

多媒体计算机技术丛书

张福炎主编

计算机动画技术

宋顺林 等 编著



多媒体计算机技术丛书

张福炎 主编

计算机动画技术

宋顺林等 编著

南京大学出版社

1995·南京

(苏)新登字 011 号

计算机动画技术

宋顺林等 编著

*

南京大学出版社出版

(南京大学校内 邮政编码 210093)

江苏地质测绘院印刷厂印刷

江苏省新华书店发行

*

开本 787×1092 1/16 印张 11.25 字数 280 千
1995 年 11 月第 1 版 1995 年 11 月第 1 次印刷

印数 1—6000

ISBN 7-305-02792-8/TP · 126

定价: 15.00 元

《多媒体计算机技术丛书》编委会

主 编	张福炎			
编 委	蔡士杰	余崇智	唐 棠	程学云
	宋顺林	潘金贵	李存珠	黄宜华
	袁春风	张志力	武港山	

《多媒体计算机技术丛书》序

多媒体技术近年来发展异常迅速,它已成为计算机研究、开发及应用领域的一个热点。多媒体技术是计算机、影像处理、语音技术、通讯技术等高度结合的一个产物,它是推动当今计算机技术发展的巨大动力之一。多媒体技术的广泛应用,必将为计算机产业的大发展提供机会。美国苹果电脑公司总裁 John Scully 预言:“多媒体计算机机会像 PC 机在 80 年代独领风骚那样,改变 90 年代世界的面貌。”

多媒体把文字、图形、图像、动画、音频和视频集成到计算机中,使人们能更加自然、更加“人类化”地使用信息。人机交互的这种变化极大地拓展了我们的信息空间,满足了人们把多媒体信息做统一处理的需要。

在普通的 386 以上的 PC 机上,装上声音卡、视频卡,配上 CD-ROM 驱动器等所谓的多媒体升级套件,就变成了一台多媒体 PC 机,简称 MPC。如有可能,再挂上 B-ISDN 网(宽带综合业务数字通信网),在多媒体 Windows 的支持下,和音响设备、电视设备连在一起,我们便可欣赏、编辑、创作立体声音乐、电视图像等,使你进入一个多媒体世界。

我国从事计算机研究、开发及应用的广大人员对多媒体技术极为关注,对它的发展与应用表现出很大的热情,但由于这一技术较新,又是多学科的交叉,目前有关这方面的技术资料、教材、参考书等还不多见。为帮助国内读者学习和掌握多媒体技术,推动和促进多媒体技术的开发与应用,南京大学多媒体计算机研究所张福炎教授组织编写了这套《多媒体计算机技术丛书》,并由南京大学出版社出版,该丛书包括:

- 1.《多媒体计算机技术概念》;
- 2.《CD 光盘的原理与应用》;
- 3.《数字声音处理及其在多媒体计算机中的应用》;
- 4.《连续色调静止图像的压缩与编码——JPEG》;
- 5.《运动图像及其伴音的压缩与编码——MPEG》;
- 6.《多媒体计算机软件开发环境与工具》;
- 7.《多媒体计算机软件写作工具及应用》;
- 8.《多媒体计算机人机接口》;
- 9.《计算机动画技术》。

根据这一领域技术发展的需要,我们还将不断地充实、完善本丛书的内容,力求及时反映国内外的最新发展动态和研究成果,以飨读者。

多媒体技术研究是一项跨世纪的重大工程,只要我们深入持久地开展研究,联系实际应用,加强国际合作与交流,就一定能取得可喜的成果,必将为我国的经济建设作出更大的贡献。

《多媒体计算机技术丛书》编委会

1994 年 10 月

前 言

现在,可以说动画进入了全盛时期。各家电视台无不在每周播放多部动画作品,特别在暑假、寒假、黄金节目时间,固定播放动画影片。这种状况,既可说是一种社会现象,也使人感觉到观看动画片已成为儿童们生活的一个重要组成部分。在教育领域,将动画作为一种先进的教学工具,使原来由文章叙述、静止画说明,仍令人难于理解的物体的意义、性质、现象、变化情况等等直观地展示给观众,抽出对象物的动作,在空间上、时间上产生形象变化,以利人们的理解。在电视节目的广告宣传、电子大屏幕的动画广告中,应用动画技术,使得商品给人们留下深刻的印象,起到商品宣传的最佳效果。

