

图形图像处理系列教材

图形图像原理 与三维动画实践

邹北骥 黄心渊



高等教育出版社



图形图像处理系列教材

图形图像原理与三维动画实践

邹北骥 黄心渊

高等教育出版社

内 容 提 要

本书是按照教育部计算机基础教学三层次要求组织的第三层次计算机应用基础教材之一。本书结合计算机图形学、数字图像处理的基本原理,系统地介绍了三维动画制作技巧。主要包括:第1~4章介绍了三维动画技术与计算机图形学、数字图像处理之间的关系,三维几何造型、数字图像处理及真实感图形生成的基本理论;第5~12章详细介绍了三维动画软件3DS MAX R3的操作方法和一些使用技巧。

本书既可作为高等学校计算机专业及非计算机专业“图形图像原理与三维动画技术”课程的教材或参考书,也可供实际应用人员或创作人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

图形图像原理与三维动画实践 / 邹北骥, 黄心渊
—北京: 高等教育出版社, 2000.10
ISBN 7-04-007918-6

I. 图… II. ①邹…②黄… III. 计算机图形学-
教材 IV. TP391.41
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 72212 号

图形图像原理与三维动画实践
邹北骥 黄心渊

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号
电 话 010-64054588
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

邮政编码 100009
传 真 010-64014048

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京二二〇七工厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 19.75
字 数 470 000

版 次 2000 年 10 月第 1 版
印 次 2000 年 10 月第 1 次印刷
定 价 24.80 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

随着计算机硬件技术的迅速发展,图形图像显示装置性能的不断提高,各种三维动画软件应运而生,越来越多的人利用三维动画软件来制作丰富多彩的三维动画。与此同时,国内很多高等学校将三维动画技术作为一门选修课程供学生选修。三维动画技术是基于计算机图形学、数字图像处理的基本理论而发展起来的一门应用技术。因此,要真正地掌握好三维动画技术,并能灵活地运用它,还必须系统地学习计算机图形学、数字图像处理的基本原理和方法。为此我们编写了本书,将计算机图形学、数字图像处理的基本原理与具体的三维动画软件 3DS MAX 的操作和应用结合起来,使读者在使用本书时,既能系统地学到三维动画技术的基本原理,又能通过它学习三维动画软件 3DS MAX 的具体操作方法。

三维动画软件的功能主要体现在三个方面——三维几何造型(建模)、渲染(生成图像)和动画设计,每一部分都涉及到计算机图形学和数字图像的基本原理。因此,本书第 1~4 章介绍了三维动画技术与计算机图形学、数字图像处理之间的关系,三维几何造型、数字图像处理及真实感图形生成的基本理论;第 5~12 章详细地介绍了三维动画软件 3DS MAX 的操作方法和一些使用技巧。将计算机图形学、数字图像处理的基本理论与具体的三维动画软件的操作结合在一起是本书的主要特色。然而,读者在阅读本书时仍然可以有选择地阅读,因为第 1~4 章基本原理部分的内容和第 5~12 章具体操作部分的内容是相对独立的。

本书第 1~4 章由邹北骥编写,第 5~12 章由黄心渊编写,全书的编写大纲由邹北骥老师提供。由于时间仓促,加之作者水平有限,书中错误难免,在此我们恳切希望广大读者批评指正。

作 者

2000.7

目 录

第一章 绪论	1	3.5 三维动画的材质图像贴图	72
1.1 什么是三维动画	1	习题	74
1.1.1 概述	1	第四章 真实感图形显示	75
1.1.2 三维动画	2	4.1 三维投影显示原理	75
1.2 计算机图形与三维动画	2	4.1.1 正投影	75
1.2.1 计算机图形	2	4.1.2 轴测投影	80
1.2.2 计算机图形与三维动画	3	4.1.3 透视投影	89
1.3 计算机图像与三维动画	3	4.2 隐藏线(面)的消除算法	98
1.3.1 计算机图像	3	4.2.1 消隐的概念	98
1.3.2 计算机图像与三维动画	4	4.2.2 平面多面体消隐算法	100
1.4 三维动画系统的硬件设备	5	4.2.3 二次曲面体的光线跟踪消隐算法	105
1.5 三维动画软件的基本功能	7	4.2.4 Z-buffer 消隐算法	110
1.6 三维动画软件简介	8	4.2.5 扫描线消隐算法	111
1.6.1 3D Studio 与 3DS MAX	8	4.3 光照模型	111
1.6.2 Maya	9	4.3.1 环境反射光	112
1.7 三维动画技术的发展与应用	11	4.3.2 漫反射	113
1.7.1 三维动画技术的发展	11	4.3.3 镜面反射	113
1.7.2 三维动画技术的应用	13	4.3.4 聚光灯照射	114
习题	13	4.3.5 全局光照模型	115
第二章 三维几何造型	14	4.4 动画的基本概念	115
2.1 三维几何造型的定义	14	4.4.1 关键帧概念	115
2.1.1 三维几何形体的分类	14	4.4.2 动画对象	117
2.1.2 描述三维几何形体的几种方法	15	习题	118
2.2 三维几何形体的数学表示原理	17	第五章 3DS MAX R3 的操作界面	119
2.2.1 曲线的数学表示形式	17	5.1 屏幕的布局	119
2.2.2 曲面的数学表示形式	38	5.1.1 命令面板	120
习题	56	5.1.2 菜单栏	121
第三章 数字图像处理	57	5.1.3 工具栏	121
3.1 什么是数字图像	57	5.1.4 状态栏	123
3.2 数字图像的表示与存储	58	5.1.5 提示栏	123
3.2.1 数字图像的采集与表示	58	5.1.6 时间控制	123
3.2.2 数字图像的存储	60	5.1.7 视图	124
3.2.3 常见的图像文件格式	62	5.1.8 视图调整控制	125
3.3 数字图像的处理方法	63	5.1.9 Max Script Listener 信息窗	127
3.3.1 点运算	63	5.2 定制 3DS MAX R3 的界面	127
3.3.2 代数运算	64	5.2.1 改变界面的外观	127
3.3.3 图像增强	65	5.2.2 改变和定制工具栏	128
3.3.4 图像分割	69	5.2.3 改变视口的颜色	130
3.4 三维动画的图像背景	71	5.2.4 改变视口中的栅格线	131

