动画基本原则

金小刚

Email: jin@cad.zju.edu.cn

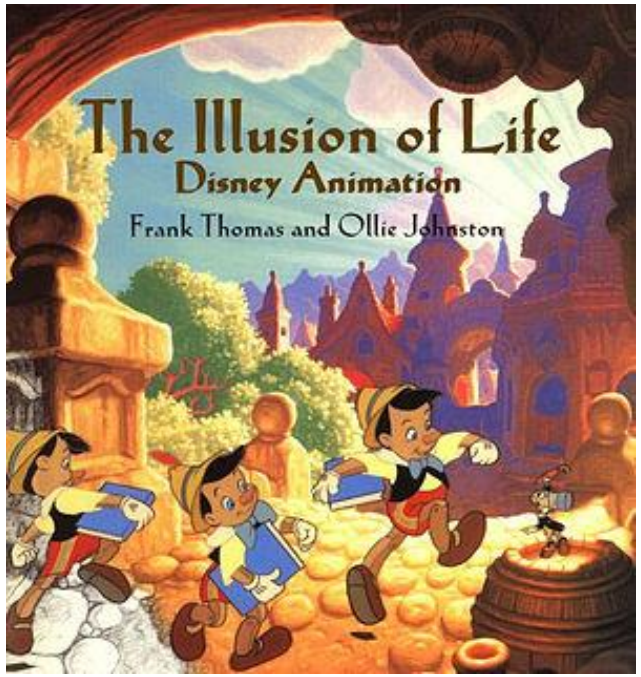
浙江大学CAD&CG国家重点实验室

紫金港校区蒙民伟楼512

@Copyright Xiaogang Jin

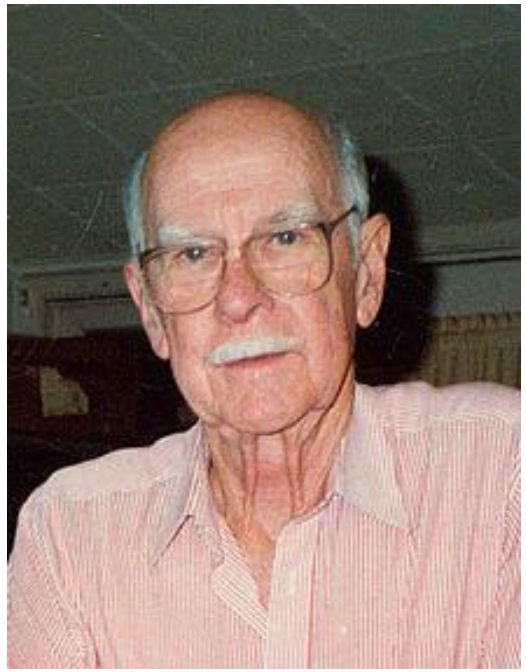
迪士尼的12条动画基本原则

- 迪士尼动画师Frank Thomas和Ollie Johnston在1981年出版了书著《The Illusion of Life: Disney Animation》，提出了12条动画基本原则，这些原则系统地总结了迪斯尼动画师几十年的动画制作经验。



动画为什么好看?

Frank Thomas (1912-2004)



Ollie Johnston (1912-2008)

迪士尼的12条动画基本原则

- 从Disney经典的动画到最新的3D动画电影，要成为一个一流的动画师，掌握动画的一些基本原则是非常必要的。
- 动画师设计了一系列原则来吸引观众的注意力。
- 蕴含的目的：在设计角色时，要遵循基本的物理规律，同时也要考虑时序、吸引力等问题。

传统动画应用于三维计算机动画的基本原则

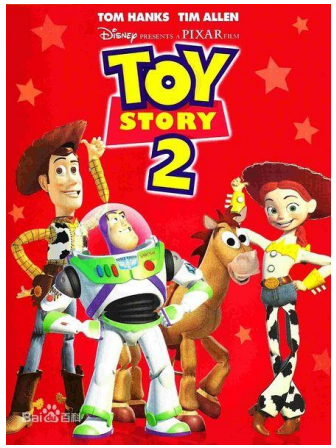
- Squash and Stretch
- Anticipation
- Staging
- Straight-Ahead Action and Pose-to-Pose Action
- Follow-Through and Overlapping Action
- Slow In and Slow Out
- Arcs
- Secondary Action
- Timing
- Exaggeration
- Solid drawing
- Appeal
- Depth of Field (衍生原则)
- Balance&Weight (衍生原则)

由Disney的动画师经数十年的经验整理出来的指导原则！

John Lasseter, “Principles of Traditional Animation Applied To 3D Computer Animation,” Computer Graphics, 1987, 21(4): 35-44.

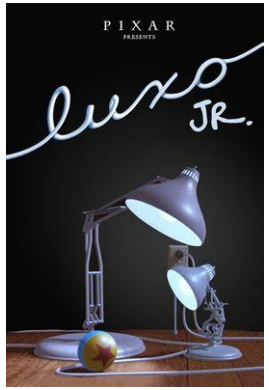
关于John Lasseter

- 约翰 拉塞特（John A. Lasseter，1957年出生）：美国动画师、电影导演、Pixar动画工作室和Disney动画工作室的首席创意官以及Disney幻想工程的首席创意顾问。很多人把他看作“当代的华特 迪士尼”。
- 代表作品：《玩具总动员》、《虫虫危机 》、《怪物公司》、《小雪人大行动》、《汽车总动员》、《愤怒的小鸟》等。



关于John Lasseter

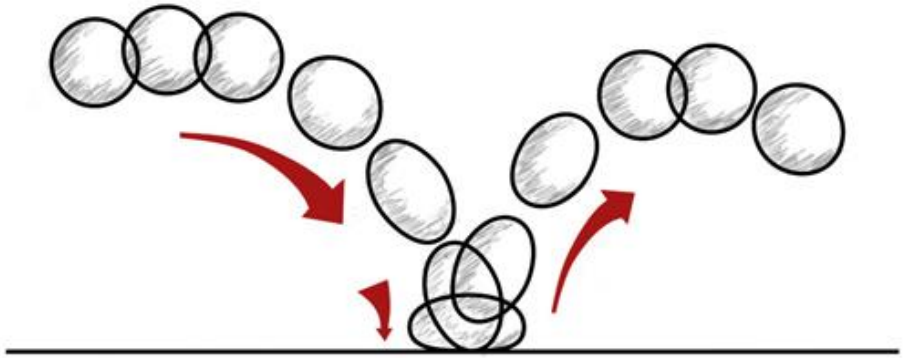
- 《小锡兵》(《Tin Toy》，获1989年奥斯卡最佳动画短片奖)
- 《顽皮跳跳灯》(《Luxo Jr.》，获1996年度奥斯卡奖提名)
- 《玩具总动员》(Toy Story，1995年出品，1996年奥斯卡特别成就奖，最佳原著剧本提名，最佳音乐或喜剧片配乐提名，最佳歌曲提名）
- 《怪兽公司》(Monsters, Inc.，2001年出品，2002年奥斯卡最佳歌曲奖，最佳动画长片提名，最佳音效剪辑提名，最佳原创配乐提名)
- 《玩具总动员3》（Toy Story 3，2010年6月16日上映，第83届奥斯卡金像奖最佳动画长片奖，最佳歌曲，最佳视频提名，最佳改编剧本提名，最佳音效剪辑提名）
- 《Piper》 2016年第89届奥斯卡最佳动画短片

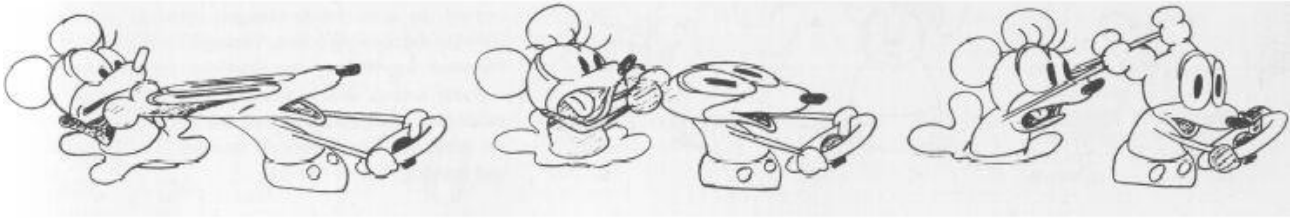


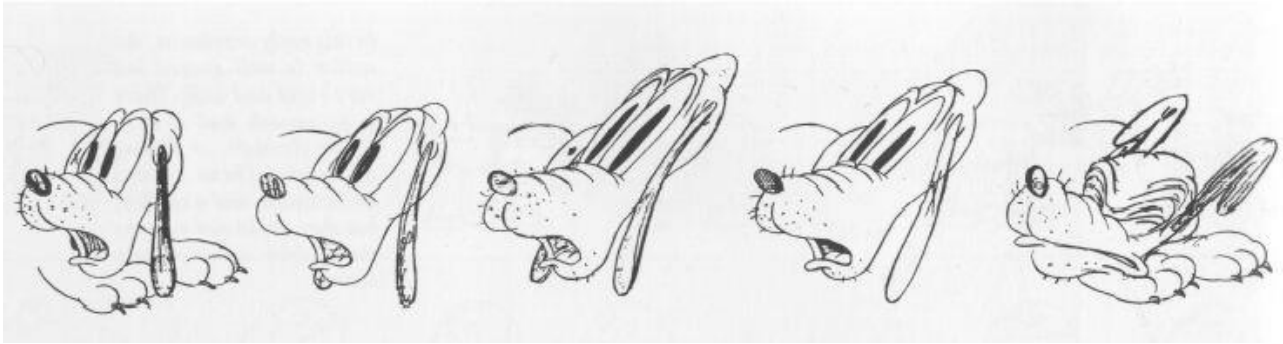
Squash and Stretch（挤压和伸展）

- 挤压和伸展是指通过物体的形变来表现物体的刚度和质量。
- 在使用“挤压和伸展”原则时，通常使变形的物体**保持其体积不变**。
- 挤压和伸展原则在角色动画中最显著的应用是肌肉的变形。
- 在应用挤压和伸展原则时，一般***不能简单地进行比例缩放***，因为现实世界中的变形并非如此。
- 蕴含的物理原理：影响运动的因素包括质量、外力、材料属性、表面接触的位置等。

