

文章编号:1000-582X(2003)01-0038-04

虚拟演播室技术*

乔宇, 黄席樾, 柴毅

(重庆大学自动化学院, 重庆 400044)

摘要:虚拟演播室技术是近几年发展起来的一种基于虚拟现实的电视节目制作技术,其原理是将摄像机拍摄的前景图像与计算机设计的三维虚拟背景空间相融合以形成新的视频图像。虚拟演播室技术无须构建实际物理场景,同时所建背景受限制小、易于修改,被称为一场电视节目制作中的革命。文章阐述了虚拟演播室技术的产生背景、发展、关键技术、应用以及未来。

关键词:虚拟演播室技术;虚拟现实;虚拟三维场景

中图分类号:TP391.41

文献标识码:A

随着计算机运算速度的提高、计算机视觉和图像处理理论的发展,如何利用计算机技术制作出高效率、高质量的数字节目已经成为热门的研究领域^[1-6]。其中,基于虚拟现实的虚拟演播室技术(Virtual Studio Technology)正是这一领域的突出代表。

虚拟演播室技术源于传统的色键抠像技术(Chroma Key),但与色键抠像技术相比又有本质的区别。色键抠像技术先在蓝色的背景下进行前景拍摄,然后用另一路背景视频图像代替当前视频中的蓝色背景,把前景简单地键入背景中。这一技术的局限性是当前摄像机的位置角度和焦距发生改变时,背景视频图像不能随之而变化,使得合成图像缺乏立体感和真实性。虚拟演播室技术则是在传统色键抠像技术的基础上,利用计算机三维图形技术和视频合成技术,根据前景摄像机的位置焦距等参数,使三维虚拟场景的透视关系与前景保持一致,经过色键合成后,使得前景中的人物道具看起来完全沉浸于计算机所产生的三维虚拟场景中,从而创造出逼真的、立体感很强的演播室效果。

虚拟演播室系统能灵活、高效、方便的完成背景场景的设计与制作,并使得背景画面更加生动,通过用户控制,虚拟背景中的物体可以随意的改变其结构大小位置,纹理图案,灯光效果。虚拟摄像机可沿着对真实摄像机来说决不可能的运动轨迹进行运动,也可以从真实摄像机所不能获取的角度拍摄。虚拟演播室技术的产生丰富了制作人员的创作空间,提高了制作效率,降低了节目制作成本。

1 虚拟演播室技术的产生与发展

用计算机产生虚拟背景来代替真实场景早在

1978年就有人提出过^[2],但是长期受制于计算机硬件运算速度慢,图形图像处理能力差。随着计算机运算速度的提高、硬件价格的下降以及计算机视觉和图形学理论的发展,虚拟演播室技术才得以充分的发展。1990年受欧盟 Race II 资助的 Mona Lisa 开始立项研究,参加者包括 9 个欧洲工业,广播电视和学术研究机构^[5]。早期的系统还有日本 NHK 的 Synthevision、法国 INA 的 Synthetic 等。90 年代中后期致力于这一技术的开发和研究的许多厂商纷纷把自己的产品推向市场^[5]。其中有代表性的国外公司有:GMD 公司的 3DK 系统、以色列 ORAD 公司的 Cyberset 系统、美国 Acom 公司的 Elset 系统、以色列 RT-SET 公司的 Larus Otus 系统、美国 Evans and Sutherland 公司的 Mindset 系统等。国内方面,1998 年方正公司推出了虚拟布景系统,1999 年大洋公司、奥维迅公司、索贝公司都展示了自己的虚拟演播室系统,由于硬件和软件水平的差异,这些国产的系统在功能上还无法与国外的产品相比。近年来,随着虚拟演播室技术的发展,图像的质量越来越高,其应用范围也超出了演播室本身。

2 演播室系统及其技术要点

虚拟演播室系统关键在于如何产生虚拟背景并将其与前景相融合,它通常包括,三维虚拟场景的制作、摄像机的跟踪、虚拟背景的生成、图像的合成 4 个组成部分(图 1),其中三维虚拟场景的制作、摄像机参数的跟踪和图像的合成是这项技术的关键。

