

Computer Science Workbench

Editor: Tosiyasu L. Kunii

Nadia Magnenat Thalmann

Daniel Thalmann

# 计算机动画 理论与实践

Second Revised Edition



希望

海洋出版社

Computer Animation  
Theory and Practice  
**计算机动画理论与实践**

[美] N. Magnenat Thalmann      著  
D. Thalmann

罗以文      译

王 真      审校

**海 洋 出 版 社**

1995 年 · 北京

## 内 容 提 要

计算机动画是近年来发展迅速的一个领域,本书详尽介绍了计算机动画制作的发展、基本原理与应用。内容包括传统动画制作、计算机动画制作的发展以及着色、造型、运动控制、隐面、反射、明暗、透明等一系列技术,并附有计算机制作电影的实例研究,以加深读者对计算机动画制作的理解。

本书概念清楚,结构严谨,并附有丰富的实例。可作为计算机动画制作者和爱好者的参考书。

需要本书的用户,请直接与北京海淀 8721 信箱书刊部联系,邮政编码 100080,电话 2562329。

## 版 权 声 明

本书英文版名为《Computer Animation》,由 Springer-Verlag 公司出版,版权归 Springer-Verlag 公司所有。本书中文版由 Springer-Verlag 公司授权出版。未经出版者书面许可,本书的任何部分均不得以任何形式或任何手段复制或传播。

(京)新登字 087 号

## 计算机动画理论与实践

[美] N. Magnenat Thalmann 著  
D. Thalmann

罗以文 译

王 真 审校

\*

责任编辑:杨 青

海洋出版社出版发行(北京市复兴门外大街1号)

北京朝阳展望印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:13.5 字数:310千字

1995年6月第一版 1995年6月第一次印刷

印数:1~2000

\*

ISBN 7-5027-4101-1/TP·265

定价:29.00元

# 目 录

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| 第一章 导 言 .....                                                       | 1  |
| 第二章 传统的动画制作 .....                                                   | 3  |
| 2.1 传统动画制作的基本原则 .....                                               | 3  |
| 2.2 动画片电影是如何制作的 .....                                               | 3  |
| 2.3 多翼机和拍摄阶段 .....                                                  | 5  |
| 2.4 一些技术和特殊摄影效果 .....                                               | 5  |
| 2.5 条线纸、程序纸、模型纸、曝光纸 .....                                           | 7  |
| 2.6 后期制作 .....                                                      | 7  |
| 2.7 历史背景 .....                                                      | 10 |
| 2.8 动画制作的应用 .....                                                   | 10 |
| 第三章 计算机动画制作 .....                                                   | 12 |
| 3.1 计算机在动画制作中的作用 .....                                              | 12 |
| 3.2 计算机动画制作系统的分类 .....                                              | 12 |
| 3.3 实时与从画面到画面 .....                                                 | 13 |
| 3.4 帧缓冲区动画制作和实时放映 .....                                             | 14 |
| 3.5 系统与语言 .....                                                     | 15 |
| 第四章 动画制作在各机构的发展 .....                                               | 16 |
| 4.1 早期系统 BEFLIX 和 EXPLOR .....                                      | 16 |
| 4.2 图形驱动动画系统: GENESYS .....                                         | 17 |
| 4.3 模拟系统: SCANIMATE 和 CAESAR .....                                  | 18 |
| 4.4 ANIMATOR, ARTA 和 MOP .....                                      | 19 |
| 4.5 加拿大国家研究院对计算机动画的研究 .....                                         | 21 |
| 4.6 俄亥俄州立大学对计算机动画的研究 .....                                          | 22 |
| 4.7 从 GRASS 到 ZGRASS .....                                          | 27 |
| 4.8 纽约理工学院, 鲁卡斯那尔姆和皮克沙 .....                                        | 29 |
| 4.9 MAGI/Synthavision, Robert Abol, TyIpleI 和 Digital Effects ..... | 31 |
| 4.10 其他的呢 .....                                                     | 32 |
| 第五章 主图和着色系统 .....                                                   | 36 |
| 5.1 计算机辅助动画 .....                                                   | 36 |
| 5.2 输入图像 .....                                                      | 36 |
| 5.3 中介图计算 .....                                                     | 37 |
| 5.4 动画制作的法则 .....                                                   | 39 |
| 5.5 骨加强动画技术 .....                                                   | 39 |
| 5.6 运动轨道和 P 曲线 .....                                                | 42 |
| 5.7 通过动点抑制进行插值 .....                                                | 43 |

