

digital CHARACTER ANIMATION

New
Riders

CMP

数字人物 动画制作

(美) George Maestri 著
王启丁 周维真 高锦文 等译



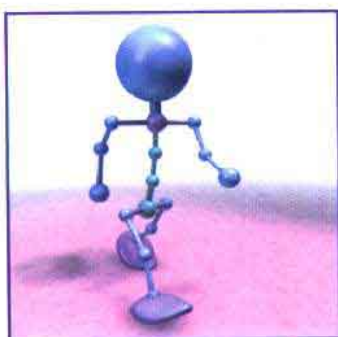
本书赠送
光盘一张



机械工业出版社
西蒙与舒斯特国际出版公司

digital CHARACTER ANIMATION

数字人物动画制作



(美) George Maestri 著

王启丁 周维真 高锦文 等译



机械工业出版社
西蒙与舒斯特国际出版公司

本书在传统动画制作技术的基础上,全面具体地介绍了计算机数字人物动画制作的基本技术。内容包括动画人物的设计、建模和制作;头、面部、手和身体的建模细节;把人物摆姿式的方式;制作走和跑的循环;配音和对口型;拟人动画;数字布景和影片制作等;并都有实例和具体操作步骤。书后所附的CD光盘上还有各种模型、纹理、走和跑的循环演示以及一些动画片,可供参考。这些原理、方法、例子和操作指南都适合于多种三维动画制作软件和计算机平台,便于读者边学边做,较快地学习和掌握。无论对初学者或较有经验的计算机动画制作者来说,本书都能提供较大的帮助。

George Maestri: Digital Character Animation.

Authorized translation from the English language edition published by New Riders Publishing.

Copyright 1996 by New Riders Publishing.

All rights reserved. For sale in Mainland China only.

本书中文简体字版由机械工业出版社和美国西蒙与舒斯特国际出版公司合作出版,未经出版者书面许可,本书的任何部分不得以任何方式复制或抄袭。

本书封面贴有Prentice Hall仿为标签,无标签者不得销售。

版权所有,翻印必究。

本书版权登记号: 图字: 01-97-0446

图书在版编目(CIP)数据

数字人物动画制作/(美)马斯特里(Maestri, G.)著;王启丁等译。—北京:机械工业出版社, 1997.10

书名原文: Digital Character Animation

ISBN 7-111-05864-X

I. 数… II. ①马…②王… III. 人物—动画—计算机图形学 IV. TP391.4

中国版本图书馆CIP数据核字(97)第16755号

出版人: 马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码100037)

责任编辑: 李成刚

中国电影出版社印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1997年9月第1版第1次印刷

787mm×1092mm 1/16·22.75印张 555千字

印数: 0001-5000册

定价: 145.00元

凡购本书,如有倒页、脱页、缺页,由本社发行部调换

目 录

前言

第1章 基本人物设计	8
像艺术家对待艺术那样对待设计	10
设计分类	11
真实设计 (Realistic Design)	11
艺术性设计 (Stylized Design)	12
懂得解剖学	13
设计人物	14
头和身体的比例	14
眼睛	15
脚	16
手	17
衣服和其他附件	17
练习1: 人物设计	18
第2章 建立动画人物身体的模型	20
在正确的几何学中决定	22
多边形	22
样条曲线	24
创作分区段的人物	26
枢轴和关节的转动	28
用层次结构把物体系在一起	28
练习1: 创建简单的区段人物	29
前向运动学	32
反向运动学	33
创作无缝的人物	34
在区段之间蒙皮	35
用变形球体制作无缝的人物	36
练习2: 用变形球体制作身体	39
制作基于变形球体的人物动画	41
用多边形创作无缝人物	42
练习3: 用多边形制作简单人物	44
练习4: 制作卡通鞋	50
用样条曲线来制作无缝人物	54
练习5: 用样条曲线制作简单的人物	55
样条曲线建模模块的先进缝合技术	62
创作骨架变形	67
使骨架活动起来	69
练习6: 把骨架装进身体	70
用骨头制作突起的肌肉	70

