

数字化三维虚拟演播室系统的设计与实现

朱巍峰^{1,3}, 李震阳²

(1. 武汉大学, 湖北 武汉 430072;

2. 中山大学, 广东 广州 510275;

3. 广东工程职业技术学院, 广东 广州 510520)

摘要:数字化三维虚拟演播室系统主要是以视频流的图像处理软件为主, 软硬件相结合的一个复杂系统。数字化三维虚拟演播室系统通过电脑实现了将摄像机实拍三维场景图像和三维虚拟物体图像制作进行实时完美结合。对数字化三维虚拟演播室系统从工作原理及特点上描述, 并阐述数字化三维虚拟演播室系统的实现及技术难点和创新点。随着视频数字化的发展, 在广电行业中将作为成熟产品预计很快将推向市场, 在电视行业的应用前景非常广阔。

关键词:数字化; 三维虚拟; 视频图像实时生成

中图分类号: TP302.1

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2010)12-0213-04

Design and Implementation of Digital Three - Dimensional Virtual Studio System

ZHU Wei-feng^{1,3}, LI Zhen-yang²

(1. Wuhan University, Wuhan 430072, China;

2. Sun Yat - Sen University, Guangzhou 510275, China;

3. Guangdong Polytechnic College, Guangzhou 510520, China)

Abstract: Digital three - dimensional virtual studio system relies mainly on image processing software. It is a complex system which is the combination of hardware and software. Digital three - dimensional virtual studio system realizes the real - time perfect integration of three - dimensional scene pictures taken by camera with three - dimensional virtual object image making via computer. Describe the working principle and characteristics of digital three - dimensional virtual studio system and expound the implementation, technical difficulties and innovation of digital three - dimensional virtual studio system. With the development of digital video, digital three - dimensional virtual studio system will soon be on the market as a mature product in the radio and television industry and this system's application prospect in TV industry is very broad.

Key words: digitalization; 3d virtual; real - time generation of video images

0 引言

传统的电视节目制作通常采用摄像机实拍和电脑三维动画制作的两种方式, 得到的视频图像经非线性编辑系统编辑后播出, 采用非编系统虽然可以将上述两种方式得到的视频图像融合在一起, 但非编系统的处理是基于平面图像的处理, 只是对多层视频流画面基于平面图像的特技处理。而数字化三维虚拟演播室的工作原理是: 通过色键技术将摄像机拍摄到的蓝幕

为背景的视频图像作为前景画面与计算机中的三维动画图形作为虚拟背景及可动态变形的多个虚拟大屏幕电视墙、虚拟灯光或者空气中游动的鱼、雨雪、烟雾、飞翔的蝴蝶等三维虚拟特效效果, 使真实演员与虚拟场景形成正确的透视关系以数字电视信号格式进行实时播出与显示。同时通过摄像机平摇、俯仰和变焦参数使真实摄像机在做推拉、平摇和俯仰变化时, 虚拟的背景画面和前景画面都会随之而相应的变化, 从而虚拟出真实的演员置身于“真实”场景中的画面效果^[1]。

数字化虚拟演播室系统的一个突出特点为视频图像实时生成, 通常用作电视节目的实时生成, 这就要求系统全部的功能特点都是以场频为单位的, 在一场(20ms)的时间内系统必须完成诸如外设备控制、跟踪采集、摄像机定位、外视频采集以及虚拟物体、虚拟场

收稿日期: 2010-03-19; 修回日期: 2010-07-21

基金项目: 国家广电部科研所资助项目(hg08037316)

作者简介: 朱巍峰(1975-), 男, 广东南海人, 副高, 硕士, 研究方向为电子政务、图形图像处理、媒体流、多媒体开发及多媒体在 Internet 上的应用、汇编语言、计算机组成原理及操作系统。

景、虚拟灯光、三维特技、虚拟大屏幕的三维图像渲染等全部功能,对实时性要求很高。因此,需要对全部功能模块的执行时间、执行顺序、优先等级进行严格分析,精确排序,并采用多线程、多进程、指定 CPU 渲染、开设缓冲区、设定线程优先级等方法进行处理^[2,3]。