|            |                           |            |
|------------|---------------------------|------------|
| 5.8        | 着色技术.....                 | 46         |
| 5.9        | 着色系统.....                 | 48         |
| 5.10       | 颜色模拟和抖动 .....             | 49         |
| 5.11       | 渐变技术 .....                | 50         |
| <b>第六章</b> | <b>立体动画中的物体造型 .....</b>   | <b>53</b>  |
| 6.1        | 什么是立体动画.....              | 53         |
| 6.2        | 物体表示法.....                | 53         |
| 6.3        | 表面造型.....                 | 54         |
| 6.4        | 物体创作.....                 | 58         |
| <b>第七章</b> | <b>三维动画中的运动控制 .....</b>   | <b>62</b>  |
| 7.1        | 计算机立体动画方法的分类.....         | 62         |
| 7.2        | 一种统一的观点.....              | 63         |
| 7.3        | 方法比较.....                 | 63         |
| 7.4        | 三维形状插值.....               | 63         |
| 7.5        | 一个例子:多轨动画系统 .....         | 65         |
| 7.6        | 参数主图动画法.....              | 68         |
| 7.7        | 样条曲线在主图动画法中的作用.....       | 69         |
| 7.8        | 代数动画法的原理.....             | 72         |
| 7.9        | 同步运动说明.....               | 73         |
| <b>第八章</b> | <b>隐面、反射和明暗.....</b>      | <b>75</b>  |
| 8.1        | 隐面.....                   | 75         |
| 8.2        | 光反射模型.....                | 77         |
| 8.3        | 表面明暗.....                 | 79         |
| 8.4        | 参数片表面的生成.....             | 81         |
| 8.5        | 复合光源.....                 | 83         |
| <b>第九章</b> | <b>透明、纹理、阴影和反混淆 .....</b> | <b>86</b>  |
| 9.1        | 光线跟踪算法.....               | 86         |
| 9.2        | 光线跟踪问题.....               | 88         |
| 9.3        | 光线跟踪的优化技术.....            | 90         |
| 9.4        | 透明度.....                  | 90         |
| 9.5        | 纹理.....                   | 93         |
| 9.6        | 分数维.....                  | 96         |
| 9.7        | 模糊目标造型与粒子系统 .....         | 100        |
| 9.8        | 阴影 .....                  | 101        |
| 9.9        | 空间的反混淆 .....              | 103        |
| 9.10       | 运动模糊与时间的反混淆.....          | 105        |
| <b>第十章</b> | <b>体模拟与动画.....</b>        | <b>108</b> |
| 10.1       | 线、面和立体模式 .....            | 108        |
| 10.2       | NUDES 系统 .....            | 110        |

|             |                                    |            |
|-------------|------------------------------------|------------|
| 10.3        | 巴德尔 Bubbleman .....                | 112        |
| 10.4        | Laba 表示法 .....                     | 113        |
| 10.5        | 节体参数化主图动画 .....                    | 116        |
| 10.6        | 躯体变形与 JLD 运算符 .....                | 116        |
| 10.7        | 手的动画 .....                         | 119        |
| 10.8        | 面部动画 .....                         | 121        |
| 10.9        | 基于抽象肌肉的三级法 .....                   | 124        |
| <b>第十一章</b> | <b>面向对象的、动作系统 .....</b>            | <b>128</b> |
| 11.1        | 类、模型和过程 .....                      | 128        |
| 11.2        | Kay's Work 和 SMALLTALK .....       | 129        |
| 11.3        | Hewitt 动作理论 .....                  | 129        |
| 11.4        | 以动作为基础的动画语言 LOGO 和 DIRECTOR .....  | 130        |
| 11.5        | ASAS: 动作/剧本作者动画系统 .....            | 131        |
| 11.6        | CINEMIRA: 以动作和摄像数据类型为基础的一种语言 ..... | 135        |
| 11.7        | MIRANIM: 面向指令的可扩展的 3D 动画系统 .....   | 140        |
| <b>第十二章</b> | <b>运动自动控制 .....</b>                | <b>149</b> |
| 12.1        | 力学, 机器人学和人工智能在计算机动画制作中的应用 .....    | 149        |
| 12.2        | 第一步: 空间位置约束和逆运动学 .....             | 149        |
| 12.3        | 第二步: 应用力学进行动作控制 .....              | 150        |
| 12.4        | 第三步: 环境的影响 .....                   | 152        |
| 12.5        | 第四步: 任务规划 .....                    | 154        |
| 12.6        | 第五步: 行为动画 .....                    | 158        |
| <b>第十三章</b> | <b>计算机制作电影的实例研究 .....</b>          | <b>160</b> |
| 13.1        | 电影《梦幻飞行》(Dream Fight) .....        | 160        |
| 13.2        | 电影《相会在蒙特利尔》 .....                  | 165        |
| 13.3        | 电影《伊格兰婷》 .....                     | 167        |
| 13.4        | 电影《外星情人》 .....                     | 168        |
| <b>参考书目</b> | <b>.....</b>                       | <b>172</b> |
| <b>附录</b>   | <b>产生计算机影片 .....</b>               | <b>192</b> |