第3章 建立动画人物手的模型	80
检验手的结构	82
手和手指的灵活性	83
手指	83
拇指	84
建立手的模型的方法	85
用多边形建立手的模型	86
练习1: 用多边形制作卡通手套	86
用变形球作手的造型	90
练习2: 用变形球制作仿真实的手	90
用样条曲线建立手的模型	93
练习3: 用样条曲线制作仿真实的手	94
准备把手制作成动画	98
往手里装骨架	98
把手连接到躯干	100
第4章 建立动画人物的头的模型	102
了解头和面部的结构	104
面部的肌肉	104
建立头的模型的基本方法	106
可粘贴面孔	106
具有可变形的皮肤的面部	107
练习1: 建立一个简单的面部的模型	108
球形的头	113
练习2: 建立简单面部的模型	114
建立头的模型的其他方法	120
蒙皮	120
练习3: 建立一个简单蒙皮的头的模型	121
样条曲面块	126
扫描的头	126
建立面部和头部的其他元素的模型	127
鼻子	127
练习4: 建立真实的鼻子的模型	129
把鼻子熔合到面部	133
眼睛	135
内置的眼睛	135
外突的眼睛	136
练习5: 建立眼睛的模型	137
眉毛	141
舌头	141
练习6: 建立舌头的模型	142
牙齿	144

头发	145
把头连接到身体上	147
把颈部连接到身体上	147
把颈部连接到头部	148
把所有这些连接到一起	148
第5章 给数字人物摆姿势	150
把动画人物制作成动画的方法	152
把动画人物的姿势摆得自然	152
平衡	153
对称	154
练习1: 创建自然的姿势	154
制作轮廓分明的剪影	156
练习2: 剪影	157
创建行动线	159
让人物上演	159
与摄像机打交道	162
结论	162
第6章 人物动画基础	168
了解掌握时间的重要性	170
培养掌握时间的观念	171
运动曲线图	172
路径	175
通过时间来暗示重量	176
练习1: 通过运动建立有重量的图画	177
懂得运动的语言	178
弧	178
慢入和慢出	180
练习2: 使用慢入和慢出	181
力和拖曳	182
挤压和伸展	184
练习3: 挤压和拉伸一个球体	188
预备	189
练习4: 预备	191
过头	191
第二动作	192
追随和重叠	193
练习5: 使用过头、重叠和追随	194
循环中的动画	196
练习6: 用循环运篮球	197

运动保持	198
练习7: 把全部技术都用上	200
结论	202
第7章 行走和移动	204
了解走的机制	206
脚和腿	206
臀部、脊椎骨和肩	206
手臂	208
从侧面观察头和脊椎骨	208
走和跑的区别	208
制作走的动画	209
掌握走的时间	209
把脚保持在地上	210
循环或不循环	213
练习1: 用前向运动学制作走路循环的动画	214
练习2: 用反向运动学制作走循环的动画	222
练习3: 用反向运动学或层次分解制作走循环的动画	227
练习4: 制作“无脚”走的动画	233
制作四条腿走的动画	236
结论	237
第8章 拟人动画	238
动画人物的种类	240
静态造型或关节人物	240
挤压人物	240
表达动画人物	240
大奥秘: 掌握时间	241
制作关节或静态造型人物的动画	242
练习1: 把静态造型的机械手制作成动画	242
把挤压的人物制作成动画	243
使用简单的变形: 按比例调节、弯曲、扭曲和逐渐变细	244
练习2: 用简单变形的把方盒子制作成动画	247
用网格变形	250
沿样条曲线弯曲	251
用骨架	252
练习3: 把一片瑞士乳酪制作成动画	252
练习4: 赋予真空吸尘器活力	254
结论	257
第9章 面部动画	258
为动画建立面部模型	260
面部的造型动画	260
形态变化的其他称谓	260

