

虚拟演播室: 结构及关键技术

齐越¹⁾ 胡晓峰²⁾ 张茂军¹⁾

(¹⁾国防科技大学系统工程与数学系, 长沙 410073; (²⁾国防大学, 北京 100091)

摘要 色键是传统电视节目制作中常用的技术. 虚拟演播室是在此基础上发展而来的, 它是用计算机生成的场景替换蓝色背景, 并运用计算机技术和视频合成技术, 使演员可以在虚拟的场景中“表演”, 与虚拟对象(如卡通动物等)“交互”, 真正实现虚实结合. 这里侧重讨论虚拟演播室系统的结构以及关键技术.

关键词 虚拟演播室 色键 虚拟现实 背景绘制 摄像机跟踪 合成

中图法分类号: TP391.9 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2000)06-0457-04

Virtual Studio: Structure and Key Technology

QI Yue¹⁾, HU Xiao-feng²⁾, ZHANG Mao-jun¹⁾

¹⁾(Department of Systems Engineering and Mathematics of National University of Defense Technology, Changsha 410073)

²⁾(National Defense University, Beijing 100091)

Abstract Virtual Studio uses computer-generated scene as its background. It applies computer technology and video compositing technology to combine the actors and the virtual scene seamlessly, and gives audience a full new vision effect. It brings up a revolution to video making. The structure of Virtual Studio system includes three parts: camera tracking, background rendering and video compositing. Its key technology consists of camera tracking, camera switching and focusing, blue room design and background rendering, synchronization and compositing, etc. This paper addresses the structure, technology and some problems of Virtual Studio.

Keywords Virtual studio, Chromakey, Virtual reality, Background rendering, Camera tracking, Compositing.

0 引言

视频合成是现代电视、电影摄制采用的基本技术, 特别对一些需要特技处理的场景, 例如科幻、神话电视剧, 电视天气预报等, 它显示了极大的优越性. 色键(chromakey)是传统电视节目制作中常用的技术, 即在制作电视节目时, 一幅演员在蓝色背景的演播室中表演图象, 可运用色键技术, 把演员的图象从蓝色背景中抠出来, 然后实时地或在后期制作过程中把它与其它背景合成, 以形成全新的视觉画面. 使用这项技术不但可以拍摄难以在实际现场完成的表演, 而且还可以节省大量费用. 但是其背景只能是二维的, 而且摄像机位置必须固定. 另外, 演员

不能与背景环境进行交互. 为了解决这个问题, 一种计算机技术与视频技术相结合, 且能够更好地在三维空间实现实景和虚景融合的虚拟演播室技术应运而生.

虚拟演播室的背景是由计算机通过图象合成和动画制作的方法生成的, 由于背景成象依据真实摄像机的运动参数来保证演员和背景的三维透视完全相同, 从而达到了“融合”的目的. 虚拟演播室系统有许多优点: ① 费用低; ② 布景不仅制作快, 变化多, 可再生, 不占用物理空间资源, 且能重复利用; ③ 允许观众走进虚拟环境, 构成了全新的观众参与方式.

1991年日本NHK研制出实时虚拟演播室系统“Nanospace”; 1993年SGI推出Reality Engine2;

1994年德国国家信息技术实验室研制出3DK系统;1995年Orad公司研制出较成熟的产品.直到1997年,才出现基于PC的虚拟演播室系统.

3DK的结构如图1所示,它是一个典型的虚拟演播室系统,它分为摄像机跟踪、背景图形绘制和视频合成三个部分.具体做法是首先由摄像机采集前景(FG)视频信号,同时由安装在摄像机上的跟踪系统实时提供摄像机的运动参数;然后将这些信息实时传送给绘制图形的高性能计算机,计算机则根据这些信息,实时地绘制出相应的背景(BG)和掩蔽(mask)信号;最后,视频合成系统根据掩蔽信号将前景(FG)与背景(BG)合成,并可以将合成后的结果布景实时地反馈给摄影师和演员.

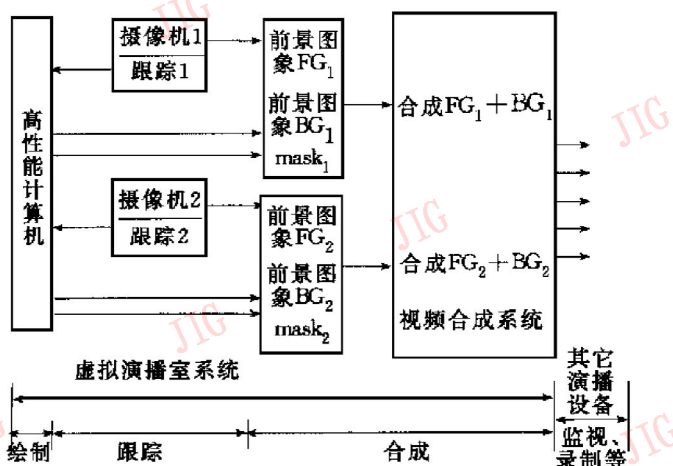


图1 一个典型虚拟演播室系统——3DK结构示意图

本文重点讨论虚拟演播室系统中摄像机跟踪、摄像机切换与变焦,蓝室设计与背景绘制,以及景物的同步与合成等关键技术.

