

中国计算机用户协会会刊

1994年第3期目录

(总第147期)

编辑部热线	(18)
技术专题: 计算机动画	
掌握计算机动画技术 开拓计算机动画市场	(19)
计算机动画综述	(20)
三维计算机动画的关键技术	(25)
计算机动画系统配置及动画制作过程	(30)
学用 3D Studio 进行动画制作	(33)
计算机动画产品简介	(37)
经验谈	
为 Windows 3.1 中文版扩充汉字输入方法	(38)
DOS 3.3 也能管理 1M 以上内存	(39)
如何防止内存驻留程序的反复装入	(39)
反跟踪一技	(39)
图形显示中明暗层次自然过渡的处理方法	(40)
屏幕象素的块拷贝	(41)
用 C 语言读取磁盘文件位置链表的方法	(42)
丢失硬盘类型参数的修复	(44)
UNIX 引导盘的制作与使用	(45)
一种保护 AutoLISP 开发成果的措施	(46)
2.13H 汉字系统繁体字库的生成及打印	(47)
技术讲座	
Informix 数据库(第三讲)	(48)
工具箱	
软盘扩容软件 800 I	(52)
游戏克星 GAME BUSTER 4.0	(53)
Windows 简体中文版汉字输入法的制作	(54)
资料窗	
系统开发案例	
医院门诊收费系统的设计与实现	(59)
开发与应用	
图符用户界面的程序设计	(63)
在 C++ 环境下 Windows 3.0 应用程序的开发	(66)

硬件与维修

个人计算机的选择与组装(二) ...	(70)
中环 CT100 终端故障维修两例 ...	(73)
多能终端故障排除一例	(73)
CR3240 打印机维修三例	(74)
ARC386 主机板维修两例	(75)
用 7805 稳压块巧修四通 MS-2401 打字机	(75)

1995年上半年 本刊专题

1. 中文 Windows
2. POS 系统及产品
3. MODEM
4. 多媒体
5. 绿色电脑
6. UPS
7. 开发工具

总编 李超云 副总编 李 颖
本期责任编辑 国晓平
编 辑 史新元 张秀斌 郭 旭
编 务 张红梯
广告编辑 王 健 吕 军 蒋胎中

编辑出版:《中国计算机用户》杂志社
地址:北京市复兴路乙 20 号(通信勿用)
通信地址:北京 162 信箱 邮编:100036
编辑部电话:8212233-5049
公关部电话:8219831 传真:8219831
读者服务部地址:北京海淀杨春园饭店 3 号楼 109 房间 邮编:100080
读者服务部电话:2561177-493, 494
印刷:农科院情报所印刷厂
国内总发行:北京报刊发行局
国外总代理:中国出版对外贸易总公司
刊号:ISSN1003-031X
CN 11-2280/TP
广告许可证号:京海工商广字 004 号
订购:全国各地邮局 订闻代号:82-164
国内每期订价:1.35 元 全年:16.20 元
国内每期零售价:1.60 元
出版日期:3月5日

KJS 34 10203

梦想成真

春节一过,春天就到了。“一年之计在于春”。对于我们,新的一年,新的打算,新的设想;对于你们(亲爱的读者),新的一年,新的需求,新的期待。伴随着春的脚步,滚滚向前的改革大潮,牵引着神州大地各行各业兴旺发展的喜人景象。

《中国计算机用户》在值得自豪的1993年里,不负广大读者的深情厚爱,在专家、教授、学者及各界朋友的鼎力支持下快速发展壮大,其发行量净增50%,营业额增长200%,社会知名度及读者满意程度跃居同类刊物之首。

1993年的成绩,只能作为我们1994年工作的起点。面对国家深层次的经济改革,面对市场经济带来的急流险滩,面对国外高新技术产品抢占、挤占我国市场的严峻局面,我们清醒地意识到自己的责任和义务。经过深思熟虑,我们打算在1994年隆重推出策划已久的“刊中刊”——《冲浪》,一份市场专刊。我们设想的《冲浪》,立意在竞争两个字上,就象冲浪运动员与大海搏斗一样。它具有动态性、新闻性和商业性,但更注重切合实际的,有理有据的分析、比较、论证和预测。

人们常把“市场”比作大海,而高科技及其产品的市场,更象风云变幻的深海。好多人都说我们中国人搞计算机软件很行,为什么在当今世界上流行的、拥有独立版权的商业软件产品没有几个是我们中国人搞的?为什么美国人盖茨的Windows产品畅销全世界?为什么世界上几乎所有大计算机厂商近年来云集中国大陆,斥巨资,办公司,开办事处?为什么世界上最先进的电脑制造厂家竟声称在未来几年内将表情于家电……。

高科技产品技术的先进性固然至关重要,但是,技术的竞争归根到底是市场的竞争,经济效益的竞争。《冲浪》将最直接地体现这种竞争的风格,而且开宗明义就是要在竞争中求生存求发展。

我们设想的这份市场专刊犹如一架高精度的潜望镜:扫描热点、追踪报道;它是一位精明的股情分析家:技术市场行情,了如指掌;它还是一名称职的游泳教练:悉心指点畅泳大海特别是出没深海的要领和经验;……。

我们试着为《冲浪》设计了一些栏目:“市场经纬”、“产品一族”、“报价与侃价”、“专家论市场”、“多棱镜”……

亲爱的读者,假如您是主编,您对“刊中刊”有何高见?您对市场怎么看?您喜欢不喜欢《冲浪》或是一些别的什么?您对我们设想的市場专刊栏目设置有何指教?请您快打、早打“编辑部热线”。

计算机动画近些年来已迅速发展成为具有非凡吸引力,展现出广阔应用前景的一种计算机高新技术领域,纵观计算机动画的发展史,计算机动画的研究与技术的开发是与其应用的需求紧密相关的,它本身最早就是从卡通动画片的计算机辅助制作开始的。利用计算机辅助原画(关键帧画面)的生成、动画(中间画面)的自动产生、着色以及在拍摄和后期制作中的某些辅助性工作。随着计算机在工业部门(机械、电子、航空航天等)、建筑、视觉模拟(军事训练等)等领域中应用的不断深化,三维计算机图形工作站开始出现并不断发展,伴随着计算机图形学中真实感图形技术的产生和发展,使得在计算机上产生高质量、高逼真视觉效果的动态图象并可实时演播成为现实。计算机动画技术,也就从二维计算机辅助动画发展到三维计算机动画,在影视领域,其应用也从卡通片的动画制作,拓广到商业上的影视动画广告、影视片头的制作,以及电影特技上的应用。近年来,三维计算机动画技术在电影“终结战士”(Terminor II)及“侏罗纪公园”中的应用,产生轰动性效果,将计算机动画技术及其应用推向了新的高潮。在科学研究领域,计算机动画也应用于科学计算的可视化、各种微观物理现象的动态模拟;此外,在计算机辅助教学与辅助训练,娱乐(游戏机等)以及多媒体信息系统的应用中都已发挥并将不断发挥更大的作用。

计算机动画的研究领域除计算机动画软件的研究外,还涉及绘画系统(paint system),运动控制(motion control),关键帧动画路径设计(keyframe animation path planning),基于力学的动画(mechanics-based animation),动画中国象绘制(image rendering in animation),动画语言和系统,适用于动画的硬件,科学可视化的动画(animation for scientific visualization),工程动画(animation in engineering),基于人

开拓计算机动画市场

掌握计算机动画技术

本刊编辑部

工智能的动画,机器人与动画,特殊视觉效果模拟,人体造型及动画技术等等,最基本的和目前应用最广泛的是计算机动画软件,目前国际上已行了不少商品化的软件产品。

在我国计算机动画的研究和应用起步较晚,目前的主要应用领域是二维动画片制作、电视广告和影视片头制作,还有小量的用于视觉模拟和计算机辅助教学。较之国外,不论在研究、开发方面还是应用的普及范围都还有较大的差距,特别是距离我国在动画应用方面的实际需要还有相当大的差距。积极开展计算机动画技术及应用的研究、开发,大力推广和开拓计算机动画的应用市场,是一项需要迫切解决的重要工作,为了更好地促进该项工作的开展,本刊特组织本专题,主要介绍计算机动画软件系统的发展历史和现状,三维计算机动画的技术及应用以及目前在国际上较为流行的计算机动画软件系统,希望通过这些简要的介绍,使读者了解和初步掌握计算机动画的主要特点和技术,使有志于计算机动画应用的科技工作者和艺术工作者们能较好地把握计算机动画的发展方向和应用市场,并经过自己的努力提高我国计算机动画技术在影视领域应用的水平。