5.2.5 捕捉增量的设置	131	7.4.4 倒角 (Bevel)	168
5.2.6 编辑命令面板内容的设置	132	7.4.5 根据侧面轮廓倒角 (Bevel Profile)	171
5.2.7 设置 3DS MAX 的快捷键	133	7.4.6 使用 Lattice 生成网状对象	172
5.2.8 动画时间的设置	134	7.4.7 使用 Surface 生成面片对象	173
5.3 对象的编辑修改	135	习题	174
习题	135	第八章 高级建模技术	175
第六章 标准几何体和扩展几何体的创建 ..	137	8.1 放样的概念和基本操作	175
6.1 标准几何体的生成	137	8.2 使用放样生成几何体	176
6.1.1 创建长方体	138	8.2.1 创建放样对象并产生放样对象 的表面	176
6.1.2 创建球体	139	8.2.2 加入截面图形并调整图形的方位	177
6.1.3 创建环状几何体	140	8.2.3 移动截面图形并进行复制	179
6.1.4 创建管状几何体	141	8.2.4 编辑路径	181
6.1.5 创建 Plane	142	8.2.5 辨识合法的图形	182
6.2 生成扩展的几何体	143	8.3 使用 3DS MAX R3 的变形工具	184
6.2.1 创建多面体	143	8.3.1 3DS MAX R3 的变形工具简介 ..	184
6.2.2 创建有倒角的长方体	145	8.3.2 使用 Fit 制作其他的对象	188
6.2.3 创建环形结	146	8.4 其他建模方法简介	192
6.2.4 创建有倒角的圆柱体	148	8.4.1 简单几何体的编辑修改	192
6.2.5 创建环形波	149	8.4.2 几何体的组合	194
6.3 Auto Grid 的使用	150	8.4.3 网格、面片和 NURBS 对象建模 ..	199
习题	151	习题	200
第七章 二维图形的创建与编辑	152	第九章 使用基本材质	201
7.1 创建 2D 图形	152	9.1 什么是真正的材质	201
7.1.1 创建圆和矩形	153	9.2 材质编辑器外观	202
7.1.2 创建多边形	154	9.2.1 垂直与水平工具栏	202
7.1.3 创建椭圆、星星和圆环, 并使 用 Start New Shape	154	9.2.2 样本视窗	203
7.1.4 使用 Edit Spline 编辑修改器合 并/分解样条线	154	9.2.3 将材质指定到场景中	204
7.1.5 创建文字	155	9.3 同步/非同步 (热/冷) 材质	205
7.1.6 Helix(螺旋)工具	156	9.3.1 编辑同步材质	205
7.2 使用 Edit Spline 编辑修改器编辑 节点	157	9.3.2 取消一个同步材质	206
7.2.1 创建图形并指定编辑修改器	157	9.4 从浏览器中取出材质	207
7.2.2 改变节点的类型	158	9.5 设定 Blinn 的基本参数	209
7.2.3 锁定 Bezier 调整杆	160	9.5.1 Ambient、Diffuse 以及 Specular 颜色	210
7.2.4 调整节点及调整杆	160	9.5.2 存储新的材质	211
7.2.5 2D 图形的布尔运算	161	9.5.3 渲染此场景	212
7.3 Edit Spline 与 Editable Spline 的区别 与用法	162	9.5.4 设定反光度	212
7.4 使用编辑修改器将对象加厚	164	9.5.5 设置自发光	213
7.4.1 拉伸 (Extrude)	164	9.5.6 设置透明材质	214
7.4.2 旋转 (Lathe)	165	9.6 设定 Anisotropic 的基本参数	214
7.4.3 使用表面编辑修改器生成没有 厚度的几何体	167	9.7 使用 Multi-Layer 明暗方式	216
		9.8 其他渲染模式	217
		9.9 设置 Shader 的基本参数	217