数字化三维虚拟演播室在电视行业的应用,不仅大幅度降低了电视节目的制作成本,提高了节目制作效率,而且实现了用传统电视节目制作设备无法实现的节目制作效果^[4],具体表现在:

a. 使用数字化三维虚拟演播室制作电视节目,在几十平方米的演播室可实现几百甚至上千平方米的演播室视觉效果,省去了建造大演播室昂贵的建筑费用。

b. 小演播室实现大演播室的拍摄效果,省去了大量的灯具和大功率的灯光耗电费用。

c. 使用数字化三维虚拟演播室,不需要搭建场景、不需要摆设道具,省去场景布置费,只需鼠标一点,便可实现场景更换,使多个栏目可共用同一演播室,提高了演播室的利用率。数字化三维虚拟演播室上述三个特点,将使得电视节目的制作成本大大降低,制作效率大大提高^[5]。

d. 数字化三维虚拟演播室为使电视节目的创意制作水平发生质的飞跃,它通过多个大屏幕电视墙实时地做动态变形、旋转和位移变化及实时地做出下雨、下雪、火山爆发等虚拟特效来实现传统电视制作设备无法实现的实时视觉效果。

e. 为提高儿童剧制作效率和质量,节约成本,可运用数字化三维虚拟演播室中真实与虚拟实时完美结合的特点,即可做到人物表情栩栩如生,又使虚拟动画变化莫测,无所不能。

f. 为了推动电视广告制作业的发展,使用数字化三维虚

拟演播室可轻松实现季节交替,例如冬天可拍摄出演员在酷暑烈日下活动的夏天景象;夏天也可以拍摄出演员在千里冰封、万里雪飘下不畏严寒活动的冬天室外活动景象。

g. 使用数字化三维虚拟演播室,可以足不出户,便可实现漫步在异国他乡的视觉感受,从而带动婚纱摄影业的发展。

h. 数字化三维虚拟演播室可实时地把教学内容以数字电视的形式传送到远程客户端,轻松实施远程教育,轻而易举地将课堂教学在异地或不同时空进行,而且可在虚拟大屏幕墙上轻易实时地看到远程端学生的表情反应,使老师与学生真正实现真正的异地教学及交流,这种生动活泼的教学互动场面将推动远程教育向更高更深层次发展,真正实现了远程教学形象化,优化了教学过程、提高教学质量^[6]。

i. 多媒体课件制作可利用数字化三维虚拟演播室使视频和动画更加形象和生动,生成更加容易,从而提高多媒体产品制作水平及推动多媒体制作发展^[7]。

j. 数字化三维虚拟演播室还可用于气象模拟、气象分析,从而带动气象预报向着信息更丰富、预报更快捷的方向发展^[8]。

1 系统组成

数字化三维虚拟演播室主要由以下八部分组成:数字电视摄像机和摄像机控制器、64bit 图形图像与数据处理工作站、高速数据采集板卡和跟踪程序模块、增量式光栅旋转编码器和高精度机械传动装置、数字色键处理器和键控程序模块、多通道数字图形图像处理器和图像生成程序模块、数字视频图像程控矩阵切换器及数字视频图像帧延时器。