动画已成为人们乐于接受的一种娱乐、宣传、教育形式。动画制作者肩负着快速制作高质量动画的责任。为了提高动画制作质量,加快动画制作速度,计算机动画技术应运而生,采用计算机辅助动画制作,并且陆续推出了一个个专用计算机动画设计系统。本书意在介绍关于计算机动画的算法和软件,全书分八章,大致内容如下:

第一章介绍动画的发展历史。远从石器时代开始,人类社会为了表现活生生的动物类的动作就展开了向“动画技术”的挑战,特别是化学片动画,伴随着电影、电视技术的发展,经历了半个多世纪的历史,动画片已成为人们喜闻乐见的艺术形式。而现在,计算机动画作为最新技术崭露头角,尽管在动画历史的长河中它不过是刚刚诞生,但其生命力却是毋庸置疑的。

第二章为传统动画技术。介绍了半个多世纪以来发展起来的种种动画技术。

第三章介绍了计算机动画的一些基本概念,分类和应用。

第四章为计算机关键帧法,是采用计算机来处理传统动画中工作量最大的中间帧内插作业。

第五章为计算机着色绘画处理,是介绍在动画制作过程中采用计算机处理动画角色的色彩问题和背景画面的绘制技术。

第六章介绍三维计算机动画,它包括三维造型技术、运动控制技术和逼真图形的生成技术。

第七章为生命动画。着重介绍人体动作的动画制作技术。人体动画制作难度很大,我们在这方面做了一些工作,还有待于进一步深入地研究。

第八章着重介绍了 3D Studio 动画软件,它是目前我国最为流行的一种计算机动画系统,因此对应用该系统的动画制作过程、制作技术、实际操作等都较详细地进行了介绍。对于目前国际上较有影响的其他一些动画系统也略作介绍。

正如本书名所概括,本书是介绍计算机动画的一本参考书,历来,有人把计算机动画和计算机图形概念混同使用,我们认为计算机动画主要是指图形学中的动作,而计算机图形是一个十分广泛的领域,它还包含着静态图形图画。本书仅对计算机动画中的方式和试

验算法作详细介绍,在介绍中所涉及到的计算机图形学知识稍作交代。在计算机图形学中处理的理论,在市场上已有很多专著、译著介绍,有兴趣的同志务必一读。即使在计算机动画中还有很多理论和算法在本书中未能提及,特别是计算机动画技术发展速度很快,也许不要几年,本书的内容将成为古典之谈。

本书由宋顺林同志主编,詹永照同志编写了第六章,薛安荣、毕建良、丁熠玫等同志参加了部分章节的编写工作。由于我们对有关知识和经验还很不足,业务水平有限,书中的错误和缺点一定很多,恳切地希望读者批评指正。

在编写过程中,各方面的同志给予了大力支持和帮助,张福炎教授细心地审阅了全稿,并指导我们完成定稿工作,他无论从书的内容到形式都提出了极为宝贵的意见,在此谨向这些同志致以衷心的感谢。

作者

(1994.12 于江苏理工大学)

目 录

第一章 动画的发展历史	(1)
§ 1.1 动画的起源和变迁	(1)
§ 1.2 原始动画片时代	(1)
§ 1.3 传统动画时代	(4)
§ 1.4 计算机动画时代	(5)
第二章 传统动画技术	(7)
§ 2.1 动画的基本概念	(7)
§ 2.2 化学片动画技术	(8)
§ 2.3 局限动画片技术.....	(11)
§ 2.4 合成动画技术.....	(13)
§ 2.5 电视动画技术.....	(15)
§ 2.6 其他动画技术.....	(17)
第三章 计算机动画概述	(19)
§ 3.1 计算机动画的基本概念.....	(19)
§ 3.2 计算机动画系统的分类.....	(23)
§ 3.3 计算机动画的应用.....	(28)
第四章 计算机关键帧法	(30)
§ 4.1 概述.....	(30)
§ 4.2 线性关键帧法.....	(31)
§ 4.3 样条函数.....	(38)
§ 4.4 附加条件的关键帧法.....	(40)
§ 4.5 关键帧制作.....	(43)
§ 4.6 计算机关键帧法实验程序系统介绍.....	(44)
第五章 计算机着色绘画处理	(47)
§ 5.1 数字图像.....	(47)
§ 5.2 填充算法.....	(54)
§ 5.3 色度学基础.....	(63)
§ 5.4 彩色系统的应用.....	(69)
第六章 三维计算机动画	(78)
§ 6.1 三维计算机动画中的造型技术.....	(78)
§ 6.2 三维动画中的运动控制.....	(86)
§ 6.3 逼真图形的生成.....	(93)