9.10 设定 Extended Parameters	218	11.3.6 调整曲线切角	269
9.10.1 线框的粗细	218	11.3.7 调整比例	271
9.10.2 改变透明度	219	习题	274
9.10.3 透明色的效果	219	第十二章 渲染与特效	275
9.11 使用图解视图复制材质	220	12.1 渲染的设置	275
9.12 贴图的使用	221	12.2 发光滤镜效果	279
习题	227	12.2.1 设置发光的步骤	279
第十章 使用灯光、背景和环境	228	12.2.2 使用 Lens Effect Glow	282
10.1 灯光的类型	228	习题	288
10.2 聚光灯的使用	229	附录 A 3DS MAX R3 的安装	289
10.2.1 调整聚光区和衰减区	230	A.1 对计算机系统的要求	289
10.2.2 投影聚光灯	231	A.2 安装 3DS MAX R3	289
10.2.3 将对象排除于灯光的照射之外	233	A.2.1 安装硬件锁	289
10.2.4 衰减功能	235	A.2.2 软件的安装	289
10.2.5 阴影	236	附录 B 3DS MAX 工具与命令速查表	291
10.2.6 超越范围	237	B.1 主面板工具栏	291
10.2.7 倍增亮度及负光效果	238	B.1.1 主工具栏	291
10.2.8 透明阴影	239	B.1.2 创建几何体工具栏	293
10.3 其他类型的光源	240	B.1.3 创建二维图形工具栏	294
10.4 体光	241	B.1.4 创建复合对象工具栏	294
10.4.1 创建体光的效果	241	B.1.5 创建灯光和摄像机工具栏	295
10.4.2 调整灯光效果	242	B.1.6 创建粒子工具栏	295
10.4.3 体光的衰减及噪声设定	245	B.1.7 创建辅助对象工具栏	296
10.4.4 体投影聚光灯	246	B.1.8 创建空间扭曲工具栏	297
10.5 使用背景	247	B.1.9 编辑修改器工具栏	298
习题	249	B.1.10 建模工具栏	299
第十一章 基本的动画制作方法	250	B.1.11 渲染工具栏	301
11.1 简单的关键帧动画	250	B.2 主面板底部工具栏	301
11.1.1 熟悉 Motion 面板	250	B.3 动画控制按钮	302
11.1.2 将样条线转换成轨迹线	253	B.4 视图导航控制	302
11.1.3 使用主界面的工具调整关键帧	255	B.5 菜单栏(中英文版对照)	303
11.2 层级与正向运动	256	B.5.1 文件菜单	304
11.2.1 理解层级	256	B.5.2 编辑菜单	304
11.2.2 使用 Track View 控制层级	258	B.5.3 工具菜单	305
11.2.3 控制层级	259	B.5.4 成组菜单	305
11.2.4 按层级方式连结对象	260	B.5.5 视图菜单	305
11.2.5 使用锁定轴向	263	B.5.6 渲染菜单	306
11.3 使用 Track View	264	B.5.7 轨迹视图菜单	306
11.3.1 进一步熟悉 Track View	265	B.5.8 图解视图	306
11.3.2 浏览当前场景的层级	265	B.5.9 定制	306
11.3.3 动态设定位移值	266	B.5.10 脚本语言	307
11.3.4 使用功能曲线	267	B.5.11 帮助	307
11.3.5 使用 Out-of-Range 类型	268		

第一章 绪 论

近十年来,计算机技术在艺术领域里得到了广泛的应用,以计算机动画为代表的计算机艺术系统更是得到了空前的发展。如今,电视、电影的许多画面大量地采用计算机动画制作,不仅极大地增强了画面的表现力,并使之具有摄像手段无法达到的效果,而且大大地降低了成本。同时,随着计算机性能的不断提高,计算机动画软件的易操作性不断增强,使得计算机动画制作得到广泛普及,现在社会上许多人正在以不同的水平利用计算机制作动画,都希望自己的作品得到社会的承认及人们的赞赏。但是,计算机动画制作水平的提高并非一朝一夕的事情,它不仅需要大量的实践,而且要有系统的理论知识。这些系统的理论知识就是本书将要介绍的计算机图形学原理和计算机图像原理。

1.1 什么是三维动画

1.1.1 概述

计算机动画又称电脑动画,分为两大类:二维动画和三维动画,二维动画俗称卡通。

为了清楚地说明电脑动画的基本概念和基本过程,有必要先介绍一下人工制作动画的过程。早在本世纪初,随着电影艺术的发展,电影的制作方式呈多样化,除了以现场拍摄为主的制作方式外,以动画形式表现故事情节的电影也得到了发展,如美国早期制作的动画片《米老鼠与唐老鸭》等。但当时的动画制作方式非常落后,完全依靠人工制作方式完成。我们知道,放映电影时,画面需要按一定的速度连续播放,标准速度为 24 个画面/秒,因此制作一秒钟的电影动画就需要制作 24 个连续的画面。在这些连续的画面当中,有些画面是非常重要的,称之为关键画面,其余画面为一般画面。当时,关键画面由美术大师设计并画在画板上,一般画面由普通美术人员在画板上画出,当所有画面画完以后,再由摄像师用摄像机按一定的速度(24 个画面/秒或少一点)依次拍摄完成。由此可以看出,若要制作一部 10 分钟的电影动画,需要在画板上画出约 14 400 幅画,其工作量之大,耗费人力之多,而且由于美术人员水平不一,效果便难以令人满意。当计算机出现以后,人们便想到借助于计算机来完成上述过程,即用电脑屏幕代替画板,用软件和鼠标代替画笔,并且只需由美术师在电脑屏幕上画出关键画面,其余画面由电脑自动计算产生,这样一来节省了大量的人力,而且取得了空前满意的效果,这就是我们所说的二维动画。

显然,二维动画具有这样的特点:它仍然是基于人的手在平面上绘制,尽管着色可让电脑自动完成,但画面的效果在很大程度上取决于人的绘画水平,并且绘画的过程只是在平面(两个维度)中表现,因此表现力受到较大的限制。