数字化虚拟演播室技术的基本原理如图 1 所示。

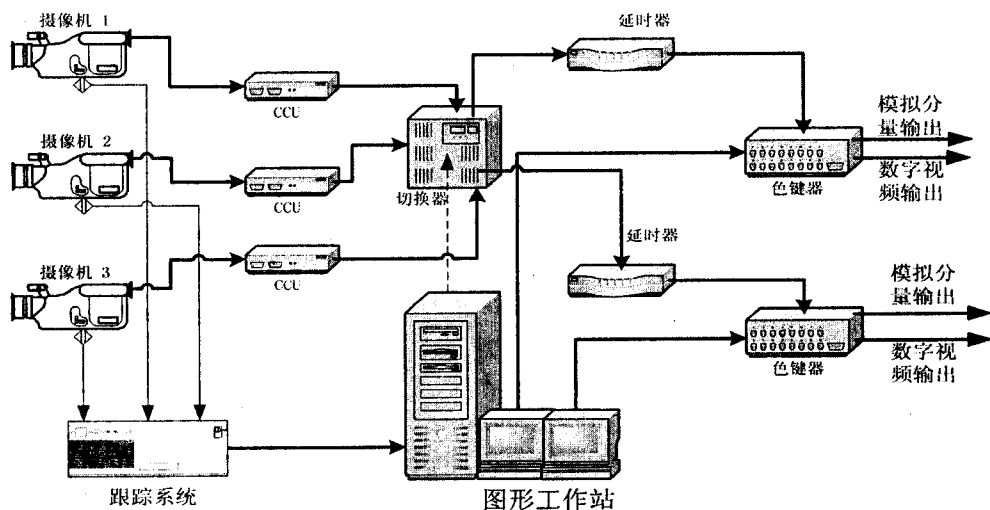


图 1 数字化虚拟演播室系统原理图

在虚拟演播室中,演员是站在一个蓝色环境中。首先由摄像机将人和蓝色背景拍摄下来,形成一帧“人+蓝屏”的图像,同时,由跟踪系统实时检测摄像机的机位信息,背景生成器(图形工作站)则根据真实摄像机的位置参数来设定虚拟摄像机的位置参数,由此生成一帧虚拟背景图像,并将背景图像转换为视频信号输出到色键器;如果是多机位系统,则由计算机控制多

机位的切换。由摄像机输出的视频图像(即“人+蓝屏”背景图像)经切换器切换,并经延时器作1~2帧延时后,也输出到色键器,色键器的功能则是将“人+蓝屏”背景图像中的蓝屏背景抠像而只剩下人的信号,再将人与计算机输出的虚拟背景图像进行合成,由此便可输出最终的图像,使人和虚拟背景达到天衣无缝的结合。图中延时器的功能主要是保证人和虚拟背景的多机位同帧切换。计算机输出的信号中还有一路键信号,其功能是使演员可以站到一个局部虚拟背景的后面,例如可以坐到虚拟桌子的后面^[9]。

2 系统框图及采用技术

数字化三维虚拟演播室主要以视频流的图像处理软件为主,软硬件相结合的一个复杂系统,硬件涉及到了计算机、图像处理、控制算法、光学、电子、机械等众多领域^[10],因此如何选取一种经济实用、高效、功能强大、被用户接受的方案是设计者的首选。具体的系统框图及采用的技术如图2所示。

