

第 5 章

多媒体软件开发环境

多媒体系统给用户提供了功能强大的系统平台,支持开发多媒体应用软件。本章讨论多媒体应用软件中媒体数据的获取与制作方法、开发系统与工具,主要包括音频、视频、文字的获取方法,图形和动画的制作系统,具有通俗易懂的应用编程接口或交互式设计界面的多媒体节目设计工具软件,重点介绍了 Windows 环境多媒体程序设计、PyTorch 深度学习框架等主流多媒体软件开发环境。

5.1 多媒体数据的获取

5.1.1 多媒体应用软件的开发过程

一般来说,用户开发一个多媒体节目要经过如下几个步骤:

- (1) 明确使用对象,了解用户需求;
- (2) 选择开发方法;
- (3) 准备多媒体数据;
- (4) 完成系统集成。

下面分别对这些步骤作简要介绍。

多媒体节目与其他类型的软件相比,其特点是以内容情节为导向的,而其他的软件(如文本处理软件、数据库管理系统等)一般是工具性的软件。多媒体节目的内容是软件本身所提供的,用户可以尽可能地阅读、观赏、倾听、浏览节目所提供的内容,因此设计制作一个多媒体节目就像是在编导一部电影。由于多媒体节目开发的成败关键在于使用对象的评价,因此开发多媒体节目首先要了解用户的需要,明确使用对象。从软件工程的角度来说,用户需求分析是软件开发的最初阶段。正是用户需求作为问题提出后,开发者才能经过思考以寻求解决该种需求的实现方法或工具。用户需求往往是针对多媒体技术从内容和设备配置方面提出具体要求,如用户是否有不使用鼠标和键盘而直接通过触摸屏幕来获取信息的要求;系统中是否需要语音和音乐;数据类型中有无图像、视频、动画、字幕的要求等。

了解用户的需求后,创作者就可以对节目做出总体设计。一套好的多媒体节目必须依赖优秀的空间设计人员、绘图艺术家和编剧家的创作,这就强调了多媒体开发者应具有计算机技术与文学艺术知识的综合修养。完成系统设计后,需明确节目的开发方法。一般有两种方法可供选择:一是由开发人员编码来实现一个多媒体节目;二是利用市场上已有的多媒体开发工具或平台来制作多媒体节目。前者的优点是不需较大的投资,但需编制大量的程序,需要优

秀的程序设计人员,维护也不方便;后者需要一定的投资,但开发周期短,维护问题少,关键是要选择一种功能较强价格合理的工具软件。利用功能强大的工具软件开发多媒体节目是大多数用户采用的方法。

当开发方法确定后,就进入具体实施阶段。在实施阶段的基本工作是多媒体数据的准备。一个多媒体节目里一般包括音频、视频、动画、静态图像、文字、图形等多种媒体素材,这些素材在系统集成之前必须准备好。多媒体数据的准备是开发多媒体节目的重要步骤,它往往占用大部分的节目开发时间。严格来说,多媒体数据的准备又包括数据的获取、数据的整理、数据的编辑加工等阶段。数据的整理主要是对采集的媒体数据按照指定的方法进行登记与分类,便于后面步骤的使用。数据的编辑加工指的是根据情节的要求对媒体数据进行剪辑、修改、格式转换等处理,一般通过专门的软件工具来完成,如 Windows 操作系统所提供的多媒体处理工具。

多媒体节目开发的最后阶段是系统集成。制作者通过所选择的开发方法将节目情节具体化、程序化,并将准备好的多媒体素材按照需要进行编辑加工,最终集成为一个由程序和数据组成的软件产品,这个软件产品往往又记录在某种介质(如 CD-ROM)中,便于销售和使用。

总的来说,多媒体数据的获取比较复杂,也比较烦琐,并且往往需要专用的设备和软件,而这些设备和软件有时比计算机系统本身的价格还要昂贵。

5.1.2 图像数据获取方法

图像数据包括静态图像和视频图像,它们的获取在多媒体节目制作中占有很重要的地位,因为图像效果往往直接影响了用户对节目的评价。

一般来说,图像数据的获取有以下方法。

- (1) 购买数字化的图像或图片。
- (2) 自己动手使用特定软件创作电子图像。
- (3) 用扫描仪将照片、图片做数字化处理。
- (4) 用摄像机或帧捕捉器捕捉视频画面,并进行数字化处理。
- (5) 和有关单位无偿或有偿交换复制,或通过网络获取公开的图像文件。