练习1: 重新构造一个样条曲线面部的造型.....	261
用骨架操纵面部动画.....	264
练习2: 面部动画的骨架模型.....	266
面部的网格动画和软件包Metamation.....	270
建立姿态库.....	272
为建库选择合适的姿式.....	273
上下面部的组合.....	275
练习3: 建立面部表情库.....	276
制作面部动画.....	277
练习4: 实现面部动画.....	278
对口型的动画.....	279
在对话中有效地使用身体动作.....	280
对话录音.....	281
八种基本口型.....	282
练习5: 为对口型建立动画口型.....	283
对语言记录进行分解.....	284
练习6: 录音的分解.....	285
制作对话的动画.....	288
练习7: 语音和嘴部的匹配.....	288
将原理付诸于实践.....	290
第10章 高级指示与技巧	292
拿取和持握物体.....	294
可动画的锁扣和销钉.....	294
按组操纵的动画.....	295
把片断分段.....	296
两个物体之间的隐蔽和复现.....	297
逐帧制作物体的抓举动作.....	298
骑乘动作的动画.....	298
保持眼睛注视着物体.....	299
“注视”功能.....	300
尖状辅助物.....	301
反应和复式反应.....	303
蹒跚动作的动画制作.....	304
笑的动画制作.....	305
结论.....	306
第11章 建立数字布景和环境	308
艺术指导的重要性.....	310
家具和道具.....	311
墙壁和地板.....	314
建立和改变纹理.....	316

天空.....	318
地面.....	319
树和地表覆盖物.....	320
何时加入细节.....	323
对布景和人物的照明.....	323
设定灯光位置.....	323
基本的三光源设置.....	325
立体照明.....	326
二次光源效应的模拟实现.....	327
三维动画和真人真景表演的合成.....	328
作出记录.....	328
运动控制.....	329
动画制作和合成.....	330
物体的使用.....	331
阴影和反射.....	333
建立无缝合成.....	334
结论.....	337
第12章 制作影片.....	338
为什么要制作一部影片.....	340
建立人物和故事情节.....	340
练习1: 为一部短片建立一个前提.....	340
发展你的前提.....	341
练习2: 前提的具体化.....	342
建立故事板.....	343
练习3: 建立一个故事板.....	344
录制对话.....	345
场面画卷.....	346
练习4: 制作一个场面画卷.....	347
陈述单.....	348
动画制作.....	349
播放和输出.....	349
加入音响效果.....	351
最后的话.....	352



不管你是使用铅笔还是像素，动画的基础是一样的。把Homer Simpson变成生动活泼的3D动画，需要许多古典动画所具有的同样的人物（character）动画技术。本页图片经过20世纪福克斯电影公司允许发表的Homer Simpson照片，版权所有，不得翻印。其三维计算机动画属于太平洋数据图象公司（Pacific Data Images）。

前言

用计算机制作动画，与用文字处理程序进行写作非常相似，两者都是创造性的工作，并且都要用到相应的技术。在这两种情况下，是什么东西具有创造性呢？是使用计算机制作动画或使用文字处理程序进行写作的人，而不是计算机。技术只是帮助人进行创造发明的工具而已。

文字处理程序用若干种全色彩的字体，可以把文件外观打扮得十分漂亮。但是，它并不能帮助你成为一位更好的作家。写作是创造性的工作，它主要依赖于来自人们大脑右半球的灵感。文字处理程序不能阅读古典名著，不能研究诗歌，不能创作小说、手稿或者研究论文，这些都需要具有创造性的人来做。文字处理程序只能帮助你写作，使得从你头脑中迸发出来的文字很容易地表达出来，并分页打印到纸上，以便人们阅读。

用计算机制作动画也是同样的道理。你可能已经拥有世界上最好的动画软件，并且它可以快捷地将每帧（frame，又叫画面）着色（render）得非常漂亮。但是，这些帧的内容只能靠你的创造性来产生。人物动画是运动、时间设定和行动的综合学科，它像写作、表演、绘图或绘画一样是一门创造性的艺术。正如文字处理程序