本专题共分四篇文章,第一篇为计算机动画综述,介绍计算机动画的历史、现状和展望,简述二维计算机动画的功能和系统,三维计算机动画的功能及计算机动画的应用简况;第二篇简述三维计算机动画的关键技术,包括三维动画的形体造型及动态设计,物体表面质感的生成、成象及图象操作技术;第三篇介绍计算机动画系统的配置,并通过一个实例介绍三维计算机动画的制作过程;第四篇以一个简单的动画制作实例,向大家介绍了如何使用微机上流行的 3D Studio 软件进行动画制作。

计算机动画

综

述

■ 中科院软件所 李春梅

一、概述

1. 计算机动画简介

计算机动画 (computer animation) 是借助计算机生成一系列可供动态实时演播的连续图象的技术。

计算机动画可以按不同的方式分类。从动画制作的原理上,通常分为两类:计算机辅助动画 (computer-assisted animation) 和基于造型动画 (modled animation)。前者通常属于二维动画,主要用计算机辅助传统的卡通片制作,后者属于三维动画,它首先建立三维空间中几何形体的造型,然后使之产生各种运动。

瑞士的 N. M. Thalma 和 D. Thalman 将计算机动画系统按功能划分为五级。第一级,只用于交互地产生、绘制、存储、检索和修改画面。它没有考虑时间因素,实际上只是由设计者使用的图形编辑器。第二级,可以计算中间画面,并可计算沿轨迹移动的对象,这种系统考虑了时间因素。它主要由中间画的动画师使用,甚至系统可以代替动画师的工作。第三级,提供给动画师对活动对象的操纵手段,如:平移、旋转等。同时也包括虚拟摄像机的操作,如:zoom、pan、tilt 等。第四级,提供定义角色 (actor) 的工具。这些角色具有自己的运动特色,他们的运动可以是受约束的 (行为约束、对象之间的约束等)。第五级,系统具有可学习性和扩充性,

随着每次使用,系统逐渐变得更完善和更智能化。

前面提到的计算机辅助动画系统基本上属于上述第二级。基于造型的动画系统一般达到上述第三级或第四级。目前尚无第五级的动画系统。

此外按照动画的记录方式计算机动画系统又可区分为逐帧方式动画系统和实时方式动画系统。逐帧方式是指由计算机生成动画中的每帧画面,并记录下来,然后,可以按 24 帧/秒 (电影) 或 25 帧/秒 (电视 PAL 制式) 或 30 帧/秒 (电视 NSTC 制式) 的速度播映。目前的动画制作系统大多属于此类。实时方式是指可直接在终端上实时显示动画图象。

2. 计算机动画历史及现状

计算机动画的研究开始于六十年代初。这时人们的精力大多放在二维动画系统的研制上。最初的计算机动画是由程序实现的,主要用于科学示教。1963 年 Bell 实验室制作出了片名为 "Two-gyno gravity-gradient attitude control system" 的第一部计算机动画片。从 60 年代起,国外很多研究机构和科学家相继开始从事计算机动画的研究。

早期的动画系统主要是使用编程语言或交互的方式,由于技术比较专业,只能由从事计算机的专业人员来操纵。这一时期比较有代表性的系统主要有:MIT 的 Ronald Baecker 开发的 GENESYS 系统 (1969 年)、CIC (computer image corporation) 开发的模拟动画系统 SCANIMAGE (1971 年) 和 CAESAR (1971 年)、美国宾夕法尼亚大学的 Talbot 等人开发的第一个基于造型的系统 ANIMATOR (1971 年),以及加拿大多伦多大学 L. Merei 和 A. Zivian 等人于 70 年代初研制的 ARTA 系统。以上这些系统都是二维动画系统。

1971 年加拿大 NRC (the National Research Council of Canada) 研究机构的 Burtynk 和 Wein 提出了 "关键帧动画" 技术。这一技术是利用给出的两幅关键帧,由计算机自动插值计算中间帧的方法完成动画制作。应用这一技术他们开发了 MSGEN 二维动画系统。

70 年代以后,人们开始研究对用户友好的交互式动画系统。艺术家可以直接使用这种系统,而不需要懂得很多计算机知识。这种系统的特点是面向艺术家,并且直观、方便、容易使用。譬如:由 NYIC (New York Institute of Technology) 的 Catmull 等人开发的 CAAS 二维系统就是这种类型的系统。

80 年代以来,二维计算机动画系统得到进一步发展。如:美国 AXA 公司推出的 QuickCEh 和 AXA Animation Series 系统,PIBOX 公司推出的 PIXSCAN 系统。这些系统主要是模拟传统的 CEL 动画片制作方法,辅助传统卡通片制作。而且,这些系统都可以在计算机网络环境下运行,形成一条动画片生产线。

三维动画系统的研究始于 70 年代初。1972 年

Catmull 在美国犹他大学开发了 MOP 三维计算机动画系统。由于受当时造型、光照模型等图形学技术的限制,该系统的对象模型是由多边形构造,并采用了 Gouraud 光照模型,对象的运动是由数学公式或者数据表进行描述的,而动画的控制是由动画语言进行描述的。

1975 年美国俄亥俄州立大学的计算机图形学研究小组设计研究出 ANIMA 系统,该系统提供了裁剪、透视投影、曲线光滑的明暗处理等功能。在此基础上,1977 年该小组又研制出 ANIMA I 系统,它包括四个主要功能:第一,实时交互式的几何造型,其中曲面是由多边形组合而成;第二,动画剧本的指令;第三,动画语言;第四,输出。1979 年和 1984 年该小组又开发出 ANTTS 系统和 TWIXT 系统,动画的功能得到不断增强和完善。

随着计算机图形学技术的不断发展,特别是三维几何造型技术、真实感图形生成技术(光照模型、render 算法、纹理模拟等)的发展,利用计算机可以生成非常逼真的视觉效果,动画控制技术也由传统的人工动画控制法,扩展到关节动画法、基于物理的动画法等。同时,高速图形处理器乃至具有实时处理能力的超级图形工作站的出现,三维计算机动画得到迅速不断的发展,许多三维计算机动画系统应运而生。

目前仅我国引进的三维计算机动画系统就有法国 TDI 公司的 EXPLORE、美国 Wavefront 公司的 Advanced Visualizer、加拿大 SOFTIMAGE 公司的 SOFTIMAGE、加拿大 Alias 公司的 Alias、荷兰 ElectroGIG 公司的 3D-Go 以及在微机上运行的美国的 3D Studio、在 Macintosh 机器上运行的三维动画系统等。

尽管目前三维计算机动画系统各式各样,且各有所长,但其基本功能大同小异,大都包含六个部分:几何造型、表面材料编辑、动画设计、成像、图象编辑、图象输出。

二、二维计算机动画

二维计算机动画一般是指计算机辅助动画,也称关键帧动画。它主要用计算机辅助传统的动画制作。随着计算机动画技术的飞速发展,以及计算机硬件的不断完善,二维计算机动画软件应运而生。动画师们可以利用计算机模拟传统动画,制作系列动画片。与传统的手工动画相比,二维计算机动画在质量、效率、成本、管理等方面具有突出的优点。

由于动画片是依靠一帧帧有着细微动作变化的大量图形来实现的,因此,动画制作过程在制作结构上需有极强的逻辑性和极高的条理性,首先我们看一看传统的卡通片的制作过程。

1. 传统动画的制作过程

首先进行总体规划(planning),设计剧本(script)(剧情说明),产生一个故事板(story board)(一系列草图),表现剧本所设计的动画动作。然后,建立一个摄制表,用来记录、编辑和标注镜头中所有帧的时限,导演的提示、对白和拍摄指令等。

剧本由若干集(episode)组成,每一集分成若干组镜头(scene),每组镜头由若干帧(frame)组成,每帧可由多层(至多 10 层)质地透明的幅(CEL)和背景叠合组成,同一镜头中各帧共用同一个背景。当然,每一帧都可以用摇镜头和变焦技术取背景中的任意景别。

第二进行制作设计、背景设计和音响制作的总体考虑。制作设计包括人物、物体和道具的设计,每个镜头中极限动作的草图设计,做好标准样片,在摄制表上加注动作说明,以便动画师能严格照剧本情节和构思进行工作。

第三进行镜头中各帧的具体创作。由主笔动画师负责创作原画,限定镜头中动作的极限。两幅原画之间的中间画面由助理动画师根据原画和摄制表上的时限和说明绘制。所有画稿测试完成后,进行誊清、描线,然后所有图象移至醋酸片基上(称为幅)进行上色。

第四检验与通过,然后进行拍摄,将每一帧的各幅组合在一起,按摄制表上的说明衬好背景,进行拍摄。最后是进行编辑和录音合成。

传统的动画制作采用透明的醋酸片基,不需要每帧都画背景,人物可分画几层,每层分别有各自的运动和停顿,这就使背景和人物动作的刻画更为深入,丰富了画面的表现力,从而加强了艺术感染力。但是,这种方法同时也带来了制作量大,工艺复杂,耗费人力、物力、资金、时间太多等问题,成为大量生产的阻碍。随着电视的普及,这种动画制作的方法已无法提供足够的片源满足荧屏的需要。