* 收稿日期:2002-05-15

作者简介:乔宇(1978-),男,河南南阳人,重庆大学硕士研究生。研究方向:计算机视觉,图形处理,智能控制。

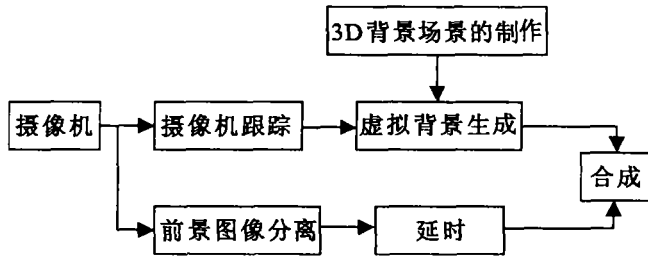


图1 虚拟演播系统的结构

2.1 三维虚拟场景的建模

在用计算机生成虚拟的三维背景图像以前,必须先对三维虚拟场景中的各个物体进行建模。有许多工具 CAD 如 3Dmax, Maya, SoftImage、Alias、Flame 等,可以用来对物体建模。这些工具大都提供了物体精确的几何描述。虚拟演播室技术不仅要求所建立的对象在形体上与真实对象酷似,而且要求他们在形态、光照、质感等方面都十分逼真。这个过程通常包括 2 步^[8-9],第 1 步为几何建模,主要用多边形和三角形构成对象的立体外形;第 2 步为形象建模(也称为物理建模),主要包括对几何建模的结果进行纹理、颜色、光照等处理。当然也可以从某个图形商品库中选购所需的几何图形,如 Viewpoint DataLas 公司的 Viewpoint Catalog。但是建立给人以真实感觉的虚拟物体是一件极为耗费时间精力的事情。如果为了保证对象的真实感,所建立的对象过于复杂,就会很难满足虚拟演播室技术的实时性要求。

其他的方法如使用激光扫描仪和结构光源,需要专业和昂贵的硬件,并且对物体的大小有限制。文[5]提到了一种方法,通过二维图像序列来建立单个三维物体的结构和表面纹理模型。该方法将所要建模的物体放在一个可以旋转的平台上,调好 CCD 照相机的位置并将其固定,用一组专用灯光进行散射照明,然后用一个计算机控制平台的转动和相机的动作,并记录对象物体不同位置的所成的像,直到对象物体所有的信息都被记录下来(图 2)。

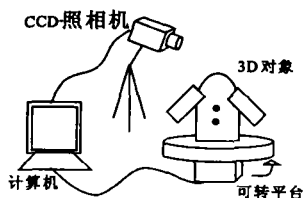


图2 单个物体建模

这一过程通常包括 3 个步骤:1)测定照相机的位置、方位和焦距,对相机进行标定。通常可以使用一个带有黑色圆环和白色背景的图案来测定,比较圆环所成的像和真实图像来计算相机的参数。2)从所得到的

图像序列中,计算出物体的侧面轮廓进而获得物体的体积模型。3)用网格生长的算法,把物体的体积模型转换为物体的表面模型,再从图像序列中得到每一个网格的材质和纹理信息,加在对应的网格上。为了增强虚拟背景的真实性,可以将柔软的物体分解定义为多个粒子系统^[6],把物体对于外来作用如重力场、风能产生动力学反应物体表面的各个粒子系统动力学运动来模拟实现。

在对各个对象建模以后,还需要把生成的模型按要求合成起来以形成最终的虚拟背景。每一个模型的位置,大小,角度,以及色彩,材质,透明度都是可以随意编辑修改和变化的。同时,所生成的背景也不是一成不变的,可以通过改变模型的具体参数方便的获得动态的背景。文[10]提到了一种运用 VRML 技术进行背景设计和制作的方法。为了产生复杂的运动,可以定义一种树型结构,树的每一个叶节点代表一个基本的几何模型或是一个索引,索引用来代表几个几何模型的集合[5]。对于每一个节点赋予一个运动,这样就可以通过产生和修改树型序列来控制背景随时间的变化。