## 第一章 导 言

起初,计算机用来辅助动画片制作者进行传统的动画制作。早在1974年,匈牙利人彼得·福尔德斯用计算机辅助制作的电影《饥饿》在法国戛纳电影节获得评委的嘉奖。这部电影主要是采用所谓的“插值”法,给计算机提供两张图画,由计算机创作一定数量的中间图像。这一技术对动画片制作者来说是一个好消息。因为动画制作的本质就是迅速形成一系列画面(每一画面与前一画面稍有不同)以造成动的感觉和形状的变化。

从技术的观点出发,根据计算机图形学理论,我们知道采用几何造型的方法可以制作平面和立体图像物体。在立体空间里,我们可以用合成的或虚构的摄像机观察实景并可以使用合成光源。这些方法非常重要,是因为它们允许在任何确定的时间对几何的、物理的或化学的东西进行具体观察。然而,诸多现象最有趣的方面是它们随着时间的变化,例如:电子机械装置(机器人)的运动,化学反应,液体流动,云的运动和热的传导等。像碰撞和爆炸之类实验通常耗资巨大,有时甚至不可能进行。而一般说来,用计算机模拟这些现象更容易,花钱更少。

这种复杂的图像模拟也叫计算机动画制作。但在这种情况下,它包括使一个立体场面随着时间变化。例如:一个3D场面,我们可以说它由三种实体:物体、摄影机和灯光组成。每一实体有其可能按照任意的复杂的规律随着时间变化的特征。

- (1) 就被摄物体而言:位置(例如:小汽车),方向(例如:机械臂),大小(例如:植物的演变),形状(例如:云、人的心脏),颜色(例如:火,日出),透明度(例如雾的模拟)。
- (2) 就摄影机而言:观察位置(例如:飞行模拟装置),兴趣点(例如:跟踪),观察角度(例如:移向)。
- (3) 就光源而言:强度(例如:夜总会),位置(例如:车灯模拟)。

以后数年的主攻方向之一是开发集成动画制作系统以设计和制作包括人对环境的意识的立体景观。这种系统应建立在多学科渗透,综合动画制作、力学、机器人学、卫生学、心理学和人工智能等方面和方法的基础之上。它应达到下列目标:

- 自动产生计算机制作的动作自然的人。
- 提高动作的复杂性和真实性,不仅需要提高如机器人的关节点的动作的真实性,而且需要提高在动画制作时与人的躯体、手和脸的有关动作的变化的真实性。
- 减少动作描述的复杂性。

在以虚构动作者为基础的未来的动画制作系统里,动作的控制将倾向于使用人工智能和机器人学技术来自动完成。特别是动作将在任务层次设计并运用物理法则进行计算。

随着计算机动画制作的发展,新一代动画制作者将指挥像《相会蒙特利尔》影片中的玛莉玲和汉弗莱一样虚构的演员使用自然语言中非常简单的词令。现在的问题是:我们应继续使用“计算机动画制作”这一术语吗?

在行为层次上,我们不仅需要考虑个体行为,也需要考虑群体为层次的行为。例如:在完成步行这一任务时,每一个人或多或少都采用同样的方式,遵循同样的规律步行。这一“或多

或少”将难以模拟定型,而且一个人不可能每天始终按同样的方式步行。一个人如果累了或是高兴或是刚听到好消息,步行的方式就稍有不同。所以,将来摆在计算机动画制作者面前的又一巨大挑战是模拟人的行为时要考虑社会的差异和个性。最后,计算机动画制作与传统的动画制作技术的联系越来越少。导演将用命令指挥电视屏幕上虚构的演员、布景、灯光和摄像机。如果是实时的,那就像是导演一部真实的影片。只是在一个虚拟的世界里我们将进入一个在虚构环境里由真人导演,真正由计算机制作影片的时代。



## 第二章 传统的动画制作

### 2.1 传统动画制作的基本原则

动画制作可以按不同的方式定义。约翰哈拉斯(1968年)是世界最著名的动画制作者之一。在他看来,动画的核心是运动。又一类似说法把动画定义为“运动的艺术”。一些更准确的定义如下:

- (1) 动画制作是一种技术,通过拍摄胶片上连续画面里一系列单个图像以造成动的错觉。这种错觉是通过按一定的速度(典型的是每秒 24 画面)放映影片而产生的。
- (2) 动画制作是指制作一组物体的一系列动态画面的过程,在这一制作过程中,每一画面都是前一画面的变形。

虽然这些定义对动画制作原则的描述与 80 年前一样,但是,在当今许多情况下,它们仍然是正确的。传统的动画制作一般是建立在从画面到画面的技术的基础之上的。计算机动画制作通常是靠同样的策略来完成的。然而,在进行实时动画制作的情况下,这些定义(特别是第一定义)是不准确的。例如:电视游戏与传统的动画产品就大不相同。而且,因为即使没有动作,动画仍然存在,所以动画等于运动的说法是非常具有局限性的。例如:

- 在变形时(一物体变为另一物体)。
- 在颜色变化时(例如:主人公激动得脸变红)。
- 在光强弱变化时(例如:太阳在山后消失了)。

传统动画制作主攻方向是生产平面卡通片,每一画面是一平面图片,并纯属手工绘制。这些动画片非常复杂,难以制作,并可能像沃特·迪斯尼或汉拉·巴巴拉的产品那样,需要大队人马。

### 2.2 动画片电影是如何制作的

动画片电影是在制作厂生产的,各制作厂的制作方法是不同的。然而,对于主要的相同的步骤可以这样简单的描述:

#### 2.2.1 故事

像普通电影一样,动画片电影一般是叙述故事。要描述故事就要求有三个文档,每一文档都是从前一个中提炼出来的

- 梗概是用几行字(最多一页文字)对故事进行总结概括。
- 剧本就是对电影摄影不做任何考虑而描述整个故事的详细的文本。
- 故事版是雏形的电影,它由许多图组成,按连环画的形式安排,配以适当的解说词。故事版里单图的数量有很大变化。最重要的是它们代表电影的关键时刻。电影是由限定特殊动作的片断组成的,这一点也很重要。每一片断由一系列场面组成。这些

场面一般被限定在某一地点和一组人物内。场面分成被认为是图片单位的镜头。图 2.1 说明了电影的组。

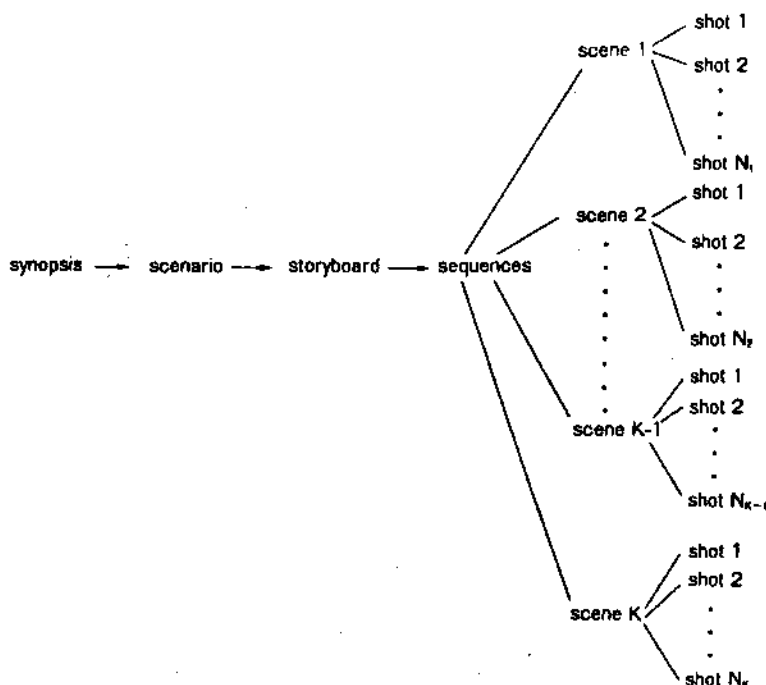


图 2.1 电影的组

### 2.2.2 设计

这一步主要由要制作的人物的设计和情节的设计组成。在故事版的基础上,确定下前景和背景里的形状和形式的关系。

动画制片厂的设计部门必须绘出布景图,勾划背景设计。艺术工作者必须熟悉将用来拍摄画面的摄像机的物理特性。

### 2.2.3 音轨

在进行传统的动画制作时,因为动作必须与对话或和音乐相配,所以音轨录音不得不在动画制作之前进行。

### 2.2.4 动画制作

动画制作是由绘制主图的动画制作者完成的。通常,一个动画制作者只负责一个特定人物。

### 2.2.5 中间图

中间图定义为设在两个重要位置或框架图之间的图。助理动画制作者绘制一些中间图,中间人绘制其余的图。与中间人的工作相比,助理动画制作者的工作要求更具有艺术性,中

间人的工作几乎是机械的。

### 2.2.6 静电复制和墨水加描

草图通常用铅笔绘制。然后使用特制的静电复制摄像机将草图转移到醋酸胶片上,线条必须靠手工用墨水加描。

### 2.2.7 着色

因为动画片电影通常是彩色的,所以它们必须经过着色阶段。这一工作需要耐心,要求准确。胶片必须有适当的阻光度、静态背景也必须着色。

### 2.2.8 检查

在拍摄之前,动画制作者需要检查场面里的动作。

### 2.2.9 拍摄

合成动画通常最后拍摄在彩色胶卷或电视录像带上。

### 2.2.10 剪辑

这最后一步被认为是后期制作阶段的一部分。

多翼机

## 2.3 多翼机和拍摄阶段

在电影生产的拍摄阶段是很重要的。在这一阶段,可以通过移动与其他胶片相关的某些胶片,模拟运动。为了简化这一过程,制片者使用叫多翼机的机器。如图 2.2 所示,多翼机高 3.5 米,顶部装有摄像机。动画制作板有一玻璃底盘。在摄像机透镜下面不同距离的地方有许多层玻璃。注意在模拟摄像机运动时,不同背景的运动速度与背景和摄像机之间的距离成反比。