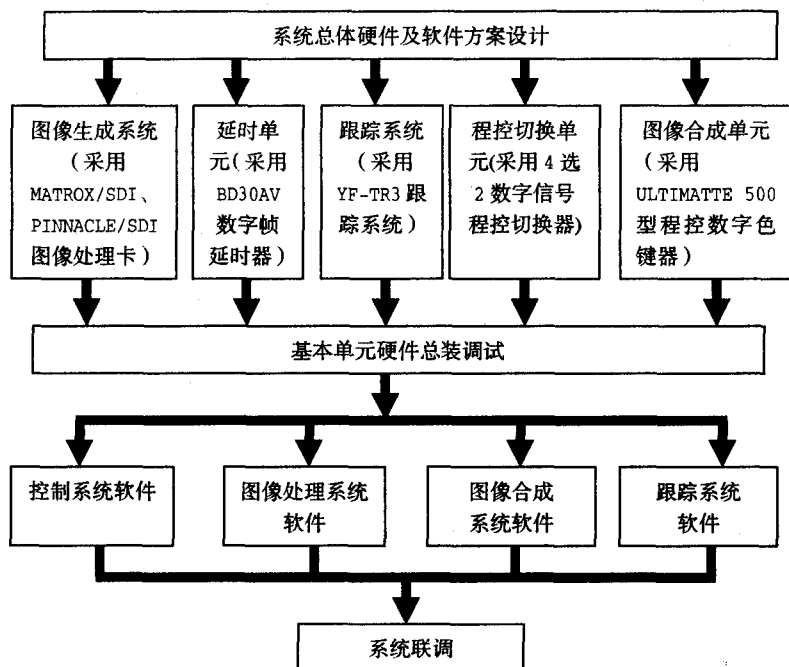


图2 数字化三维虚拟演播室系统框图及主要技术

3 系统的实现及技术难点和创新点

3.1 系统的实现

数字化三维虚拟演播室每生成一帧图像都要处理相当多的数据,在实拍时为了使处理速度与电视速率(即1秒钟要有25帧图像)一致,常规的计算机串行处理是实现不了的,故对数字化三维虚拟演播室的软硬件设计提出了较高要求:

(1) 硬件工作平台。

为了使摄像机摄取的前景画面与虚拟背景画面相配合,系统将采用基于高性能的专业图形图像工作站,采用双核中央处理器(CPU),并对所使用的各类板卡进行软件优化处理;对于预处理和图像处理工作中的实时图像序列生成,实时摄像机跟踪运算,人工背景,支持三维自动建模的多重处理都要有独立专门的硬件来完成。

(2) 软件系统。

软件系统设计的思想是根据硬件并行处理特点,由一系列的处理器组成的服务器盒完成数字化三维虚拟演播室所需的各种处理。另外,在三维渲染引擎中,采用了大量图像优化算法,比如事件的多线程管理和分配及对显存资源的动态管理等,从而充分保证了图像的实时场频渲染,使整机的负荷大幅度降低,保证整个系统的稳定性和可靠性。

3.2 技术难点和创新点

数字化虚拟演播室系统的主要技术难点和创新点在于:在硬件的选取和软件的算法上保证整个系统的

采集、内部视频流的处理、传输及输出均为广播级无损视频图像;图像生成器中图像的生成采用多重纹理贴图技术和全场景抗变形技术,彻底消除了图像的锯齿状边缘,使生成的场景、三维动画物体、虚拟大屏幕边框、AVI与活动外视频图像质量平滑、细腻、真实,同时当摄像机镜头推近时图像无马赛克现象,移动时场景不撕裂,保证了清晰的背景画面,也保证了多个不同大小的动态三维物体与多个大小不同的大屏幕窗口中播放的图像具有同样高的图像质量^[11]。

数字化虚拟演播室系统技术难点和创新点具体体现为:

(1) 基于 DirectDraw 和 OpenGL 的图形接口,该三维渲染引擎需要采用大量的图形优化算法,具有强大的功能,

支持诸如多重纹理技术、BSP 技术、全场景反走样技术、任意多个全部种类光源、任意曲面贴图技术、凹凸贴图、光线追踪、大地形管理和环境映射等先进技术,同时可以读取一系列常用的三维模型文件格式,例如 .X、.Max、.3ds、.Flt 等^[12]。

(2) 丰富的三维特效及动画效果。

(3) 基于自主开发的三维引擎技术,在场景中加入丰富的三维特效,例如跳动的火焰、空中游动的鱼、旋转的地球、飘落的雪花等,保证三维特效和场景中的三

维物体随着虚拟摄像机的运动保持正确的透视关系。

(4)高精度色键技术和虚拟三维动态无限蓝箱。通过微处理器控制技术可以对色键器的参数进行在线调整,可同时对头发丝、阴影、半透明体和烟雾的色键效果;通过参数改变,可实现色相位调整,使人的肤色更加真实,从而随着摄像机的平摇、俯仰和变焦智能地删除场景中的垃圾色块^[13]。

(5)基于三维渲染引擎,通过虚拟背景和虚拟相机的初始化参数设置,经过一系列的 WORLD 矩阵变换、VIEW 矩阵变换、PROJECT 矩阵变换和非线性拟合变换,保证了实景和虚拟物体在真实摄像机高速运动下精确的跟踪效果和正确的三维透视关系。

