

三维动画原理与制作

数字媒体技术

第一章 绪论

1.1 动画及发展史

1.2 计算机动画

1.3 计算机动画的分类

1.4 计算机动画的应用

1.5 计算机动画的创作

1.6 计算机动画的技术方法

1.1 动画及发展史

什么是动画

- 动画由多幅连续画面组成，当画面快速、连续地播放时，由于人类眼睛存在“视觉滞留效应”而产生动感。

【基本原理】

无论何种动画，都是利用人类眼睛的“视觉滞留效应”产生动感，多幅画面快速连续的更换，使人们看到连续活动的图像，这就是动画的基本原理。

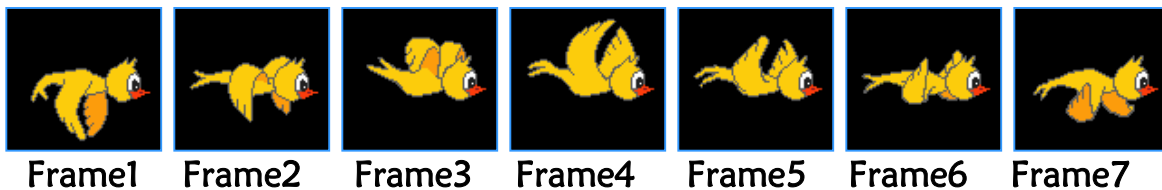
是指人在看物体时，物体的影像短暂地残留在人脑视觉神经中，残留时间约为 $1/24s$ 。如果每 $1/24s$ 更替一个画面，人们的大脑在前一个画面影像没有消失前，又接受到下一个画面的新影像，连续的大脑感受使人们感觉到连续的影像变化。

1.1 动画及发展史

● 基本概念

【动画的本质】

动画在英文里是Animation，也就是说动画与运动是分不开的。世界上著名的动画艺术家——英国人约翰·哈拉斯(John Halas)曾指出：“**运动是动画的本质**”



动画是运动的艺术



● 动画的构成规则

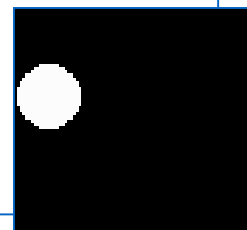
- 1) 动画由多画面组成，并且**画面必须连续**
- 2) 画面之间的内容必须存在差异
- 3) **画面表现的动作**必须连续，即后一幅画面是前一幅画面的继续

● 动画的表现规则

- 1) 在严格遵循运动规律的前提下，可进行适度地夸张和发展
- 2) 动画节奏应符合自然规律，可适度夸张
- 3) 动画节奏由画面之间物体的位置差决定
位置差越大，移动速度越快



9158tv.tk



Frame1

Frame2

Frame3

Frame4

Frame5

Frame6

Frame7

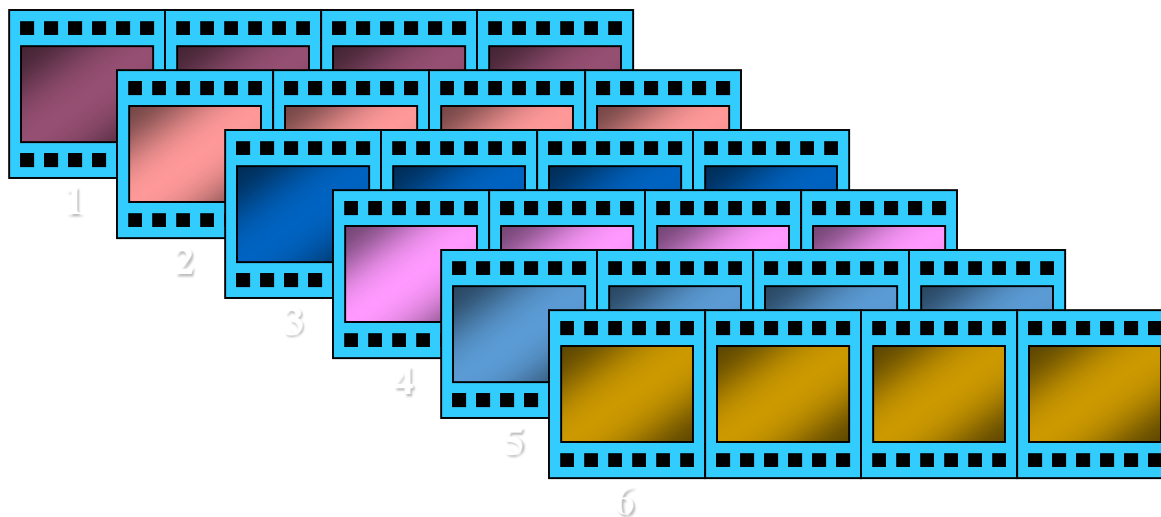
Frame8

● 全动画与半动画

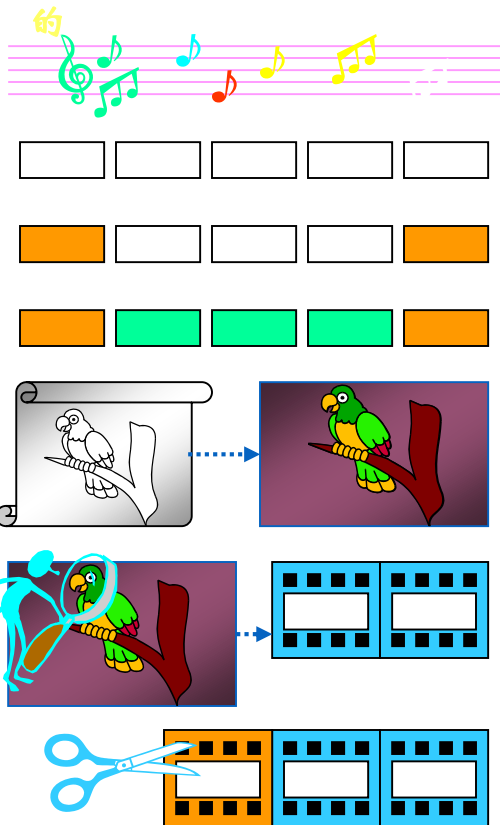
● 全动画——为追求画面完美和动作流畅，按照24帧/s制作动画



● 半动画——又名“有限动画”，为追求经济效益，6帧/s的动画



传统动画是怎样制成的



- 1) 制作声音对白和背景音乐
- 2) 根据声音计算动画格数
- 3) 设计人员绘制动画关键画面
- 4) 绘制人员描画关键画面之间的插画
- 5) 把纸上的动画轮廓复制到赛璐璐片上
- 6) 上色人员为赛璐璐片上色
- 7) 拍摄电影胶片之前检查动画画稿
- 8) 电影摄制人员把赛璐璐片拍成电影
- 9) 对电影胶片进行剪辑和编辑