Squash and Stretch（挤压和伸展）

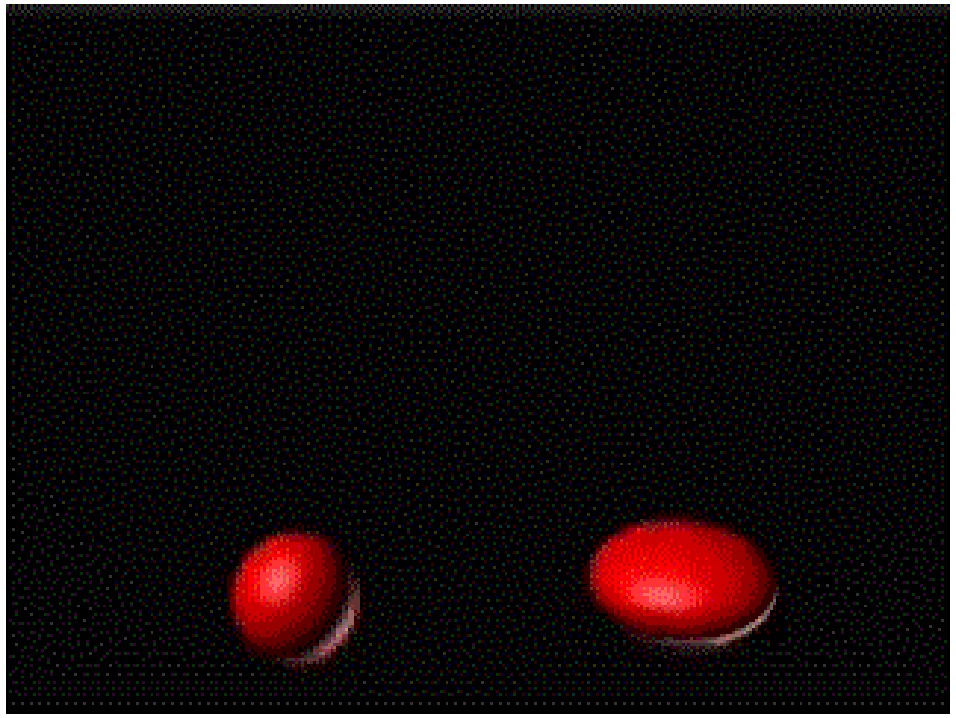




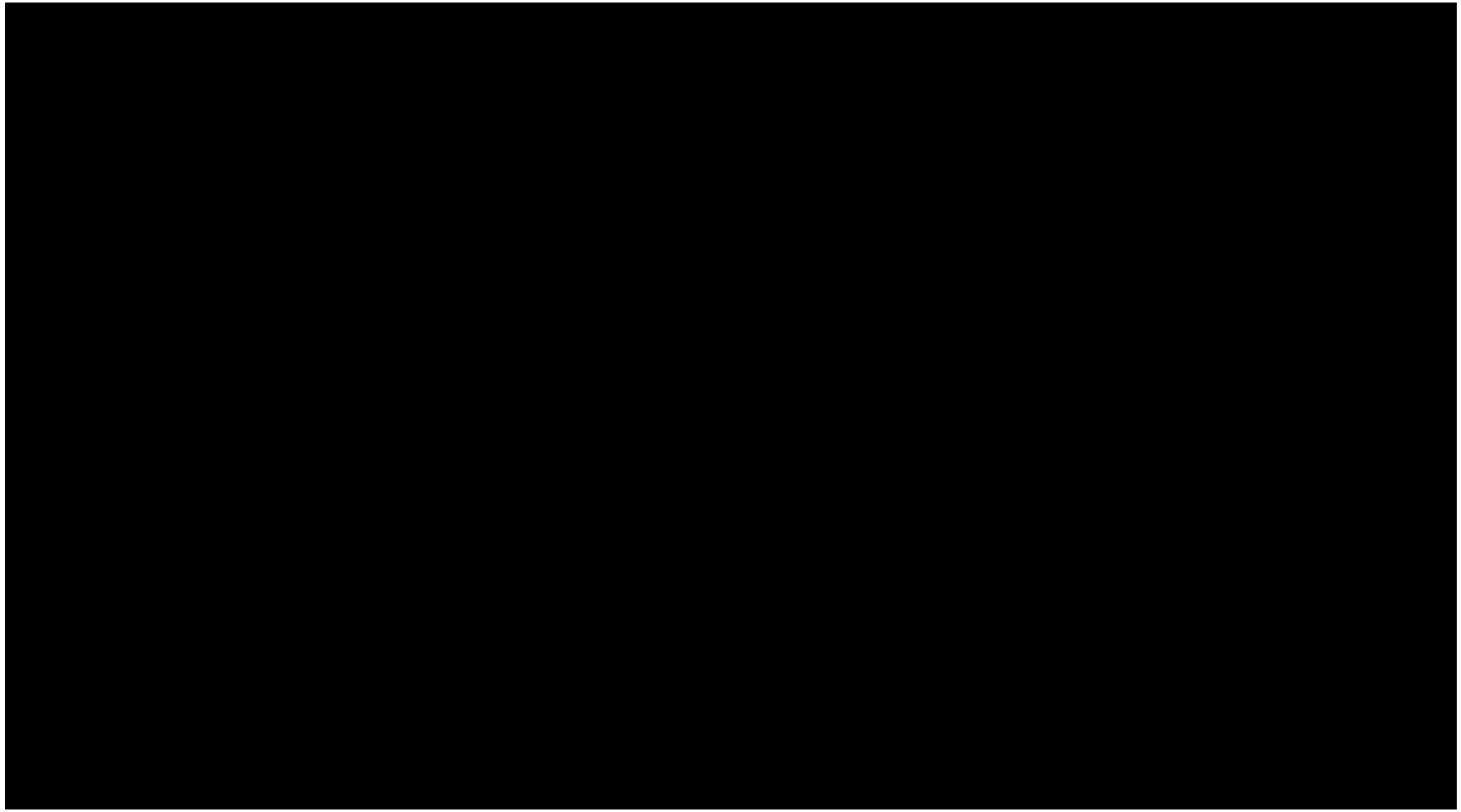


Squash and Stretch（挤压和伸展）

Animated sequence of a race horse galloping.
Photos taken by Eadweard Muybridge.