多翼机允许操作人造成特殊效果,我们将在下一节里阐述。

## 2.4 一些技术和特殊摄影效果

特殊摄影效果用于传统动画制作,但难于达到目的,有时造价昂贵。正因为使用计算机可以轻而易举地模拟特殊摄影效果。那就在这里阐述最重要的技术。

### 摇镜头

摇镜头(全景微缩)是将摄像机从一点向另一点水平移动产生的效果。

### 垂直拍摄全景

垂直拍摄全景是将摄像机从一点向另一点垂直移动产生的结果。

### 移向或移离拍摄

移向或移离拍摄使被摄物体放大或缩小。在制作平面动画片时,可以通过将摄像机向被摄物体移近或从被摄物体移远,能获得这一效果。因为透视效果问题,这种移动摄像机的技

术不能用于立体动画制作。不过使用优良的透镜可获得立体效果。移离或移向拍摄可以连续进行。

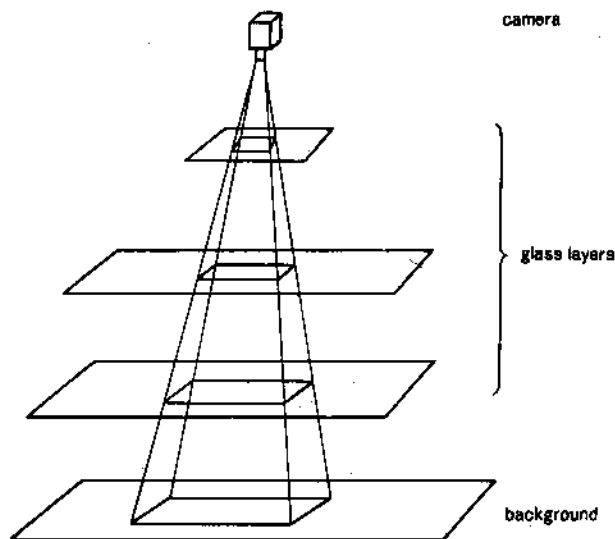


图 2.2 多翼机

### 旋转拍摄

旋转拍摄是旋转摄像机进行拍摄。

### 渐显

渐显是镜头开拍时的结果。场景渐渐从黑暗中显现出来。

### 渐隐

渐隐是镜头停拍时的结果。场景渐渐隐入黑暗。

### 相溶

相溶最常用于镜头的过渡时期。它相当于在同一长度的胶片上一镜头渐隐下一镜头渐显。

### 抹擦

在抹擦效果中,后一场景似乎滑过前一场景。图 2.3 说明了场景分界线间可能出现的不同形式。

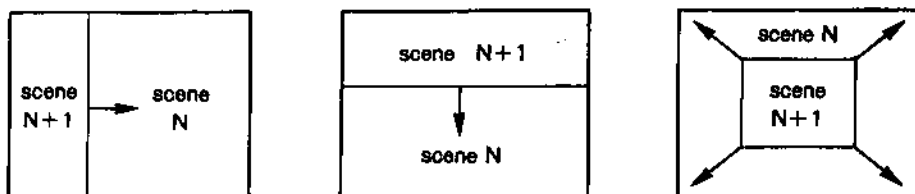


图 2.3 抹擦

对于传统的动画制作来说,要获得像重叠或多图像等其他特殊效果,光学印像机是必不可少的。它是一电影摄像机,正对着一无透镜的电影放映机门,将一段影片复制到另一胶卷

上。图 2.4 说明了简单的光学印像机的原理。

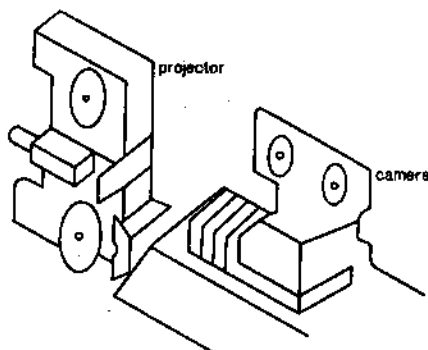


图 2.4 简单的光学印像机的原理

光学印像机能用来：

- 制作正片和底片
- 从一种规格变为另一种规格(16mm, 35mm)。
- 调整动作的速度
- 提高影片的质量
- 复制几圈某一反复的动作
- 叠印标题和标识语
- 产生渐显(渐隐)和抹擦效果。