第七章 生命动画	(104)
§ 7.1 动作的计算机处理	(104)
§ 7.2 生命动画制作	(116)
§ 7.3 生命动画的新进展	(124)
第八章 动画软件介绍	(129)
§ 8.1 概述	(129)
§ 8.2 3D Studio 软件介绍	(130)
§ 8.3 其他动画软件	(145)
附录 文教关键帧法实验程序系统清单	(150)
参考文献	(169)

第一章 动画的发展历史

所谓动画,狭义地说是将在静止状态下拍摄的拷贝,使它连续演播起来的电影和电视技术。但是,广义地说并不限于电影、电视,从利用计算机显示器、袖珍液晶游戏机、大屏幕电子显示屏等各种显示装置表示物体的运动到采用激光表现的光学艺术,所有表现“动”的影像技术都称为动画。

许多先驱者为了使静止的图象活动起来进行了不懈的努力,取得了举世瞩目的成果,推动了动画技术的迅速发展,并将动画技术广泛应用于科学仿真和娱乐艺术等领域。首先让我们追溯他们的业绩,探索今天动画热的起源。

§ 1.1 动画的起源和变迁

回顾动画的起源,可以追溯到3万年以前的石器时代。1879年发现的北西班牙 Altamira 洞穴具有世界闻名的洞穴壁画。该洞窟全长 270m,经考古证明是旧石器时代人类居住的地方。他们以洞穴天棚作画廊,在上面描绘了色彩丰富的野牛、鹿、山羊、猪、狼等猎物的生态图案。其中有如图 1.1 所示的奔跑着的野猪。

野猪本来是 4 条腿,可图中却画了 8 条腿,这酷似现代动画片中 2 枚图像的重叠处理。由此可见旧石器时代的画家已初步认识到动画原理和“视觉暂留”现象。可以认为这幅画揭开了动画历史的第一页。

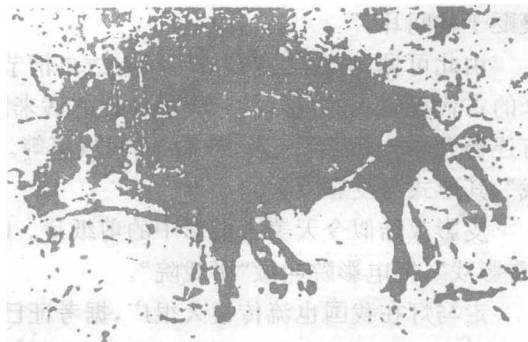


图 1.1 8 只脚野猪壁画

幻灯机的出现才使得人类视觉中产生了真正的连续动作效果。随着照相技术的进步,电影艺术的产生,一部部动画片搬上银幕,进入电视,使得动画技术进入了全盛时期。

计算机的问世和计算机技术的飞速发展,给予动画领域极大的影响,引起了动画技术的一场大变革。

化学胶片和计算机的问世及应用,是动画发展历史上的两个重要里程碑,它们将动画的历史划分成三个时代,即原始动画时代、传统动画时代和计算机动画时代。下面将从三个时代出发分节介绍动画的发展历史。

§ 1.2 原始动画片时代

人类知识的进步和人们对反映连续动作技术的追求,推动着动画历史的发展。

公元前 2000 年左右的古埃及就出现了反映摔跤连续动作的壁画。古希腊制造的壶也是用人体跑步的连续动作作画来装饰的,如图 1.2 所示。

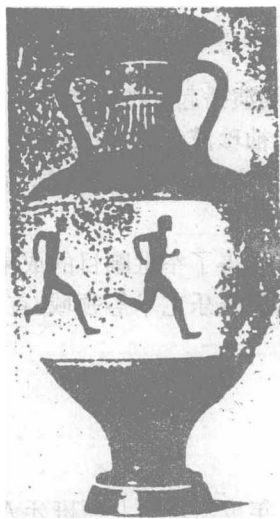


图 1.2 古希腊壶画

我国早在古代就发明了类似于现代电影的皮影戏和走马灯。

皮影戏又称“影戏”、“灯影戏”、“羊皮戏”,相传起源于公元前 100 年左右的汉武帝时代。据宋人高承《事物纪原》卷九《博奕嬉戏部》第四十八《影戏》条说:“故老相承言:影戏之源,出于汉武帝。李夫人之亡,齐人少翁言,能致其魂,上念夫人无已,乃使致之。少翁夜为方帷,张灯烛,帝坐他帐,自帷中望见之,仿佛夫人像也。盖不得就视之。由是世界有影戏。历代无所见。宋朝仁宗时,市人有能谈三国事者,或采其说,加缘饰作影人,始为魏、蜀、吴三分战争之象。”