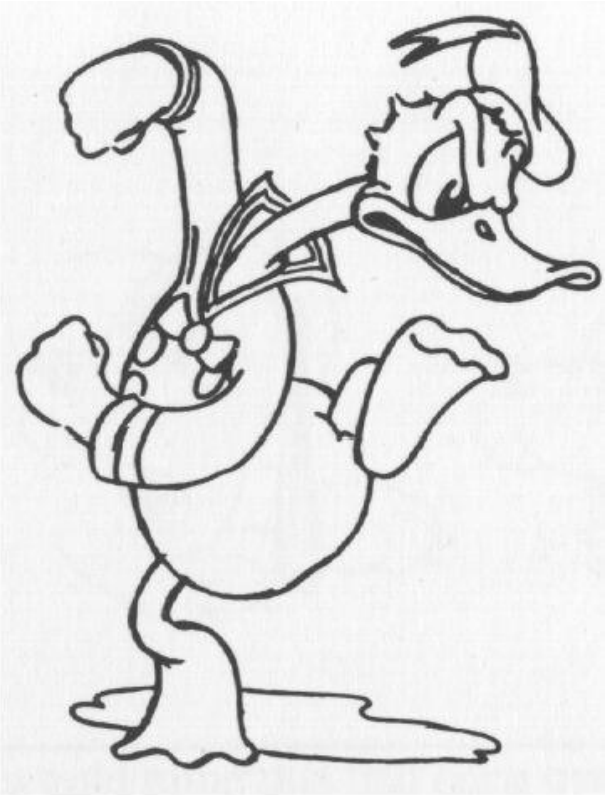


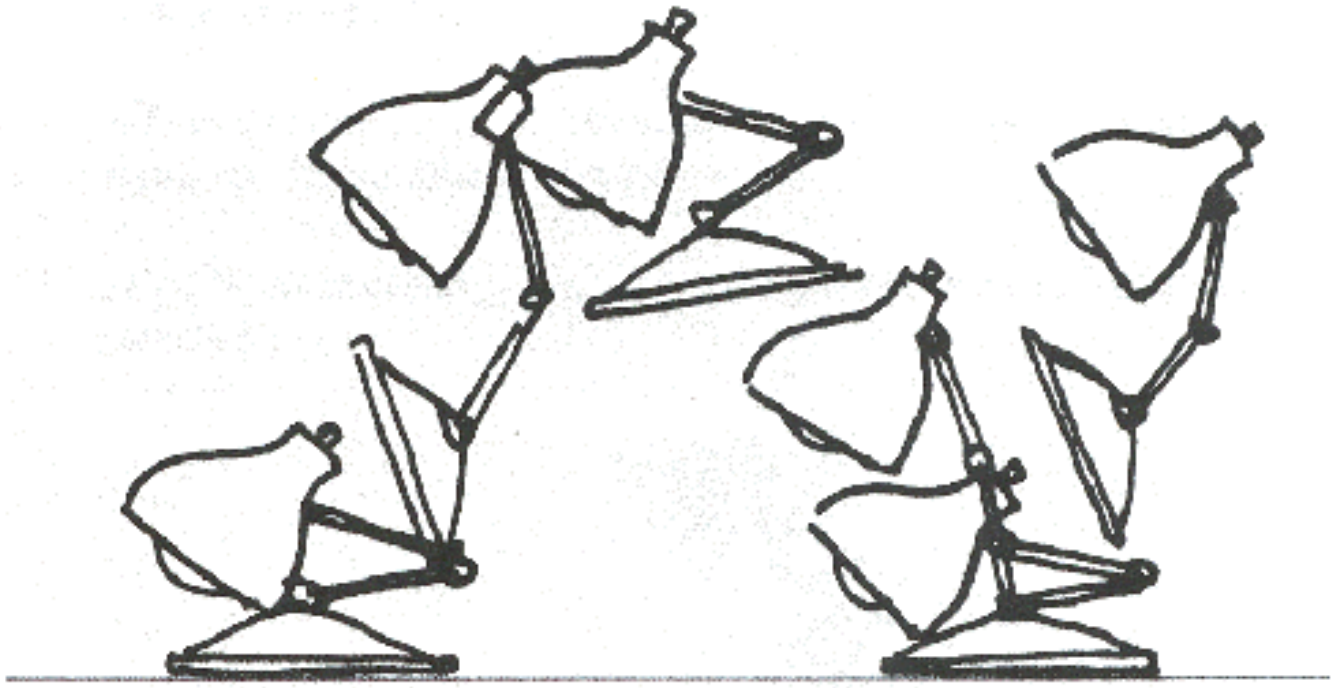
Squash and Stretch（挤压和伸展）



Anticipation（预期性）

- 动画中的动作通常包括动作的准备、实际的动作和动作的完成三部分。第一部分就叫做预期性。





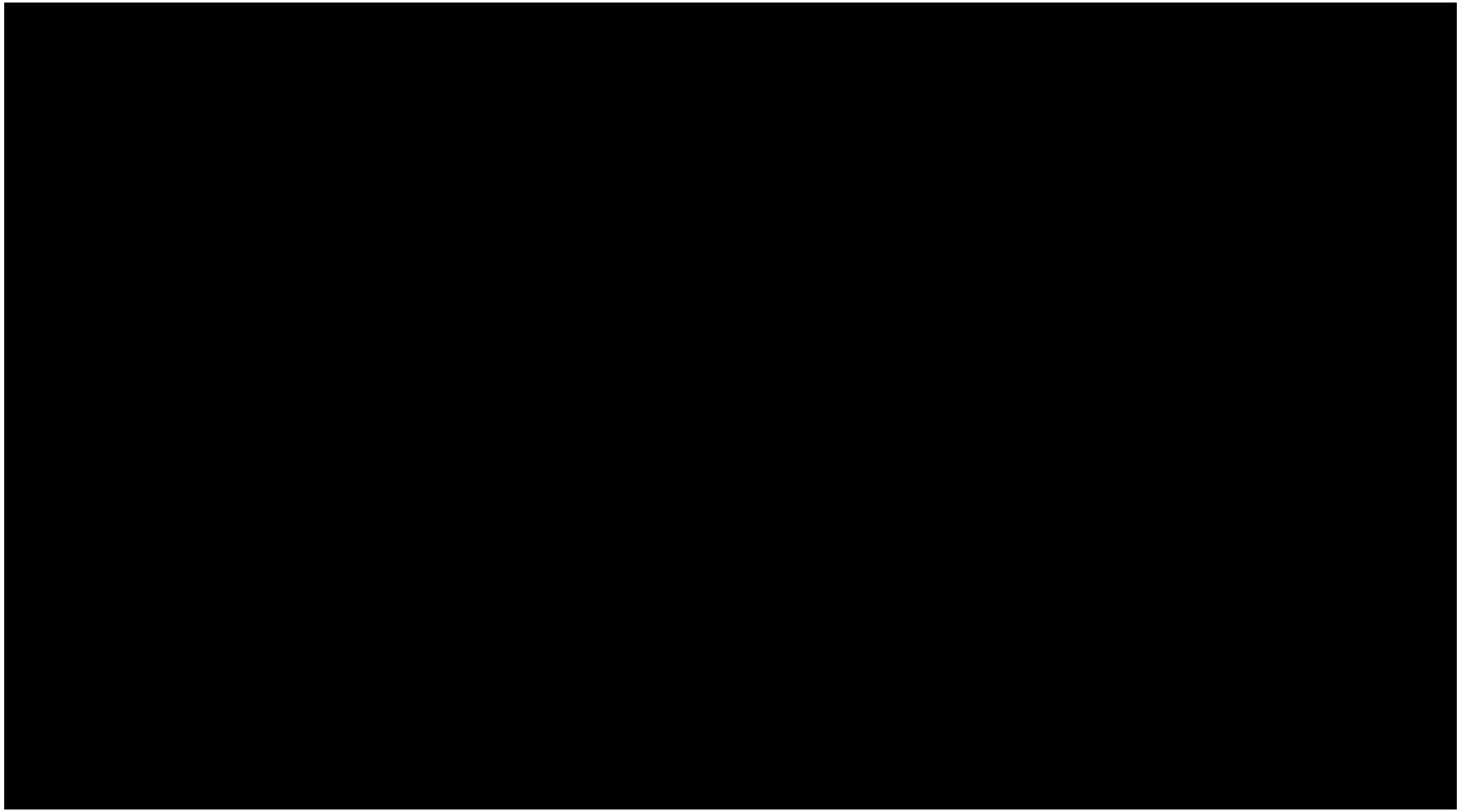
Anticipation（预期性）

Anticipation:一个棒球运动员在投球之前把手臂向后移动的动作

Anticipation（预期性）

Lady and the Tramp — Emotional Anticipation

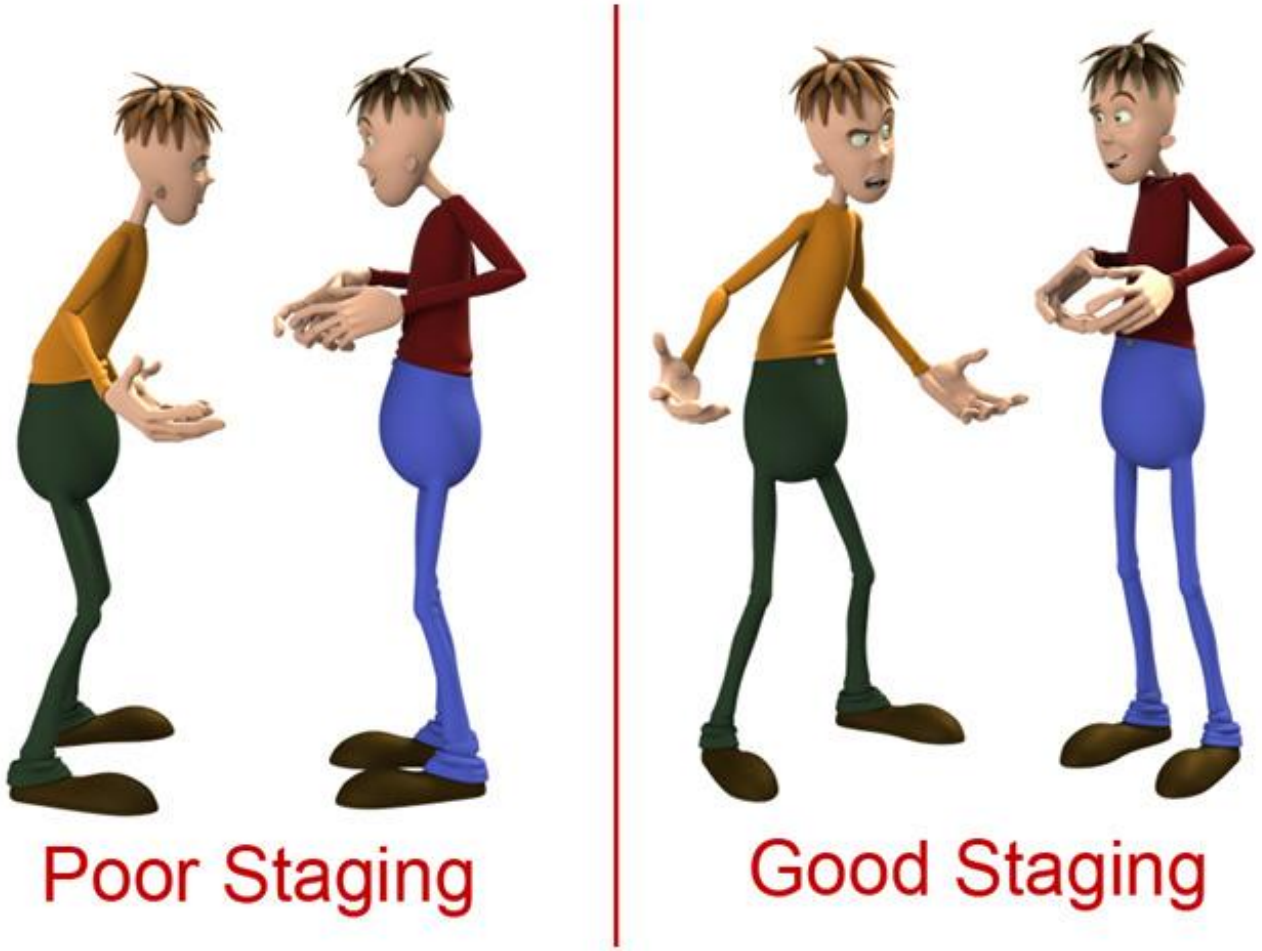
Anticipation（预期性）



Staging（布局）

- 布局就是以一种容易理解的方式展示动作或对象。
- 在设置场景时，一个至关重要的因素是要考虑到观众。
- 角色的仪态及表演方式，配合适当的摄影机运动，使得动画能够有效地表达角色的特性及故事中的信息。
- 如果角色、环境和道具放置得不合理，会使得观众分心和困惑。