2. 计算机辅助动画的功能

二维计算机动画制作系统是二维动画划时代的产物。虽然,目前它还只是辅助传统动画的制作手段,很多方面还需完善,很多技术问题需要进一步探讨,但它毕竟在许多方面显著优于传统方法,并显示出广阔的应用前景,它使二维动画的生产为之改观。

二维计算机动画一般具有以下几种功能:

- 画面的产生 关键画(也称原画)和背景画面的数字化输入,包括摄像输入和扫描输入;使用图形编辑器产生画面



方正集团

DECpc 中国唯一总代理

北大方正计算机与办公事业部

使用图形编辑器可以改进传统动画的画面生成过程,它可以使设计者随时存储、检索、修改和删除任意画面。

- 中间画面的生成 利用计算机对两幅关键画进行自动插值计算,生成中间画面;通过交互方式给出对象的运动路径、时间等,计算机自动产生所需数量的动画画面。这是计算机辅助动画的主要优点之一。

- 上色技术和背景生成 卡通片上色是非常重要的一个环节。交互式计算机辅助上色可以解除乏味、昂贵的手工上色。在二维计算机动画软件中,上色操作仅是绘画系统的功能之一。

绘画系统接近传统的绘画技术,提供许多现代的绘画颜料盒效果,如:喷笔、调色板等。它的另一主要作用是创作动画背景。

- 预演 在上色和制作特殊效果之前,可以直接在计算机屏幕上演示一下草图或原画,检查制作过程中的动作和时限。

- 后期制作 计算机可以控制、编辑音象同步;视频或胶片输出。

3. 二维计算机动画系统

从60年代以来,二维计算机动画技术有了很大进展,国外研制出了许多二维计算机辅助动画系统。比较早期的系统有:MSGEN和CAAS等。

MSGEN是由加拿大NRC研究机构的Burtnyk和Wein在1971年研制的动画系统。它的主要特点是关键帧动画技术。著名艺术家Peter Foldes运用此系统成功地创作出动画片《饥饿》,引起了动画界的很大震动,并在1974年获得嘎纳电影节“the Pix du Juny”奖,芝加哥“the Golden Hugo”奖、巴塞罗纳电影节特别奖等。

CAAS是由美国NYIT计算机图形学实验室的Catmull等人在1979年研制而成。CAAS是一个计算机辅助动画系统,由三个软件包组成:TWEEN用于计算生成中间画面;PAINT用于绘画;SOFTCEL用于替代传统的描线、上色操作。

目前国内引进的较为实用的二维软件有美国AXA公司研制的QuickCEL动画软件。其设计思想:第一、遵循传统的制作技法;第二、计算机辅助处理故事板、人物设计、图稿设计、摄制表、原画、中间画、誊清、描线、上色、检查等;第三、用户界面直接面向动画师,无需具备计算机或电视方面的专门知识,整个操作过程不需要使用键盘,仅用鼠标(画笔)、数字化板(画纸)及相当于其它绘画工具的各种功能键、调色板等。Quick CEL是在微机环境下运行的。

最近AXA公司又新推出了一套二维计算机动画系统——AXA Animation Series。它由三个部分组成:AXA Produceer用于“CEL动画”的全面管理;AXA Ink& Paint用于描线、上色、绘画等;AXA Camerafx

包括多层幅的组合、与背景的合成、幅的移动、镜头的摇动、变焦以及检验工具等。AXA Animation Series可以运行在微机上,还可以运行在网络环境下,多台工作站组合形成一条无缝生产线,项目主任不离开自己的座位就可以检查生产的状态。

近来国内市场上又出现了PIXISCAN二维动画系统,是由法国TDI公司推出,由Pixibox开发。PIXISCAN运行在PC机和SGI工作站的网络环境下。它的基本设计思想与AXA Animation Series相似。

4. 与传统动画的比较

目前二维计算机动画和传统手工动画各有优缺点。二维计算机动画在模拟传统动画方面有很多突出优势。譬如描线上色,非常方便,操作简单,且颜色一致。用计算机描线上色界线准确,不需要晾干,不会窄色,改色方便,而且不因层数多少而影响颜色,速度快,它的另一优点是可以将制作好的动画片直接输出到录像带或胶片上,不需昂贵的醋酸片基,节约成本。它的工艺环节少,不需胶片拍摄、冲印就能随时预演结果,发现了问题及时在输出前修改,反工率很低。此外,它还拥有手工动画不具备的独特功能,如:图象的拷贝、粘贴、翻转、放大、缩小、移动等。总之,二维计算机动画具有检查方便、保证质量、管理简化、生产力高、能有效缩短制作周期等突出优点。

但是二维计算机动画还不可能完全代替手绘的传统动画制作。传统动画制作技术已有几十年的历史。它是一门比较成熟的技术。许多动画效果目前的二维动画软件还不能做或者制作很不方便。譬如:中间画的生成,计算机虽然可以自动计算,但目前的二维软件对原画的对应关系要求比较苛刻,而手工绘画却非常方便随意,因此可以说很多中间画计算机无法自动生成。这类问题还有待进一步的研究。目前国内二维计算机动画软件用于生产的,主要以描线和上色为多。

三、三维计算机动画

三维计算机动画是采用计算机模拟真实的三维空间,在计算机中构造三维的几何造型,并赋给它表面颜色、纹理,然后设计造型的运动、变形,设计灯光的强度、位置及运动,设计虚拟摄影机的拍摄景别,最终生成一系列可供动态实时演播的连续图象的技术。此外,三维计算机动画还可以产生真实世界不存在的特殊效果。



方正集团

digital
PC

DECpc 中国唯一总代理

北大方正计算机与办公事业部

tel: 261, 269, 261, 253, 253, 1116 fax: 257, 6230

目前国外已研究开发出很多三维计算机动画系统,它们各有所长,但基本功能大致相同,一般包含以下几个部分:

- 几何造型 造型是三维计算机动画的基础。一个三维计算机动画系统必须提供对象的造型工具。一般地,它包括造型编辑器、造型变换工具、造型增殖工具、信息查询工具、数据文件管理、可视化界面环境。

- 表面材料编辑 三维动画常常需要生成一些视觉效果逼真的图象,因此表面材料编辑系统在三维动画软件中必不可少。这个系统用于交互地建立和修改物体的表面特性,包括颜色、纹理、光照特性参数等。

- 动画设计 动画设计部分包括动画场景的布局、物体的物理属性(物体的位置、大小、形状、色彩等)随时间而变化的规范的描述,灯光(包括类型、强度、位置)随时间变化的描述,摄像机(包括视点、视线、视角)的运动描述等。

- 成象(rendering) 成象功能是三维动画软件必备的关键功能。成象即是采用某种光照模型对设计好的动画计算出一系列真实感图象的技术。

- 图象编辑 在三维动画制作过程中,常需要使用一些图象编辑和处理功能,产生新的图象,提交图象的生成效率和质量。一个好的三维动画软件应提供丰富的、方便易用的图象编辑、处理工具。

- 图象输出 通常提供三种图象输出功能,图象的计算机屏幕显示、图象的胶片输出、视频输出,也就是将计算机生成的图象转换成视频信号录制在录相设备上。

三维计算机动画的实现环境通常包括以下几个部分:

- 主机 微机或工作站
- 输入设备 扫描仪、摄像机、数字化仪等。
- 输出设备 胶片输出设备、录相设备。

三维计算机动画在其他文章中还要进一步介绍,这里不再详细叙述。

四、计算机动画的应用与发展前景

1. 应用

以上介绍的内容主要侧重于影视动画软件的功能。事实上,随着近年来计算机动画的迅速发展,它的应用领域日益广泛,不仅仅局限于影视方面。它所带来的社会效益和经济效益也日益扩大。

计算机动画的应用大致可分为以下几个方面:

(1) 电影、电视领域

在电影、电视领域,计算机动画主要用于制作广告、卡通片、电影、电视片头、电影特技等。在这些艺术作品制作中,它可以充分发挥艺术家的想象力,可以产生许多在电影、电视实拍时达不到的艺术效果,使得作品创意得到完美的发挥。这方面的应用实例已经很多,

譬如:美国电影《终结者Ⅱ》中终结者就是由真实演员和计算机动画造型分别扮演,并利用计算机将二者进行了完美的结合,此片因此获得奥斯卡最佳特技奖。另外,在卡通片制作中,计算机可以将人们从繁重的手工劳动中解放出来。