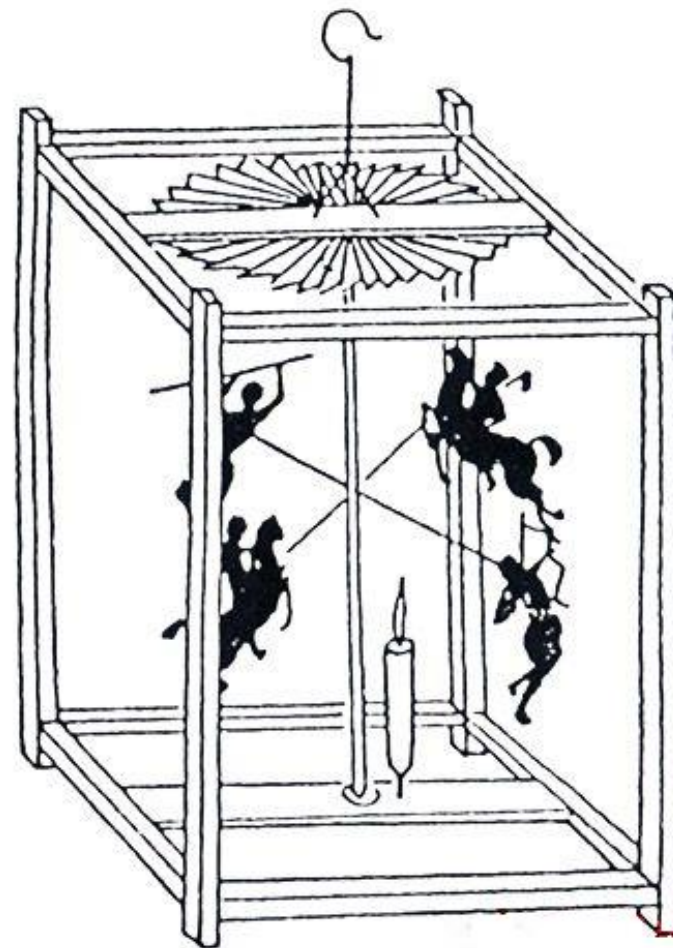
赛璐璐片又称“明片”，“化学板”。绘制动画影片所使用的材料之一。

● 动画发展史

早期动画

- 古代壁画；（地铁墙壁）
- 走马灯；

羊吃草



● 动画发展史

早期动画

- 1824年，彼得·罗杰，《移动物体的视觉暂留现象》；
 - 提出观点：“形象刺激在最初显露后，能在视网膜上停留若干时间。当多个刺激相当迅速地连续显现时，在视网膜上的刺激信号会重叠起来，形象就成为连续进行的了”；
 - ——动画制作理论的基石。

● 动画发展史

早期动画

- 1825年, 幻影转盘;



● 动画发展史

早期动画

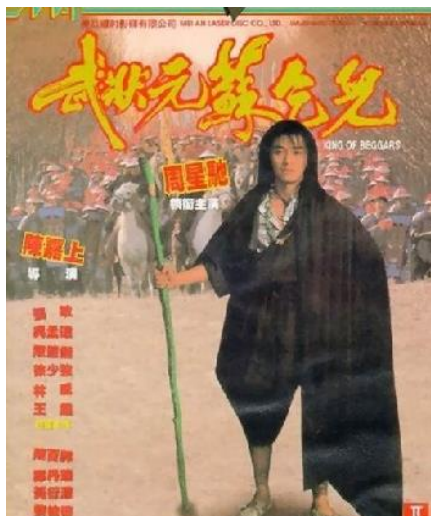
- 1834年，走马盘；



● 动画发展史

早期动画

- 1868年，手翻书；



问：周星星无厘头过的
降龙十八掌第18掌是什
么？



● 动画发展史

早期动画

- 1879年，英国人爱德华·麦布里；
- 一组马奔跑的连续照片；
- 最早的关于连续动作的记录；



● 动画发展史

早期动画

- 1888年，托马斯·爱迪生；
- 发明了一部连续画片的记录仪器；



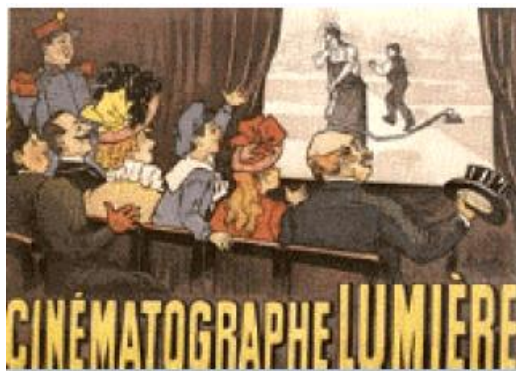
1888年，一部连续画片的记录仪器诞生于汤玛士爱迪生的实验室。原本爱迪生只是想为他新发明的留声机配上画面，但他并不是用投影的方式，而是将图像先在卡片上处理好，然后显在“妙透镜”（mutoscope）上。妙透镜可以说是机器化的“手翻书”，爱迪生以一套手摇杆和机械轴心，带动一盘册页，使图像或影像的长度延伸，产生丰富的视觉效果。

载体（动画形象+观看方式）+运动

● 动画发展史

胶片动画

- 1895年，卢米·埃尔兄弟；
- 首次公开放映电影，标志**胶片时代**的到来；



● 动画发展史

胶片动画

- 1906年，斯图亚胶片动画的发展
- 特·波拉克顿，发明了“逐格拍摄法”；
- 《滑稽脸的幽默像》，第一部动画影片；



● 动画发展史

胶片动画

- 逐格拍摄法



木偶片 图1-7b



这部动画史上的种子电影，用墨水和宣纸所画的画超过五千张，每一格的背景都重画，整体感流畅，时间换算精确，显示了麦凯不凡的透视力。

● 动画发展史

胶片动画

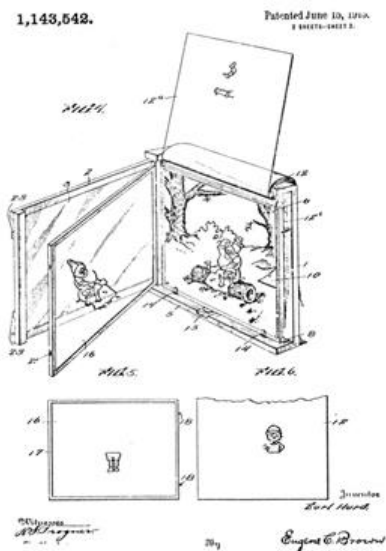
- 1914年，美国人温瑟·麦凯，《恐龙戈蒂》；
- 画幅超过5000张；
- 每一张背景都重画；



● 动画发展史

胶片动画

- 1915年，易尔·赫德，赛璐珞胶片；
- 分层制作建立了胶片动画的基本拍摄方法；

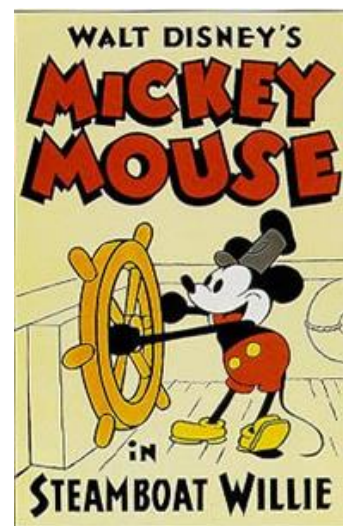


《龟兔赛跑》的赛璐珞原画

● 动画发展史

胶片动画

- 1928年11月18日，沃特·迪斯尼；
- 首映《蒸汽船威利》，米老鼠；



● 动画发展史

胶片动画

- 1937年，首部长篇动画片；
- 《白雪公主》



● 动画发展史

电视动画

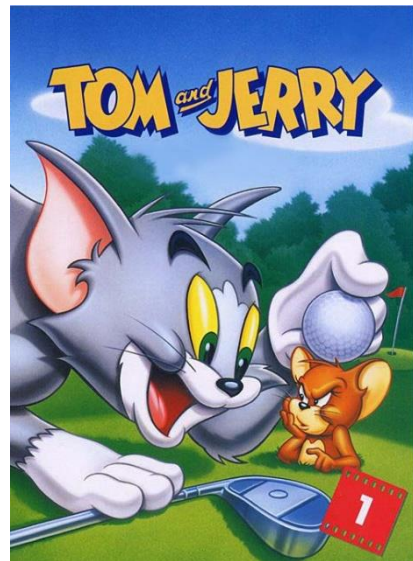
- 1956年，第一台广播用磁带录像机，开启了用磁性材料记录活动影像的时代；
- 胶片动画制作成本昂贵；
- 电视台时间需求紧，促进了探索新的动画制作技术。