皮影戏中的人物用羊皮纸裁剪而成,纸上绘各种颜色,人物的关节可以活动,用白线系着。观众在幕前观看。演出时,人在幕后牵线,使纸人作各种动作。同时还有人在幕后奏乐、歌唱,纸人按音乐的节奏而手舞足蹈。

大约在 11 世纪以后,皮影戏逐渐在我国盛行。据元朝吴自牧著《梦梁录》卷二十《百戏技艺》条中记载:“更有弄影戏者,元汴京初以素纸雕簇,自后人巧工精,以羊皮雕形,用以彩色妆饰,不致损坏。杭州有贾四郎、王升、王闰卿等,熟于摆布,立讲无错……公忠者雕以正貌,奸邪者刻以丑形,盖亦寓褒贬于其间耳。”

由此可见,当时的皮影戏不仅有故事情节,还有正面人物和反面人物,据查考,流传下来的古代皮影戏的“影词”——用现代的话来说就是“剧本”,不下百余种。其中有单折,也有连台大本。内容有故事、神话、民间故事等。另外,据记载,在湖南长沙一带还盛行“影子戏”,其形式与皮影戏大同小异。

皮影戏酷似今天美术电影中的剪纸片。时至今日,在浙、闽有的方言中仍称看电影为“看影戏”,把电影院叫做“影戏院”。

走马灯在我国也流传很久很广,据考证已有 1000 年历史了。在南宋著名诗人范成大(1126—1193)《灯市行》一诗中,提到元宵节灯市上,以走马灯最吸引人:吴台今古繁华地,偏爱元宵影灯戏;春前腊后天好晴,已向街头作灯市。其中的“吴台”即今苏州,“影灯”即走马灯。范成大的另一首《上元纪吴中节物诗》中有一句“转影骑纵横”,自注曰“马骑灯”。马骑灯即走马灯中的一种。

明朝吴承恩著的《西游记》第九十一回《金平府元夜观灯,玄英洞唐僧供状》中,也曾提到走马灯:“鳌山灯,神仙聚会;走马灯,武将交锋。”

走马灯是用彩纸糊成方形或圆形灯壳,再用纸片剪成人、马附系在灯壳上的纸轮,放在壳中。当灯中点燃蜡烛后,热气上升,纸轮转动,纸人与纸马就随之转动,影子落在灯壳上,从外面看上去只见人马飞旋,往来不绝。

走马灯除了表现“人马飞旋”之外,还被用来表演各种戏文故事。据明朝《鼓掌绝尘》一书第三回写南京上元灯节,一家大门上挂着走马灯:“那灯果然制得奇巧,四边俱是通草做

成人物,扮演戏文故事。只见那:《董卓仪亭窥吕布》、《昆仑月下窃红绡》……《景阳岗武都头单拳打虎》、《灵隐寺秦丞相拚命奔逃》,更有那小儿童戴鬼脸,跳一个《月明和尚度柳翠》,敲锣敲鼓闹元宵。”

从皮影戏和走马灯的创制、改进、流行,也可以看出我国劳动人民的聪明才智,在欧洲,从中世纪起才开始有皮影戏。

1644年,德国的基歇尔制作了幻灯,当然,那时的幻灯是很粗糙的,光源使用蜡烛或采用日光反射,水平移动画有故事情节的一组玻璃片,将玻璃上的画投影到黑暗房间的墙壁上。当时将此作为光和影的伟大艺术被人们所欣赏。它正是今天电影发明之源头。

此后,基歇尔的弟子们,为了缩短玻璃图像移动时间,对幻灯作了各种改良试验,将移动方式改成旋转方式。1736年缪森布鲁克(德国人)为旋转式幻灯绘制了水车动作的连续玻璃画,利用人们的视觉暂留现象,在屏幕上再现了水车动作。人类自古以来要让图画动起来梦想终于实现了。