常见的静态图像编辑软件有 Photoshop, Color It, Corel PHOTOPAINT 等工具软件。它们和绘图软件有许多地方类似,但在画质上较为讲究,功能也更多。增加的功能包括颜色的选择,如 15 位或 24 位颜色深度,并增加了光源、调色等功能。

编辑视频的软件很多,常见的有 Clipchamp, Adobe Premiere, Video Blaster, Adobe After Effects 等软件。

下面以美国 Adobe 公司开发的 Photoshop 为例介绍静态图像处理软件。Photoshop 集众多的图像处理技术于一身,是目前流行的图像处理软件之一。Photoshop 功能全面而且强大,适合于处理各种静态图像。它可以对图像进行修改、合成、滤镜和扫描等各种操作,同时支持大量的图像文件格式。由于 Photoshop 强大的功能,它被广泛地应用于广告设计、装帧设计、电脑美术设计等领域。Photoshop 的界面布局如图 5.1 所示。

界面的最上方是标题栏,然后是菜单栏,菜单栏中的菜单项包含了 Photoshop 的大部分功能。菜单栏下面是工具选项栏,它显示并调整 Photoshop 中各种工具的属性。再往下的区域分为 3 部分:①最左边的长条形窗口是工具箱,提供了大量图像处理和绘制的工具;②中间的窗口是画布,也就是用户要处理的图像所在的区域;③右边的窗口比较复杂,它们包含颜色窗

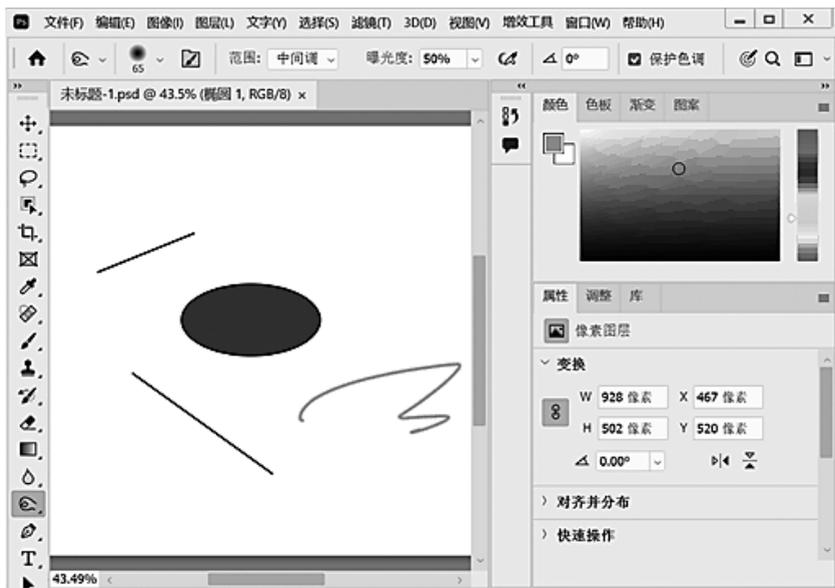


图 5.1 Photoshop 的功能界面

口、色板窗口、图层窗口、渐变窗口、图案窗口以及属性、调整、库等对话框,这些窗口分别向用户提供不同的功能。最下面是状态栏,显示当前工作状态。当然,这个布局并不是固定的,用户可以根据个人爱好调整界面布局。

Photoshop 主要包含以下功能。

(1) 扫描图像。Photoshop 可以利用计算机上安装的扫描仪及其驱动程序对图像数字化处理。用户可以方便地将照片、图片等扫描到 Photoshop 中进行处理。

(2) 色彩调整。Photoshop 提供了丰富的色彩调整功能。主要包括色阶调整、色彩平衡调整、亮度/对比度调整、色相/饱和度、颜色替换和色调均化等功能。

(3) 选择和蒙版。Photoshop 提供了多种方式让用户选择要处理的图像区域。矩形选择工具可以让用户选择一块矩形区域,套索工具让用户手绘选择区域,魔棒工具用于选择颜色相近的区域。蒙版可以隔离并保护图像的其余部分,当选择某个图像的部分区域时,未选中区域将被蒙版或受保护以免被编辑。也可以在复杂的图像编辑时使用蒙版,如将颜色或滤镜效果逐渐应用于图像。