1 摄像机跟踪

虚拟演播室与传统色键技术的本质区别是引入了虚拟现实技术,从而可以使演员与虚拟环境进行交互,为此,要把虚拟摄像机与前景的真实摄像机“捆绑”在一起.“捆绑”有两种形式:一种是虚拟摄像机随真实摄像机运动,这需要知道真实摄像机的拍摄、俯、仰、光圈、变焦、调焦、沿光轴旋转、位置和高度等9个参数,以驱动虚拟摄像机随真实摄像机同步变化,而且在这9个参数中,除了调焦和沿光轴旋转外,其它7个参数都可以通过跟踪获得;另一种是由计算机控制真实摄像机和虚拟摄像机的同步或异步运动.

用于虚拟演播室的跟踪系统分为机械跟踪和光

学跟踪两种:

1.1 机械跟踪

机械跟踪是目前使用最广泛的摄像机跟踪技术.它有主动式和被动式两种.其中主动式跟踪系统中,由伺服控制装置驱动摄像机运动;而被动式跟踪系统中,则通过传感器检测摄像机的运动参数来进行跟踪.机械跟踪的优点是精确度高,缺点是:

(1) 机械跟踪装置庞大而笨重,因而不能用于手持摄像机.

(2) 机械跟踪需要对摄像机镜头进行精确的校准.

(3) 跟踪系统接近光源和视频设备时会受到干扰.

1.2 光学跟踪

光学跟踪使用的是一种图象识别技术.1995年Orad公司开发了第一套允许摄像机自由运动的图形识别系统Hi-tech,其原理是:首先在蓝室的背景——深蓝色均匀的墙上贴上不均匀的浅蓝色网格,然后运用图象处理技术提取摄像机的位置、方向和视角.与机械跟踪相比,光学跟踪有许多优点:①适用于任何摄像机;②成本低;③操作简单;④无累计误差;⑤摄像机可以自由运动.光学跟踪的缺点是:

(1) 如果焦点没有对准参考点,或视点中参考点的数目不够,跟踪系统就会失去方向.

(2) 在蓝色背景上标记参考点,给最后的合成带来困难.

(3) 图象识别技术计算量大,需要专用硬件支持.

2 摄像机切换和变焦

2.1 摄像机切换

在节目制作过程中,通常要用多台摄像机从不同角度进行拍摄,可是虚拟摄像机的数目和初始位置与真实摄像机没有直接关系.当多台摄像机进行切换时,要求演员在虚拟场景中的位置必须保持不变.为此必须对虚拟摄像机的位置进行锁定,才能进行切换.

另外,背景是计算机按照虚拟摄像机的参数绘制的,因而需要一定传输参数的时间,这就给摄像机切换带来困难.由于真实摄像机总是在下一个同步信号到来时进行切换,而此时计算机还来不及绘制相应的背景,从而真实摄像机的切换早于虚拟摄像机,因此造成图象明显的抖动.对于这个问题有两个解决办法:一是延迟真实摄像机的切换时间;二是增

加背景绘制系统的数量,这虽然可以提高系统的容错性,但也增加了系统的成本。

2.2 变焦

在实际拍摄过程中,摄像机的焦点一般都跟踪前景中的人物。此时如果前景和背景都聚焦得很清楚,即没有景深,则人们会感到不自然、不真实。特别是拍摄特写镜头时,背景应该是虚焦的,就好像前景和背景都出自同一个摄像机。实现景深效果有以下方法:

(1) 利用所跟踪的真实摄像机的变焦、聚焦参数,使用卷积法作近似模拟。虽然这种方法效果好,但运算量大。

(2) 跟踪演员在布景中的位置,并与三维模型的景深相关联,确定摄像机的焦平面,同时跟踪光圈参数,从而在计算机生成背景时实现散焦,以产生实景效果。

3 蓝室设计和背景绘制

3.1 蓝室设计

在虚拟演播系统中,如果固定摄像机的位置,那么只要在演员身后放一个很小的蓝屏风就可以了;如果允许摄像机自由运动,那么演播室就要设计成由一面或多面蓝色墙和蓝色地板组成的“蓝室”。演播室用蓝色布置的原因有如下几点:① 摄像机对蓝色更敏感;② 蓝色能作为人体皮肤颜色的补色,使滤波器不会混淆皮肤颜色;③ 物体周围蓝边的弱色调没有绿边和红边弱色调显眼;④ 演员们在蓝色环境中工作要比在其它颜色中愉快。