1832年,布鲁塞尔(比利时首都)的物理学者普拉多和维也纳的地理学者斯丹普费尔

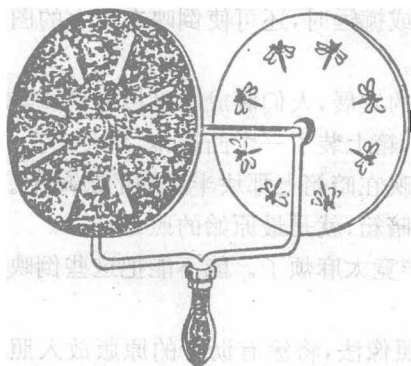


图 1.3 旋盘



图 1.4 活动视盘

教授几乎同时制成了一种“旋盘”(图 1.3)。这种旋盘是由两个硬纸片装在同一根轴上做成的。在前面的圆硬纸片上等距离地挖了 8 条隙缝,而在后面的圆硬纸片上画了一只蜻蜓飞翔的八个不同阶段的动作。当以不同方向转动两个圆硬纸片时,从隙缝中便可以看到蜻蜓仿佛在迎风展翅地飞翔。

1834年,英国的 W·G·霍拉对旋盘进行了改进,制成了“活动视盘”(图 1.4)。这种视盘由硬纸板做成圆筒,在圆筒上等距离地挖出许多条隙缝,并安装在垂直柱上,将画有连续动作图像的带状纸贴在圆筒内侧,圆筒一转起来,人们透过缝隙,便看到活动的影像。霍拉将其称为“活动画玩具”,并使之商品化。

法国的埃米尔·雷依诺对活动画玩具作了改进,不再在圆筒形硬纸板上刻缝,而在圆筒形中心设置一棱柱,并贴以平面镜。当圆筒旋转时,圆筒侧面的连续动作画被镜面反射,使人看到了平滑的连续动作。

雷依诺对动画的发展具有杰出的贡献,他 1877 年取得了该项成果的专利,1879 年进一步加以改进,制成了活动幻灯机。这种幻灯机可以将活动的图画投影到很大的银幕上,

供很多人观看。从某种意义上讲,活动幻灯是一种原始的动画电影。

动画的这段发展历史,我们称之为原始动画时代。

§ 1.3 传统动画时代

活动幻灯的结构,已接近于电影。不过,幻灯片上的图画是人工画出来的,动作极其简单。能不能使画面的影像更逼真些,内容更复杂些呢?人们便开始用照片来代替图画了。

传统动画的诞生与摄影技术的发展息息相关,而摄影技术的发展又是与工业的发达,特别是机械工业、玻璃工业、化学工业的发达一脉相承的。

要进行照像,首先要有照像机。

早在16世纪,著名的画家达·芬奇便发现:在一个房间的窗板上戳一个小孔,然后关闭所有的门窗,使房间里变得一片漆黑,这时便可看到窗外的景色透过小孔,清晰地倒映在室内的墙壁上。这就是物理学上的“小孔成像”。

到了17世纪初,另一位画家仿照达·芬奇的方法,专门造了一间暗室,把要复描的图画放在室外,使它透过小孔,倒映在墙壁上。画家把白纸挂在墙壁上,照着倒映着的线条复描,很快就描好一张图画。当把窗外的图画移近或挪远时,还可使倒映在墙上的图画放大或缩小,解决了当时复描图画技术上的一大难题。

到了17世纪末至18世纪初,随着玻璃工业的发展,人们制成了平板玻璃、玻璃透镜。有人就利用暗室小孔成像的原理,制成一个暗箱,箱上装了一个凸透镜,代替小孔。凸透镜把投射进来的光线聚焦,使景物的影像清晰地倒映在暗箱上那块半透明的玻璃上。人们用画笔在那玻璃上,描画了各种大自然的景色。这暗箱,就是最原始的照像机。

不过,用画笔来描下倒映在玻璃上的景色,毕竟太麻烦了。能不能把这些倒映的影像自动记录下来呢?

法国J. 涅普斯于1822年发明了日光胶版照像法,将涂有沥青的原版放入照像暗箱内,利用沥青遇日光硬化,将窗外的景色进行日光曝光摄影,再用薰衣草油洗原版,能模糊地识别外景的照像。这是世界上最早的照像。1839年,法国画家L. J. M. 达盖尔发明了银版照像法,其作法是先将磨光的银板或镀银的铜板置于碘蒸气中使其表面产生一种氧化银的感光层,用此拍摄曝光,然后在水银蒸气中显影,再用食盐液或海波液定影,制成细微影调的清晰正像。与日光胶版法相比,曝光时间大大缩短,像质高而且保存耐久,有相当数量的银版照片保存至今。因此,银版照像法称为世界上第一个成功的照像法。