● 动画发展史

电视动画

- 灵活应变的剧本，有限动画的制作方式；
- 《汤姆和杰瑞》，奥斯卡短片奖；



主角



Tom (10张)

名字：汤姆 (Tom)

类：猫

颜色：蓝灰色

其他：总是闪着机会主义的光芒，弓着腰在一旁等待机会出击。



Jerry (8张)

名字：杰瑞 (Jerry)

种类：鼠

颜色：棕色

其他：总是用挑逗的眼神看着你，并且常常在不经意期间玩弄这只猫。

● 动画发展史

电脑动画

- 1946年，第一台计算机ENIAC在美国宾夕法尼亚大学诞生；
- 1950年，显示器在美国MIT出现；
- 更广阔的舞台！

ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer, 电子数字积分计算机；

一方面，计算机可以作为工具加速传统动画的制作，降低其难度，或者增添一些动画特效，另一方面，动画可以完全由计算机制作，并且可以直接在显示器的屏幕进行播放

● 动画发展史

电脑动画



Ivan Sutherland
ACM图灵奖获得者，
计算机图形学和虚拟
现实之父

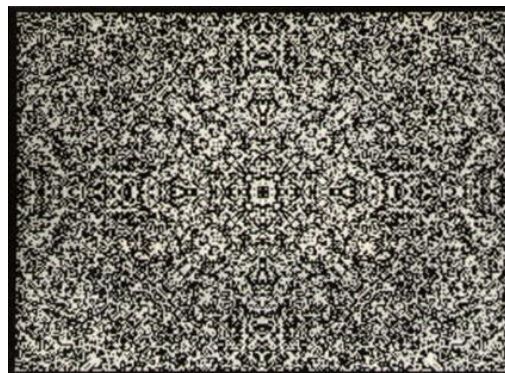
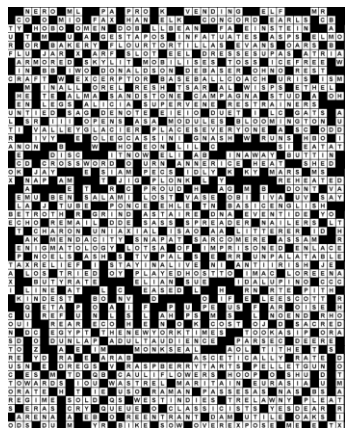
- 60年代——电脑动画的初创期；
- 1962年，MIT林肯实验室；
- Ivan E.Sutherland；
- “Sketchpad：一个人机交互通信的图形系统”
- 首次使用了“Computer Graphics”术语；
- 标志着计算机图形学的诞生；

<http://cncc.ccf.org.cn/>

● 动画发展史

电脑动画

- 1964年，贝尔实验室，肯·诺尔顿；
- BEFLIX语言；
- 可以利用图片生成计算机动画；



● 动画发展史

电脑动画

- 60年代—70年代初；
- 计算机动画的初创期；
- 计算机动画十分粗糙；
- 其理论发展却十分迅速；
- 吸引许多计算机专家投入到这个新生的领域来；

● 动画发展史

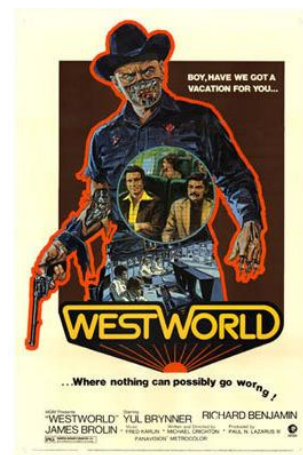
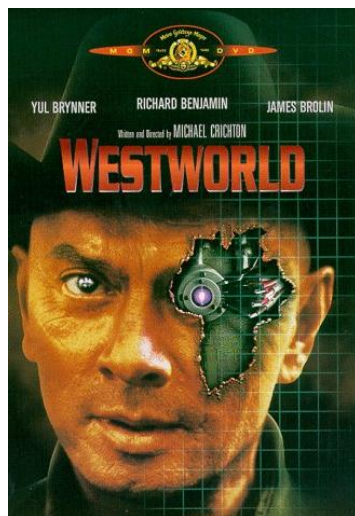
电脑动画

- 70年代—发展期；
- 1971年，宾夕法尼亚大学，Animator；
- 1971年，加拿大国家研究院，Burtnyk和Wein；
 - 关键帧动画系统的模型；
 - 1976年，提出了骨架派生图像；
- 1973年举行了第一届SIGGRAPH展览；

● 动画发展史

电脑动画

- 1973年，电影《西部世界》(West World);
- 第一部使用电脑特效的影片;



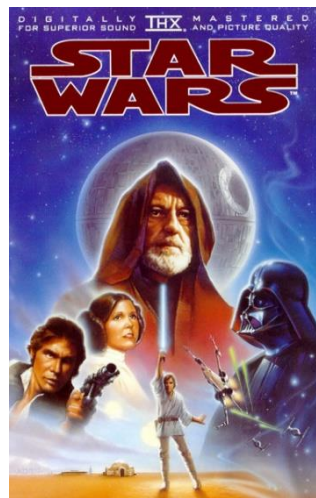
● 动画发展史

电脑动画

- 1977年，乔治·卢卡斯；
- 星球大战；
- ILM(Industrial Light and Magic, 工业光魔)；



卢卡斯与星战模型



● 动画发展史

电脑动画

- 70年代是计算机动画技术飞速发展的时代；
- 跟踪球、数字化仪等工具的出现为人机交互提供了多样的输入手段；
- 个人计算机的发明，使更多的艺术家能利用电脑进行创作；
- 分形（fractal）、虚拟现实和图形学的一些成果在这一时期也从单纯的理论发展出具体的技术产品。

● 动画发展史

电脑动画

- 80年代——成熟期；
- 光线跟踪技术；
- 1982年，迪斯尼，Tron 《电脑争霸》；
- 30分钟计算机动画，高科技的摩托车赛的片段



● 动画发展史

电脑动画

- 1985年，《青年福尔摩斯》；
- 第一次出现了CG电影角色；
- ILM公司制作；



● 动画发展史

电脑动画

- 1986年，史蒂夫·乔布斯，1000万；
- 成立了皮克斯(Pixar)动画工作室；
- 改进CG动画技术作为一种讲述故事的手段；
- 1988年，影片《罐头总动员》(Tin Toy)；

