. IEEE Multimedia, 1999-04/05/06
- 4 张茂军. 虚拟现实系统. 北京: 科学出版社, 2001