1869年,发明了化学材料赛璐珞,1879年开始商品化。1888年,雷依诺使用赛璐珞制成了透明的带状胶片,绘制了一幅幅 $4\times 5\text{cm}$ 的连续动作图画,并着了颜色,画与画之间穿有一个小洞(相当于现代胶卷上的两排穿孔)。胶片很长,横向走片,采用特制的幻灯机进行投影,当时可谓高新技术。该设备命名为“光的剧场”,1889年举行了世界性的首次放映式。

那时,照像技术取得了很大的进步,感光材料由湿片发展到基片上被涂以高感光度胶乳剂的干片。1891年爱迪生(美国人)发明了窥式活动照相机,1895年法国的Lumiere兄弟发明了电影摄影机,能进行活动动作摄影,由此迎来了传统动画制作的黎明。

1904年,和雷依诺同名的埃米尔·科尔(真名库鲁特,法国人)制作了漫画电影。该影

片摄影技术采用了可以说是动画基础的单片格摄影方法。他在白纸上用黑笔描绘出简单的人物画,并拍摄,保持负片原样洗印。这是世界上最早的漫画片,埃米尔·科尔被公认为动画的创始人。

此后,在俄罗斯使用玩具制作了玩具动画,德国采用剪纸拍摄了美术动画。1909年美国的 Winsor Molay 宣告了以“Gertie, the Trained Dinosaur”为名的漫画片的拍摄完成。该片是以放映为目的的最初动画片,映出取得了极大的成功,由此漫画片的映出性得到世界的公认,同时对今后动画片的发展起到积极的推动作用。

但是,当时漫画片制作中,在每张画面上,背景和角色必须全部画上,这使得制作时间很长,同时,因不同画面上的背景不能达到完全一致,上映时容易出现背景移动的现象。解决这些问题,是 Earl Hard(美国人)的功绩。

他于1913年最初使用了透明的赛璐珞片,将角色动画和背景从原画中分离出来,分别绘制在赛璐珞片上,在摄影时将动画和背景重叠组合再进行拍摄,成功地完成了传统动画制作技术。由此创建了动画的分业技术,使得动画的分工和专门化成为可能。从此,动画技术由原来的家庭手工业作坊进入了近代企业化阵营。

电视的普及对传统动画的隆盛起到了巨大的促进作用。50年代以来,电视日益普及,将电影动画片转换为视频信息磁带就可以在电视上播放了。在电视节目中,动画片特别受孩子的欢迎。当今世界,电视的绝大部分黄金时间被动画片所占有,动画片构成了孩子生活中的一个重要组成部分。好的动画片,优美、风趣、奇妙,不但小孩爱看,大人也喜欢。像《哪吒闹海》的奇异景观,《大闹天宫》的瑰丽场面,无不在老老少少观众的心中留下难忘的印象。但是制作动画片太花费时间了,计算机的介入,使得动画片制作的速度大大加快,成本大大地降低。此外,计算机的使用,在动画片制作的质量上也将引起一场革命,解决了传统动画中无法实现的技术问题。

§ 1.4 计算机动画时代

1945年世界上第一台电子计算机“ENIAC”问世以来,计算机取得了飞速发展,随着超大规模集成电路技术的进步,在70年代初出现了微型计算机。微型计算机诞生后,立即成为时代的宠儿,正在改变着人们日常生活的模式。这场计算机科学技术的革命给动画领域带来了巨大的影响。使得从1913年开始,经历了70年的传统动画发生了深刻的变革,从而进入了计算机动画时代。

所谓计算机动画,是利用交互式计算机图形系统,用被称为软拷贝的显示器来替代传统的拷贝,用计算机来制作动画。

这种动画制作尝试,是由美国的 Bell 研究所开始于1960年初。其目的是为了迅速正确地计算人造卫星角度变化运动并在 CRT 上显示宇宙开发模拟。与此同时美国许多艺术家和电子工程技术人员萌发了利用计算机高速精确的功能制作动画的兴趣。1965年 Bell 研究所在 E. E. Zajac 博士和 K. C. Knowlton 博士的领导下,为计算机动画片制作进行了很多实验。计算机动画研究迅速在整个美国盛行,根据 USA 计算机动画委员会的报告,至1968年已制作了250部左右的计算机动画影片。那时的动画以黑白线画图像为主,并利用 COM(Computer Output to Microfile)技术将计算机图像复制到电影胶卷上。图