2.2 摄像机的跟踪

虚拟演播室由真实的演播室摄像机(用以拍摄真实的道具和演员)与虚拟的摄像机(用以拍摄虚拟场景)协同进行工作的。摄像机的跟踪在于精确的获取摄像机当前的位置、方向和镜头等参数,并把这些参数传递给用于生成三维背景画面的计算机,使虚拟摄像机和真实摄像机同步。目前摄像机的跟踪主要有 3 种方法^[1-2,4-5,11-13]:固定程序法,机械传感器法和图形识别法。

固定程序法^[1]是使用带有编程系统的特殊摄像机,把摄像机的位置、方向和镜头等参数预先设定好。在拍摄的同时把设定好的参数同时送入真实的摄像机和虚拟的摄像机中。这种方法,可靠性高并且容易达到两者同步。但是由于灵活性差,在现实的虚拟演播室系统中应用较少。

机械传感器跟踪法^[1,5,6,11,13]是较早应用于虚拟演播室的一种跟踪方式。它是在摄像机三脚架的顶端加装摄像机跟踪机站,把摄像机的摇移、俯仰和镜头的聚焦、变焦等信息传给计算机;在滑轨或升降架上装上 X、Y、Z 跟踪器,把摄像机上、下、左、右的信息传给计算机,实现参数跟踪。这种方式的优点是演播室的尺寸及形状没有限制;摄像机运动不受限制,允许摄像机有各种拍摄角度和位置。缺点是当需要多台摄像机同时工作时,每台摄像机都要配备一套跟踪系统,增加了系统成本,而且对位置和角度传感器的精度都有比较高的要求。

图形识别法^[3,5,7,9,13]是根据摄像机拍摄到的图像来对摄像机的参数进行标定。具体做法是在原有的蓝

色背景上加一些稍有区别的图案,一般是另一种蓝色的网格^[14](图3)。

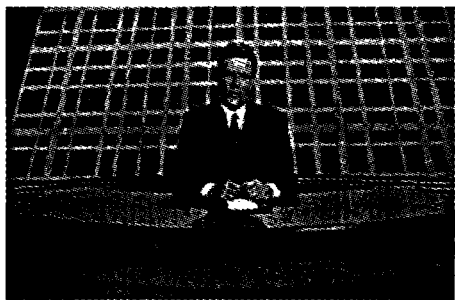


图3 带有蓝色网格的演播室

根据拍摄时背景蓝色网格成像的变化,用图像分析的方法计算出摄像机的水平位移、垂直位移和焦距的变化。从而对摄像机参数的进行跟踪。这种方法不需要特殊的硬件,但是对算法的精度和实时性有较高的要求,而且只能用于带有蓝色背景的演播室。现在也有人在主摄像机的顶部加一个小型的辅助摄像机,蓝色的网格背景则摆放于摄像师的后部、侧墙或天花板上。当主摄像机拍摄表演者时,辅助摄像机就会拍摄到格子图案,通过对格子图案的视频图像信号进行分析,就可得到主摄像机的各种运动参数,但是无法获得焦距参数。使用辅助摄像机技术后,演播室摄像机的拍摄可不受任何限制,可实现极端推进、宽角度拍摄、室外操作及非蓝演播室应用等。

2.3 虚拟背景的生成

在获得跟踪获得实际摄像机的参数后,就可以得到虚拟摄像机的位置,角度和焦距等参数,从而建立虚拟摄像机,并用其生成虚拟背景的图像序列。一个三维虚拟场景需要大量的计算工作来处理运动和再生背景图像序列。由于运算量大,一般采用 SGI 公司的 Onyx Infinite Reality 或 Reality Engine2 大型计算机系统