(4) 图像变换和修饰。对图像的变换和修饰,Photoshop 主要提供以下手段:裁剪图像、更改画布大小、液化、变换二维空间图像、变换三维对象、涂抹工具、聚焦工具、色调工具和海绵工具等。

(5) 绘画和绘图。Photoshop 除了提供给用户处理原有图像的功能以外,也提供了一定的自行绘画和绘图的功能。用户既可以用画笔工具、铅笔工具、喷枪工具、橡皮擦等进行绘画,也可以用钢笔工具、矩形工具、椭圆工具、多边形工具等绘制形状。使用形状具有下列几个优点:形状是面向对象的,可以快速选择形状、调整大小并移动,并且可以编辑形状的轮廓(称为路径)和属性(如线条粗细、填充色和填充样式);可以使用形状建立选区,并使用“预设管理器”创建自定义形状库;形状与分辨率无关,当调整形状的大小,或将其输出到 PostScript 打印机、存储到 PDF 文件、导入基于矢量的图形应用程序时,其形状保持清晰的边缘。

(6) 通道。Photoshop 采用特殊灰度通道存储图像颜色信息和专色信息,它允许用户对

通道进行创建和编辑。

(7) 图层。Photoshop 使用图层来管理用户正在处理的图像。图层就像是一些按一定顺序摞起来的具有不同透明程度的画纸,用户最后看到的是这些画纸叠加起来的效果。用户可以创建或删除图层,并在某个特定图层上对图像进行处理。合理地使用图层,会使工作事半功倍。

(8) 用滤镜制作特效。滤镜是 Photoshop 中最为吸引人的工具,它可以对某个图像区域进行处理并产生特殊的效果。Photoshop 提供了大量滤镜,可以分成:风格化滤镜、画笔描边滤镜、模糊滤镜、扭曲滤镜、视频滤镜、素描滤镜、锐化滤镜、纹理滤镜、渲染滤镜、神经网络滤镜等。应用这些滤镜将会产生意想不到的效果。

(9) 文字。Photoshop 可以让用户在图像中输入文字,这些文字将会成为图像的一部分。用户可以对文字进行编辑、排版、旋转、扭曲等操作。

(10) 打印图像。Photoshop 向用户提供了简洁的打印图像的界面。用户只需在页面设置对话框和打印选项对话框进行简单的配置即可打印。Photoshop 提供的打印预览功能可以让用户方便地预先观察打印效果。

下面以 Adobe 公司推出的专业数字视频处理软件 Premiere 为例,介绍视频数据的采集与编辑。Premiere 软件可以配合多种硬件进行视频采集和输出,提供各种精确的视频编辑工具,并能产生广播级质量的视频文件。它利用数字方式对数字化的视频信息进行编辑处理,可以为视频节目增添各种特技视频效果。

Premiere 的基本功能包括:可以实时采集视频信号,采集精度取决于视频卡和 PC 机的功能,数据格式为 AVI;将多种媒体数据综合处理为一个视频文件;具有多种活动图像的特技处理功能;可以配音或叠加文字和图像。

使用 Premiere 编辑数字视频的过程如下:

- (1) 创建视频编辑工程(project);
- (2) 输入要编辑的各个视频段、音频段或图像,并浏览;
- (3) 对各个视频段或图像应用过渡方法;
- (4) 对视频片段使用图像滤波;
- (5) 设计画面运动方式;
- (6) 预览编辑后视频效果;
- (7) 满意后生成最终电影文件存盘。

其中,过渡效果是指两个视频通道上的视频片段有重叠时,从其中一个片段平滑地、连续地变化到另一个片段的过过程,如在 Premiere 4.2 版本中提供了 75 种过渡特技效果。过滤效果是指作用在单个视频片段上,对视频片段施加某种变换后输出的特技效果,Premiere 提供了 60 多种过滤方式,并允许在一个片段上加若干个过滤效果,同时提供了对过滤效果的添加、设置和删除操作。

5.1.3 音频数据获取方法

音频数据包括音乐、歌曲演唱、乐器演奏、演讲旁白等,另外也可能包括碰撞、敲击、射击、观众掌声、喝彩以及雷电等各种音源。在多媒体开发环境里常常储备有常用的声音库。但一般来说,制作多媒体节目还需要制作者专门进行音频数据的采集。