1.5 是由 COM 复制到 16mm 胶卷上的“Flexipede”作品。



图 1.5 COM 作品

到 70 年代,伴随着计算机速度的加快,显示器性能——分辨率的提高,高质量的计算机动画作品不断涌现。例如,1974 年由 Peter Poldes 制作的“饥饿”被认为是计算机动画中的古典名作。该作品采用线性关键帧法进行线性内插处理绘制所有中间帧图像。图 1.6 示出了采用关键帧法的线画图变化情况。

70 年代后期,美国国家航空和宇宙航行局(NASA——National Aeronautics and Space Administration)的 James Blinne 等人用计算机动画来模拟探测卫星接近木星及土星时的飞行情况。该作品是 NASA 运用最新计算机图形技术及设备制作的著名作品。它表明计算机动画已经历了成长期进入了实用阶段。应用商品化的高速度计算机和高分辨率显示器能制作连电影院也能上映的令人满意的作品。在 1979 年用高级胶片制作的作品“星球大战”中,由计算机动画制作战斗场面的特技镜头,展现了历来战斗场面中不可能出现的扣人心弦的画面。现在,在电视广告中也经常插入计算机动画制作的镜头。

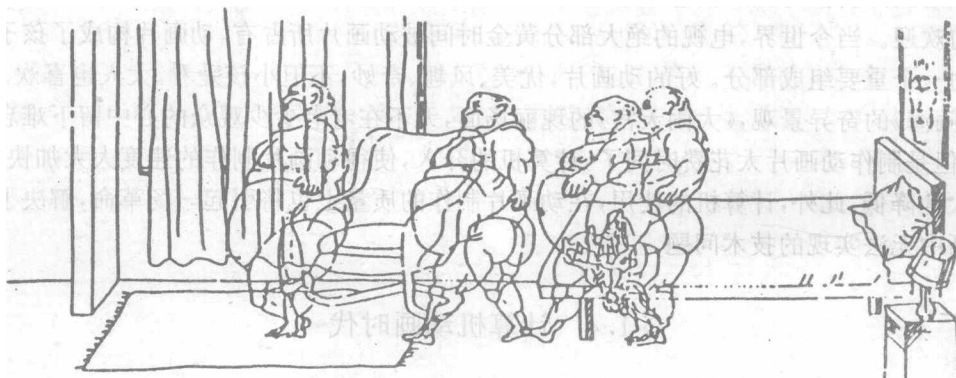


图 1.6 古典名作“饥饿”

计算机动画之所以能实用化,是因为超大规模集成电路的出现以及图像处理技术在软、硬件两个方面急剧进步。在 70 年代要使用大型计算机,花费数个月时间,消耗大量的财力,才能制作一部作品。并且,动画制作只限于一些专家、艺术家、程序员来完成。但随着内存价格每年按 40% 的比例下跌,集成度按每年 2 倍的速率增加,70 年代大型机的功能至今小型机乃至微机都能达到。配备有显示器和简单外部图像文件存贮设备的个人计算机的普及,使计算机动画进入了大众化时代。

第二章 传统动画技术

动画技术多种多样,通常按动作的表现形式来分类,大致可以分成接近自然动作的“完善动画”和采用简化、夸张手法的“局限动画”;按制作技术来分类,可分成二维物体的“图像动画”和三维的“立体动画”;若按被写体分类,可分成化学片动画、木偶动画、商品广告动画、剧照动画、剪纸动画、影戏动画等;作为其他特殊的动画技术还有手绘动画、针台动画、利用空间图像的合成动画、计算机动画、电视动画等等。

在本章准备介绍除计算机动画技术之外的基本动画技术。在介绍具体动画技术之前,首先介绍一些动画的基本概念。

§ 2.1 动画的基本概念

1. 运动与变化

世界上最著名的动画师之一,John Halas 于 1968 年称“运动是动画之母”,类似的说法有“动画是运动的艺术”。从字面上理解动画乃运动的画面,这些说法突出了动画的核心问题,即运动。但这些说法并不严密,为了正确理解动画的含义,需要进一步搞清楚的问题是“运动”是怎么回事?运动是物体随着时间的变化而产生在空间位置上的连续的相对变化。这里我们强调两个方面,其一是运动与变化是密切相关的,没有变化就没有运动,运动是结果,变化是导致运动的原因,所以变化乃动画的本质;其二是变化与时间的关系,我们强调了“连续变化”,也就是说随着时间的不断推移,变化也在不断地产生,这才有了运动的效果,变得快,运动就快,变得慢,运动就慢。事实上,世界上没有不变的事物,我们之所以感受到某些事物在“运动”(如人的行走,动物的奔跑等),是因为它们随时间的变化已达我们人的感官(视觉)所能感觉到的程度,有些事物我们之所以感觉不到它们在“运动”(如树的生长)是因为它们随着时间的变化太微小以至于达不到我们人的感官所能感受到的程度。电视节目中的“快镜头”和“慢镜头”就是通过控制变化时间而达到的。所以动画的本质是运动,而运动的本质是变化。从技术角度看,我们应该更强调变化,因运动是一个结果,而变化才是根本。