(2) 科学研究领域

在一些复杂的科学及工程项目研究中,譬如:航天、导弹以及机器人等复杂的系统工程中,资金投入比较大,如果实际的实验失败,所造成的巨大损失往往是很难弥补的。因此在这些项目研究中,人们所采取的方法是:通过对系统的分析和研究,建立适应于系统的各种模型,然后,利用计算机动画技术模拟真实系统的运动学、动力学、控制等行为,从而达到检测系统设计质量及可靠性的目的。另外,通过计算机的动态模拟,可以调节系统模型的参数,使得系统处于运行的最优状态。实际表明,计算机动画技术在许多复杂系统工程研究中已成为必不可少的工具。

(3) 教学方面

计算机动画越来越广泛地应用于辅助教学和辅助训练中。譬如:在教学中许多内容需要给学生以感性上的认识,但实际上又无法用实物来演示,这时借助计算机动画将各种现象制作出来,实时向学生演示、讲解,使得学生更好的理解教学内容。又譬如:在幼儿和小学生教育中,我们可以利用计算机动画生动、有趣的特点,将教学内容和娱乐溶合在一起,让孩子们在娱乐中学到知识。

(4) 其他领域

随着计算机动画技术的发展,它的应用越来越得到广泛应用。例如,在商业和娱乐业,用计算机动画可以生动展示产品的性能、使用方法,吸引客户。另外,利用电脑动画可以进行视觉模拟,模拟某种环境,产生逼真的视觉效果,使人感觉身临其境。采用这种视觉模拟技术,并配备一些像军事战机等模拟仪器,可以模拟“太空大战”“警匪追逐战”、“星际旅游”等游戏。

利用计算机动画进行视觉模拟还可应用于军事训练方面。例如,在飞行训练中,利用计算机在地面模拟出实际飞行情况,使飞行员置身其境,达到既安全、经济,又良好的训练效果。

我国计算机动画的应用起步较晚。1990年中国科学院软件研究所与中央电视台合作为第十一届亚运会电视转播制作了三电视片头(一个主片头和29个分



方正集团

digital
PC

DECpc 中国唯一总代理

北方方正计算机与办公事业部

Tel: 261 2609 261 2573 253 1116 Fax: 253 0230

项片头),开始了计算机动画在我国应用的新阶段。

近几年来,计算机动画的应用逐渐得到发展,特别是在电视片头、广告方面发展迅速。然而,这与我国的实际需要相比、与国外的情况相比,还相差甚远。尽快将计算机动画的应用搞上去,是从事计算机研究的科研工作者和其他各应用领域的工作者共同面临的任务。

2. 待解决的问题及发展前景

计算机动画技术涉及多种学科的知识,因此它伴随着相应学科的发展不断完善。目前动画软件采用的真实感技术大多为扫描线算法,这种方法的特点是计算时间短,但真实感效果不很理想。目前的真实感技术还有光线跟踪法和辐射度法,它们的特点是真实感强,但时间花费量大,距离实际应用还有一定距离。

近几年基于物理的动画控制法发展迅速,此方法涉及运动学、逆运动学、动力学、有限元、机器人等知识和学科。目前市场上还没有比较完善的基于物理的动画系统。基于物理的动画方法还有待进一步研究与发展。

自然景物的模拟通常采用 fractal 方法及粒子系统方法,采用这些方法可以逼真地模拟山、喷泉、火、焰火、植物等自然景物。但目前在商业动画软件中用于产生烟雾、三维云等还有一定困难,这与图形学技术和计

算机硬件相关,需要从事相应技术的工作者继续努力。

二维动画中关键帧插值技术还不够完善,存在一些问题,不能实现完全自动插值,需要增加很多限制。目前许多国内外工作者正在从事这方面的研究,做出了很多研究成果,但距离应用还有一定的距离,有待发展。

总之,计算机动画技术不仅仅是从事计算机研究人员的任务,它还需要相应各学科的研究工作者共同的努力,为计算机动画的研究和应用尽自己的一份力量。

N. M. Thalman, D. Thalman 在“Computer Animation Theory and Practice”一书中预测了今后计算机动画的发展趋势。它将是一个集成的动画系统,涉及多种学科的知识,如:动画、力学、机器人、生物学、心理学、人工智能等知识。这个系统将达到以下目标:第一,计算机自动生成人的行为;第二,提高运动的复杂性和逼真性,对关节物体来讲,运动的真实性不仅包括关节运动,而且包括动画过程中身体、手、面部的变形等;第三,减少复杂的运动描述。

今后的计算机动画还需考虑社会的团体差别和个人的特性。此外,计算机动画尽可能少地使用传统的动画技术。动画导演可以使用命令在屏幕前导演虚拟的角色、舞台布置、灯光、摄像机等。

(上接第 32 页)

HIERARCHY:建立坐标系并指明坐标系之间的关系。

OBJECTS:在当前坐标系中增删物体。

INTERPOLATION:说明一个变形体。

SOURCES:说明光源的种类及变化。

CAMERA:说明镜头的状态及变化。

KEYFRAME:说明物体、光源及镜头的运动。

LINETEST:用线框图试看调好的动画效果。

在完成上述各步后,一个动画就完成了,然后可将动画内容写入一个剧本中。

14. 生成图象

在 TDI 环境中可用 render 命令生成图象。

```
render fpm 1 50 2 TEST/aa
```

这个命令说明生成剧本 aa 的图象,f 说明生成小图象,p 说明可覆盖原有同名图象,n 说明从第一帧生成到第 50 帧并且每隔 2 帧生成一帧。生成的图象名为:aa.1,aa.3,aa.5,...,aa.49。

15. 预播

生成小图象后,可用 preview 命令实时播放已完成的动画,审查是否达到了要求的效果。

```
preview -n 1 49 2 TEST/aa
```

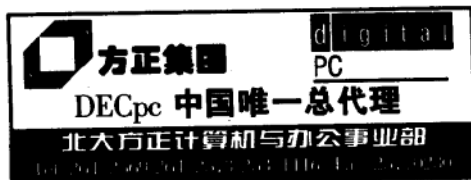
预播后,若没有达到预期效果,则根据情况对前面工作进行修改;若达到了要求,则可生成大图象,以备

录像。

16. 小结

前面简单介绍了生成一个三维动画的全过程。由于篇幅所限,没有对各交互软件和调试过程进行详细介绍。根据我们的经验,制作一个动画的主要工作量集中于三个方面,即造型、动态设计和光源与纹理设计。

产生一个计算机三维动画要求艺术创作人员和计算机操作员亲密合作,创意和艺术监督离不开美工人员,制作过程离不开计算机操作员。但是动画归根结底是一件艺术品,随着计算机动画软件的发展,越来越多的美工人员将学会操作计算机并实现自己的创意。质量上乘的三维动画的产生越来越依赖于美工人员的艺术发挥,同时精通计算机的动画制作人员也会学习动画美学的基本原理。相信在不久的将来,一批既有艺术眼光又精通计算机的动画员将脱颖而出。



三维计算机动画的

关键技术

■中科院软件所 陈林孙静

三维计算机动画的工作主要可划分为以下几大方面：三维物体的造型、物体表面材料的设置、三维动态设计、光照模型及成像技术、动态预播、图象输出等。本文将就动画设计中这几项关键技术加以论述。

一、物体的造型

动画的创意是通过物体、物体的纹理和光感及物体的动态来实现的。因此，造型是在三维动画的制作过程中碰到的第一个任务。所谓造型就是把物体的几何尺寸及其各部分之间的几何关系输入并存储在计算机中的过程。

造型的过程有两种方式，即交互式造型和编程造型。交互式造型是一种自然的工作模式，造型人员通过键盘、鼠标等输入设备输入数据并可立即在显示设备上看到所产生的物体，然后再根据看到的内容，进行下面的工作。编程造型对某些物体特别有效，比如山、树等自然景物。在多数动画系统中，提供有程序员接口，使程序员可直接生成特定格式的造型文件，从而在交互式造型基础上提供了更大的灵活性。

物体在计算机中可表示为多边形或曲面。在多边形造型中，物体由一组多边形表示，造型时必须输入每个多边形的顶点数据。在曲面造型中，物体由一组曲面片表示，每个曲面片由一组控制点确定，造型时必须输入每个曲面片的所有控制点数据。有些物体适于用多边形表示，如楼舍、书桌等；有些物体适于用曲面表示，如车船的外壳等，还有些物体则要求两者兼而有之，一部分用多边形表示，另一部分用曲面表示。

动画系统的造型软件通常提供丰富的物体变换功能，比如平移、旋转、比例放缩、柱面弯曲、球面弯曲和螺旋扭曲等。利用这些功能可对已有的物体进行变换，从而产生新的物体，另一种变换工具是变形盒。把需要变形的物体放于变形盒内，改变变形盒的形状，可对物体进行变形。