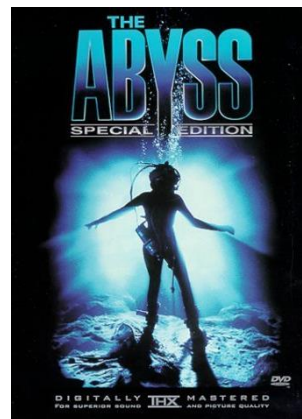


第一部
奥斯卡最佳动画短片奖
计算机动画影片

● 动画发展史

电脑动画

- 1988年，卢卡斯电影公司, Willow;
- 引入了“图象变形”技术;
- 1989年，詹姆斯·卡麦隆，《深渊》(The Abyss)
- ILM制作了一只能模仿影片中演员的面部表情和动作的蛇状的水怪;



● 动画发展史

电脑动画

- 90年代——生产期；
- 计算机技术与硬件的不断成熟使得任何东西都有可能实现；

● 动画发展史

电脑动画

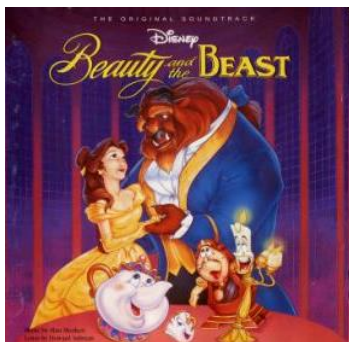
- 1991年，詹姆斯·卡麦隆；
- 终结者2， Terminator 2:Judgement Day;



● 动画发展史

电脑动画

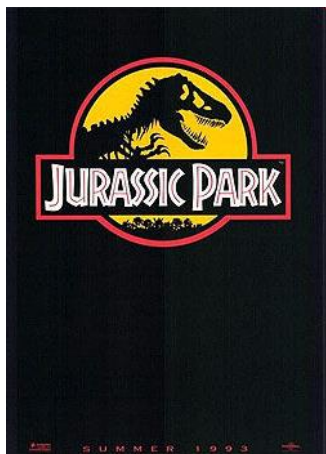
- 1991年，迪斯尼证明了CG在传统动画的应用；
- 《美女与野兽》 (Beauty and the Beast) ;



● 动画发展史

电脑动画

- 1993年，斯皮尔伯格，侏罗纪公园；
- ILM制作，利用恐龙的骨架控制运动；
- 利用恐龙模型的动作实时地调整CG模型；



● 动画发展史

电脑动画

- 1995年，Pixar，《玩具总动员》(Toy Story);
- 一部完全由CG创作的电影;
- 片长81分钟，76个角色和11.4万个画面;



● 动画发展史

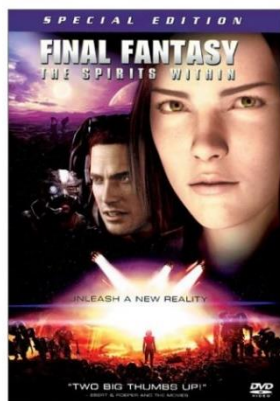
电脑动画

- 90年代，图形图像技术进入实用化时期；
- 处理信息巨大，要求处理速度极高，实时生产高质量的图形图像是整个90年代追求的目标；
- 动力学仿真技术，三维仿真演员系统，自主动画（面向目标的动画）也在这个时期相继完成；
- 计算机动画在许多其他领域获得了广泛的应用。

● 动画发展史

电脑动画

- 新世纪，CG合成演员的出现；
- 《最终幻想曲》(Final Fantasy)；
- 第一部CG合成演员的影片；
- 展示了未来无限的创作空间；



● 动画发展史

电脑动画

- 计算机硬件在速度上稳步提升；
- 一些最有创意的人们目前正在开发能让动画人员控制和处理3D模型和效果的新软件；
- 导演和剧本作家们可采用这种新的手段来叙述剧情；
- 计算机动画技术的完善赋予了他们新的构思空间；
- 计算机动画的未来没有止境。

1.2 计算机动画

● 计算机动画的发展

第一阶段

在屏幕上依次画出简单的线条、几何图形和颜色块，电脑一丝不苟地把绘画过程记录下来。在需要时，由电脑重复绘画过程，使人们看到活动的画面

第二阶段

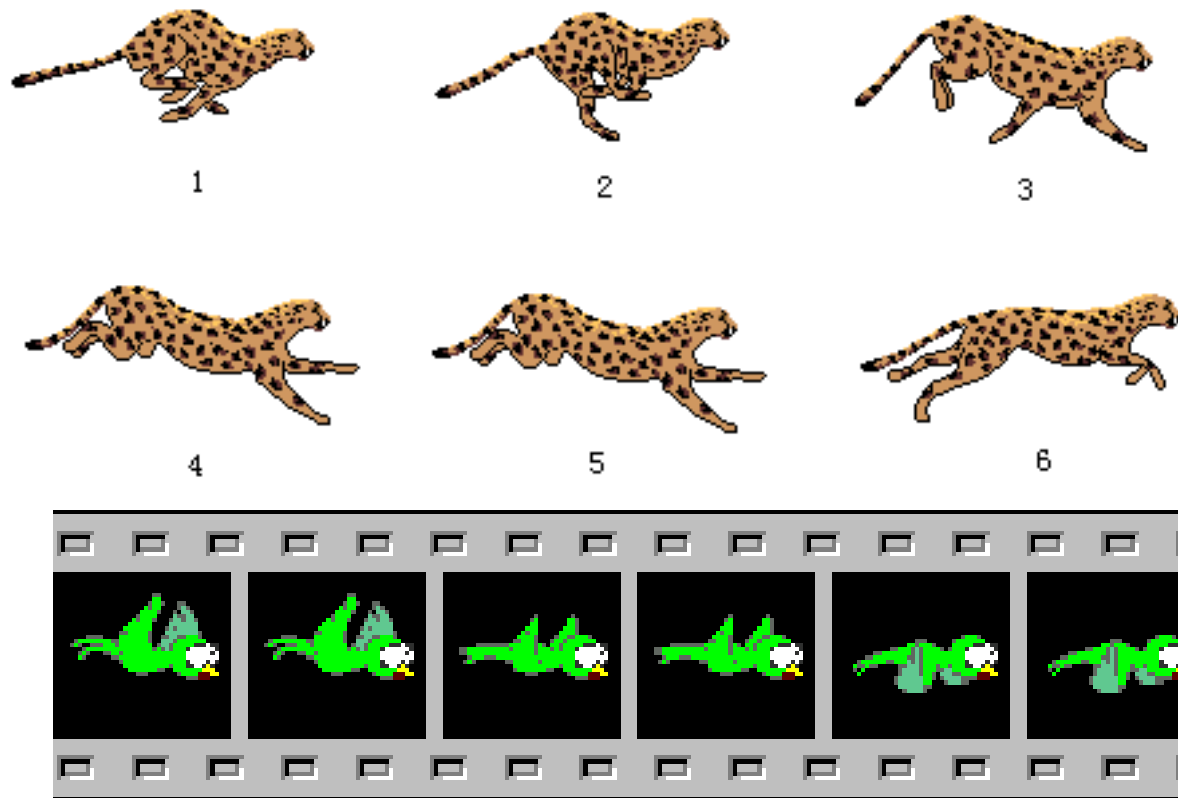
在屏幕上依次绘制画面，动画的主体从简单的线条、几何图形过渡到复杂的图形、丰富多彩的颜色。动画基本体现了传统动画的风格