随着计算机技术的迅速发展,尤其是 CPU 速度的大幅度提高和大容量存储器的出现,人

们开发了表现力更为丰富的计算机动画软件,用这种软件来制作动画不仅突破了平面上表现动画的束缚,使动画的制作拓广到真正的三维空间,而且使动画的制作方式和过程发生了根本性的变化,这就是将要介绍的三维动画。

1.1.2 三维动画

前面已述,三维动画的制作方式与二维动画相比有着本质的不同,它不像二维动画那样,仅仅是用电脑的鼠标在二维的屏幕上绘画,而是去模拟一个真正的摄影舞台。众所周知,当要拍摄一部电影或电视剧时,一般都要搭建一个摄影棚或摄影舞台,在这个舞台上除了拍摄的对象(人物、物体)外,还包括了灯光、背景、摄像机等,这些装置的有机配合才可较好地完成任务,因此三维动画要完全地模拟它们,也必须在计算机内建立这一系列的装置,具体包含以下几个方面的内容:

(1)按照创意(设计)的要求,利用三维动画软件所提供的各种工具(命令),在计算机内建立画面中所包括的各种物体的三维线框模型,我们将它称之为几何造型。例如,要制作桑塔纳轿车在高速公路上奔驰的三维动画,首先就要在计算机内建立桑塔纳轿车和高速公路的三维线框模型。

(2)在线框模型的基础上,确定并调整物体的颜色、质感、纹理等属性,使三维模型与真实的物体看上去完全一致。

(3)调整灯光,确定背景、环境,使其与真实的场景一致。

(4)架起摄像机,对准目标(三维模型),并让目标运动起来,即可完成全部模拟过程。

(5)当以上各步制作完成后,计算机可自动地计算出所有连续的每一个画面并以图像文件的形式存储于磁盘上,供后期输出。

从以上过程可看到三维动画的特点;即它完全在三维空间里制作,可真实地模拟客观世界,并且通过制作虚拟的物体,设计虚拟的运动,可极大地丰富画面的表现力,达到真实摄像无法达到的效果。

1.2 计算机图形与三维动画

1.2.1 计算机图形

所谓计算机图形是指计算机产生的图形,它的实质就是输入的信息是数据,经计算机图形系统处理以后,输出的结果便是图形,如图 1.1 所示。

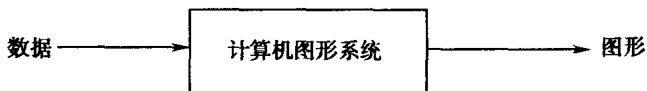


图 1.1

例如,若我们输入一个圆的圆心坐标及半径(数据),计算机图形系统便产生并输出一个圆。至于当数据输入到计算机系统以后,计算机图形系统是如何将其转换为图形的则是计算机科学工作者所研究的问题,围绕这一问题早在 20 世纪 60 年代就已形成了一门计算机的分支学科,称之为计算机图形学(Computer Graphics)。随着研究的不断深入,计算机图形学有了很大的发展,从简单平面图形的产生,如线段、圆弧等,到空间曲线、曲面的产生,到具有真实感表面的图形产生均得到了较为圆满的解决,在此基础上形成了一系列软件产品,利用这些产品可让计算机产生并画出各种复杂的图形,因此它们也是构成三维动画软件的基础。

1.2.2 计算机图形与三维动画

在 1.1.2 小节中已谈到,三维动画制作过程中的一个重要步骤是要建立物体的三维模型。物体的三维模型实际上就是计算机产生的图形,因此计算机图形与三维动画是密切相关的。在操作三维动画软件并用它建立物体的三维模型时,软件提供了各种各样的建模命令,这些命令实际上蕴涵着计算机图形学中关于建立三维模型的基本方法,它们主要体现在以下几个方面:

(1)计算机图形学提供了建立物体三维模型(几何造型)的多种算法,如布尔运算法、曲面拟合法、样条曲面法等,并且提供了表示、存储物体三维模型,剖分物体三维模型的基本方法和算法,学习和了解这些算法有助于我们灵活地运用三维动画软件所提供的各种命令来高效、高质地建立物体的三维模型。

(2)三维动画软件不仅提供了建模命令,而且提供了交互式的修改命令,它们可用来修改三维模型上的点、线、面以及三维模型本身,这些修改命令的基本原理则来自于计算机图形学中的几何变换原理。

(3)为了使三维模型具有真实感,三维动画软件均提供了灯光模型和着色命令,灯光模型与着色算法是计算机图形学中的一个重要研究内容,正确地理解灯光模型和着色算法对于制作出逼真的三维模型是十分有益的。

(4)动画过程中三维模型的运动轨迹也是一种计算机图形。

总之,计算机图形学是三维动画的理论基础,学好计算机图形学对于掌握三维动画的基本原理,运用这些理论来指导我们的三维动画实践有着十分重要的意义。

1.3 计算机图像与三维动画

1.3.1 计算机图像

计算机图像又称数字图像,它是计算机应用领域中的另一个重要分支。计算机图像处理系统与计算机图形系统的工作方式完全不同,系统的输入信息是图像,经处理后的输出仍然是图像,如图 1.2 所示。

显然,输入图像与输出图像是有所不同的,计算机图像处理系统一般是对输入的图像(又称原始图像)进行某些处理后再进行输出。

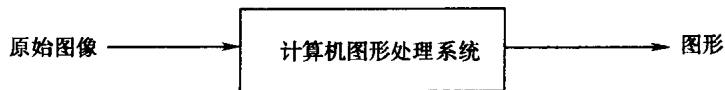


图 1.2

研究计算机图像处理的基本原理和方法的学科称之为计算机图像处理学,它包含以下几个方面的内容:

(1)图像的计算机表示与存储方法研究。这是计算机处理图像的基础,任何一幅现实中的图像要用计算机来处理,首先必须用计算机来表示(称为数字化)并存储于计算机内。现在这一步一般都由硬件装置来完成,如彩色扫描仪、数码相机等。

(2)对存储于计算机内的图像进行增强处理。它包括使图像中的某些部分变得更加突出或更加淡化,消除图像中某些部分(阴影、噪音等)。

(3)研究编码算法,使图像的存储和传输变得更为有效。

(4)图像的复原处理。它用来改善质量已降低的图像,从表面上看与图像的增强处理类似,都是为了提高图像质量,但它与图像增强有着本质的区别,图像复原是力图恢复图像的本来面目;而图像增强只是用一种试探的方式去改善图像质量,以适应人眼观察图像的某种需要。

(5)进行图像分析。包括对图像的分割、图像的识别与描述等。对图像进行分割是将整幅图像分割成几个有意义的部分,以便计算机图像处理系统进行识别和描述。

从表面上看,计算机图形与计算机图像都与图相关,使人们容易混淆,但实际上有着本质的不同,这表现在以下几个方面:

(1)计算机图形是矢量型的,而计算机图像是点阵式的或者说是由像素组成的。

(2)计算机图形系统是从数据到图形的处理过程,而计算机图像处理系统则是从图像到图像的处理过程。

(3)计算机图形与计算机图像有一定的联系,经过处理可以相互转换,如用着色算法对计算机图形着色(Render)后即生成一幅计算机图像,反之对一副计算机图像进行矢量化即可得到该图像中的一些轮廓图形。

1.3.2 计算机图像与三维动画

除了计算机图形与三维动画密切相关外,计算机图像及其计算机图像处理在三维动画系统中也有着广泛的应用。

(1)在制作三维动画过程中,当建模、色彩、质感、灯光及动画轨迹设计全部完成以后即可生成(Render)全部的画面,其中的每一个画面在三维动画系统中又称之为帧,而一帧画面实际上就是一幅计算机图像。我们知道,生成所有的画面有时会耗费大量的计算机时间,而当生成好的画面存在某些缺陷时,如果重新生成必将造成较大的浪费,这时若运用图像处理软件对这些画面进行图像处理则可收到事半功倍的效果。

(2)在背景设计、环境处理及其三维模型表面的处理过程中要用到大量的贴图(Mapping),这些贴图就是计算机图像。如环境的墙面上或许要挂上一幅名画、地面需要某些

特殊的纹理、三维模型表面上需要某人的头像等均可通过贴图的方法来实现,这时只要将所需要的图像扫描后存入计算机内,再用贴图命令将其贴到指定的位置上。

(3)在许多三维动画影视片中,常常包含一部分卡通片(二维动画),这些卡通片实际上也就是已生成好的一组连续图像,它们也经常作为背景、三维模型表面的贴图,使三维动画的背景和三维模型表面具有活动的图像,丰富了三维动画的表现力。

(4)当三维动画制作完成以后,常常是由几段动画组成的,这时需要做进一步的处理,需要以某种方式将这些分散的动画片段连接起来,其连接方式如:画面切换、淡入淡出等,早期的连接是在编辑机上按顺序(线性)进行的,称为线性编辑;而现在由计算机图像处理系统来完成,它可在计算机内将所有画面按任意方式连接,称为非线性编辑系统,其效果远远超过了线性编辑系统。

总之,灵活地将计算机图像处理技术应用于三维动画的制作中,不仅会极大地提高三维动画作品的质量,而且可大大地提高三维动画的制作效率。

1.4 三维动画系统的硬件设备

从前面的论述可知,三维动画系统实际上由计算机图形系统和计算机图像处理系统两部分组成,因此三维动画系统的硬件设备也就是计算机图形系统和计算机图像处理系统的硬件设备。

这里,先给出三维动画系统的硬件组成图,如图 1.3 所示,然后分别说明各种设备在三维动画系统中的应用。

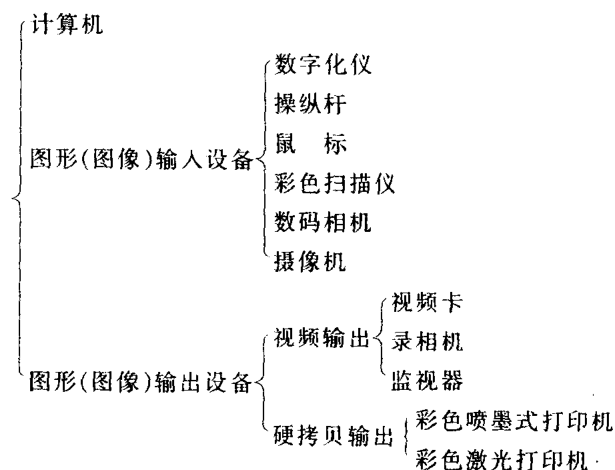


图 1.3

1. 计算机

计算机是整个三维动画系统硬件设备中的关键设备,由于三维动画系统处理的数据量非常大,因而对计算机的要求一般都比较,CPU 速度要快,存储器容量要大,工作站档次的机器一般以 SGI 公司的 Indigo II 及其以上的机器比较好,PC 系列的计算机以 Pentium II 及其以