1. 多边形造型

多边形造型是指产生以多边形表示的物体。下面是在多边形造型中常用的一些方法。

(1) 直接法

在正交坐标系中用鼠标和键盘输入物体的所有顶点坐标，并确定哪些顶点构成一个多边形。多边形也称为面，一个物体由多个面围成。这种先给出顶点坐标，再说明面的方法称为直接法。

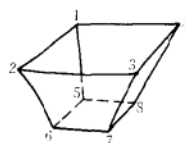


图1

在多边形造型中，每个面都有方向，即面的法

线方向。这方向在生成图象时用于确定该面是否可见，并确定该面的光照效果。面的法向是按右手规则确定的，以视点为参照，若面的顶点逆时针连接，则该面是可见的。下面举例说明直接法。图1中的物体由4个侧面组成，造型时，先输入8个顶点的坐标，然后分别依次连接顶点1562、2673、3784和4851，就可产生4个面，并完成对这一物体的造型。

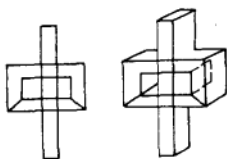


图2

(2) 拉厚度法



方正集团

digital
PC

DECpc 中国唯一总代理

北大方正计算机与办公事业部

Tel: 261 2429 261 2631 116 14 261 0230

使平面内的一组多边形增加厚度成为立体的方法,称为拉厚度法。拉厚度法实现了由二维向三维的转换。这一方法大量地用于制作立体字幕。例如,只须给出一个厚度,就可以把图2中的平面的“中”字,变成立体的“中”字。动画系统中的造型软件通常提供拉厚度这样的功能。

(3) 变换法

在多数动画系统中,都提供基本几何体的造型,如圆柱、圆锥、球、圆环及正多面体等。它们可以作为复杂造型的基础。对已有的简单物体进行变换和复制可造

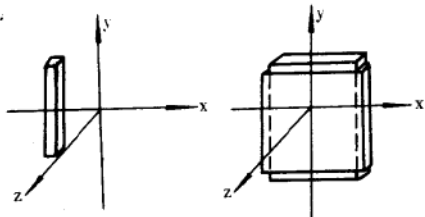


图 3

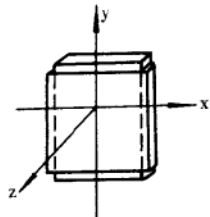


图 4

出复杂的物体。例如,把图3中的长方体绕子轴旋转90°并复制4次,变可得到图4中的物体。以类似的方法对一个正方体进行比例变换、旋转变换、平移变换和复制,可造出逼真的埃菲尔铁塔。因此变换法是一种很有效的方法。

(4) 布尔运算法

有些造型软件提供了多边形表示物体之间的布尔运算,即并、交和差运算。具有布尔运算功能的造型方法通常称为实体造型。在实体造型中,通过对两个物体进行差运算,可以很方便地给一个物体掏洞。用其他方法解决这个问题则比较困难。图5中给出了一个实体造型的例子。

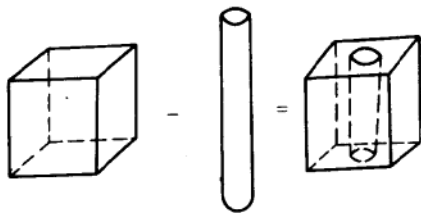


图 5

(5) 编程造型法

有些动画系统提供生成造型文件的程序员接口,程序员通过编程直接生成造型文件,而不采用交互方式。有些造型无法通过系统提供的交互界面完成,只能由程序员编程完成。比如一些自然景物的造型就可通

过编程完成。

2. 曲面造型

多边形造型具有简单、方便的优点,但是现实世界中大多数物体都含有曲线,因此多边形造型有很大的局限性。曲面造型使物体显得流畅、优美,使用日益广泛。

有许多种不同的曲面造型,如二次曲面、孔斯曲面、贝齐尔曲面和B样条曲面等。B样条曲面保证曲面片连接的一阶和二阶连续性,即物理连续性和连接的光滑性。而贝齐尔曲面只保证一阶连续性。

一个曲面造型的物体由多个曲面片组成。我们把曲面片也简称为面。无论多边形造型还是曲面造型,常用面数来衡量一个造型的规模。下面分别简要介绍一些曲面造型的方法。

(1) 控制点法

输入多个控制点数据,得到一条曲线,每选择4个控制点可得到一个面,依此类推可得到多个面,从而构成一个物体。例如图6中,输入6个控制点后产生一条曲线,依次连接控制点6、5、2、

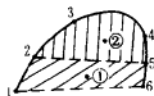


图 6

1,可得到一个面①,依次连接控制点5、4、3、2,可得到一个面②,面①和面②如阴影所示。

(2) 控制线法

若干条具有相同控制点个数的曲线可唯一确定一个曲面。这些曲线称为控制曲线。修改控制曲线的形状,相应的曲面也随着改变。



图 7

例如图7中,有三条控制曲线,每条曲线由4个控制点确定,那么这三条控制曲线唯一确定了一个由六个面构成的曲面。

(3) 旋转曲面与平移曲面

使一条曲线绕某一轴旋转可形成一个旋转曲面。使一条曲线沿另一条曲线滑动可产生一个曲面。这种将曲线旋转或平移产生曲面的方法是一种曲面造型的基本方法。比如用旋转曲面可模拟葫芦、茶杯和花瓶等物体,用平移曲面可模拟下垂的窗帘等物体。

(4) 变换法



方正集团

PC

DECpc 中国唯一总代理

北大方正计算机与办公事业部

类似于多边形造型中的变换法。

(5)编程造型法

类似于多边形造型中的编程造型法。

二、动态设计

在三维动画中,镜头、光源和物体都是可以运动和变化的。这些运动和变化的设计称为动态设计。动态设计要对各种对象统一处理,使产生的动画协调一致。

动态设计和物体造型有密切联系,它们都描述空间位置。物体造型描述静态位置,而动态设计则描述动态位置,即位置随时间在空间中的变化。

动态设计总涉及到变量的值的变化。值的变化可以是线性的,也可以是非线性的。非线性的变化往往用一条值随时间变化的曲线来表示。图8、9中分别给出

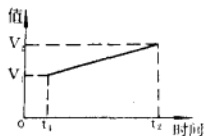


图8 线性变化

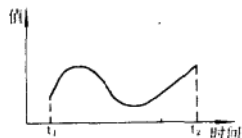


图9 非线性变化

了线性变化和非线性变化。变量包括标量和向量。空间位置,物体的颜色和光的强度等都是三维向量,镜头的焦距和点光源的张角等都是标量。

在现实中物体的运动遵守物理规律。基于物理的动画系统正处于研究阶段。虽然在某些动画系统中实现了简单的基于物理的运动,但多数运动还是通过运动路径人为规定的。运动路径是动态设计的主要手段。

物体的不同,动态设计的方法也不同,进行动态设计时可把物体分为四类,即刚体、变形体、关节体和随机体。这些物体运动和变化都有自身的特殊性。镜头的运动包括视点和视目标的运动,光源的运动包括光源点和参照点的运动,这些运动都遵守刚体运动规律。

1. 设定运动路径

运动路径是一条用户画的空间曲线,由一些称为关键点的控制点确定。物体在运动路径上的运动节奏,

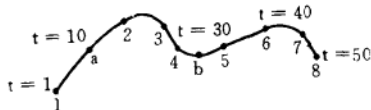


图10 运动路径

可通过标出到达路径上某些点的时刻来确定。图10中,一条运动路径由关键点1、2、3、4、5、6、7、8所确定,在每个关键点可规定物体的缩放比例、旋转角度和到达该点的时刻等。沿这条路径运动的物体,在第一帧时留在1点,在第10帧时到达a点,第30帧时到达b

点,第40帧时到达c点,第50帧时到达终点8。显然物体沿这条路径运动时快时慢,不是均匀的。

设定路径的方法可使用户灵活地设计物体的运动。但该方法不是基于物理规律的。为了得到逼真的运动,通常要经过反复调试。

2. 变形设计

物体的变形是三维动画中最有特色的部分。由于不可能在现实世界中发生,变形使人感到惊奇。试想,一头牛慢慢地变成了一头猪,一个葫芦变成了一个酒杯。那么变形是如何实现的呢?