音频数据采集最常用的方法是利用录制设备录制音源,然后数字化处理并存入计算机。

如乐器师演奏的乐曲可以直接由麦克风录进计算机,也可先由录音机录下,再转入计算机存储。音频数据获取的另一种方法就是购买或和有关部门交换音频数据文件,如大型图书馆、电台等部门存放有珍贵的名人讲话原始录音,制作者可通过合适的途径获取。

数字音频可以从麦克风、录音带、CD、电视及其他来源获取。它是把声音转换成存储体中的数字信息。数字音频较为稳定,容易保持一致性,音频的品质也较易获得保证。但是它的缺点是记录非常详尽,数据量极大,文件较 MIDI 音频大出 200 倍以上。要修改数字音频的细节非常困难,况且如此庞大的数据也大大增加了 CPU 的负担。虽然如此,它却可以适合任何一种音响,包括人的口语,故大多数多媒体节目仍采用这种音频。

若要在多媒体节目中加入完整的音频,则必须依赖于编辑声音的软件及在 PC 上加装音频卡。多媒体的音频可以在纯粹为音响处理的软件中制作,如 Windows Recorder, WaveEdit 和 Creative WaveStudio 等,也可以在某些多媒体编辑软件上制作,如 Adobe Director 可以同时允许从 MIDI 或其他软件输入音频,它还提供已制作好了的基本音频给用户直接取用,如鸟叫声、直升机降落声、机关枪射击声等 30 多种声音。这些音频编辑工具软件一般都包括了下列主要功能。

- (1) 菜单条: 含有文件建立、存取、编辑、复制、删除等功能。
- (2) 控制板: 含有录音、停止、暂停、播出、回转、向前等功能。
- (3) 显示板: 含有显示振幅、周期、频率等的视觉图表。
- (4) 剪辑板: 含有改变音量、摘取一段、改变某一段的音量速度等功能。

下面以 Windows 10 Recorder(录音机)为例介绍数字声音的编辑和处理。

Recorder 是 Microsoft 公司为 Windows 操作系统配备的声音获取处理软件,它可以录制、编辑、播放以及以图形方式显示 Microsoft 波形格式的数字音频文件。

如图 5.2 所示,可以看到有左右两栏,左边是文件列表,呈列了以往的录音文件名称、创建时间和音频长度,用户可以单击不同的音频文件直接进行切换,可以单击下方的按钮开始录音,录音完成后自动保存。右边主要有播放按钮和进度条,播放按钮下方是添加标记按钮,将进度条拖动到某个位置,单击此按钮后播放按钮上方会出现标记的位置,可以单击快速跳转到



图 5.2 Windows 10 录音机的功能界面

该位置。最下方的菜单栏分别提供“共享”“剪辑”“删除”“重命名”“查看更多”的功能,其中“查看更多”中有“打开文件位置”“麦克风设置”“发送反馈”“关于”等操作。

5.1.4 文本和数据文件的获取方法

文本和数据是最常用的基本媒体,它们的获取方法比较简单,但如何提高获取效率、方便用户是人们不断探索的问题,随着现代化技术的高速发展,会不断出现一些新的方法。下面介绍目前常用的主要方法。

(1) 键盘录入。这是最自然、最易掌握、普遍采用的方法。各文种信息的输入方法各异。例如,英文输入方法比较简单,英文信息可直接用键盘输入;中文输入方法较为复杂,中文信息有多种编码方法,如全拼法、五笔字型输入法、郑码输入法、智能 ABC 码输入法等。世界上有几百种语言文字,多文种信息输入一般分 3 种方法:小字符集文种的信息输入与英文相似,只需对键盘进行重定义;中字符集文种的信息输入需要定义主、辅键盘,并用组合功能键进行切换;大字符集文种(如日文、朝鲜文、藏文等)的信息输入与中文类似。

(2) 图形识别输入。常用的识别输入方法是 OCR 扫描识别。可在写字板上书写文字信息,使用计算机专用软件进行图形识别,将手写文字用标准印刷体在屏幕上显示,同时用机内码存储。对于印刷书刊上的文本信息数字化,可用扫描仪在专用软件的支持下快速实现。其过程是,首先整页字符扫描,然后用专用软件进行字符分割,图形识别后,将字符图形用机内码存储,实现文本信息的数字化。通过扫描原稿输入文字数据图表的技术已经成熟,市面上有多种产品问世。目前印刷体文本的识别率可达 99% 以上,手写体文本识别率一般也能达到 75% 以上。