上的机器比较好,内存至少应该在 64 MB 以上,硬盘容量至少要达到 2.1 GB,最好 4 GB 以上,同时还要配备高分辨率彩色监视器。如果包括后期制作,进行非线性编辑以及图像扫描、硬拷贝输出等,则最好再配备 2~3 台计算机,并进行连网。

2. 输入设备

输入设备主要用来输入图形、图像,主要有数字化仪、操纵杆、鼠标、彩色扫描仪、数码相机、摄像机等,这些设备并不是都必须具备,可根据实际需要选择。

(1) 数字化仪

数字化仪是一种图形输入装置,用来输入图形中的点坐标。在三维动画造型过程中,有时为了使造型更加逼真,需要将已有的图形(常常是曲线、曲面)输入至计算机,这时运用数字化仪就比较方便。如图 1.4(a),是一个平板式的小型数字化仪,它的工作原理大致是这样的:它由一块平板和一个在平板上可移动的游标器组成,该平板实际上是一个可由游标器拾取坐标的电路板,游标器可在上面移动,当按下游标器上的开关即可将游标器所在位置的坐标输入至计算机。

图 1.4(b)是一段任意曲线,只要将画有这条曲线的纸贴在数字化仪的平板上,用游标器选择线上的点,即可将这些点的坐标输入计算机内,经曲线拟合后便可获得这条曲线。

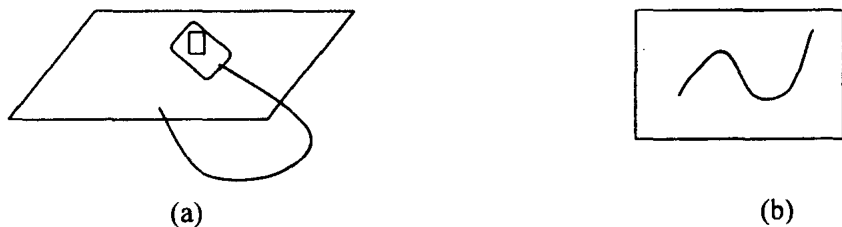


图 1.4

(2) 操纵杆

操纵杆有几种形式,有的是手柄状,有的是旋钮状,但它们的作用是相同的,即用来控制三维坐标系中坐标平面的角度,以获得最佳的视角。

(3) 鼠标

鼠标是一种常用的输入设备,在三维动画系统中也是必不可少的装置,几乎所有的菜单命令、图形的拖动、图形的选取等都依靠鼠标完成。鼠标主要有两种类型:光电型和机械型。

(4) 彩色扫描仪

彩色扫描仪是一种图像输入装置,通过它可将各种彩色照片输入至计算机内。扫描仪有手推式和平板式两种,三维动画系统多采用平板式,经它扫描获得的图像质量较高。衡量彩色扫描仪的档次主要考虑两个因素:分辨率和色彩数。在三维动画系统中,不一定要追求过高的分辨率,因为 PAL 制式的电视画面其分辨率仅为 768×576 ,所以 300 dpi 光学分辨率的扫描仪就够了,但色彩数要求较高,至少要保证有 24 位的色彩。

(5) 数码照相机

数码照相机是近几年发展起来的一种新型图像输入装置,它的应用使图像的输入来源更为宽广,在三维动画的制作中有时选择不到合适的照片,需要临时拍摄一些景物,数码照相机

则是一种最佳的选择。数码照相机与普通照相机不同,它直接将拍摄的照片转换为数字图像,并存入数码照相机内,只要将数码照相机与计算机相连,即可将图像拷贝到计算机内。

(6) 摄像机

摄像机可用来摄制活动图像,并记录到录像带上。我们知道,三维动画中经常需要一些活动的画面做背景或作为模型上某个面的贴图,这时只要将录像带放入录像机,经视频转换装置(见后述)将其转换为一系列连续图像并存入计算机中即可。

3. 输出设备

输出设备主要有两类:活动图像的输出和静止画面的硬拷贝输出。

(1) 活动图像输出装置

活动图像输出装置包括视频转换卡(或大帧存)、录像机和彩色监视器三大部分。视频转换装置是一个关键的设备,它将数字化的图像转换为录像机能接受的模拟图像信号,它的质量高低直接影响着三维动画的输出效果。视频转换装置有视频转换卡和大帧存两种,早期视频转换卡用得较多,如 TARGA 卡、ILLUMINATOR 卡等,它们只能一帧一帧地将数字图像转换成视频图像输出,如果要连续地输出,则还要增加一块逐帧控制卡。现在随着技术的不断发展,特别是存储器成本的大幅度下降,大帧存得到了广泛的应用,采用大帧存可一次性地将一段动画连续地(如 10 秒、20 秒)转换为视频图像并存储于大容量存储器中,以后便可随时进行编辑、输出,即进行非线性编辑输出。

(2) 硬拷贝输出

在制作三维动画时,有时需要将生成好的一些精致画面记录下来,以便长期保留,称之为硬拷贝输出。硬拷贝输出装置主要有彩色喷墨式打印机和彩色激光打印机,如果要作为彩色印刷用则还要增加胶片输出装置。

1.5 三维动画软件的基本功能

无论是运行在工作站上的三维动画软件(如 Maya 3D),还是运行在 PC 机上的三维动画软件(如 3D Studio、3DS MAX),它们的基本功能是一致的。了解和掌握三维动画软件的基本功能对于学习、使用三维动画软件十分有益,在此作一简要介绍。