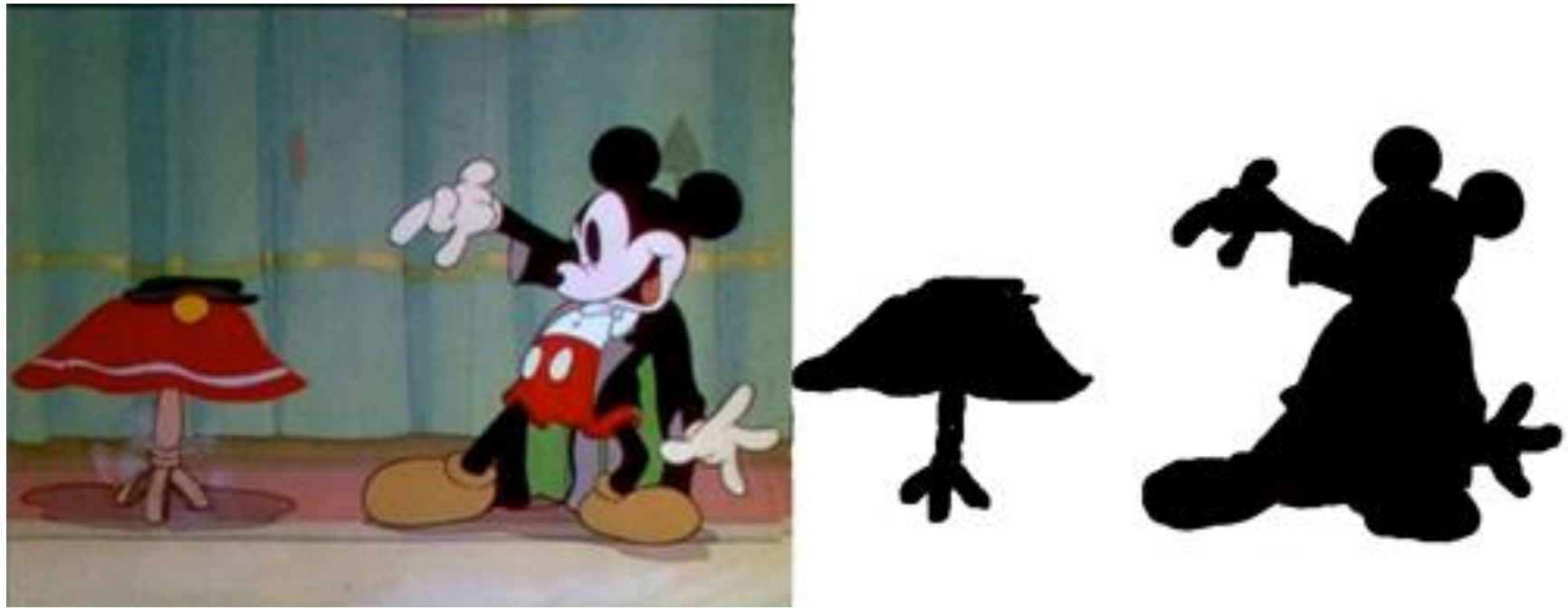
Staging（布局）



- 在真实生活中，当两个人谈话时，他们会面朝对方。但在动画中，这种布局确并不好。
- 右边的布局虽然第一眼看起来不自然，但让角色部分朝对方、部分朝摄像机会使得他们之间的互动更有吸引力。

Staging（布局）

- 即使去掉角色的细节，角色的侧影轮廓也应清晰、快速地传递你需表达的信息。

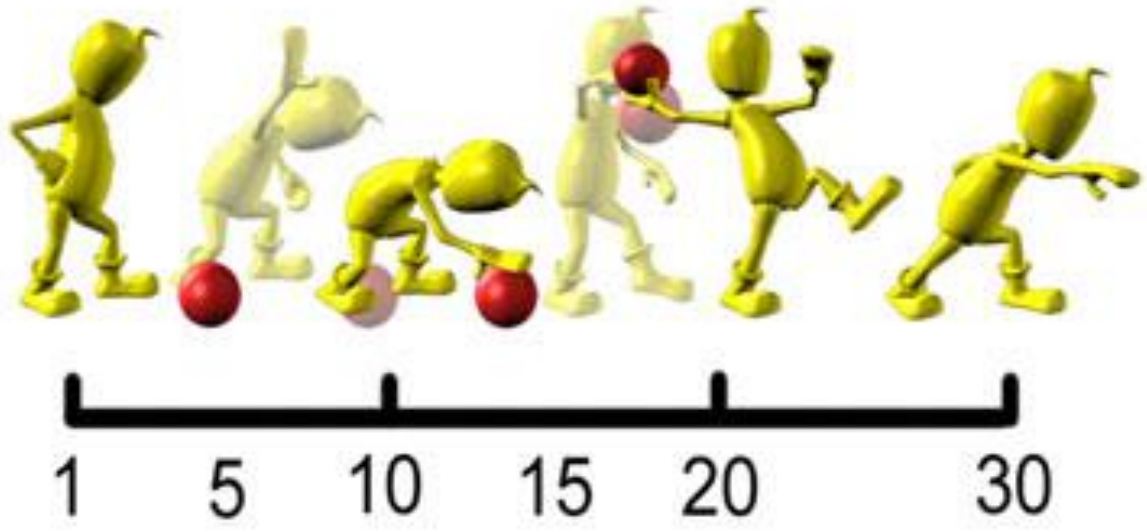


Staging（布局）

Little Black Riding Hood

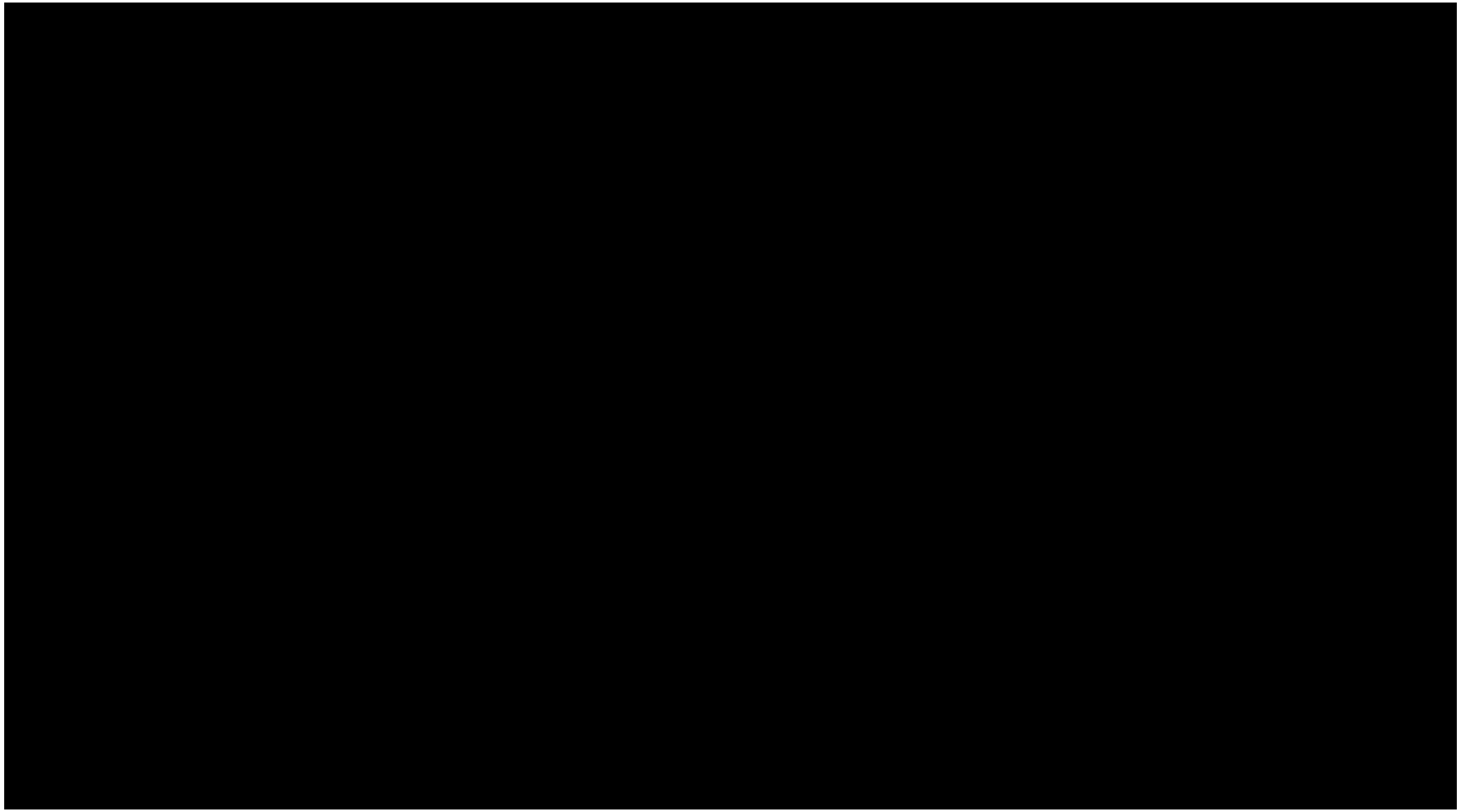
Staging（布局）

Straight-Ahead Action and Pose-to-Pose Action
连贯动作法与关键动作法



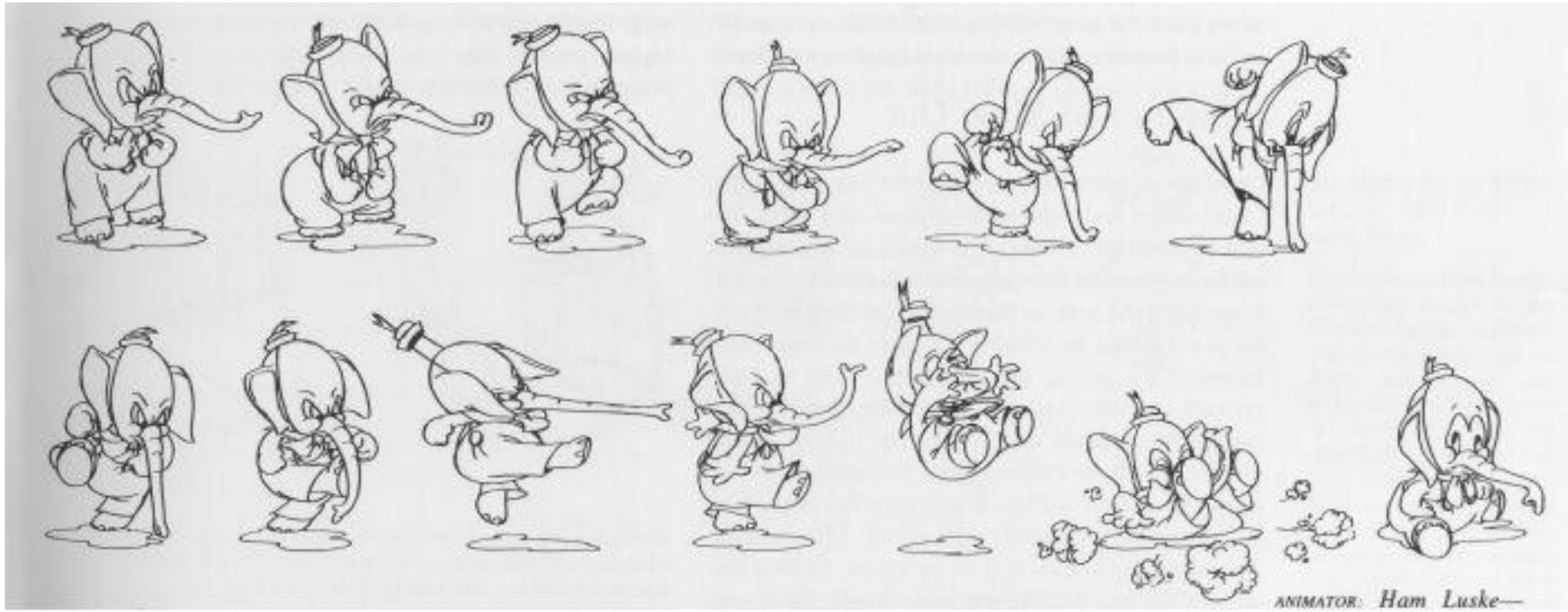
- 属两种不同的动画制作方式
  - 前者根据连续的动作依序制作每一帧画面；
  - 后者是先定义关键的主要动作，而后再制作关键动作间的画面(关键帧方法)。