(3) 声音输入。声音输入有专用软件,需要建立语音库,输入人员用麦克风读文本信息,使用计算机专用软件对输入的语音进行字符分割、语言识别,变成文本信息。一方面在屏幕上显示文本信息;另一方面用字符机内码进行存储,完成文本信息的数字化。

5.2 图形和动画的制作

图形和动画的视觉效果是由人类创作设计的虚幻的或仿真的画面所表现的,它表达了人类对空间和物体的主观认识。在多媒体节目中,图形和动画以简洁的视觉效果表达了丰富的信息。图形和动画的获取以用户制作为主要途径,有时也可通过购买或交换得到。

5.2.1 图形数据

计算机图形学是研究怎样用计算机表示、生成、处理和显示图形的一门学科。它着重讨论怎样将数据和几何模型变成可视的图像,这种图像可能是自然界根本不存在的,即是人工创造的画面,这在计算机所做的动画片中常常会看到;也可能是对自然界已存在的对象通过获取相关数据建立几何模型生成的图像,以便于分析处理。图形的显示形式也称为图像,但计算机图形学显示技术和一般意义的图像处理技术不同,后者侧重于将客观世界中原来存在的物体映像处理成新的数字化图像,关心的问题是怎样滤掉噪声、压缩数据、提取特征、三维重建等内容。

在多媒体数据中,无法从客观世界直接摄取的可视信息,就可用图形技术来制作,这些数据主要包括文字、图形、动画。文字大多直接在文本编辑软件或制作图形的软件中通过图形数

据方式处理,文字的属性包括字的格式(style)、字的定位(align)、字体(font)、字的大小(size)等,由以上4种不同的属性组合形成多种不同的显示方式,使文本编辑多样化,也使文本的内容表现丰富。图形包括二维空间及三维空间图形两种,其中二维空间图形仅能表现图形中各个部分简单的位置关系,而三维空间图形经过真实感处理,将使图形能表达出空间、位置、材质、明暗等接近自然的真实感效果。而动画是图形对象赋予运动属性后制作的连续画面效果,需要专门的软件工具制作。

图形文件的格式通过图形原语和它们的属性来描述。像直线、矩形、圆、椭圆、文本串等图形原语用来描述二维空间图形对象,而像多面体、球体等图形原语用来描述三维空间图形对象。图形本身决定了哪些原语被支持,诸如线型、线宽、颜色之类的属性影响着图形画面的输出。图形原语和它们的属性代表了图像表示的一个更高等级,即图形图像不是由像素矩阵表示。这种高级的表示需要在图形显示时被转换成低级图像的点阵。高级原语的优点是减少了存储每幅图像需要的数据,容易操纵图形图像,缺点是需要更多的步骤来将图形原语和它们的属性转换成它的图像像素。

对图形软件开发产生广泛影响的标准有 PHIGS、GKS 和 OPEN GL 等,基于这些标准开发了大量的图形支持软件和应用软件,它们广泛应用于 CAD、CAM、地理信息系统、作战指挥和军事训练、计算机动画和艺术、科学计算可视化等方面。

5.2.2 计算机动画

计算机动画(computer animation)是用计算机生成一系列可供实时演播的连续画面的技术,它可把人们的视觉引向一些客观不存在或做不到的东西,并从中得到享受。计算机动画是使用计算机作为工具来产生动画的技术,计算机在动画制作过程中起着重要的不同的作用,表现在画面创建、着色、录制、特技剪辑、后期制作等各个环节。

1. 历史与发展

1831年,法国人 Joseph Antoine Plateau 利用视觉滞留原理发明了一种称为诡盘的机器,创造了运动画面的幻觉。第一部动画片是 1906 年由美国人 J.Steward Blackton 制作的,名字叫 *Humorous Phases of Funny Face*。1909年,美国人 Winsor McCay 制作了第一部卡通,自此卡通系列片大量问世。1915年,美国人 Earl Hurd 引进了 Cel 动画技术,它的名字取自于它所用的 Celluloid 透明胶片。商业动画之父当属 Walt Disney,在 1928—1938 年的 10 年间,他制作了米老鼠、唐老鸭等卡通系列片,这些作品深受动画爱好者的喜爱,对商业动画的发展有着巨大的影响。