不同形状物体之间的变形是通过关键造型插值实现的。通过插值计算出关键造型之间的中间造型。插值可分为线性插值和由样条曲线控制的非线性插值,无论是多边形造型还是曲面造型都是由一组点确定的,对两个关键造型的对应点进行插值可求出中间点,所有中间点确定一个中间造型。用于插值的关键造型之间要有一致性,比如都是多边形造型或曲面造型,有相同的面数,对应面的法向一致等。为了保持关键造型的一致性,通常先做一个起始关键造型,然后对起始造型进行变换和修改以得到其他关键造型,图11中给出了一个通过关键造型插值产生的变形的例子,该例表示一面旗子的飘动。



图11 变形

3. 关节体动态设计

关节体包括人、动物和机器人等。关节体动态本质

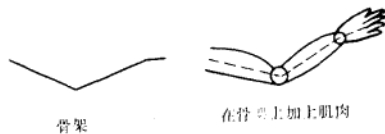


图12 关节体的骨架及肌肉造型

上是一种变形。目前,关节体的运动也是通过对多个关键姿态进行插值实现的。关节体动画可分为三步。首先,搭一副骨架,要求确定每块骨骼的长度和每个关节



方正集团

digital
PC

DECpc 中国唯一总代理

北大方正计算机与办公事业部

Tel: 261,260 261,2573 253,1116 Fax: 257,0230

的自由度的活动范围。然后,对每块骨骼对应的肌肉进行造型,要求肌肉的尺寸和规定的骨骼的长度相吻合。第三步,说明关节体的运动,这通过建立一些关键姿态完成。改变关节的自由度的值得到各种各样的姿态。图 12 中的例子表示一只胳膊的骨架及肌肉造型。图 13 中的例子表示胳膊运动的几个关键姿态。

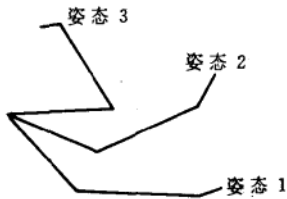


图 13 关节体运动的不同关键姿态

4. 随机景物的动态设计

一些景物如火焰、喷泉、瀑布和气流等的动态具有随机性,称为随机景物。它们的动态设计与前述各种物体显然不同。随机景物在宏观上表现出一定规律的运动,但伴有大量的随机细节。随机景物的动态可用精心选择的算法自动生成。这些算法只需要很少一些控制参数。粒子系统被广泛应用于随机景物的动画中,它把一个随机景物想象为由大量具有一定属性的粒子构成。粒子参数包括初速度、加速度、运动轨迹和生命周期等。使用粒子系统可产生很逼真的随机景物。

三、物体表面质感的形成

物体表面的质感是指在光照模型下,物体表面的颜色、花纹及物体表面的粗糙度,物体表面质感的形成方法有:物体表面颜色纹理映射方法和物体表面几何纹理生成方法。

1. 物体表面颜色纹理映射方法

这是指将任意的平面花纹图片或图象覆盖到物体表面上。一般的动画系统中均提供将一幅图象映射到一个物体表面上去的功能。这样这个物体表面看到的的就是这幅图象,例如,制作一个商店的橱窗,可以先造型一个长方体,然后将一幅广告画映像到这个长方体上,再通过调节这个物体表面的反射系数使之看上去如同橱窗一样。另外可以利用数学函数生成一些纹理图案(一般动画系统中均提供了若干种已生成好的纹理图案),函数中有些变量是随机变量,通过这些变量的随机性,可以针对一个基本纹理图案生成多种类似的、却又各自特点的纹理图案。

这里所说的纹理指的是颜色纹理,是一平面纹理,物体表面的颜色纹理取决于物体表面的光学属性(光学属性指各种反射系数等,反射系数不同,即使是相同的花纹图案其表现的色泽、光感等也会不同)。

这种平面纹理用于表现类似大理石纹理、木纹纹

理等均较为有效。

2. 物体表面几何纹理的生成

前述纹理映射的技术并不改变物体表面的几何性质。然而自然界中有许多物体不是表面光滑的,而是表面呈现出随机的不规则的凹凸不平的情况。例如桔皮、核桃等。为描述这些不规则表面,需要对物体表面的不规则性作有效的描述,这就是物体表面的几何纹理。常用的方法是对常规的物体表面的法向量作随机扰动,即对每点处法向量附加上一个随机变量,这样物体表面大致的形状不改变而物体表面每点处的法向量显现随机变化,使得原本平滑的物体变成粗糙不平的表面。在形成了粗糙不平的表面后,还可用平面纹理映射的方法将一平面纹理图案覆盖到粗糙不平的表面上,以构成多种类、多图案的物体表面。

在一般的三维动画系统中,大多已为用户提供了多种颜色纹理(即花纹图案)和几何纹理(即凹凸不平的表面),同时系统为用户提供了多个参数,可以用它们来调整花纹的形状和表面的粗糙度。这样用户很方便地使用系统提供的纹理函数来表现多种实际物体。另外还有一些特殊效果需用特殊的手段来表现,例如,可以通过编程用粒子系统的方法解决。

四、光照模型及成像技术

生成真实感图形是通过景物表面的颜色和明暗色调来表现物体的几何形状、空间位置及表面材料的,因此必须要考虑物体表面的光照效果。当光照射到物体表面时,可以产生反射光和透射光(若物体有透明度的话)。物体表面的反射光和透射光决定了物体呈现的颜色,其中反射光包括三个分量:环境反射、漫反射和镜面反射。

在三维计算机动画中,常用的光照模型分为局部光照模型和整体光照模型,常用的成像方法为扫描线法和光线追踪法。

1. 扫描线法

扫描线法是利用局部光照模型进行成像处理的。最常用的是 phone 光照模型。

扫描线法的具体做法是:从视点向屏幕上某点 P 做射线,与诸物体交于若干点,然后将这若干个交点依其与屏幕距离的远近进行排序,与屏幕最近的交点为可视点,屏幕上 P 点的光强即为该可视点的光亮度。利用 phone 光照模型计算该可视点的光亮度时,就是



方正集团

DECpc 中国唯一总代理

北方方正计算机与办公事业部

考虑了各光源对该点的照射。这种光照模型之所以称为局部光照模型,是因为它在计算物体表面可视点的光亮时,只考虑了由光源引起的反射,即只考虑了能直接照到这个点的光的照射,而没有考虑环境中通过周围物体反射的光对它的作用。例如有一个光源虽不能直接照到这个点上,但是却能照射到另一个物体上经反射到该点上,也就是说局部光照模型不考虑光在环境物体中的传递。这种局部模型大体上可以表现出物体的颜色和质感,而且计算速度快,是许多动画系统最常用的,但是一些更为真实的光照效果(例如阴影效果)就不能很好地表现。

2. 光线追踪法

由于局部光照模型忽略了光在环境景物之间的传递,因此很难生成表现自然界复杂场景的高质量的真实感图形。为增加图形的真实感,必须考虑由光源和环境两因素引起的漫反射、镜面反射和规则透射的整体光照模型。

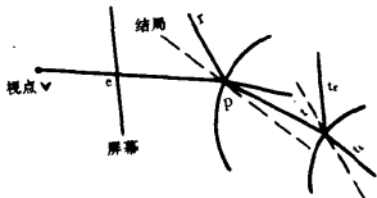


图 14

光线追踪法就是应用了整体光照模型,将光源和环境两因素引起的反射和透射均考虑在内。它一方面计算由光源直接引起的反射(phone 模型),另一方面还计算出周围物体反射来的光的照射,具体做法是:从视点通过屏幕上某点 e 做射线,找出与屏幕上 e 点对应的可视点 P, P 点的光亮度一部分由局部光照模型(phone 模型)提供 I_c , 另一部分则是从 $\vec{UP}$ 的镜面反射方向 r 和规则透射方向 t 向 p 点辐射的光亮度,所以光强为:

$$I = I_c + k_r I_r + k_t I_t$$

要计算 I_r 和 I_t , 可以从 P 点向 r 方向和 t 方向发射两条光线求得它们与环境中物体交点 P_r 和 P_t , 要求出 P_r 和 P_t 向 P 点辐射的光亮度,即可求出 I_r, I_t 。要求 P_r 向 P 点辐射的光强,可同样追踪到由 t_r 及 t_t 两方向向 P_r 点的辐射,求 P_r 向 P 点的辐射也同样可追踪到 t_r 和 t_t 两方向对 P_r 点的辐射,以此类推,逐级追踪,一直追踪到光源为止,所有的光亮度均可求出。

光线追踪法也就是逆向追踪从光源发出的光经环境物体间的多次反射、折射后投射到物体表面,最终进入视点的过程。由于光线追踪法就是按照正常的光照

过程逆向追踪,所以象阴影效果这种自然的现象在逆向追踪过程中不必刻意处理即可解决。光线追踪线能生成真实逼真的画面。但是耗时很大,这个矛盾可以通过计算机硬件设备的提高(提高速度)而解决。目前有的动画系统中已经有光线追踪法进行成像处理的,效果很好。