Straight-Ahead Action and Pose-to-Pose Action
连贯动作法与关键动作法

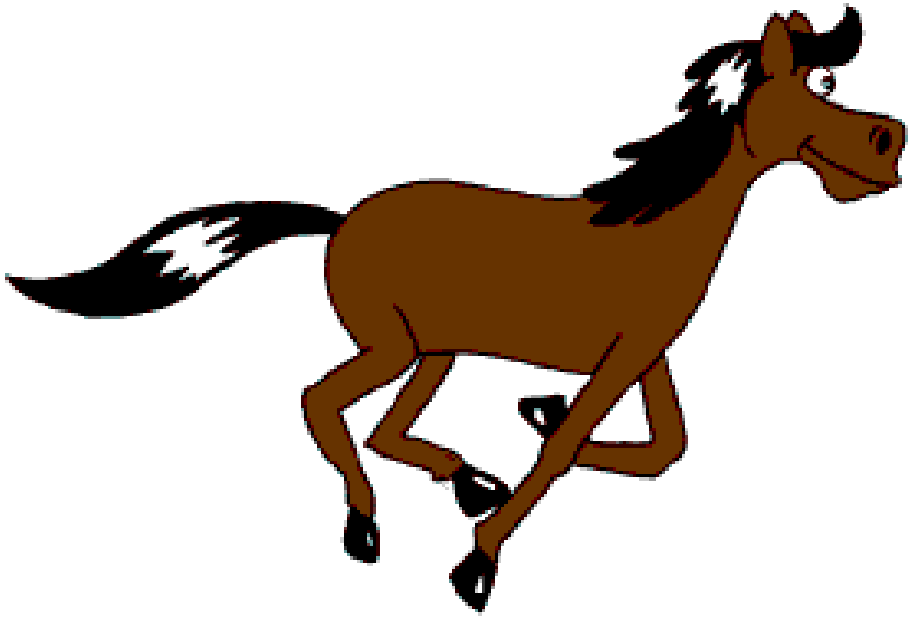


Follow-Through and Overlapping Action
跟随动作与重叠动作

- “没有任何一种物体会突然停止，物体的运动是一个部分接着一个部分的”，这是Walt Disney当初对于运动物体的诠释，之后动画师将这样的理论以跟随动作或重叠动作来称呼，我们可以用另一种更科学的方式来描述这个原理，就是“动者恒动”。



Follow-Through and Overlapping Action
跟随动作与重叠动作



在马奔跑时，它的鬃毛和尾巴随着身体的运动而运动。

Follow-Through and Overlapping Action
跟随动作与重叠动作

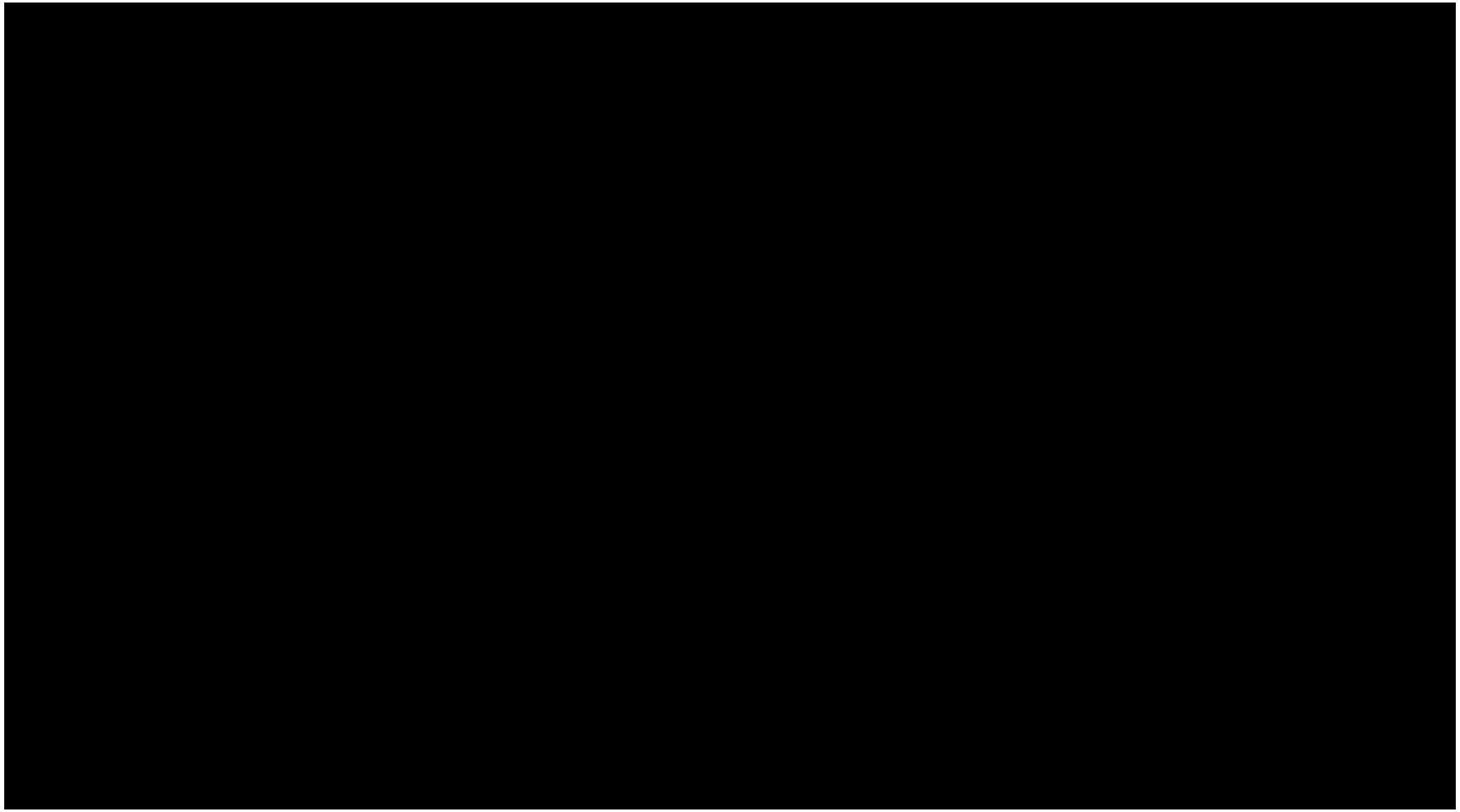
Follow-Through

在《冰川时代 》中，小松鼠奎特最重要的事情是什么？看他的表情

Overlapping Action

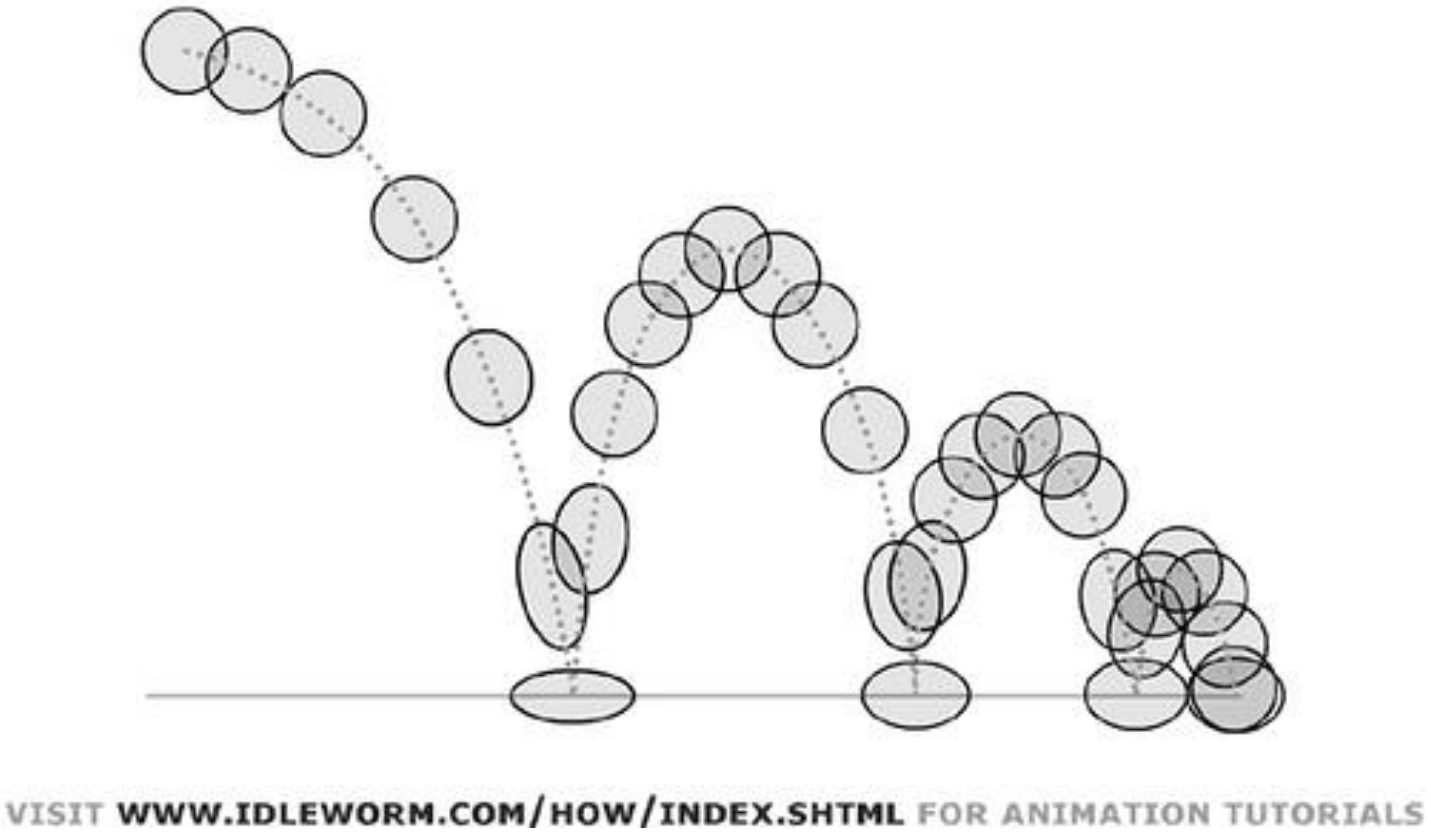
在《汽车总动员 》中，汽车的表情和后面的爆炸(Overlapping)所带来的危险