计算机动画的研究开始于 20 世纪 60 年代初期。1963 年 Bell 实验室制作了第一部计算机动画片,名字叫 Two Gyro Gravity Gradient Attitude Control System。最初的工作主要集中在二维动画系统和语言的研制,应用于科教片制作,较有影响的系统有: Bell 实验室的 BFFLIX (1964) 和 EXPLOR (1970); MIT 的 GENESYS (1969); 计算机图像公司的 SCANIMATE(1971)和 CAESAR(1971);宾夕法尼亚大学的 ANIMATOR(1971);加拿大国家研究院的 MSGEN (1971);美国 NYIT 的 CAAS(1979)等。在计算机动画发展里程中值得一提的是著名艺术家 P.Foldes 利用 MSGEN 制作动画片“饥饿”,该片在 1974 年戛纳电影节上获 the Prix du Jury 奖及其他几个电影节大奖。

对计算机动画的研究引起了国际许多计算机科学家的重视。从 20 世纪 70 年代开始,动画研究的重心集中在三维动画系统的研究与开发上。三维动画被赋予了许多崭新的内容,使

计算机动画的发展呈现勃勃生机。较有影响的三维动画系统有:美国 Utah 大学的 MOP (1972); Ohio 州立大学的 ANIMA (1975), ANIMAI (1977) 和 ANTTS (1979); N. M. Thalmann 和 D. Thalmann 开发的 MIRANIM (1985) 等系统。

计算机动画是一门实用性很强的技术。世界上一些著名的高校、研究机构和计算机公司多方联合研制新型的商业动画系统,集强大造型功能、灵活的运动描述技术、快速高效的真实感技术、交互式的质感调试技术、具有专业水平的画面剪辑处理技术等于一体,给计算机动画应用和普及创造了有利条件。特别是 20 世纪 80 年代中后期以后,随着一批以 SGI 为代表的高性能图形工作站的出现以及计算机图形学的飞速发展,推出了一批可生成具有高度真实感的实用化、商品化的三维动画系统,较有影响的商业动画软件有:法国 TDI 公司的 Explore; 美国 Wavefront 公司的 Advanced Visualizer, Autodesk 公司的 3D Studio; 加拿大 Softimage 公司的 Creative Environment, Alias 公司的 Power Animator 等。到 20 世纪 90 年代初,计算机动画技术应用于电影特技取得显著成就,ILM 公司制作的影片《终结者 II》获奥斯卡最佳电影特效奖,1993 年美国制作的电影“侏罗纪公园”在全球引起轰动,获得创纪录的票房收入。1995 年迪士尼公司出品的电影“玩具总动员”是世界上第一部全电脑制作的动画电影,获得了 3 项奥斯卡提名。2009 年福克斯电影公司出品的“阿凡达”开创了 3D 电影的先河,以约 29 亿美元的全球票房,位列目前全球影史票房成绩第一名。

在动画技术的实用化过程中,SGI 公司做出了杰出的贡献。20 世纪 80 年代初,SGI 公司成功地将图形处理技术与 VLSI 技术相结合,研究出一种专利技术“超大规模集成电路芯片-几何图形发生器”,接着 SGI 又建立了一套专供人们编程使用的 IRIS 图形库。随后 SGI 推出了不断发展的几何图形发生器系列,在 IRIS 图形库的基础上发展的 GL 及 OPEN GL。与此同时,SGI 公司又将 RISC 处理器不断推陈出新,这为动画系统提供了强有力的支持。