下面的一个例子是在动画设计中调试的草地纹理的实例。

```
define (glass, phone SL 30)
  radius: 0.1
  scale: 1 0.1 0.1
  frequency: 2 0
  color: 0 380 0
  specular: 50
  roughness: 50
  whiteness: 50
  diffuse: 50
)
```

这是利用三级动画系统提供的基本的物体表面质感图形之一(phone 光照模型, SL 30 号模型),对其各个参数进行适当的调试后得出的草地纹理,我们利用这个纹理,成功地表现了草动画片子中草地的景观。

五、图象操作及预播

1. 图象操作

经成像处理后生成的图象,一般的动画系统均提供了简要的图象操作的工具,例如图象合成、改变图象大小、图象整体色调及局部色调的修改,可以将图象中某一颜色范围的所有颜色值乘上某个 color 因子或加上某个 color 因子而改变其原有的颜色。

2. 预播处理

由于动画系统中动态设计时并不是逐帧指定而是生成一些关键画面,所以整体的动态效果如何需有一定方式的表示。预播处理就是在正式生成图象前,先从某种形式动态地演示出整个动态效果。

系统所提供的预播方式有两种。一种是线框图的动态演示,这就是先不生成图象,只用物体的线框表示迅速地演示动态效果,一旦发现动作不适即可及时修改,这样省时、代价小,但是这种演示不能反映出物体的质感。另一种预播方式是生成小图象,将小图象全部生成后连在一起动态、实时演示,这样全局的动态效果、物体的质感均可呈现在人们眼前,若发现不适当的地方也可在生成正式图象之前进行修改。这种方法需预先生成小图象,计算量小,有一定代价,但整体效果可见。

六、图象输出

生成好正式的图象后可依据不同的需求进行输出,常见的输出有输出到录像带上(即录像输出)和输出到胶片上(即胶片输出)。

计算机动画系统配置及动画制作过程

■ 中科院软件所 孙静 陈林

一、系统配置

1. 系统配置

计算机动画系统除特定的动画软件外,一般均需配有:主机、显示器、键盘、鼠标、输入设备、输出设备等。

从主机的类型可分为工作站和微机两大类,例如 SGI 工作站、486 微机。主机上还需配有高分辨率显示器和图形卡,图形卡有 8 位面、16 位面、24 位面之分。

输入设备可分为静态输入和动态输入设备两类。静态输入设备有扫描仪等,与主机相连可扫描输入各种静止的画面。动态输入设备有录象输入等,可输入一连串的运动画面。

由动画软件生成的画面以图象形式进行存储。三维动画软件一般提供了四种图象输出方式:

(1) 屏幕显示

生成的图象在屏幕上显示给观众。

(2) 视频输出

将计算机生成的图象的数字信号转换成视频信号录制在录相设备上,这是视频输出。常见的视频输出方式有以下几个方式:

• 逐帧输出方式

主机与 Betacam SP 编辑器或 MII 编辑器相连,同时在主机中插入视频转换板。如 SGI 的 IR2S4D 系列工作站中使用的 Genlock 板或 Video Frame Multiformat 6V VME Board 等,微机上使用的 TARGA 板。为使计算机能控制录相设置,实现自动地逐帧录制,还需配置 VTR 控制器,如 VLAN、DQ-422 等。

• 数字视频录相设备

一种是磁盘式的,磁盘容量限于 20 秒~100 秒的图象。例 Abekas A60 是一个数字实时磁盘录相设备,通过以太网与主机相连,可将一组图象(常用的为 30 秒),复制到 A60 磁盘中,然后由 A60 与 Betacam 等录相设备相连,连续、实时地录制到录相设备上,可获得很高质量的图象,且对录相机磁带的磨损小。

另一种是磁带式的,它可实时录制多至两小时的图象,但其图象信息的存取不如磁盘式的方便,是线性的,磁带必须回绕到头后再向前找到指定的帧。

• 大帧存的实时录制设备

DY-MFB 的大帧存实时录制设备,通过以太网与主机相连,可一次录制 2~9 秒的图象。其工作方式是首先将计算机生成的图象转换成规定的格式,传送到大帧存中,然后再从大帧存采用分量方式实时录制到录相设备上。

• 激光盘录相设备

可将工作站上计算机生成的 RGB 格式的图象直接输出到录相设备上。如日本 SONY 的 Recordable Component Laserdisc。

(3) 胶片输出

图象胶片输出需要配置 GPIB 板,胶片输出设备(QCR-Z, PCR, Solitaire 或 Cathy 4000 等)通过 GPIB 板与主机相连。胶片输出的分辨率可根据设备情况规定:对 QCR-Z 或 PCR,可达 4096×4096 pixel,对 Solitaire 可达 8192×8192 pixel。

2. 微机、工作站各自的特点及使用范围

用工作站制作的动画图象质量好,真实感强,但价格高;用微机制作的动画图象质量不高,真实感不强,但价格低。

若要生成高质量、真实感强的图象,可选择用工作站制作;若要生成质量一般、真实感一般的图象\象字板等,可选择微机制作。

二、三维动画制作过程

1. 创意

这里以一个 2 秒钟的动画为例,说明在 SGI 工作

站上使用法国 TDI Explore 软件制作三维动画过程。这个动画的内容表现了变形,在一个光洁的木纹圆桌上摆放着一个葫芦,葫芦逐渐变成了一个花瓶,变形体的阴影投射在桌面上,光亮的桌面也映出了变形体的倒影,在这同时镜头慢慢远离圆桌和变形体。

2. 工作区

使用 TDI 软件时,要为待制作的动画取一个项目名称。在本例中,项目名称为 TEST。下面命令创建该项目:

```
explore TEST
```

创建项目后,系统自动在当前用户目录下建立一系列子目录,以存放各类意义不同的文件。在本例中,主要的子目录为:

```
face/TEST: 存放多边形造型文件
patch/TEST: 存放曲面造型文件
image/TEST: 存放生成的图象
tex/TEST: 存放用于色帧的图象
surf/TEST: 存放物体的纹理文件
text/TEST: 存放动画剧本
anim/traj/TEST: 存放路径文件
```

3. 剧本

剧本是对一个动画的描述,它包含了生成图象所需要的全部信息。剧本通常包括动画的长度(以帧数计),坐标系之间的关系,坐标变换,物体及其纹理,镜头、光源和其他一些描述。剧本可交互式生成和修改,也可用普通编辑器进行编辑。本例的剧本如下:

```
animation{
    number of images:50;
    beginning:1.end 50;
}

references{
    World:(T-mref)mref;
    (T-tref)tref;
}

transformations{
    T-mref:T F(0 80 300),
    R L(0 0 0→0 360 0.1→25),
    Scal F(1.2 1.2 1.2);
    T-tref:T F(-0.3 0 280),
    Scal F(3 2 3);
}

objects{
    -mm:patch interpolation(TEST/gg1→
    TEST/gg2→TEST/gg3,
    TEST/a1/interp.trj,1→50);
    mor:mm color TEST/gg,
    reference mref;
    table:tace TEST/table
    reference tref;
}

camera{
    (position,target,phi,focal):Keyframe
    (TEST/a1/cam.tk,1→50);
}
```

```
sources{
    pp:projector shadow position F(270 280 900),
    aperture F(55),
    intensity F(200 200 200);
    sunl:infinite position F(0 1 0),
    intensity F(50 50 50);
    mapl:env MAP TEST/chrome,
    orientation F(45 90),
    with mor;
}

etc{
    background,color F(0 0 0);
    ambient light:F(65 65 65);
}
```

4. 动画(animation)

剧本中的 animation 段说明该动画的总帧数,起始帧号和结束帧号。

5. 坐标系(references)

动画中的场景分布在一组坐标系中。坐标系之间的关系包括并列坐标系和子坐标系。有一个坐标系 World 是绝对坐标系,其他所有坐标系都是它的子坐标系。剧本中的 references 段描述了各坐标系的关系。在本例中有两个坐标系 mref 和 tref,它们都是世界坐标系 World 的子坐标系。mref 和 tref 是并列的坐标系。动画中的任一物体都属于某一坐标系,物体的运动是通过坐标系进行变换实现的。在本例中物体 mor 和 table 分别属于 mref 和 tref 坐标系。

6. 坐标系变换(transformations)

剧本中的 transformations 段定义了每一个子坐标系相对于父坐标系的运动。运动分为三类,即平移、旋转和放缩,分别以字母 T,R,Scal 标明。运动过程又可分为三种,即静止、线性运动和样条曲线控制的运动,分别以字母 F,L 和 S 标明。本例中,坐标系 mref 相对于世界坐标系的运动为放大 1.2 倍,平移至坐标点(0 80 300),并且在第一秒内绕 y 轴自旋一周。坐标系 tref 相对于世界坐标系的运动为沿 x 轴和子轴放大 3 倍,沿 y 轴放大 2 倍,并且平移到坐标点(-0.3 0 280)。