Follow-Through and Overlapping Action
跟随动作与重叠动作

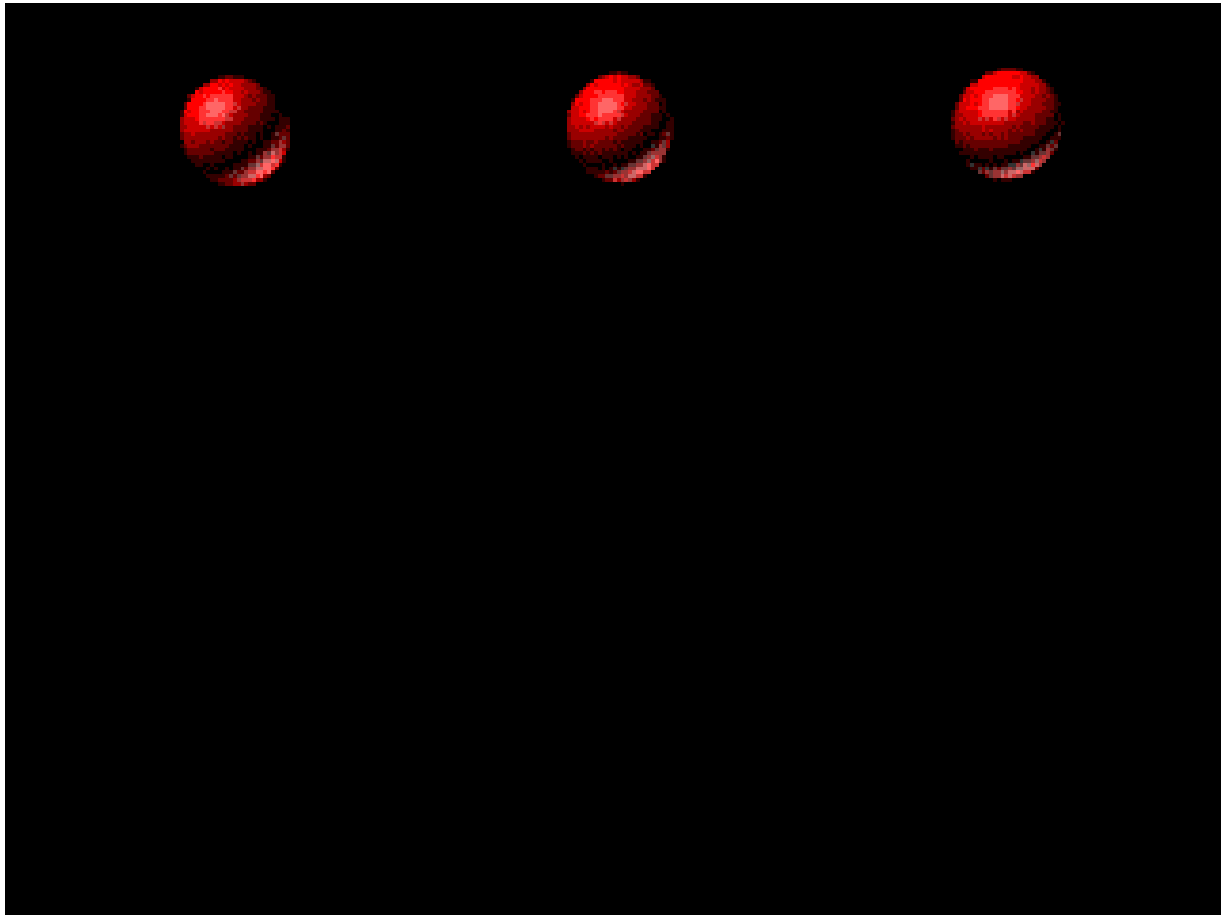


Slow In and Slow Out（慢入和慢出）

- 所有物体自静止开始运动，逐渐加速；从运动状态回到静止状态，则逐渐减慢。
- 慢入和慢出是指动作的加速和减速。自然界中物体的运动具有加速和减速的性质。
- 动作的慢入和慢出使得物体的运动更加符合自然规律，因此应该应用于绝大多数的动作。