在蓝室设计中,最重要的是灯光,且好的合成效果也取决于与背景一致的灯光。由于光源相对地板和墙具有不同的方向,因而各个方向光强不同,沿边界的地方表现得最为明显,所以,一方面需要增加地板的光照;另一方面,要把墙与墙,墙与地板间的夹角设计成弧形,以减弱光线上的差异,必要时还可在相应位置增加灯光。

3.2 背景绘制

在虚拟演播室系统中,背景是由计算机绘制的,可分为二维背景、预先生成三维背景和三维背景三种绘制方式。

(1) 二维背景绘制

用图象作为虚拟背景,然后把虚拟摄像机放在该图象的投影中心,通过对图象的透视投影,可以模拟摄像机平移、倾斜与变焦。但这个方法有如下局限性:

① 必须预先设计好,才能保证背景摄像机的位置和方向与演播室中前景摄像机一致。

② 背景的内容和分辨率会限制前景摄像机的平移、倾斜和变焦。

③ 前景摄像机只能固定在原始的投影中心。

用这种方式绘制背景由于不需要建立三维模型,因而只适用于拍摄比较简单的节目。

(2) 预先生成三维背景绘制

在拍摄前先制作好背景的三维模型,并定义好真实摄像机的运动参数,然后根据这些数据,生成每台虚拟摄像机的视图画面,作为各自所对应的真实摄像机的虚拟背景。在制作过程中,可运用色键将前景和预先生成的相应的虚拟背景融合在一起。

这种方式可以生成比较真实的虚拟背景,但缺点是摄像机不能自由移动。

(3) 三维背景绘制

在这种方式中,摄像机可以自由移动,一旦三维背景绘制完毕,跟踪系统即可获取前景摄像机的运动参数,绘制系统则根据这些参数实时绘制虚拟布景。由于每一帧虚拟布景只有 20ms 的绘制时间,所以要求绘制系统必须有很高的计算性能,因此在目前的技术条件下,应尽量降低三维场景的复杂度。这种方式由于计算量大,做到实时仍十分困难。

4 同步与合成

4.1 同步

在虚拟演播室系统中,前景和背景必须同步播放。但由于使用色键技术获取前景的速度很快,而绘制背景则需要更多时间,因此它会滞后于前景。这是因为不论是用跟踪系统还是用基于图象识别的系统,获取摄像机参数都需要时间,另外,根据摄像机运动参数绘制相应的背景也需要时间。为此需用以下方法对背景延迟进行补偿:

(1) 对于跟踪的数据及时采用过滤和向前外插的技术进行预测;

(2) 在移动请求发生到实际移动摄像机之间设定一个延迟时间;

(3) 在摄像机与合成系统之间加入视频延迟。

4.2 合成

虚拟演播室系统的最后一步是把现场的前景信号与所绘制的背景信号进行合成。如图 2 所示,键孔(key-hole)用于决定显示哪一层的视频信号。键值

(key)用于控制前景和背景的合成,其取值范围要大,若只有“0”和“1”,则会使边界呈锯齿状,而且不支持透明效果.其合成方法是:计算出前景信号中蓝

色的分量;然后再基于蓝色分量生成键值.最后使用键值合成经过处理的前景和背景信号.

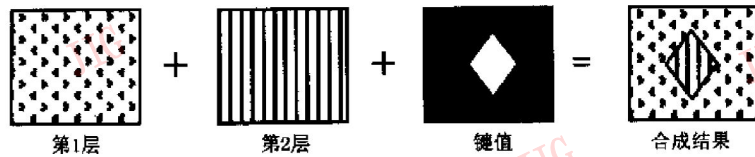


图2 合成过程示意图

5 局限性

目前虚拟演播室系统的应用存在很大局限性;第一,必须在特制的蓝室内拍摄,可是通常蓝室中音响效果差,而且光照设计非常困难,因而限制了使用的灵活性;第二,需要培训摄影师和演员,即摄影师必须了解跟踪系统的性能,以便协调拍摄过程,另外演员要具备在虚拟演播室中的表演技巧,导演还必须知道子系统的功能;第三,虚拟演播室系统投资大,目前技术更新很快,如何充分发挥演播室现有设备的作用,使之与虚拟演播设备达到完美的结合,是广播业所面临的问题.

参考文献

- 1 Blonde L. A virtual studio for live broadcasting: The Mona Lisa Project. IEEE Multimedia. 1996(Summer), 18~ 29.
- 2 Simon Gibbs *et al.* Virtual studios: An Overview. IEEE Multimedia. 1998(January-March), 18~ 35.
- 3 邓向冬,郭斌. 虚拟演播室及其关键技术. 世界广播电视, 1999年3月, 18~ 24.



齐越 博士研究生. 主要研究方向包括虚拟现实系统、虚拟演播室技术等.



胡晓峰 教授, 博士生导师. 主要研究方向包括多媒体与虚拟现实、战略研讨环境等.

张茂军 博士, 讲师. 主要研究方向包括虚拟现实系统、多媒体信息系统等.