第三阶段

以先进的软件和硬件作为基础，更加逼真地模拟传统动画，并进一步制作传统动画难以表现的题材，如三维造型动画、变形动画、仿真动画、矢量动画等

- **计算机动画**是借助计算机技术生成一系列的画面，其中当前帧画面是对前一帧的部分修改，是采用连续播放静止图像的方法产生景物运动的效果。这里的运动泛指使画面发生改变的所有动作，比如放大、缩小、变形、旋转、颜色变化等；
- 计算机图形学和艺术相结合的产物；
- 伴随着计算机硬件和图形算法高速发展起来的一门高新技术；
- 它以计算机图形学，特别是实体造型和真实感显示技术、消隐、光照模型、表面质感等为基础；
- 涉及到图像处理技术、运动控制原理、视频技术、艺术甚至于视觉心理学、生物学、机器人学、人工智能等领域；

由多帧连续图像组成的动画效果



1.3 计算机动画的分类

1.3.1. 按系统的功能强弱分为5级：

第一等级：只用于交互产生、着色、存储、检索和修改图像，由于不考虑时间因素,相当于一个图像编辑器

第二等级：实现中间帧的计算，并能使物体沿着某条轨迹运动，可代替人工制作中间帧。[back](#)

第三等级：可以提供一些形体的操作(平移、旋转等)，同时也包括虚拟摄像机的操作(镜头推移、倾斜变化等)

第四等级：提供了定义角色的方法，这些角色具有自己的运动特色。[Back](#)

烟花， 水波

第五等级：智能动画系统，系统可以自学习。

前四个等级的动画系统已有许多商品化的产品问世，而智能动画系统正在研究中。现在又出现了一些新的研究方向，像人工生命、虚拟生物等。

机器人1， 2

1.3.2. 按运动的控制方法分为关键帧动画和算法动画：

关键帧动画是通过一组关键帧或关键参数值得到中间的动画帧序列。

- 二维形状插值——插值关键帧本身
- 关键参数插值——插值物体模型的关键参数值

算法动画又称模型动画或过程动画，是采用算法实现对物体的运动控制或模拟摄像机的运动控制，一般适用于三维动画。

- 运动学算法
- 动力学算法
- 逆运动学算法
- 逆动力学算法
- 随机运动算法

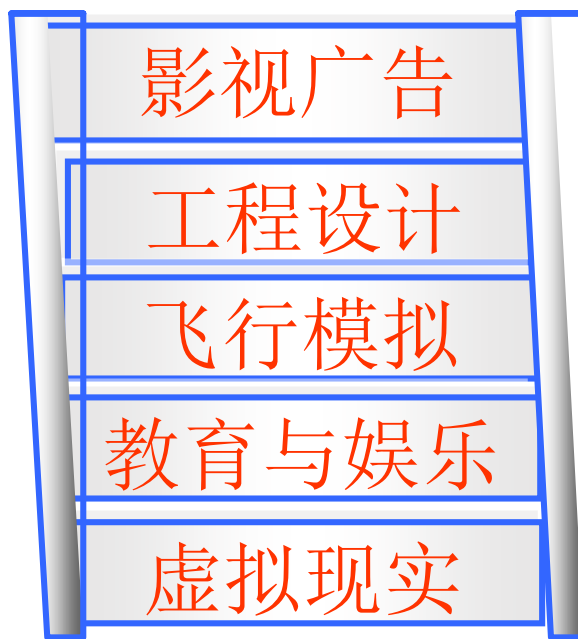
1.3.3. 按动画制作原理分为二维和三维动画：

二维动画(计算机辅助动画)：用来实现中间帧生成，即根据两个关键帧生成所需的中间帧(插补技术)。从功能上看，属于第二等级。

三维动画(计算机生成动画)：是采用计算机技术来模拟真实的三维空间，从功能上看，属于第三、四等级。

计算机动画真正具有生命力是由于三维动画的出现，它与二维动画相比有一定的真实性，同时与真实物体相比又具有虚拟性，二者构成了三维动画所特有的性质，即**虚拟真实性**。

1.4 计算机动画的应用



1.4.1.影视与广告

主要用于制作电视广告、卡通片、电影片头和电影特技等。

影视广告：计算机动画可制作出神奇的视觉效果，以取得特殊宣传效果和艺术感染力。

玩具总动员：没有真人演员表演故事片，这部长达77分钟的影片全部由计算机动画和计算机合成图像组成。

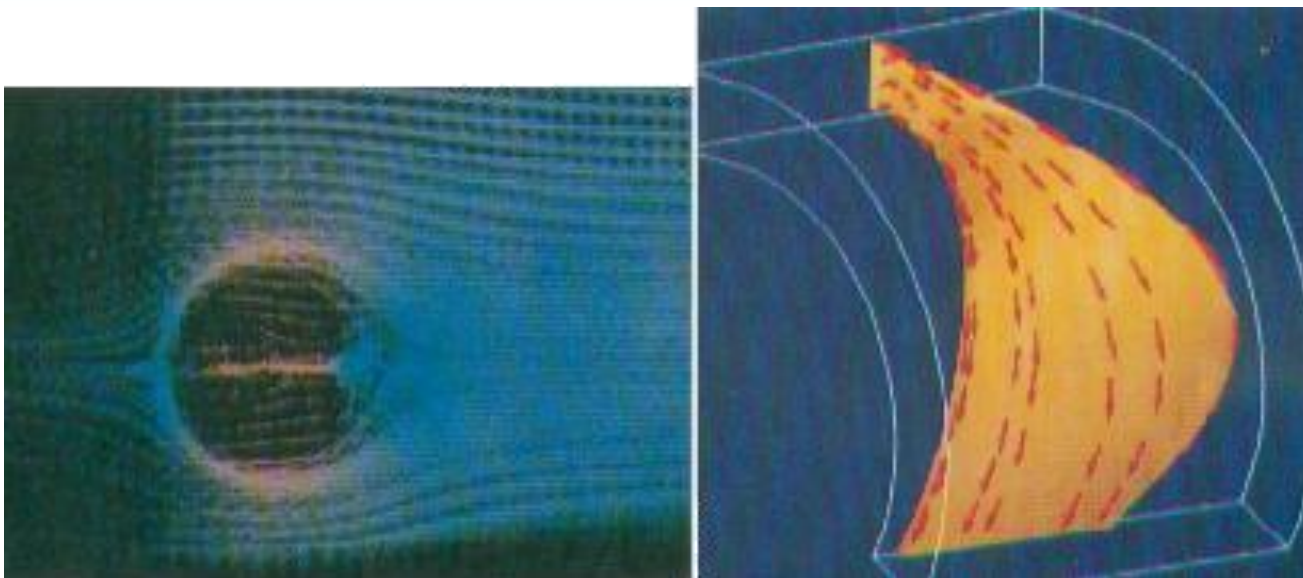
侏罗纪公园：是计算机动画在影视制作中的得意之作，曾获奥斯卡最佳视觉效果奖。



1.4.2.科学计算与工程设计

科学计算可视化：通过计算机动画以直观的方式将科学计算过程及结果转换为几何图形图像显示出来，便于研究和交互处理。

工程设计：工程图纸设计完后，指定立体模型材质，制作三维动画。如建筑行业中楼房建筑的透视和整体视觉效果。







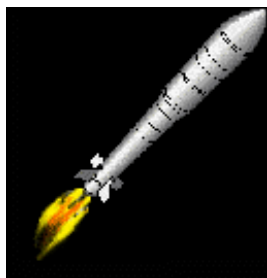




1.4.3.模拟与仿真

计算机动画技术第一个用于模拟的产品是飞行模拟器，它在室内就能训练飞行员模拟起飞和着陆，飞行员可以在模拟器中操纵各种手柄，观察各种仪器以及在舷窗能看到机场跑道和山、水等自然景象。