## 2.5 条线纸、程序纸、模型纸、曝光纸

大量的纸流经动画制作厂,除了已经讨论了的故事板以外,我们还使用四种主要的信息纸:

- (1) 条线纸载着动画片断的直观梗概。因为条线纸标着每一动作画面的号码和对话、说话、音乐的时间,所以它们作为每一制作阶段的指南。
- (2) 程序纸列出每场的长度、地点、负责人以及其他各种各样的统计资料等。
- (3) 模型纸表现画有许多代表性姿势的原始人物。
- (4) 曝光纸是有关一部影片最详细的文件。在曝光纸上,每一画面占一行。每一画面写有摄像机的运动,移离或移向拍摄和曝光号码。图 2.5 展示了动画制作者的摄制人必备不可少的材料——曝光纸。

## 2.6 后期制作

我们所说的后期制作包括把拍摄镜头转变成最终产品所要求的所有活动。它包括加工和剪辑。

影片加工要在实验室里进行一系列的操作,用化学方法冲洗曝光在胶卷上的影像。胶卷是由醋酸纤维素制成的。如图 2.6 所示,尽管其规格也可以买到,但标准规格是 35mm。表

2.1 列出了现在市场上销售的各种规格的胶卷。

| SCENE  |      | TITLE |  | ANIMATOR |  | FOOTAGE |  | SEQUENCE            |   |
|--------|------|-------|--|----------|--|---------|--|---------------------|---|
| ACTION | DIAL |       |  |          |  |         |  | CAMERA INSTRUCTIONS |   |
|        |      |       |  |          |  |         |  |                     |   |
|        | 1    |       |  |          |  |         |  |                     | 1 |
|        | 2    |       |  |          |  |         |  |                     | 2 |
|        | 3    |       |  |          |  |         |  |                     | 3 |
|        | 4    |       |  |          |  |         |  |                     | 4 |
|        | 5    |       |  |          |  |         |  |                     | 5 |
|        | 6    |       |  |          |  |         |  |                     | 6 |
|        | 7    |       |  |          |  |         |  |                     | 7 |
|        | 8    |       |  |          |  |         |  |                     | 8 |
|        | 9    |       |  |          |  |         |  |                     | 9 |
|        | 0    |       |  |          |  |         |  |                     | 0 |
|        | 1    |       |  |          |  |         |  |                     | 1 |
|        | 2    |       |  |          |  |         |  |                     | 2 |
|        | 3    |       |  |          |  |         |  |                     | 3 |
|        | 4    |       |  |          |  |         |  |                     | 4 |
|        | 5    |       |  |          |  |         |  |                     | 5 |
|        | 6    |       |  |          |  |         |  |                     | 6 |
|        | 7    |       |  |          |  |         |  |                     | 7 |
|        | 8    |       |  |          |  |         |  |                     | 8 |
|        | 9    |       |  |          |  |         |  |                     | 9 |
|        | 0    |       |  |          |  |         |  |                     | 0 |
|        | 1    |       |  |          |  |         |  |                     | 1 |
|        | 2    |       |  |          |  |         |  |                     | 2 |
|        | 3    |       |  |          |  |         |  |                     | 3 |
|        | 4    |       |  |          |  |         |  |                     | 4 |
|        | 5    |       |  |          |  |         |  |                     | 5 |
|        | 6    |       |  |          |  |         |  |                     | 6 |
|        | 7    |       |  |          |  |         |  |                     | 7 |
|        | 8    |       |  |          |  |         |  |                     | 8 |
|        | 9    |       |  |          |  |         |  |                     | 9 |
|        | 0    |       |  |          |  |         |  |                     | 0 |
|        | 1    |       |  |          |  |         |  |                     | 1 |
|        | 2    |       |  |          |  |         |  |                     | 2 |
|        | 3    |       |  |          |  |         |  |                     | 3 |
|        | 4    |       |  |          |  |         |  |                     | 4 |
|        | 5    |       |  |          |  |         |  |                     | 5 |
|        | 6    |       |  |          |  |         |  |                     | 6 |
|        | 7    |       |  |          |  |         |  |                     | 7 |
|        | 8    |       |  |          |  |         |  |                     | 8 |
|        | 9    |       |  |          |  |         |  |                     | 9 |
|        | 0    |       |  |          |  |         |  |                     | 0 |
|        | 1    |       |  |          |  |         |  |                     | 1 |
|        | 2    |       |  |          |  |         |  |                     | 2 |
|        | 3    |       |  |          |  |         |  |                     | 3 |
|        | 4    |       |  |          |  |         |  |                     | 4 |
|        | 5    |       |  |          |  |         |  |                     | 5 |
|        | 6    |       |  |          |  |         |  |                     | 6 |
|        | 7    |       |  |          |  |         |  |                     | 7 |
|        | 8    |       |  |          |  |         |  |                     | 8 |
|        | 9    |       |  |          |  |         |  |                     | 9 |
|        | 0    |       |  |          |  |         |  |                     | 0 |