我国计算机动画的研究与应用虽然起步较晚,但近年来发展很快,一些大学和科研单位相继开展了计算机动画的研究工作,缩短了与国际上的差距,有些领域的工作在国际上产生了一定的影响。在应用方面,自 20 世纪 80 年代后期以来,从事计算机动画制作的公司如雨后春笋,纷纷出现,以电视片头、卡通片、动画广告制作为应用重点,在社会上产生了动画热。北方工业大学在 1992 年制作了国内第一部计算机动画电影“相似”。与此同时,动画业开始推向市场,动画片行业也从电影院走向电视动画片,大量国产动画片出现的同时也引入了国外动画片。进入新世纪以后,动画制作理念逐渐由面向低龄儿童向面向成年人转变,日本、欧美动画片开始大量涌入国内市场,国内动画片面临严峻的挑战。近年来,随着中国经济的快速增长和文化产业的兴盛,中国动画产业也逐渐展现出强大的发展潜力。政府进一步增加了对动画产业的支持力度,鼓励创作团队进行原创和创新,提升动漫产业质量效益,以动漫讲好中国故事,生动传播社会主义核心价值观,打造一批中国动漫品牌。同时,技术的进步也为动画片的制作提供了更好的条件。互联网巨头快速布局动漫产业链,腾讯、网易等文娱产业资本大量涌入国内动漫产业,我国动漫产业得到了快速发展,2020 年中国动漫产业产值已超过 2200 亿元。中国动画片逐渐开始走出国门,引起了世界范围内的关注。在一些国际动画电影节上,中国的动画作品获得了重要奖项,显示出中国动画产业在国际舞台上的影响力和竞争力。未来,中国的动画产业有望在技术、创新和市场拓展方面取得更大突破,真正实现国际化的发展目标。

2. 计算机动画研究内容

1) 运动控制方法

计算机动画中用于控制动画物体随时间而运动或变化的运动控制模型主要有运动学方法、动力学方法、随机方法、行为规则方法、自动运动控制方法等。

(1) 运动学方法：这是传统的动画技术，运动通过几何变化(旋转、缩放、位移、切变)来描述，在运动的生成中不使用物体的物理性质。运动学控制包括正向运动学和逆向运动学，前者正向决定物体变化后的位置，后者则是从空间某些特定点所要求的终结效果确定所用几何变换的参数。

(2) 动力学方法：应用物理定律推导物体的运动，运动是用物体的质量、惯量、作用在物体的内部外部力力矩以及运动环境中其他物理性质来计算的，有时还要使用反向动力学方法从物体终结状态推出物理学方程，从而确定运动过程。动力学方法的优点是：对于由物体的物理性质引起的运动，动画设计者不必详细规定其运动的细节，采用动力学作为控制技术并建立一个系统，可实现从最少的用户交互作用产生高度复杂的运动；真实地模拟自然现象；可自动地反映物体对内部和外部环境的约束。

(3) 随机方法：是描述不规则的随机运动所采用的、在造型和运动过程中使用随机扰动的一种方法。主要包括分形技术、粒子系统等方法，用于模拟山形成、树生长、云飘动、火燃烧、弹药爆炸、风吹草动等不规则的运动和变化。

(4) 行为规则方法：使用这种方法从传感器接收输入，由运动的对象感知，使用一组行为规则，确定每步运动要执行的动作。行为动画模型包含给运动对象指定由过程定义的行为，这些行为用来自动地生成它们的运动。用这种方法非常成功地生成了鸟群和鱼群的运动。

(5) 自动运动控制方法：基于合成角色的动画系统，运动控制将使用人工智能、机器人学技术自动执行，运动将是在任务级上设计并用物理定律计算的，它可以分成以下几个层次：定位约束与运动学；动力学和逆动力学方法；考虑环境影响的自适应运动控制，包括基于环境中障碍物避免的运动轨迹设计、碰撞探测和响应、有限元方法及局部变形等；任务规划；行为动画。对应于角色行为的建模，从路径设计到角色间复杂的表情交流，属于动画设计者的设计行为。

常用的3类主要的运动控制模型依次是几何学模型、物理学模型和行为模型。几何学模型是第一个计算机化的模型。为了使运动更真实，人们引入了基于物理的模型，但存在的问题是所有的角色具有相同的行为方式。近来引入的行为模型考虑了人物的个性，是一种更好的运动控制模型。

2) 动画描述模型与动画语言

用户和动画系统的交互方式是评价动画系统的重要因素之一，这种交互方式的抽象层次和自然语言化程度主要依赖于动画描述模型的影响。对动画描述较有影响的描述模型有面向对象方法、角色理论、记号系统、时间轴描述、基于时序算子的描述、基于知识的描述等。

基于动画描述模型开发的动画描述语言主要有以下3类。

(1) 记号语言：记号语言简单直观，一般提供编码、求精和动画过程，编码任务可通过一种智能的记号编辑器来完成。对于人手通过抓取和推动接触物体这类动画中，记号系统一般不适宜定义物体，这样动画里的物体常常通过高级语言定义并同记号描述有序地结合在一起。在描述人体行走、舞蹈等动画中常使用这类语言。