7. 物体(objects)

剧本中的 objects 段说明动画中所有物体的几何形状、纹理和坐标系等信息。在本例中,objects 段中有三个名字,其中 mm 前有一个下划线,表明 mm 是一个辅助名,只有 mor 和 table 才是在动画中出现的真正物体。patch 和 tace 说明物体是曲面造型的还是多边形造型的。interpolation 说明要在多个物体之间进



方正集团
DECpc 中国唯一总代理
北大方正计算机与办公事业部

digital
PC

TEL: 261 260 261 263 265 116 FAX: 261 262 90

行插值以产生变形体。gg1、gg2 和 gg3 都是曲面造型，在 50 帧内 gg1 经 gg2 按 interp.trj 控制方式变成 gg3。gg1 是一个葫芦，gg3 是一个花瓶，gg2 是介于两者之间的过渡造型。因此 mm 代表了一个变形体，而 mor 的几何体是 mm，所以 mor 是一个变形体。color 说明物体的纹理文件，mor 的纹理文件为 gg，存放在目录 surf/TEST 下。若不用 color 显式说明，则省缺说明该物体的纹理文件和造型文件同名，因此 table 的纹理文件为 surf/TEST 下的 table。reference 说明该物体所属的坐标系，mor 在坐标系 mref 中，table 则在坐标系 tref 中。

8. 镜头(camera)

剧本中的 camera 段描述镜头的特点和运动，如位置、视方向和焦距等。在本例中镜头的所有信息都存在 cam.tk 文件中，该文件记录了几个关键帧，每帧都含有 position、target、phi 和 tocal 的确定内容。

9. 光源(sources)

剧本中的 sources 段说明光源的性质和变换。TDI 软件实现了五种光：平行光或无穷远光(infinite)，投影光(projector)，聚光或点光(spot)，球光(sphere)和环境光(env)。在本例中使用了三种光。光源 pp 是一个投影光，该光照到物体后可产生阴影。aperture 表示光照范围，intensity 表示光的强度。sun1 是一个垂直向下照射，强度为 50 的平行白光。map1 是一个环境光，with 表示该光仅对物体 mor 起作用。图象 tex/TEST/chrome 用于模拟环境。orientation 表示了图象被用来模拟环境时的位置。环境光可使物体产生亮晶晶的感觉。

10. 杂项(etc)

剧本中的 etc 段说明其他一些全局信息，如背景、均匀环境光和雾感等。本例中的背景为黑背景，均匀环境光强为 65。

11. 造型文件的产生

在剧本中出现了 4 个造型文件，其中 gg1、gg2、和 gg3 存放在 patch/TEST 目录下，table 存放在 face/TEST 目录下。这些造型文件都是通过使用 TDI 的造型软件交互式产生的。进入曲面造型软件的命令为

```
patch -p TEST
```

进入多边形造型软件的命令为

```
face -p TEST
```

其中 patch 和 face 是命令名，-p 是一个选择项，用于说明项目名，TEST 则为项目名。

进入造型软件后，就可以对物体造型，造型完毕后，就可把造好的物体存盘，存盘时也要同时指出物体的纹理。存盘后，即可退出造型软件。

12. 纹理文件的产生

纹理文件用于说明物体的纹理，存放在 surf/TEST 目录下。本例中桌子的纹理文件为 table，其内

容为：

```
include(TEST/lib)
SHADOWED:
61→90,1
REFLECT:
61→90,1
SURFACE:
1→90,table
```

lib 是一个纹理库，table 是该库中用于描述桌子表面的一种纹理。lib 是由纹理编辑软件 tex3d 产生的，打下面命令可使用户进入该软件：

```
tex3d TEST/lib
```

进入 tex3d 后，就可交互式地编辑各种纹理，本例中编辑后的桌子纹理为：

```
define(table, phong SL 1
radius:80
scale:0.1 0.004 0.0125
filter:1 1 1
color gain:20
color SL 133 60 12
74 32 23
74 32 23
specular:30
roughness:50
whitencas:51
diffuse:75
ambient:60
transparency:0)
```

桌子的纹理文件中，桌子由 90 个多边形构成，61→90 这些多边形构成了桌子的面，SHADOWED 表示桌面上可有阴影，REFLECT 表示桌面可映出物体的倒影。

本例中多处出现 table 这个名字，比如剧本中有 table 物体，桌子造型名为 table，桌子纹理文件名为 table，桌子纹理名也为 table。因为这些名字在不同的场合和不同的目录下使用，因此不会造成任何混淆。

13. 剧本的产生

剧本通常是由动态处理交互软件 anim 产生的，当然用普通编辑器如 Vi 也可编辑和修改剧本。下面命令使用户进入动态软件：

```
anim -p TEST
```

anim 的主菜单包括：

```
SCRIPT/HIERARCHY/OBJECTS/INTERPOLATION/
SOURCES/CAMERA/KEYFRAME/LINETEST 等。
```

下面逐一进行简要介绍：

SCRIPT：对剧本进行读/写操作。

(下转第 24 页)



方正集团

DECpc 中国唯一总代理

北方方正计算机与办公事业部

Tel: 261 2609 261 261 263 1416 1416 261 0270

digital
PC

学用3D Studio

进行动画制作

■ 东乐电脑技术开发公司

■ 宝 强

人人都可学用 3D Studio 进行动画制作。为什么这么说呢？首先，3D Studio 是基于 PC 机的软件产品，价廉物美。通常，三维动画制作软件大都是基于专业图形工作站而开发的，比如 Wavefront、TDI 和 Alias 等，仅仅这些软件本身的价格就非常昂贵，令国内广大电脑动画爱好者不敢问津。其次，使用 3D Studio 最需要的是灵感，而不需特别的专业知识。普通电脑操作人员，只需具备简单的几何知识和一般的摄影常识，一周内即可学会操作使用。当然，制作效果的好坏要看是否有大量的实践经验和充分的灵感发挥。

本文先简述 3D Studio 的组成、系统配置，然后以一个简单的动画制作实例向大家展示 3D Studio 的基本功能及动画产生的原理、步骤。对初学的读者，只要阅读本文并按步骤上机完成实例，相信一定会得到快速的入门。

一、3D Studio 基本组成及工作流程

3D Studio 由五大模块组成：

- 2D Shaper—二维造形模块
- 3D Loft—三维放样模块
- 3D Editor—三维编辑模块
- Material Editor—材质编辑模块
- Keyframer—关键帧编辑模块

其工作流程如图 1 所示。

通常，动画作品的创作过程是，首先利用 2D Shaper 绘制各种平面几何图形，然后在 3D Loft 中，

将平面几何图形制作成三维立体形体（称为放样-Lofting），并传入 3D Editor，再在 3D Editor 中，对物体及所在的场景进行各种设置和调整，包括设置场景中的光源和观察场景时所使用的摄影机。Material Editor 的作用是制作物体所需的各种表面材质和纹理质感。这些材质和纹理在 3D Editor 中被指派给物体，从而使物体显现出五颜六色的表面质感。在 Keyframer 中，可以对 3D Editor 中制作的三维场景设置关键帧(keyframer)，以定义各种物体的运动轨迹。

真正的动画效果还需通过着色(rendering)过程后才能体现。着色过程完全由计算机实现，着色速度与场景复杂度、动画帧数及机器性能有关。

运行 3D Studio Release 2.0 的环境为 IBM 或 Compaq 386 或兼容

386 微机（至少是 80386SX），内存至少 4MB（内存越大，着色速度越快），必须有数学协处理器（Intel 80387 或 Weitek 3067），至少应配有 VGA 显示卡和监视器，Microsoft 兼容鼠标，20MB 以上硬盘等等。可选配的设备有：Weitek 4167（可使 80486CPU 发挥最佳性能）；数字化仪如 Summagraphics 1201。

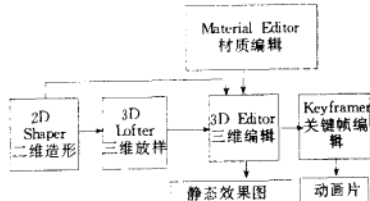


图 1 3D Studio 工作流程

如果需要达到真彩色的动画效果并录制到录像带上，应选配 Frame Buffer 图像卡，如 Truevision 公司的 Targa16、24、32、At-Vista 等；选用逐帧控制卡可控制逐帧录像机录制广播级质量的动画作品，如 Diaquest 公司的 DQ-422；逐帧录像机可选用 SONY Betacam



方正集团

digital

PC

DECpc 中国唯一总代理

北方方正计算机与办公事业部

111201 2500 2512 2573 2574 1110 1111 2574 0230