在航天、导弹和原子武器等复杂的系统工程中，先建立模型，再用计算机动画模拟真实系统的运行，调节参数，获得最佳运行状态。





1.4.4.教育与娱乐

多媒体教学：计算机动画为教师改进教学手段、提高教学质量提供了强有力的工具。

娱乐：利用计算机动画产生模拟环境，使人有身临其境的感觉。

1.4.5.虚拟现实技术

虚拟现实是利用计算机动画技术模拟产生的一个三维空间的虚拟环境。人们可借助系统体提供的视觉、听觉甚至嗅觉和触觉等多种设备，身临其境地沉侵在虚拟的环境中，就像在真实世界中。

1.5 计算机动画的创作

1.5.1 计算机动画制作硬件环境

2



- 尽量选用屏幕尺寸大、色彩还原好、点距小的彩色显示器

3



- 鼠标反应灵敏、移动连续、无跳跃、手感舒适，可选配笔形鼠标

1



图形工作站或多媒体电脑

- 高速CPU
- 足够大的内存
- 大量的硬盘空间

4



- 特殊的输入输出设备，如扫描仪、摄像机、视频卡等

1.5.2 计算机动画制作软件环境

1. 系统软件 操作系统、高级语言、诊断程序等

2. 动画软件

Animator Pro

平面动画制作软件。用于制作帧动画，绘制功能强

Animation Studio

平面动画处理软件。用于加工帧动画，处理能力强

Flash MX

网页动画软件。用于绘制帧、矢量动画，可添加声音

WinImage: morph

变形动画软件。根据首、尾画面自动生成变形动画

GIF Construction

网页动画软件。把动画和图片序列转换成网页动画

3D Studio Max

三维动画制作软件。用于制作三维造型动画

Cool 3D

三维文字动画软件。用于制作帧动画、视频

Maya

三维动画制作软件。用于制作动画片、广告、电影等

Premiere

动画视频处理软件。用于处理视频、广告、电影等

3D Studio MAX动画软件：

3DS MAX是美国Autodesk公司在PC机上开发的实体造型、真实感显示和动画制作软件。

版本：1.0/2.0/2.5/3.0/3.1/4.0/4.2/5.0/7.0
8.0/9.0/2010/2011/2012/2013



Softimage动画软件：

Softimage是加拿大Softimage公司开发的一套三维动画软件，它已被广泛应用于电影、电视和广告制作等领域。

曾轰动一时的侏罗纪公园中栩栩如生的恐龙形象的动作，就是该软件设计制作的。

该软件系统包括五个模块：

Model(造型) Matter(材质)
Motion(运动) Tools(工具箱)
Actor(演员系统)

1.5.3 计算机动画设计方法

一、计算机动画创意的概念

计算机动画是高科技与艺术创作的结合，它需要科学的设计和艺术的构思，这些在制作之前的方案性思考，称为**创意**，是动画的灵魂。

创意有宏观和微观两个层面。

宏观(战略创意)：指整个设计行动的统筹安排(战略策划高度)。

微观(战术创意)：指具体动画作品的意境构思及手法选择(小点子、小安排)。

创意技巧

创意不会凭空而来，需要各方面知识的积累。

技巧：

拟人

反向

夸张

判断标准：

创意独特、立意新颖

主题突出、构思完整

情节合理、定位准确

二、动作的设计与创意

1.动画时间分配的技巧

动画的时间：动作需要多少帧完成（放映速度固定）

飘动的旗帜：6帧

雪花：两秒

急速跑步：4帧

快跑动作：8帧

慢跑：12帧

大象：1-1.5秒

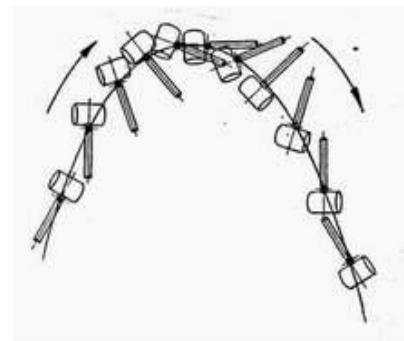
猫：0.5 秒

老鹰：9帧

小麻雀：2帧

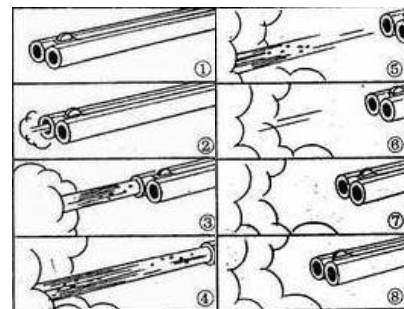
2.自然物体规律及设计

旋转物体：当物体抛向空中时，其重心沿抛物线运动，到顶点时速度减慢，下降时速度加快



强调运动：为了强调运动，有时要加入一些视觉效果。

如开枪射击时枪管突然后退，射击本身是通过很强烈的猛推效果和随枪管再冲向前时一股较慢的喷烟在视觉上展现的。



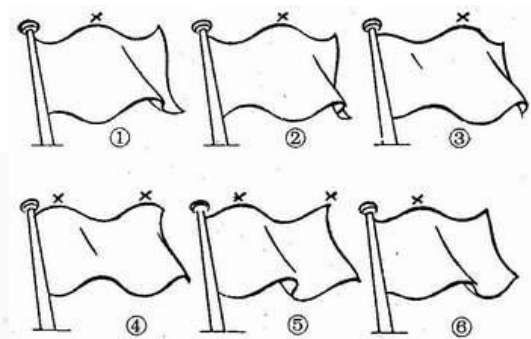
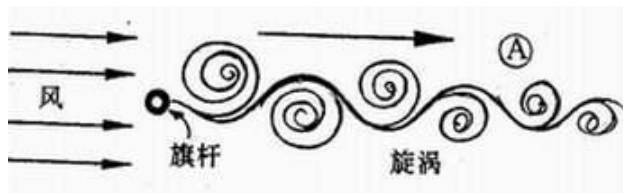
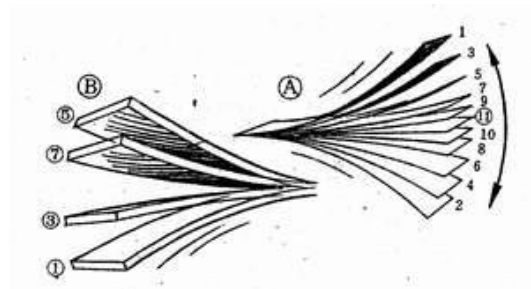
振动物体:

①快速振动

弹簧片的震动

②柔性振动

旗帜的飘动



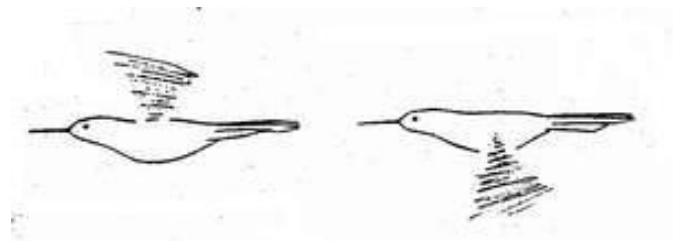
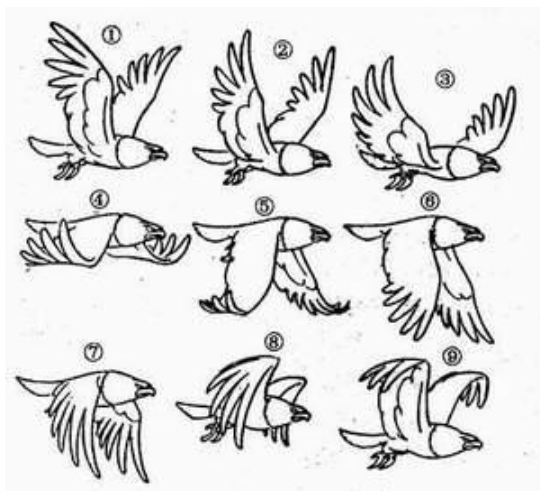
3.动物动作规律及设计

鸟类：

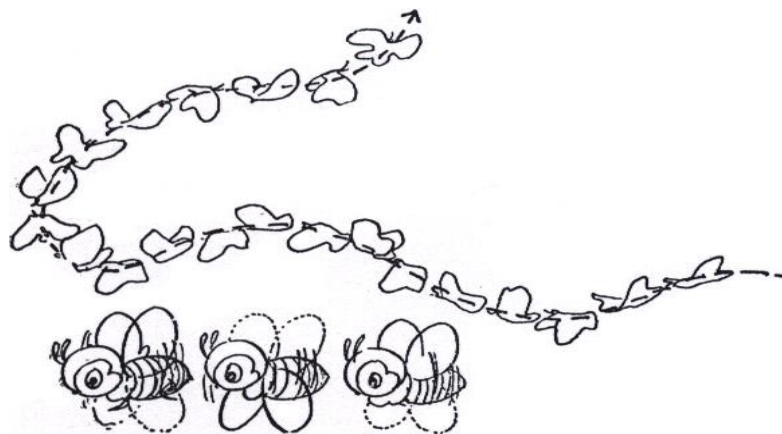
鸟越大，动作越慢

鸟越小，动作越快

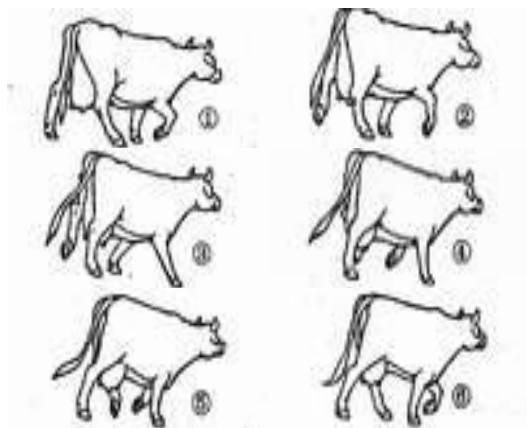
翅膀越大，鸟躯干上下运动越明显



昆虫：昆虫翅膀的扇动速度远远快于普通鸟类，利用翅膀模糊技术（如蜜蜂）。设计时应先勾勒出路线。



兽类：四条腿的兽类在运动时，必须注意前腿动作如何与后腿动作相配合。如牛的右前腿向前时，右后腿在后；在右前腿向后时，右后腿向前。



兽类	跨步时间
牛、马	1秒
大象	1.5秒
猫	0.5秒

3.人物动作规律及设计

人的走路动作：左右两脚交替向前；
为了求得平衡，当左脚向前时左手
向后摆动，当右脚向前时右手向后
摆动。



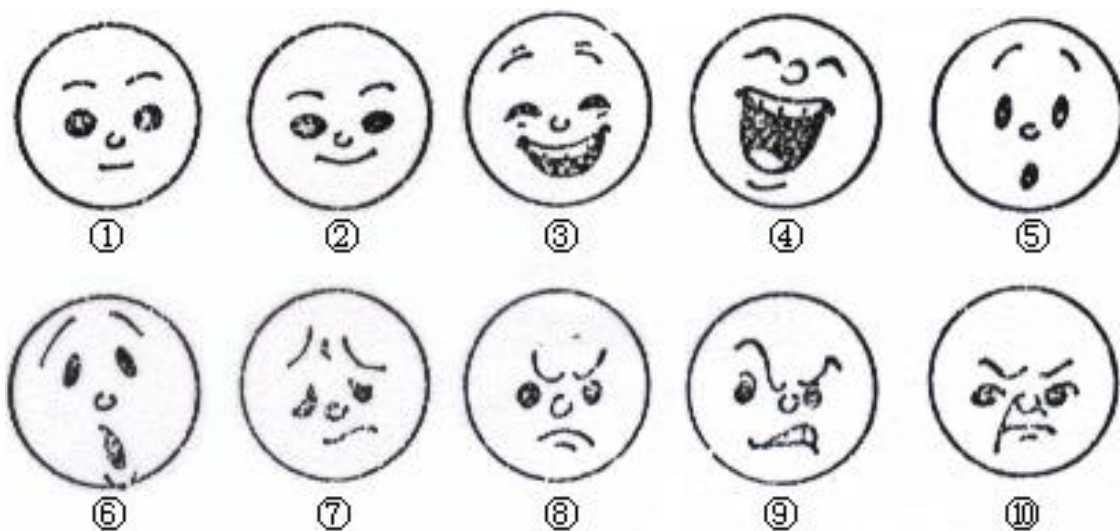
人的奔跑动作：身体中心前倾，手臂成屈曲状，两手自然握拳，双脚的跨步动作幅度较大，头的高低变化也比走路动作大。