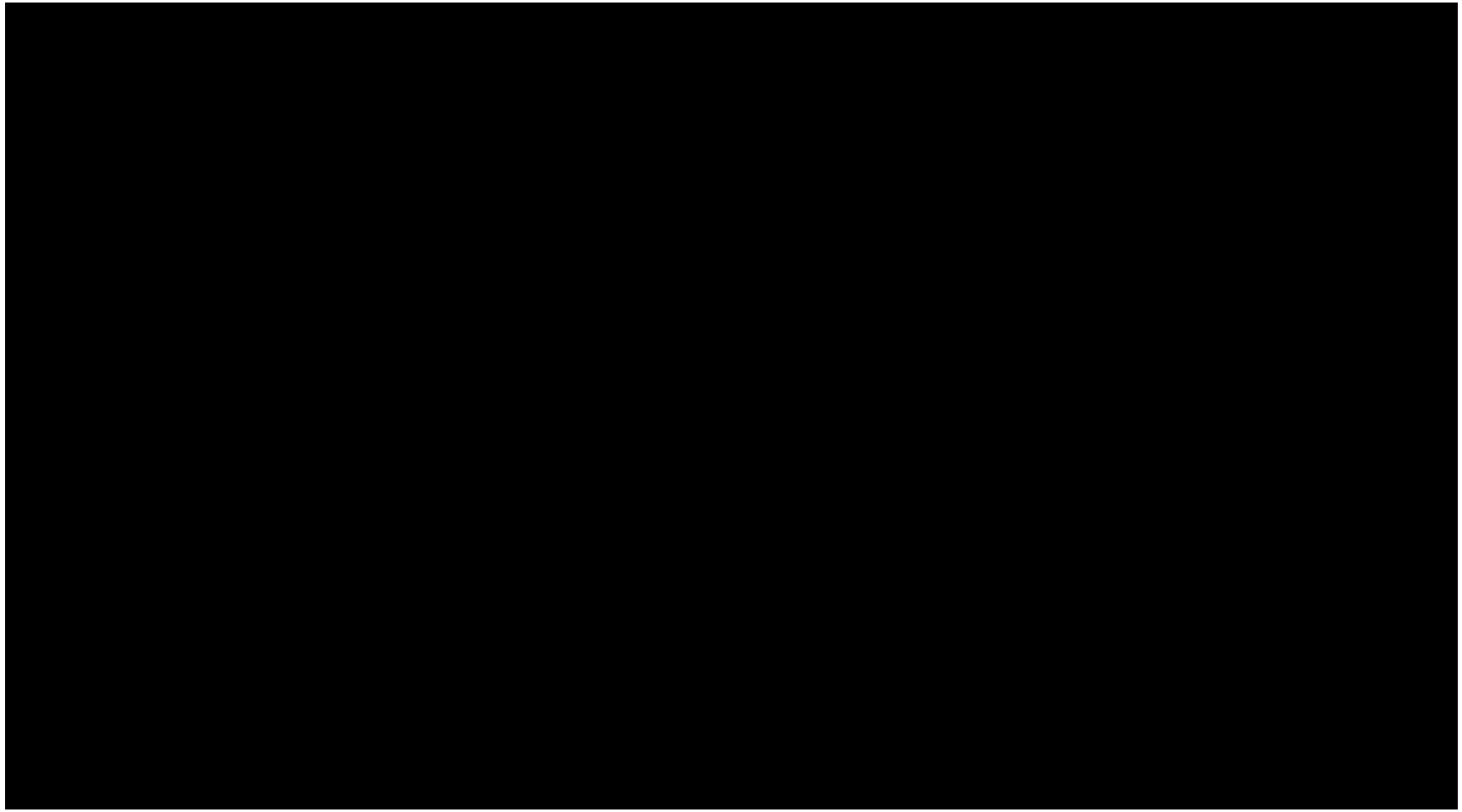
动画示意



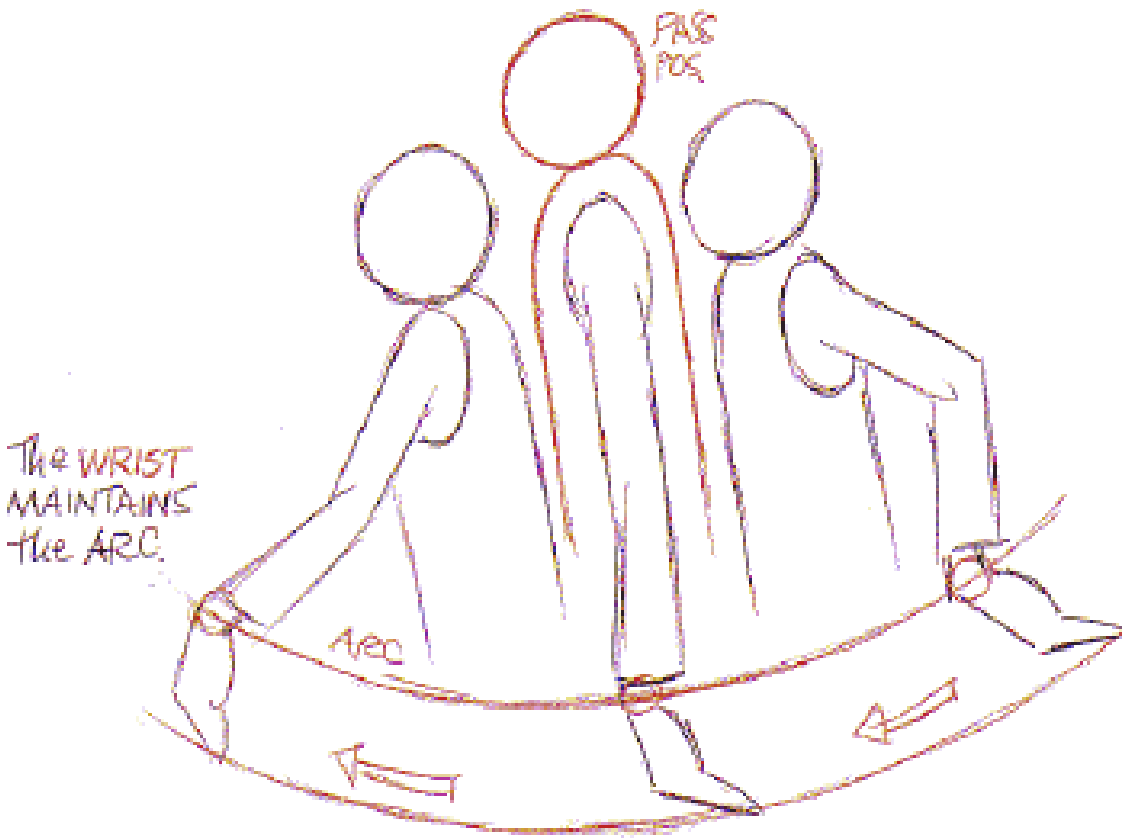
动画示意

Gentleman’s Duel — Slow In and Slow Out

动画示意

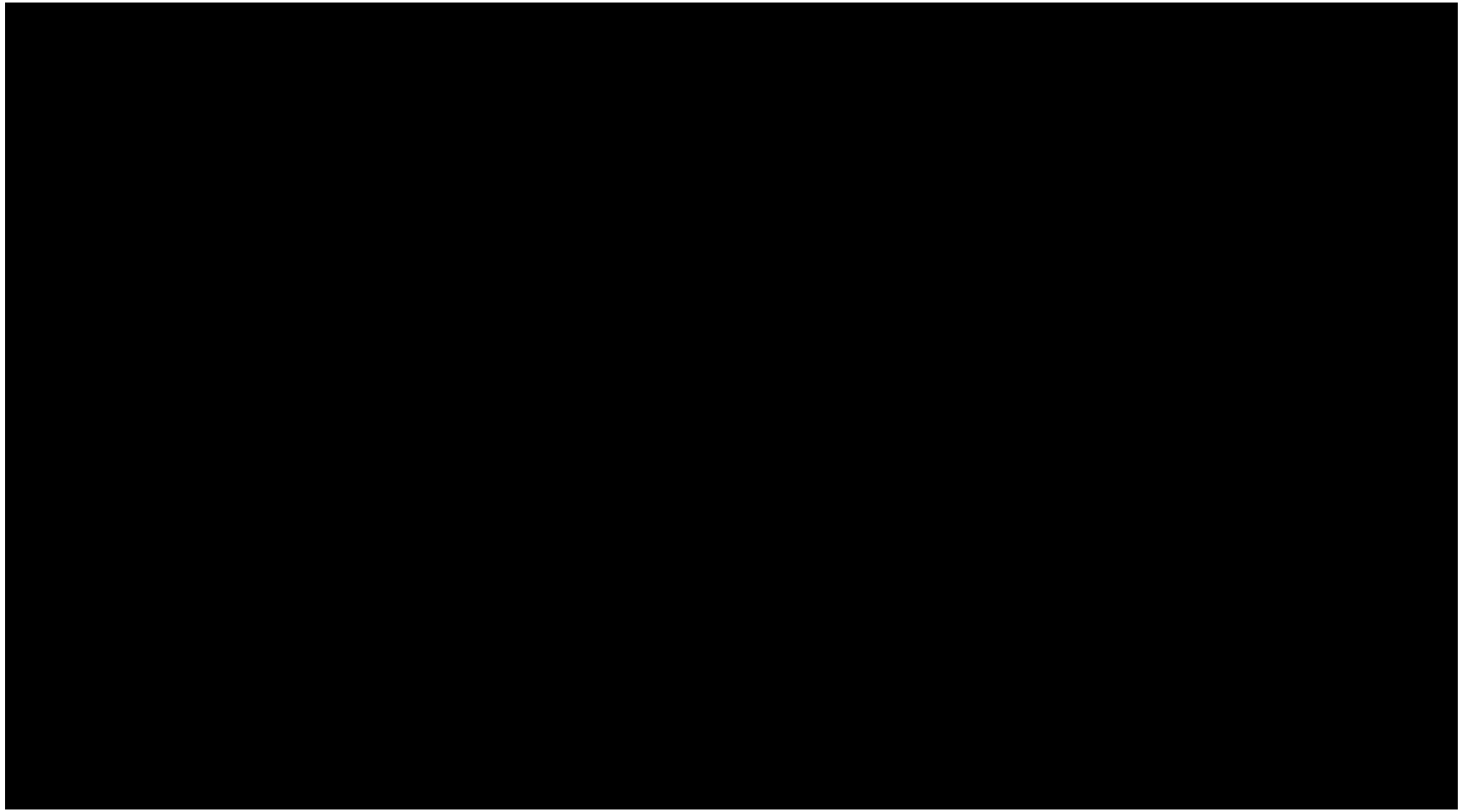


Arcs（弧形动作）



- 在现实世界中，几乎所有的运动都是沿着一条略带圆弧的轨道移动的，尤其是生物的运动。因此，在制作动画时，角色的运动轨迹就不应是直线，而应该是比较自然的曲线。
- 只有在特殊的情况下，角色或者角色的一部分会完全沿着直线运动。