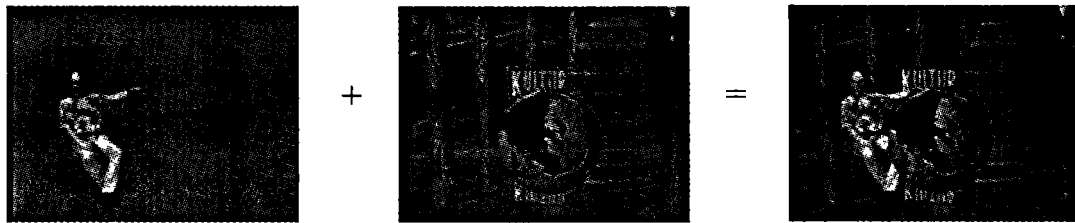


图4 前景图像和虚拟背景的合成

在进行合成时,还需要注意的是由于前景图像是在演播室里实地拍摄的,而背景图像是计算机生成的,二者照明条件不同,需要设法减少分别制作时因照明条件的差异而产生的不协调感。

3 虚拟演播室技术的现存难点

目前虚拟演播室技术发展很快,应用也越来越多。

以及配套的 Sirius 视频处理卡^[2]。

图像序列既要实时生成的(50场/s),还要保证广播级的图像质量。图像质量和生成时间是一对矛盾,很难同时满足。为了解决这个问题常常采用预处理技术,先生成虚拟场景的中间描述结果^[7],在实时生成时,就可以用简单快捷的方法来获得高质量的图像。这种方法的基本思想是计算出给定视点的可视表面部分和不可视表面部分。这里既可以用分析的方法计算出每个对象确切的可视区域,也可以用数字的方法计算出到底那些象素点是可视的,那些是不可视的。不过大量中间描述结果往往需要较大的内存空间,这是一个用运行内存空间换取运行时间的策略。

2.4 图像的合成

最终输出要把所生产的三维背景和摄像机实际拍摄的前景图像合成在一起。在合成之前首先要把前景图像中的人物图像提取出来,使用传统的色抠像技术分离人物图像和蓝色背景。由于前景图像要与最终的三维背景相合成,所以必须考虑前景图像的深度信息。深度是指背景和前景演出人员的各象素到摄像机的距离,所以这里的合成又被成为深度合成(z-mixing)。对于虚拟三维背景,每一象素点的深度值是很容易从虚拟摄像机的参数和三维虚拟背景模型中计算得出。但是对于实际拍摄得到的前景人物图像,其深度值是不容易精确计算出来的。不过考虑到前景人物自身的宽度和厚度相对于摄像机和人物之间的距离,相对较小。所以可以认为人物的深度值是一个定值。当然对于虚拟背景比较复杂的情况,则可以把前景图像分成几个深度值大致相同的部分,然后对每个部分进行估计。最后合成的时候,对于一个前景象素点,如果前景的深度值小于背景的深度值则输出前景图像,否则输出背景图像。图4^[15]给出了一个利用深度值将前景图像和虚拟背景相合成的例子。

但是我们必须看到作为基于虚拟现实的虚拟演播室技术其本身仍处于发展阶段,它目前还存在着技术方面的不成熟和应用方面的局限性,技术的本身也存在不少难点和有待进一步研究和提高的地方。如:

1) 如何跟踪摄像机,获取更为精确位置、角度和焦距参数。同时如何检测光圈等更多参数。

2) 如何能够精确实时的跟踪前景中的运动物体, 如体育比赛中的运动员和球。

3) 对前景对象的三维场景的重建, 需要多个象素的深度值。如何对双目成像中的象素进行快速匹配, 进而精确计算出各点的深度值。

4) 如何协调控制前景对象场景中的灯光、色键、虚拟背景中的灯光, 以及如何产生背景物体中的真实阴影。

5) 虚拟演播技的最终作品是供观众欣赏, 因而在背景的制作和背景与前景的合成过程中必须考虑人视觉的相对性、选择性、整体性、恒常性和组织性等。

6) 当前景图像不是由一个摄像机拍摄时, 多个摄像机之间的协调以及多前景图像和背景的合成算法是一个有待研究的问题。

7) 一般的说背景场景是离线设计的, 在前景拍摄时不变或者按照固定的程序变化。如能在线设计背景场景, 必将提高节目制作的灵活性。

现有虚拟演播室技术主要建立在计算机图形学的基础上, 如背景的制作、前景与背景的合成, 对前景图像无法获取象素点级的深度信息, 更谈不上对前景图像基于知识层次的识别和理解。因而我们认为, 如果要制作更加复杂和灵活的节目, 必须加强对前景图像的分析与认识。对于较复杂的前景图像, 如含有多个人物和运动物体, 除图像分析的方法外, 还可考虑采用红外线跟踪测距等方法配合处理。

4 虚拟演播室技术的应用

虚拟演播室技术最初主要应用于固定的演播室, 比如新闻报道、天气预报和文艺舞台等。随着这项技术以及数字电视技术的发展, 其应用领域也得到了很大的扩展。如:

1) 虚拟出席可将远地演播室中表演者的实况视频与本地演播室中的场景视频实时地结合在一个虚拟场景中, 而不需要通过视频窗口。两个表演者可以在虚拟场景中面对面地相互交谈、表演, 观众觉察不到他们是身处异地。

2) 虚拟重建系统利用事先存储体育场的三维模型和摄像机的参数, 利用多个摄像机拍摄到的视频图像, 重建要分析的视频图像的三维场景, 应用与体育转播中就可以获得这一瞬间任意角度所观看的比赛实况。

3) 虚拟重放系统通过使用先进的视频跟踪技术和三维重建技术, 可自动追踪运动员或球, 并突出显示他们的运动轨迹或路线, 测量运动员和球的速度以及两物体之间的距离, 并可在视频图像上直接描画各种箭头、轨迹、路线和标志。

4) 虚拟广告系统可在体育节目或文艺节目的直

播期间, 将演播室制作的虚拟广告牌插入到赛场或表演场的空地上, 或用虚拟广告牌替换掉场地上原有的广告牌。

5) 火箭以及其它太空飞行器的虚拟直播系统, 对于火箭这一类太空飞行器, 无法通过安装固定跟踪摄像机的方法来获得其空中飞行的直播图像, 但是通过对其飞行姿态参数的遥测, 可利用虚拟演播室技术来获取其飞行姿态的虚拟直播图像。

可以预见, 随着计算机硬件速度的提高、图像处理 and 计算机视觉理论的发展以及数字电视技术的推广和普及。虚拟演播室技术也必将更加成熟、完善和强大。虚拟演播室与真实演播室混合发展是未来的发展趋势, 它对于提高电视节目的视觉效果, 拓展电视节目空间, 都有不可估量的作用。目前中国在这一领域, 特别是针对体育比赛的虚拟转播系统, 开展的研究还比较少。大力开展这一领域的相关研究, 不仅有重要的商业价值, 而且可以服务于 2008 年北京奥运会。

参考文献:

- [1] 罗宇华. 虚拟演播室技术[J]. 中国图象图形学报, 1996, 1(3): 220 - 224.
- [2] 闫宏伟. 虚拟演播室——虚拟现实技术的新应用[J]. 中国图象图形学报, 1999, 3(4): 341 - 344.
- [3] 王剑明. 虚拟演播室的概念[J]. 西部广播电视, 1997, 4(04): 22 - 24.
- [4] GIBBS S, ARAPIS C, BREITENEDER CH, etc. Virtual studios: an overview[J]. IEEE Multimedia, 1998, 5(1): 18 - 35.
- [5] Blonde L, BUCK M, GALLI R, etc. Virtual Studio for live broadcasting[J]. The Mona Lisa Project. IEEE Multimedia, 1996, 3(2): 1070 - 986.
- [6] ROTTHALER M. Virtual studio technology[J]. EBU Technical Review, 1996. 6(268): 1 - 6.
- [7] 刘立新, 孙建凯. 虚拟演播室[J]. 广播与电视技术, 1999, 24(9): 73 - 76.
- [8] 阎文耀. 虚拟现实技术与虚拟演播室[J]. 世界科学, 1999, 21(7): 34 - 35.
- [9] 汪成为, 高文, 王行仁. 灵境(虚拟现实)技术的理论、实现及其应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 1996.
- [10] 陈华, 陈福民. 虚拟现实技术的设计与实现[J]. 微型电脑应用, 2001, 17(6): 5 - 7.
- [11] 李旋宗. 虚拟演播室技术的发展及应用[J]. 广播与电视技术, 1997, 24(7): 34 - 38.
- [12] 杨成军. 虚拟演播室的原理和技术途径(一)[J]. 西部广播电视, 1998, 5(增刊 1): 27 - 30.
- [13] 杨成军. 虚拟演播室的原理和技术途径(二)[J]. 西部广播电视, 1998, 5(3): 2 - 4.
- [14] ORAD. Virtual Studio System[DB/OL]. <http://www.orad.co.il/virsets/index.htm>, Feb 2002.
- [15] GMD INST. Virtual Studio System[DB/OL]. <http://viswiz.gmd.de/DML/vst/vst.html>, Feb 2002. (下转第 61 页)

- 庆: 中华创伤杂志编辑部, 1999. 102.
- [8] BROWN T D, FERGUSON A B. Mechanical properties distributions in the cancellous bone of the human proximal femur[J]. Acta Orthop Scand, 1980, (51): 429-437.
- [9] WILLIAM J L, LEWIS J L. Properties and an anisotropic model of cancellous bone from the proximal tibia epiphysis[M]. New York: Springer-Verlag Press, 1973. 154-160.
- [10] 刘占芳, 陈海斌, 李德源, 等. 松质骨的一维撞击动力响应[J]. 生物医学工程学杂志, 2000, 17(3): 266-269.
- [11] BOER R D 著. 多孔介质理论发展史上的重要成果[M]. 刘占芳, 严波译. 重庆: 重庆大学出版社, 1995. 2-11.

Two-dimension Opto-electronic Test Method to Determine the Cancellous Bone Porosity

CHEN Hai-bin^{1,2}, LI De-yuan³, LIAO Hai-yang², LIU Jing-cheng², XIAO Kai¹, LIU Da-wei¹

(1. Research Institute of Surgery, Daping Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400042, China;

2. Opto-electronic Technique and System Key Laboratory of Education Ministry,

Chongqing University, Chongqing 400044, China;

3. Department of Engineering Mechanics, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: A two-dimension opto-electronic test method has been developed to determine the distribution characteristics of cancellous bone porosity. The fresh pig tibiae cancellous bone in behind leg was sectioned. A total of 36 cancellous bone sections were divided two groups. The first group consisted of 18 transversal sections along the axial direction, and the second group consisted of 18 axial sections along the transversal direction of the tibiae. Their images were examined microscopically and processed quantitatively. The total area, solid matrix area and pore area of each specimen and its porosity were determined, too. The cancellous bone porosity is gradually decreased along the axial direction of tibiae and approaching to the compact bone, but almost constant along the transversal direction. Cancellous bone is modeled as a transversely isotropic, liquid saturated porous solid. The two-dimension opto-electronic test method can be used to relatively accurately determine the distribution characteristics of the cancellous bone porosity from different directions if the cancellous bone sections are enough.

Key words: cancellous bone; porosity; porous medium

(责任编辑 李胜春)

(上接第 41 页)

Virtual Studio System Technology

QIAO Yu, HUANG Xi-yue, CHAI Yi

(College of Automation Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: Virtual studio system (VSS), a new technology based on virtual reality, develops fast in recent years. Virtual studio concept replaces real background sets with computer-generated 3D synthetic and combines real foreground action, with computer-generated backgrounds. As VSS need not construct real background sets and has little limitness of time and space, it is regarded as a revolution in TV programs. This paper mainly discusses about the background, technology feature, application and future.

Key words: virtual studio technology; virtual reality; virtual 3D scenes

(责任编辑 吕赛英)