人的面部表情：面部的动作变化能体现人物的情绪和性格，但也更加复杂。



喜剧之王



三、片头的设计与创意

1.片头设计的长度

电视栏目片头：20s

电视台台标：30s

明白的片头长度：12s

印象感：0.4s

形象感：0.7s

分辨微小动作：1s

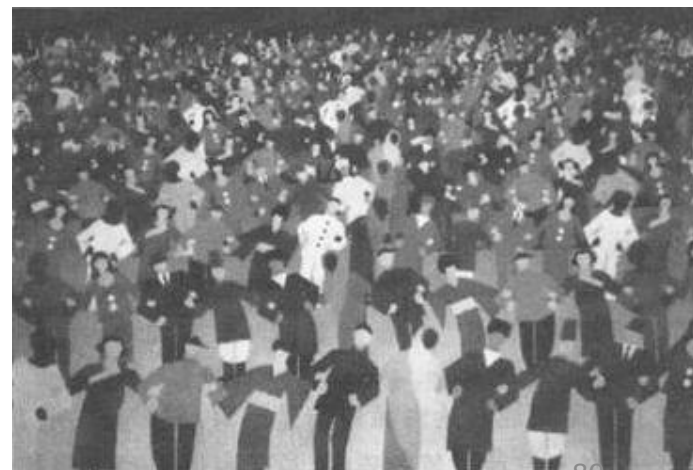
静止画面，想看其他画面：3-5s

静止画面，产生厌烦感：>5s

2. 电影片头的设计

电影片头可以通过把影片最扣人心弦的问题展示出来，可只提问题不急于解决问题，以造成一定的悬念。

右图是第十一届亚运会“体育大舞台”电影片头的一个镜头。



3.电视片头的设计

电视节目片头：5,10,15,20,60秒

电视栏目片头：12-20秒，字幕是栏目片头设计中主要的艺术设计形象。

4.电视广告的设计

电视广告通过近在咫尺的屏幕，能使观众见其形而闻其声，具有极大的感染力。

制作电视广告，要让观众接受重点内容，除必要重复外，还应多选中、近镜头。

1.6 计算机动画的技术方法

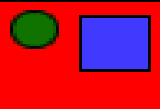
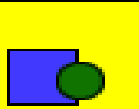
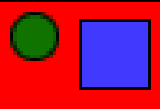
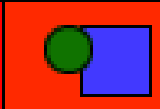
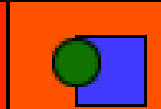
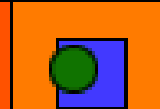
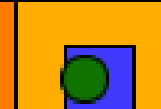
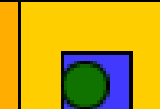
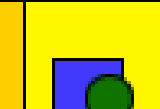
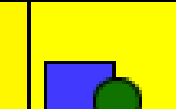
- 1 关键帧动画
- 2 路径动画
- 3 变形动画
- 4 关节动画
- 5 过程动画
- 6 粒子动画
- 7 运动捕捉与人物动画
- 8 基于物理动画

1 关键帧动画

动画制作中的一段连续画面是由一系列静止的画面来表现的，但在制作过程中并不需要逐个画面进行绘制，只需选出少数几个画面加以绘制。被选出的画面一般都出现在动作变化的转折点处，对这段连续的动作起着关键的控制作用，因此称为**关键帧 (Key Frame)**。

关键帧技术是计算机动画中最基本并且运用最广泛的方法。

绘制出关键帧之后，再由计算机对关键帧进行插值，插入中间画面，就完成了动画制作，因此称作关键帧动画。

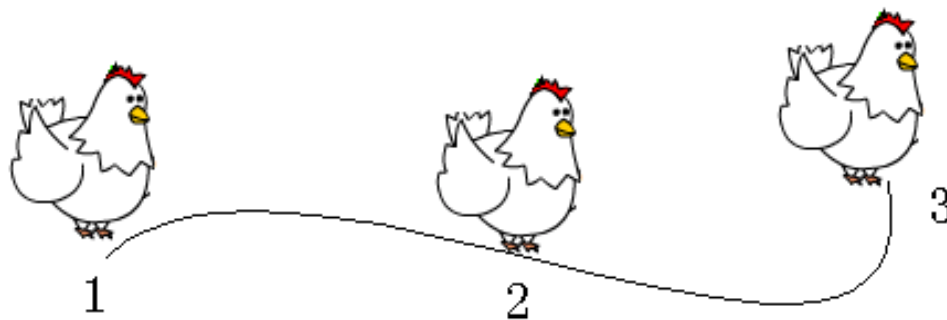
1	2	3	4	5	6	7	8
							
1	2	3	4	5	6	7	8
							

第1帧和第8帧是关键帧，其余各帧(2-7帧)可由插值算法生成

2 路径动画

路径动画就是由用户根据需要设好一个路径后，使场景中的对象沿路径运动。比如模拟飞机的飞行、鱼的游动等都可以使用路径动画来制作。

运动路径是用户画出的动画对象运动的曲线，由关键点控制。



项目建议：[树叶飘落](#)、[花瓣飘落](#)

3 变形动画

变形可以是二维或三维的，基于图像的Morph变形是一种常用的二维动画技术。有两种形式：图像之间的插值变形(Morph)和图像本身的变形(Warp)。

图像本身变形方法：先定义图像的特征结构，然后按特征结构变形图像。

两幅图像间的变形方法：先分别按特征结构对两幅原图像本身做变形操作，然后从不同的方向渐隐渐显地得到两个图像系列，最后合成变形结果。

图像的特征结构是由结构矢量构成的对图像框架的描述结构，比如，两个画面之间的对应点关系。

变形动画



项目建议：图像变形动画、图形变形动画

4 关节动画

关节动画是计算机动画中最具挑战性的课题之一，它的主要目的是模拟骨架动物(尤其是人体)的运动。关节动画的发展不仅促进了机器人等学科的发展，而且使得模拟人类自身行为、动作成为可能。

骨架角色动画技术的研究主要集中在其骨架的运动学方程的建立及其运动控制技术上。

http://sourcedb.ict.cas.cn/cn/jssrck/200909/t20090917_2496735.html

骨骼蒙皮动画实例－恐龙行走



5 过程动画

过程动画指的是动画中物体的运动或变形用一个过程来描述。在过程动画中，物体的变形要基于一定的数学模型或物理规律。

简单的过程动画是用一个数学模型去控制物体的几何形状和运动，如水波的运动；复杂的过程动画包括物体的变形、弹性理论、碰撞检测等。



过程动画模拟的水波效果

6 粒子动画

对一些随机景物(如火焰、气流、瀑布等)的描述，可采用粒子系统的原理，将随机景物想象成由大量的具有一定属性的粒子构成，每个粒子都有自己的粒子参数，如初速度、加速度、运动轨迹和生命周期等，它们决定了随机景物的变化。



粒子动画创作的真实感云层

7 运动捕捉与人物动画

利用传感设备来驱动人体骨架，可以产生与真实人体几乎一样的运动效果。这一技术将人体骨架模型中的关节通过传感设备约束在演员的对应关节位置上，促使各时刻计算机中的人体骨架模型随着演员动作的驱动而作出相应的动作。此时，由于用户本质上给出了人体骨架的状态向量，因此，正向运动学方程可以用来确定每一时刻人体骨架的状态。与前述算法模型相比，这一方法的优点是明显的。特别是随着传感设备的不断改进，其运动控制日趋成熟，这一技术已广泛应用于各种商品化的动画系统中。

人物动画

人物动画技术一直是计算机图形学中的难题，目前常用的有运动捕捉技术、三维扫描技术。

运动捕捉技术是通过分析人体运动序列图像来提取人体关节点的三维坐标，从而得到人体的运动参数，因此能够获得完全真实的人体动画。

左图是一个被贴了标示物(白色小球)的演员在场地中跑步，右图是Vicon370系统所采用的特殊红外照相机，只捕捉白色标示物。



脸部表情实时跟踪系统



三维扫描技术又称为三维数字化技术，它能对立体的实物进行三维扫描，迅速获得物体表面各采样点的三维空间坐标和色彩信息，从而得到物体的三维彩色数字模型。部分特殊的三维扫描装置甚至能得到物体的内部结构。



三维扫描仪



三维激光扫描成像

项目建议：kinect、leap motion等运动捕捉设备的应用

8 基于物理动画

基于物理模型的动画技术是80年代后期发展起来的一种新的计算机动画技术。经过近几年的发展，它已在图形学中成为一种具有潜在优势的三维造型和运动模拟技术。尽管该技术比传统动画技术的计算复杂度要高得多，但它能逼真地模拟各种自然物理现象，这是基于几何的传统动画生成技术所无法比拟的。

项目建议：流体模拟（水、烟等）、离散元模拟（沙粒）等

动力学动画实例－弹簧



思考题：

- 动画与视频有何区别？
- 如何将计算机技术与艺术结合来完成计算机动画的制作？谈谈你自己的理解！
- 你对本门课程所做内容的计划？

第一章 绪论

结束

1.1 动画及发展史

1.2 计算机动画

1.3 计算机动画的分类

1.4 计算机动画的应用

1.5 计算机动画的创作

1.6 计算机动画的技术方法