图 2.5 曝光纸

表 2.1 主要的胶卷规格

| 规格      | 图像大小(高×宽)                       |
|---------|---------------------------------|
| 70mm    | 1×2,1×2.33                      |
| 35mm    | 1×2,1×1.85                      |
| 17.5mm  | 9.5×14.5                        |
| 16mm    | 7.4×10.4(没有声音)<br>7.16×9.6(有声音) |
| 9.5mm   | 6.5×8.5                         |
| super-8 | 5.36×4.01                       |
| 8mm     | 3.7×5.2                         |

因为制作失误会给剪辑带来麻烦,所以后期制作也含有可以重新拍摄的意思。但剪辑主要由收集、整理和拼接影片等工作组成。声音同步也在后期制作阶段进行。图 2.7 是 16mm 有声电影加工的简单流程图。

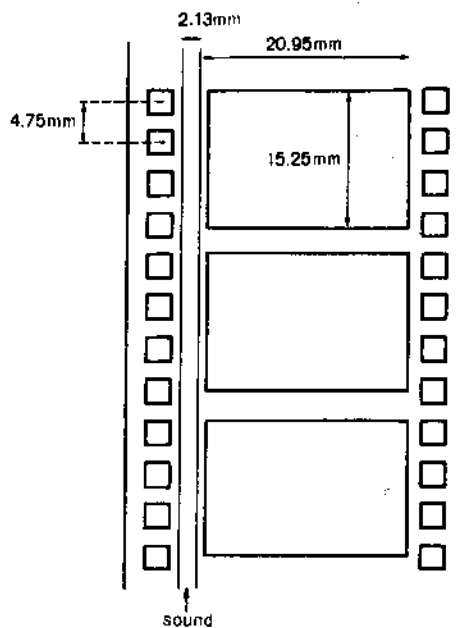


图 2.6 35mm 规格

一般说来,单数场景被剪辑到一起构成所谓的 A 卷,双数场景同样拼接成另一卷——B 卷。在后期制作阶段,这一策略使增加叠印和渐显(渐隐)效果变得更容易了,图 2.8 说明 A 和 B 卷。

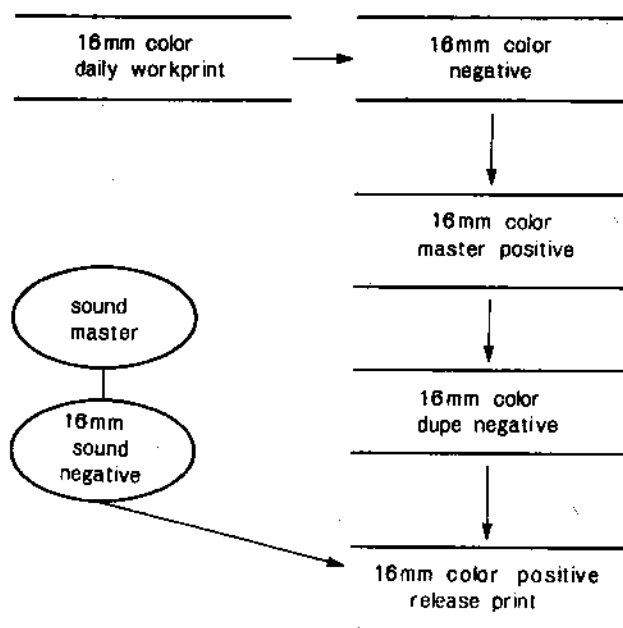


图 2.7 16mm 有声电影加工流程图

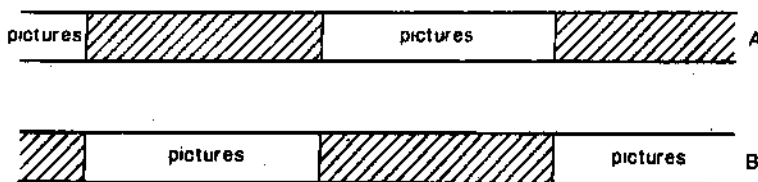


图 2.8 A 卷和 B 卷

## 2.7 历史背景

图片动画制作是由一个名叫约瑟夫·安托尼·普拉托的法国人在 1831 年发明的。他使用一种叫 phenakistoscope 的机器(该装置是由装有许多图片的旋转圆盘和为观众观看图画而设计的窗口组成的),造成运动的错觉。

后来,在 1834 年,英国人霍纳发展了 phenakistoscope 的概念。发明了活动画片玩具,活动画片玩具设一旋转圆筒,圆筒上有均匀分布的口子,活动画片玩具内壁上装有图片。圆筒旋转时,观众可以透过口子看到图画。法国人埃米尔雷诺德进一步改进活动画片玩具,开发出 praxinoscope。口子被在圆筒中间旋转的玻璃镜子取代了。