是写作的工具一样，计算机也只是制作动画的工具而已。计算机可以帮助你头脑中的动画比较容易地创作成电影或录像带，使人们能够欣赏。

你能用CPU制作动画，并不能说明你是动画制作领域的先驱。数字动画（digital animation）可能相对地新一些，但是，自从人们发明电影以来就有了动画。动画作者在很久以前所发现和发明的动画制作技巧和知识，奠定了动画制作的坚实基础。动画制作的新秀们，也是站在这些前人奠定的基础上进行创作。计算机的确使得动画创作更容易和更快速，但是，同时也能更容易和更快速地产生废品和次品。为了制作高质量的动画，你需要有一个符合制作动画基本要求的公司。自从50年以前，即动画的黄金年代至今没有多少变化。不管采用什么手段（medium）制作动画，40年代制作古典卡通片的原理和技术，仍然是当代每一位动画制作者需要掌握的。

动画是一门艺术，计算机只是手段或工具而已。不管你是用铅笔、粘土或像素来制作动画，你仍然需要掌握动画的基础知识。你需要懂得解剖学、运动、重量和时间设定。这些都是制作动画的基本要素。一些动画制作者可能知道如何通过绘画来制作动画，而另外一些动画制作者可能知道如何用雕塑来制作动画，但是，他们都是站在同一基础之上的。

你渴望从本书学到些什么？

这本书的宗旨是给你两件东西。首先了解人物动画的基础。不管采用什么创作手段，这些技术是所有动画制作者绘画的基础。这本书也把这些老的技术作了一点升级，使得它们也适合计算机动画制作者。

另外，传统的动画书可能在开头几章都先讲绘画；本书则在开头几章讲解如何在计算机上设计和制作（build）人物，然后，着重讲解如何用你已经制作的人物来制作动画的基础知识和技能（我也在本书后面所附CD

光盘上提供了几个人物供你使用), 在后面的章节中则介绍了处理动画中更困难的领域, 包括如何使人物走路和谈话。

你应该预先知道些什么?

在开始读这本书之前, 你应该对计算机、计算机图形、三维动画制作软件有一个基本的了解。我不准备用一篇关于CPU、RAM和硬盘的学术讲演来打搅你。我也不会用对像素、剪影图和着色等的解释来烦搅你。如果你不知道这些术语, 我建议你从周围的社会去找寻源泉, 例如, 找本书读或去参加一个学习班。你也应该熟悉你决定使用的三维动画制作软件包, 你可以通过阅读软件包的使用手册并通过软件包的教程去了解它的功能。

你将需要些什么?

要数字化地制作人物动画, 你所需要的全部东西是计算机和三维动画制作软件包。这就是说有一些能够比别的软件包更快和更方便地制作人物动画的软件包。它们支持形体(shape)动画、骨架变形(skeletal deformations)、层次结构(hierarchies)、反向运动学(Inverse Kinematic)、变形球(metaball)和限制条件(constraint)。在这一组软件包中包括:

- Alias/Wavefont
- Softimage | 3D
- 3D Studio MAX
- LightWave
- Animation Master
- Prisms

还有一些软件包提供许多制作动画的功能, 但是, 并不提供全部制作全功能的人物动画所需要的能力。这

些软件包也能制作人物动画，但是，不如前面所列举的软件包那么容易：

- ElectricImage
- RayDream
- Truespace
- Extreme 3D
- Strata
- InfiniD

所有这些软件包的开发厂商都在努力地工作，以便能够以更为友好的用户界面提供更多的人物，并且，在不久的将来许多第二流的软件包也将能够制作优雅的人物。随着软件的进步，硬件每天都在提高运行速度和降低价格。

动画制作新手在购买硬件之前，首先要决定使用什么软件。PC、Mac和SGI平台各具优势，并且都能制作动画人物。当配置系统时，首要的规则是按软件制造商的最低要求加倍配置。例如，如果软件制造商建议用32 MB内存，你就尽量配置64 MB内存。软件制造商建议用100 MHz的处理器，你就尽量配置200 MHz的处理器。硬件进步很快，现在流行的机器，大约18个月就过时了。所以，如果有钱的话，购买你所能承受的最快的机器，这样可以预先防止不可避免的升级。完全可能在财务预算的许可范围之内生产出色的动画，使用的设备可能是动画制作者地下室的秘密武器。质量并不是处理器速度的函数。