1. 建模功能

所谓建模是指在计算机内建立画面中物体的三维模型,它是制作三维动画的基础,也是一个关键的步骤,建模时首先应保证所建模型与真实物体的形状尽可能完全一致;其次要考虑模型表面的细分程度,因为它直接影响模型的着色效果;最后还要考虑模型与模型之间的相互关系,是父子关系还是平行关系或其他关系,因为它直接关系到动画中运动方式和运动轨迹的设计,总之建模的质量高低直接影响三维动画的效果。

三维动画软件一般都提供了多种建模方式,这些建模方式的基本原理在本书的第二章中做详细介绍。对于同一个物体而言,有时几种建模方式都可正确地建立起它的三维模型,但由于每一种建模方式都有其自身的特点,因而所建的三维模型的内部结构都会有所不同,这时就要考虑着色效果以及动画中的运动方式而正确地选择一种建模形式。

三维动画软件通常还提供了很多对三维模型进行修改的编辑命令,从三维模型的拓扑结

构来看,它包含点、线、面、体这些基本元素,因此在对模型进行修改前要正确的选择这些元素,当元素选定后即可运用相应的修改命令。修改实际上就是对模型上的元素进行几何变换,主要有平移、放大/缩小、旋转等,它们的基本原理也将在本书的第二章做详细介绍。

2. 着色功能

建模只是建立了物体的线框模型,即用线条表示的三维模型,为了使其具有真实感,还需对它的表面进行着色,三维动画软件一般都提供了多种着色方式,从计算机图形学的角度来看,不同的着色方式由不同的算法实现,选择着色方式的依据主要考虑真实物体表面的材质属性以及对画面的质量要求,如一种称之为 PHONG 的着色方式可对许多表面细腻的物体着色,这些物体的材料一般为塑料、玻璃、木材等。

除了可选择着色方式外,三维动画软件对每一种着色方式还提供了大量的命令按钮,如表面颜色调整按钮、反射光强度调整按钮、透明度调整按钮、高光强度调整按钮等,这些按钮的调整和综合运用强烈地影响着三维模型的真实感,我们应该认真领会,通过更多的实践来掌握它们。

在着色功能中,还有一项重要的功能就是贴图的应用。所有的三维动画软件都提供了多种贴图方式,最基本的就是表面纹理贴图,其他还有透明贴图、反射贴图、高光贴图等,尤其是反射贴图的应用会极大地提高画面的表现力。对于每一种贴图而言,三维动画软件还可调整贴图的深度,以体现贴图对模型表面的影响程度。

3. 动画轨迹设计功能

当真实的三维模型制作完以后,就应该设计和调整三维模型的运动方式和运动轨迹,使其动起来,三维动画软件在这方面同样提供了强大的功能。在总的帧数确定后,关键帧的画面设计就非常重要,实际上三维模型从一个关键帧位置运动到下一个关键帧位置无非也是通过平移、放大/缩小、旋转及它们的组合等几何变换而实现的,因此运动方式的基本原理也来自于计算机图形学中的几何变换原理,这在第二章中做详细论述。

值得一提的是,所有的三维动画软件都提供了对运动方式和运动轨迹进行编辑修改的命令,如 3DS MAX 软件,它专门设计了一个可用于交互修改的运动轨迹图,该图以时间(帧)为横坐标(X 轴),以运动量为纵坐标(Y 轴),图中显示了各种运动分量的变化曲线,使动画轨迹的修改变得十分方便。

除了以上提到的几种运动方式外,动画设计还有一个重要的功能,那就是变形。只要运用得当,变形对于画面的表现力有着意想不到的效果。一般地说,三维动画软件都要求变形前后的两个模型具有相同的拓扑结构,因此就要求在建模时,应选择恰当的方法,以保证它们具有相同的拓扑结构。

三维动画软件的动画功能除了能让三维模型动起来,还能让三维模型的表面“动”起来,其意思是:它可使表面的颜色变化,即从一种颜色变化到另一种颜色;也可使表面的纹理变化,即从一种纹理图案变化到另一种纹理图案。此外,还能使灯光、摄像机等画面中的对象动起来。总而言之,三维动画软件的动画功能极其丰富,关键在于如何掌握它并灵活地运用它。

4. 灯光设置

三维动画软件完全能模拟舞台上的灯光,一般提供的灯光类型有泛光灯、聚光灯以及点光源等。泛光灯用来模拟日光,它的光线平行且强度均匀;聚光灯用来模拟舞台上的射灯,它从一点开始,向四周发散,其强度逐渐减弱;而点光源模拟日常生活中的白炽灯。除了提供灯

光模型外,还可对灯光的颜色、强度等进行调整。

5. 背景与环境设置

背景与环境的设置也是三维动画软件中的一个重要功能,背景的设置包括背景颜色选择、背景纹理图案选择以及背景明亮度选择等,环境的设置包括大气层中空气的混浊度选择、雾的浓度选择等。