1892 年,雷诺德在巴黎创建第一家影剧院 Theater Optique。然而,第一部动画片是美国人斯图尔布莱克顿在 1906 年生产的。这部动画片叫《滑稽面的幽默相》。1908 年法国人埃米尔在白纸上做黑色图画,并将图画拍摄下来。他把底片放在屏幕上。于是在黑色背景里就产生了白色的动画片。他制作的最重要的动画片之一是《丑角家的悲剧》。1909 年,美国人卫索麦克生产了《受训恐龙哥提》,认为是第一部卡通片。尽管影片很短,麦克还是用了大约一万幅图画。在 1913 年至 1917 年期间,美国生产了各种各样的动画系列片,其中最著名的是帕特沙利文制作的《莫利克斯猫》。

1915 年,美国人厄尔赫德引进了胶片动画制作技术,胶片动画制作因所使用的透明胶片而得名。但是,商业性动画制作之父则非沃特·迪斯尼莫属。在 1928 年至 1938 年的二年期间,他生产了《米老鼠》、《唐老鸭》和《愚蠢的交响乐队系列》。1928 年最初生产的《米老鼠》影片很短,也是第一部动作与声音完全同步的影片。后来,大型商业性动画片《白雪公主和七个小矮人》问世。同时,其他动画制作先驱也在各自的国家里研制动画片电影,例如:捷克斯洛伐克的特恩卡和法国的巴托斯。应该特别提到的两位非常著名的先驱是英国的约翰哈拉斯和加拿大的诺曼麦克拉伦。

## 2.8 动画制作的应用

动画制作能广泛地用于一些领域。这些领域可以分成五个范畴:

### 1. 电视

电视对动画制作的迅速发展起了强有力的促进作用。电视采用动画技术制作标题、标识语和插入部分。但它主要用于为儿童制作动画片和为普通观众制作商业片。



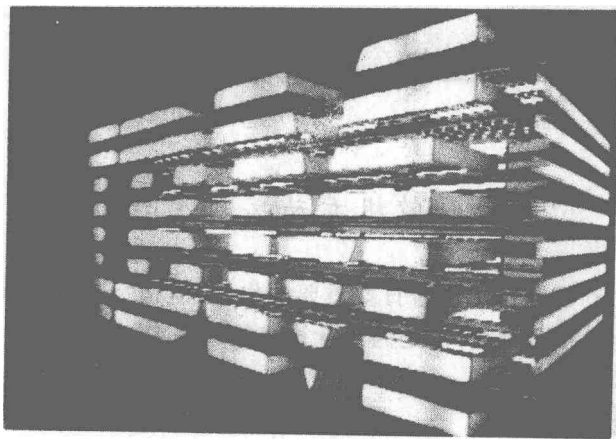


图 2.9 《历程》。这部由 CO USA 敦福尔计算机影像制作公司为加拿大 IBM 生产的放映 10 秒钟的影片表现通过一集成电路复杂的面的历程。(制片人:Paul Sutherland Robert Hopp。代理:Robert Hopp 和合伙人,加拿大多伦多。制片厂:计算机影像制作公司。导演:James Sibley。动画制作者:Vivian Zezula-Aragon, Brad Jorgensen, Rob Bekuhrs。技术小组:David Cline, Steve Cosgrove, Mike Snyder。艺术导演:John Wood, Cliff Eriskson。计算机:CAESAR, SCANIMATE, SYSTEM IV)

## 2. 电影

作为一种电影技术的动画制作在电影工业中始终起着重要的作用。现在电影工业仍生产完全的动画片。但它也是要获得特殊效果的一种好方法,并常用于制作标题和通名(Crow 1978 年)。

## 3. 行政管理

动画片是有广泛影响的宣传工具的最佳方法。当然,政府部门是用此类技术进行广泛宣传的最大消费者。

## 4. 教育和研究

动画片能广泛地用于教育方面。使用带动作的直观教具,给学生解释基本概念就容易了。最后,因为动画制作能模拟像在医学(Thalmann et al 1985 年)或自然科学(Isaacs 1989 年, Papathomas 和 Julesz 1987 年)方面的情景,所以它极大地有助于科学研究。

## 5. 商业

动画片在商业方面的作用非常相似于在行政管理方面的作用。它用于销售、员工教育和公共关系等方面(Magnenat • Thalmann 和 Thalmann 1985 年 Bolduc et al 1987 年)。

## 6. 工程

工程师并不要求文娱界所要求的那种逼真的影像。但是必须要清楚地辨认各独立部分。而且必须能迅速地生成(Noma 和 Kunii 1985 年;Muir 1985 年)。