(6)采取多机位、多事件间实时无缝切换技术实现多机位切换无闪烁、不跳跃、无黑场的实时无缝切换,使多机位的众多事件在同帧场逆程内完成切换^[14]。

(7)广泛的兼容性。系统独特的硬件设计使得不需任何改装可与现有任意一款摄像机相匹配,并且确保准确地采集到摄像机的推拉、俯仰和平摇参数;系统软件可以和常用的三维建模软件相兼容,读取常见的三维模型文件和图形图像格式。本系统输入/输出信号均为标准视频格式,比如 SDI、YUV、模拟复合和 Y/C 信号,保证本系统和其他视频设备的无缝连接。

(8)系统的稳定性和可靠性。系统基于高性能的专业图形图像工作站,采用双核中央处理器(CPU),并对所使用的各类板卡进行了软件优化处理;在三维渲染引擎中,采用了大量图像优化算法,比如事件的多线程管理和分配及对显存资源的动态管理等,从而充分保证了图像的实时场频渲染,使整机的负荷大幅度降低,保证整个系统的稳定性和可靠性。

4 结束语

在与国外相关产品的技术路线、工艺设计、算法、使用操作及最终效果进行充分分析比较的基础上,目前已经完成了数字化虚拟演播室系统的系统总体结构图的设计、系统总体硬件的搭配选取、系统总控界面的设计及同各部分的控制接口设计、系统功能模块的时序图及优先级排列、各功能模块技术难点的攻关,正在进入各功能模块的研究开发阶段,其中,素材库模块、四视图编辑模块、跟踪模块、外设备控制模块的研发和

界面设计已基本完成,播出模块、色键器模块、三维渲染模块、三维特技模块的研发正在完善^[15]。

随着计算机图形图像处理技术及多媒体技术的发展,随着视频数字化的发展,数字化三维虚拟演播室技术会日趋完善,它作为成熟产品预计很快将推向市场,其在电视行业的应用前景非常广阔,不仅可以大幅度降低电视节目的制作成本,提高了节目制作效率,而且实现了用传统电视节目制作设备无法实现的节目制作效果,它的实现必将会带动电视领域的一场革命。

参考文献:

- [1] 林海平. 虚拟演播室的关键技术[J]. 节目制作与演播, 2003,12(3):11-14.
- [2] Moshkovitz M. 虚拟演播室技术[M]. 夏力,译. 北京:清华大学出版社,2005.
- [3] 伯迪魏,迎梅. 虚拟现实技术:国外计算机科学教材系列[M]. 第2版. 北京:电子工业出版社,2005.
- [4] 曾建超,俞志和. 虚拟现实的技术及其应用[M]. 北京:清华大学出版社,1996:10-19.
- [5] 刘立新,孙建凯. 虚拟演播室[J]. 广播与电视技术,1999,24(9):73-76.
- [6] 秦新利. 虚拟演播室在现代远程教育中的应用[J]. 第四军医大学学报,2002(S1):87-88.
- [7] 王卫军,杨晓宏. 虚拟演播室在电视教材制作中的应用[J]. 电化教育研究,2002(2):48-50.
- [8] Wodaski R, Brown D. 多媒体电脑虚拟现实技巧[M]. 蔡智明,译. 北京:机械工业出版社,1996:40-58.
- [9] 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.
- [10] 马文渊,周聪. 谈谈虚拟演播室[J]. 电视技术,2000(4):77-81.
- [11] 曾建超,徐光佑. 虚拟现实技术及其发展战略[J]. 电子学报,1995,10(10):57-61.
- [12] 刘学慧,吴恩华. 虚拟现实的图形生成技术[J]. 中国图象图形学报,1997,2(4):205-212.
- [13] Maros I. The role of the augmented system in interior point methods[J]. Csaba Meszaros European Journal of Operational Research, 1998,107:720-736.
- [14] Schroeder W J. Decimation of Triangle Meshes[J]. Computer Graphics,1992,26(2):65-70.
- [15] 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.

中国计算机学会会刊、中国科技核心期刊

《计算机技术与发展》欢迎订阅,邮发代号:52-127