数字动画的真正诱惑力是它具有交互性，或者说是有能力及时进行播放，并且能够及时地进行修改。计算机速度越快，交互性的水平就越高，创作过程就越顺利。

要加快速度，可以考虑采用三维图形加速卡。三维图形加速卡能帮助及时播放（play back）有阴影效果的动画测试，而不用首先着色。当你建立模型时，能够查看和控制有全阴影（fully shaded）效果的动画，这将会提高生产率。并不是所有的三维图形加速卡都具有相同的功能，在购买三维图形加速卡之前，应该先与软件制造商联系，索取一份该软件所支持的三维图形卡的清单。

另外一件重要的事是输出。PC、Mac和SGI平台都能直接从计算机上播放拇指大小的动画。作为自己测试，这种类型的动画完全可以接受的。如果要制作全速（full motion）视频动画，则须要添加第三方的卡和快的硬盘或者硬盘阵列。把动画以全动作的格式录制到录像带是很重要的一步，因为只有这样才能向别人演示你的创作。对于把制作动画真正作为职业的人们，最好要有全速显示卡。

本书与软件的关系

按照特定的软件包来写书会容易得多。但是，按照牌子X的软件写的书，对于拥有牌子Y的软件的人就毫无用处。并且，一旦牌子X在新的功能方面或新的用户接口方面落后了，这本书也就随之而落后了。除此之外，已经有了关于你所使用的软件的书，那就是软件的用户手册。

本书自己定了一个有挑战性的高标准——作为所有拥有计算机和三维动画制作软件包的人的指南。可以把本书所讲述的原理应用到广泛的平台上。本书从各个用户角度来讲述有关技术，包括从具有先进的工作站的专业工作者到使用勉强能对付着用的计算机的学生的不同角度。其结果是本书对各种人员都有帮助。

如上所述，至少有几个软件包在上述三种（PC、Mac和SGI）独立的平台上都能制作动画人物。除此之外，

所有的第二流的软件包，也可以用来制作人物动画。问题不在于软件，而在于如何发挥软件的功能。你需要了解软件的内部功能和外部界面，请阅读软件的用户手册，并按软件包的教程操作一遍。不能把不了解所使用的工具作为借口。正如画家需要掌握画笔和画布一样，动画制作者必须了解所使用的软件和软件的功能。

研究了几种软件包之后就会发现，它们常常是共性多于个性，相同之处多于不同之处。本书着重于其共性方面，而不花费太多的时间去练习那些只有个别软件包才具有的性能。软件包之间有差异，差异之处也可能是技术，但是，可能不需要把这些技术应用到你的具体情况中。在可能情况下，本书将指出这些软件之间的差异。但是，如果你了解所使用软件的特性和能力，差异也就显而易见了。例如，如果你使用的建模模块（modeler）不能处理样条曲线（spine），则你可能对关于样条曲线建立模型的章节会很感兴趣，但是，不能直接应用样条曲线建立模型技术。软件发展很快。目前没有的功能，可能会在软件的下一版或再下一版中找到。

本书也省略了对一些专用术语的解释。在两个软件包中完全一样的功能，可能会具有完全不同的名字。本书采用最通用的术语，对遇到的差异之处也作些解释。如果你了解所使用的软件及其功能，就应该能够自己把这些术语和软件联系起来。

关于CD光盘

书后所附的CD光盘中包括了在有限的时间内我所能建立的许多模型、肌理（texture）和动画。模型采用的是以DXF和3DS格式，因为这种格式几乎可以输入到所有三维动画制作软件包中。绝大多数的主要练习都有一个动画，你可以观看以作参考。我都是用QuickTime和AVI的格式来保存这些动画的，以便使它们具有最大的兼容性。

最后，Viewpoint Datalabs公司慷慨地允许我们把它的一些模型也放到CD光盘上。其中许多模型都可以用于制作动画人物，另一些模型是身体的四肢或部件，你可以把它们连接到任何身体上去。

关于本书翻译

王启丁、周维真、高锦文、王京、王文彬、曾峥同志参加了本书的翻译工作。