前面我们讨论了关于变化与运动的关系,我们说事物随着时间的变化产生了相对于某一空间的位置(实际上是相对于某个空间环境)变化就导致了运动的产生,这里我们忽视了关于变化的另外一个方面,即环境的变化问题,实际上环境也是随时变化的,如色彩变化、光的强度变化等等,在电影或电视中我们经常可以看到人从黑暗中走出的镜头,这是非常典型的环境变化(光的强度的变化)。因此,更准确地说,变化包含两个方面,一是事物相对于某一环境的位置变化,二是环境本身的变化。

2. 什么叫动画

如果将一系列变化微小的画面按照一定的时间间隔产生在屏幕上,就可以得到物体在运动的效果,尽管它不是连续的,但效果是连续运动。其原因是由于“视觉暂留”现象造

成的。那么视觉暂留的时间间隔到底是多大呢?太大了,连续性就差,效果不好;太小了没有必要,效果改进不大,技术上却会带来不少麻烦。动画在实际播映中有几种不同的播放制式(速度),在电影中是以 24 帧/秒的速度播映,在电视中,以 25 帧/秒(PAL 制式)或 30 帧/秒(NSTC)制式的速度播放。

前面我们讨论了有关运动与变化的关系以及几种不同的播放制式。现在到了更精确地定义动画的时候了,对于动画,更精确的定义是:

(1)动画是一种通过一系列连续画面来显示运动的技术,通过一定的播放速度来达到连续运动的效果。

(2)动画是一系列具有各种物体的图像帧的动态处理过程,其中每一帧图像只是前一帧图像的微小变化。

仔细比较一下这两个定义,可以看出其中的差异,前者注重于结果(显示运动),而后者注重于过程(动态处理过程),从技术角度看,过程比结果更重要,实际上过程与结果是相辅相成的,过程变了,结果也会变。

§ 2.2 化学片动画技术

化学片动画是动画制作中的标准方式,其制作过程简单表示如图 2.1 所示,并分别介绍如下:

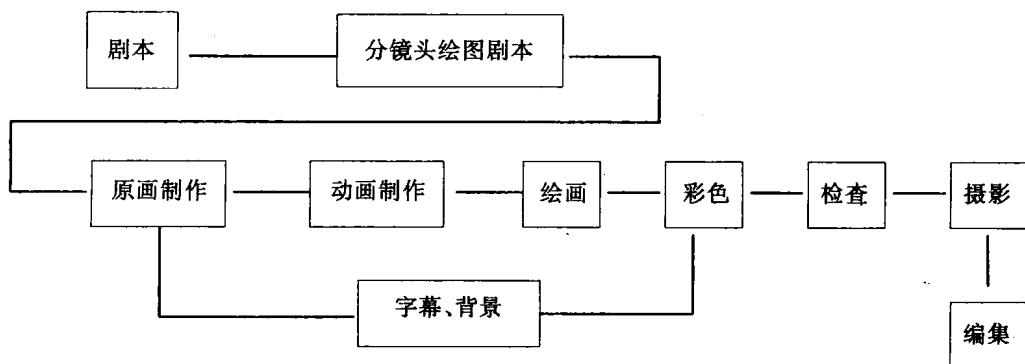


图 2.1 单元动画制作过程

1. 分镜头绘图剧本

动画在制作之前,动画片导演和监督首先要按照动画作品的剧本,画出像连环画似的故事草图——“分镜头绘图剧本”,使原剧本中的文字描述变成图画形象。分镜头绘图剧本在绘制故事情节中的各个分镜头的构图的同时,作为其内容的动作和道白,时间、摄影指示、画面连接等等都要有相应的说明。例如,30 分钟电视动画剧本,设置 400 个左右的分镜头,将要绘制约 800 幅图画剧本。

2. 原画制作

分镜头绘图剧本中的图画不过是草图而已。草图一般比较小,有时只有火柴匣那么大,只是粗略地表达画面的设计内容。设计草图经摄制组讨论定稿后,画出原画。