(2) 通用语言：在通用程序设计语言中嵌入动画功能是一种常用的方法，语言中变量的值可用作执行动画例程的参数。如MIT开发的ASAS为一种基于LISP的语言，基于C和C++也开发了很多动画语言，商业动画渲染和制作软件3D Studio MAX提供的脚本描述语言MAX Script。

(3) 图形语言: 文本语言的缺点是不能可视地观察脚本的设计效果, 目前大多数实用的动画系统都提供了图形式动画语言支持可视的设计方式, 这种语言将动画中场景的表示、编辑、表现同时显示在屏幕上。

3) 中间画面的生成技术

动画的中间画面的生成主要有 3 种途径, 即关键帧方法、算法生成和基于物理的生成。

(1) 关键帧方法: 它是基于动画设计者提供的一组关键帧、通过插值自动产生中间帧的技术(见图 5.3)。它分为基于图像的关键帧动画和参数化关键帧动画。

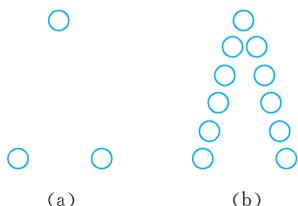


图 5.3 小球运动的线性插值

(2) 算法生成: 其中动画物体的运动是基于算法控制和描述的, 给定时刻物体的参数按照给定的物理定律改变, 可以以解析形式定义或使用复杂的微分方程定义, 通过求解得到某一时刻画面的物体位置参数。算法动画可体现真实性和虚拟性两重特点。

(3) 基于物理的生成: 它是基于物体造型、应用物理定律以及基于约束的技术来推导和计算物体随时间运动或变化的一种技术。其优点在于基于物理的造型将物理特性并入模型中, 并允许对模型的行为进行数值模拟, 使其模型中不仅包含几何造型信息, 而且包含行为造型信息, 它将其行为有关的物理特性、形状间的约束关系及其他与行为的数值模拟相关的信息并入模型之中。动画运动和控制方法中引进了物理推导的控制方法, 使产生的运动在物理上更准确, 更有吸引力, 更自然。这种方法强调了动画模拟的真实性。

4) 三维动画中的物体造型技术

在三维建模动画里, 计算机不仅仅是一个辅助工具。计算机可方便而精确地表示人类难以表示的三维透视画面, 在电影制作的实例中计算机的这种优势发挥得淋漓尽致。

动画中物体表示可分为以下 3 个层次。

- (1) 线框: 物体由一系列线框表示;
- (2) 表面: 物体由一系列面素(多边形、代数曲面、曲面片)表示;
- (3) 体: 物体看作一系列体素组成或者看作三维空间的包围部分。

曲面造型最通用的技术是通过多边形集合来描述曲面。代数曲面(用数学方程描述的曲面)常用的是二次曲面(圆、圆锥、柱、椭球)。参数曲面片有 Coons 曲面片和 Bezier 曲面片、B 样条曲面片等。在流行的商业动画系统中, 常用的表示曲线和曲面的方法有非均匀有理 B 样条(NURBS)曲线(面)或 Bezier 曲线(面), 它们都能很方便地表达和处理复杂的外形。

实体造型能完全、精确、有效地表示三维物体, 并且十分符合人们在几何形体构造时的思维方式。实体造型的表示方法有边界表示(B-rep)、构造实体几何(CSG)、推移(sweep)、八叉树表示、单元分解等。B-rep 和 CSG 两种方法用得最多, 很多造型系统使用这两种方法。

人体造型是最困难及最富挑战的一个课题, 主要原因有: 计算机图形学中使用的几何和数学模型不很适合于人体形状; 关节的运动难以造型, 尤其肌肉的运动。为了得到真实感的人体动画, 必须建立其模型。人体结构分为 3 级: 骨架、肌肉、可变形的连续的皮肤。在关节点连接的骨头是刚体运动, 关节点可用作肌肉和皮肤变形的控制。常用的人体造型方法有棍状模型、表面模型、体模型。

人体动画是计算机动画的一个重要分支。不仅是因为人类活动的真实模拟是动画研究的