1.6 三维动画软件简介

1.6.1 3D Studio 与 3DS MAX

3D Studio(3 Dimension Studio 简称 3DS),意思是三维艺术棚或三维摄影室,是一个由美国 Autodesk 公司开发的运行于 PC 机上的三维动画软件。最早的 3DS 版本 V1.0 出现于 1990 年,经过试用,改进了其中的许多的缺陷,于 1992 年推出一个正式的可用于商业的版本 V2.0,与当时 SGI 工作站上运行的 Alias 软件相比,虽然功能相对来说较为简单,且制作出来的三维动画效果也不如 Alias,但由于其成本非常低廉,因而立即得到了广泛的重视,并很快进入我国。到 1993 年,3DS 发展成 3.0 版本,与 2.0 版相比,不仅在算法上有了很大改进,如增加了光线追踪算法、边界柔化算法等,而且在功能上有了较大改进,如增加了贴图方式、增加了金属表面着色模型,还增加了贴图屏罩(Mask)功能等。由于当时的 PC 机运行速度比较慢,因而 3DS 又从速度上进一步改进,在增加了实时着色方式及其他方面的改进后,于 1994 年推出了 V4.0 版本。一直到今天,人们经常使用 3DS V4.0 版制作精美的三维动画。

这里先简单地说明一下 3DS 的特点:

(1)3DS 具有极为丰富的建模(造型)功能,且很有特色,它虽然没有像 Alias 那样具有 NURBARS 曲面造型功能,而采用从二维到三维(即二维半)的造型方法,但由此大大地克服了由于 PC 机速度相对较慢的不足,且同样能获得精美的三维造型。

(2)3DS 的材质编辑功能同样十分丰富,几乎可与 Alias 相媲美,它提供了四种着色模型,提供了丰富的贴图和贴图屏蔽功能,它可在材质编辑过程中实时着色,以便立即观看画面着色后的效果。只要你善于实践,善于总结,用 3DS 着色同样可以达到 Alias 所能达到的材质质感。

(3)3DS 的动画关键帧、动画轨迹编辑方式也非常有特色,它们既简单又直观,无论是关键帧的修改还是动画轨迹的变动都十分方便。如要改动关键帧的位置,只要在 Key Info 的对话视图中移动小圆点即可;要改变模型在关键帧附近的运动速度,只要在 Track Info 视图中调整参数即可。

(4)3DS 的外部过程,这也是 3DS 最具特色的一个方面。3DS 共有四种外部过程,实际上就是四个外部程序,它们可被 3DS 调用,用来产生一些特殊的效果,如产生风的感觉、制作水及水的波浪、制作一些特殊的纹理等。

(5)3DS 的图形存储具有国际标准,因此可与其他软件共享图形文件,如与 Autodesk 公司的 AutoCAD 软件共享 DXF 图形文件,即可利用 AutoCAD 进行三维造型,并以 DXF 形式存储文件,然后用 3DS 调用,由此扩大了 3DS 的造型功能。

(6)3DS 还提供了画面迭加、合成功能,由此用 3DS 就可进行动画迭加与合成。

3DS MAX 是基于 PC 机 Windows 下的三维动画软件,除功能与 3DS 相比作了扩充外,全新的操作界面、眼见即所得的工作方式给用户留下了深刻的印象。

关于 3DS MAX 软件的安装、软件的构成及主要功能将在本书的第五章中做详细介绍。关于 3DS MAX 软件的各个命令的详解将从本书第六章开始介绍,

1.6.2 Maya

Maya 3D 是 Alias/Wavefront 公司出品的运行于 Windows NT 4.0 及其以上版本下的最新三维动画制作软件,众所周知,Alias 和 Wavefront 一度曾是工作站三维动画制作业极富盛名的两大招牌,几经收购合并后,两者合二为一,成为了 Silieon Graphics 属下的 Alias/Wavefront 公司,双剑合璧后的 Alias/Wavefront 在三维软件开发领域所具有的优势自然是不可比拟的,如今又加上 Silieon Graphies 的 Open GL 技术,Maya 3D 强大的功能和广泛的应用前景更是不言而喻。

1. 逼真的人物动画

Maya 所提供的直观工作环境中,人物都是栩栩如生的,Maya 提供了强大的建模工具,使得建模与设置顺滑的模型动画同等便捷,动画师唯一需要关心的只是创意,他们可以把模型微妙的表情数字化,可以把多种由嵌入行为或高级控制加入到每一次的数字创作中。

具体来说,Maya 提供了如下一些三维人物建模工具:

- (1)可储存、可动画、可重新排序的多种变形工具;
- (2)一整套用以精确控制人物动画的反向运动学工具;
- (3)基于若干融合形态的面部表情动画控制;
- (4)一整套皮肤工具;
- (5)对人物任一属性的细微表情控制;
- (6)内置运输和捕捉支持;
- (7)集成声音同步;
- (8)模型上的缝合曲面,即使是在复杂的变形动画中也保持连续性。

2. 爆炸性的视觉效果

粒子系统已经成为当今动画软件的重要组成部分,它的丰富程度也就成为动画软件功能强弱的集中体现,Maya 有着非常强大的粒子系统,它拥有更加完备的参数设置,还有一个非常突出的特点,即可以根据建模的形状定义粒子的形态,从而大大增强了粒子系统的艺术表现能力。

例如,在现实生活中,我们经常观察到这样的场景:树枝在风中飘舞、玻璃瓶砸在水泥地上碎裂、……。

Maya 为实现种种这样炫目的自然效果而提供了一个庞大的工具库,使得作品的真实性仅次于实物本身,动画师可以简便地设置模型或粒子关系,来精确模拟真实世界中存在的一些作用力。

Maya 对集成渲染工具的扩充,使得动画师们可以把他们的三维数字作品转换成电影效果的画面,这些画面中可以包括任意复杂的材质网络,而这些材质网络还可以连接到任意物