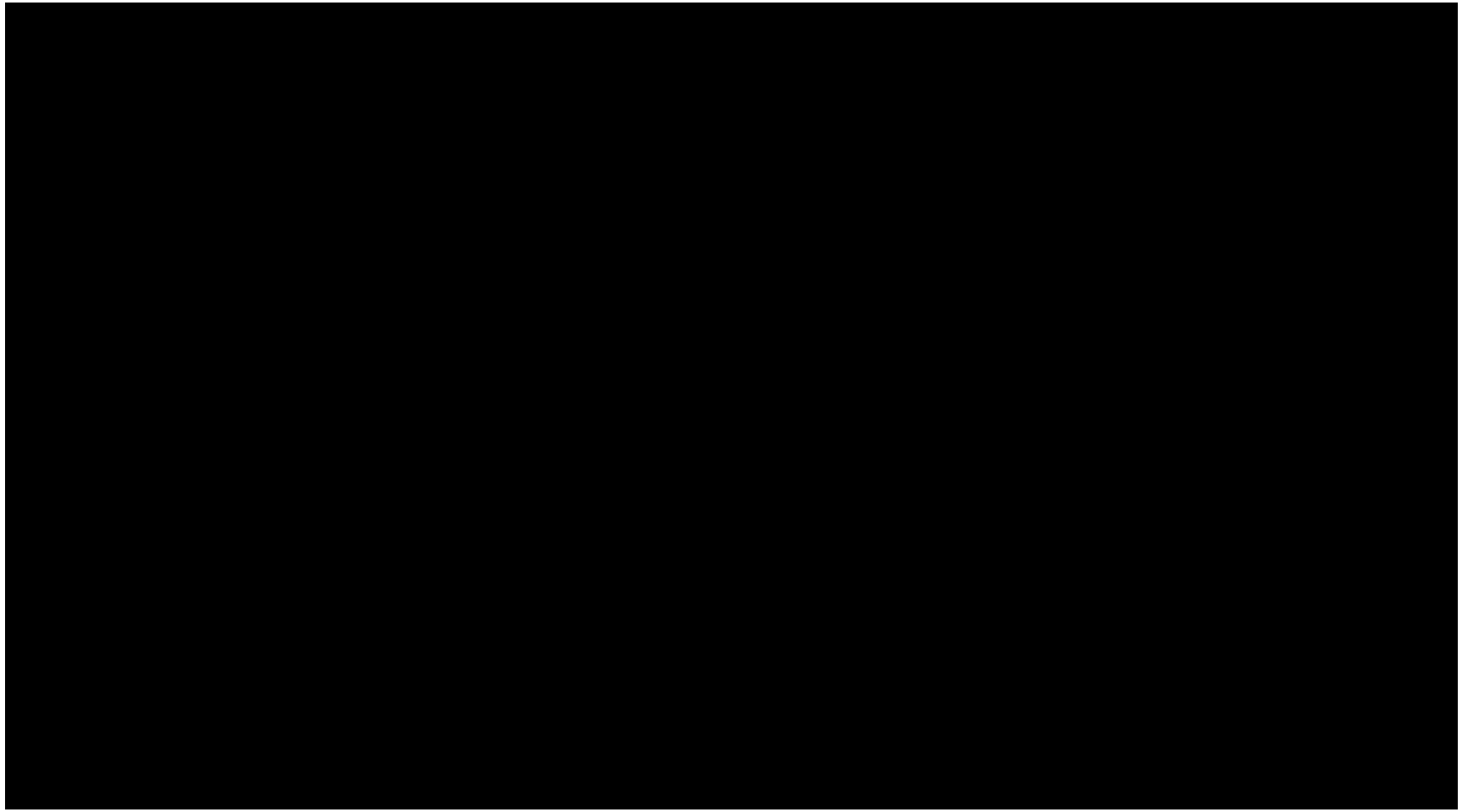
Arcs（弧形动作）



Secondary Motion（附属运动）

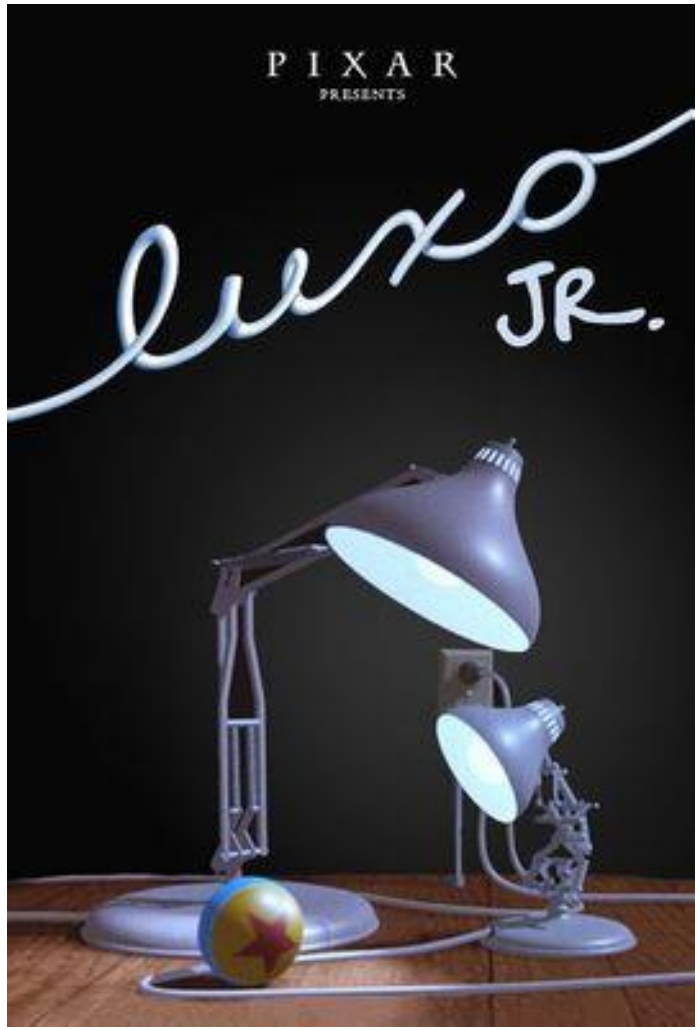
- 当角色进行主要动作时，附属于角色的部分，例如触须、尾巴等，会以附属动作来点缀主要动作的效果。
- 附属运动为动画增添乐趣和真实性。

Secondary Motion（附属运动）



Timing（掌握时序）

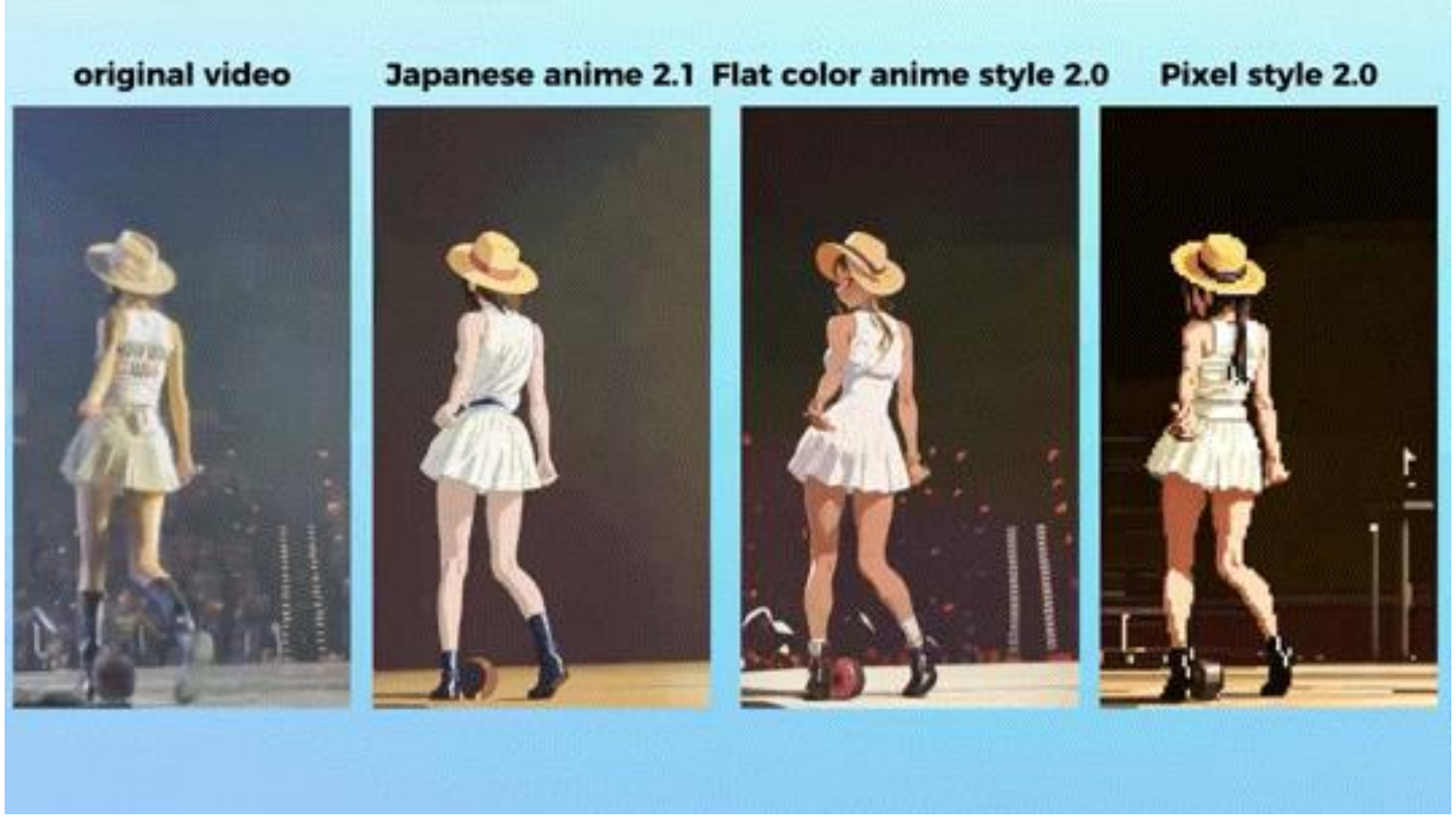
- 时间的调配和选择是影响动画效果的最关键因素之一。
- 掌握动画节奏！
- 通过时序来表现物体的大小、重量和个性。



Timing（掌握时序）

2024年3月，韩国女团IVE成员张元英在一次舞台表演中的“转圈扭胯”动作在网络上迅速走红，吸引了大量网友的关注和模仿——**Timing的典型例子！**

张元英转圈



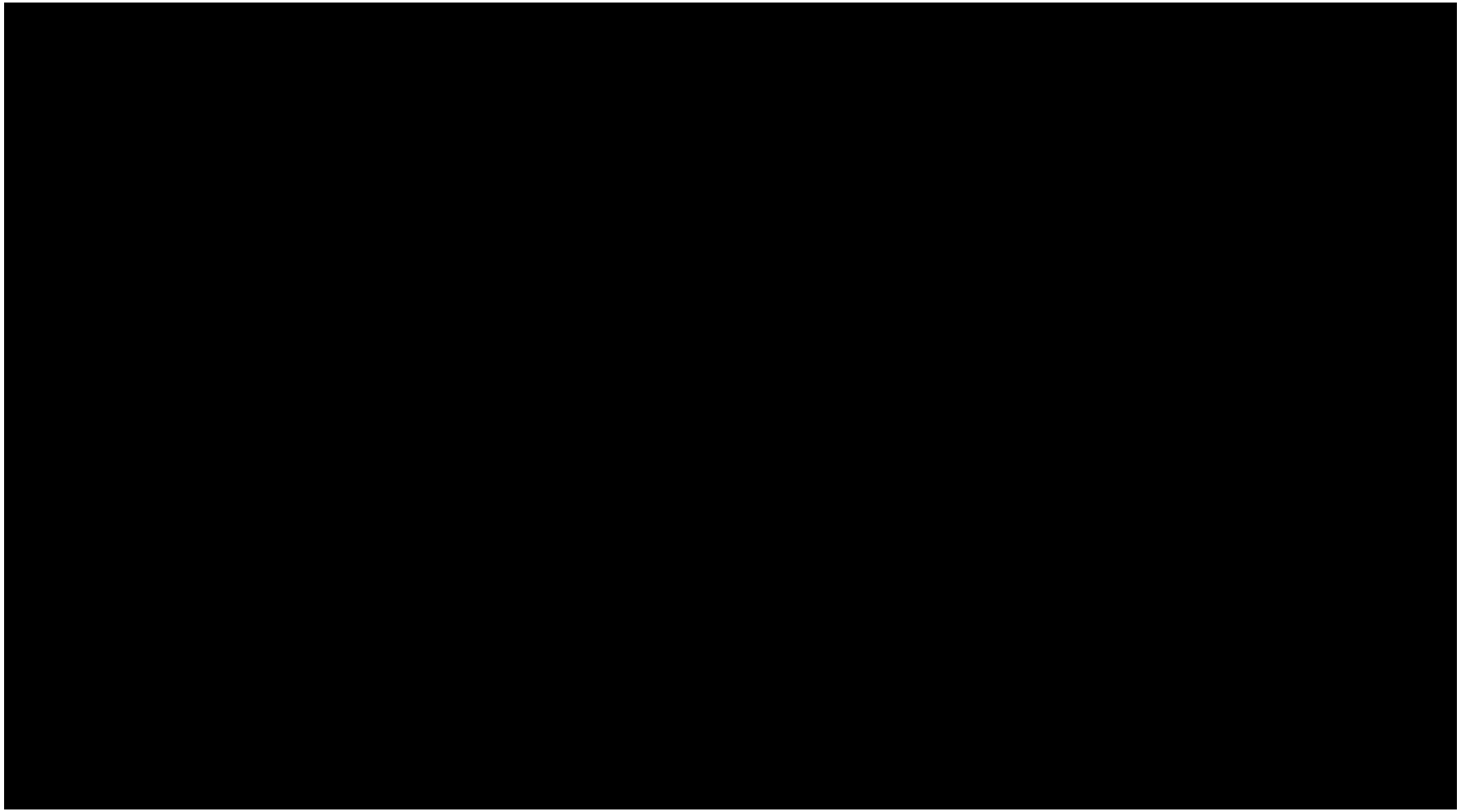
Timing（掌握时序）

Luxo(跳跳灯)— Emotional Timing

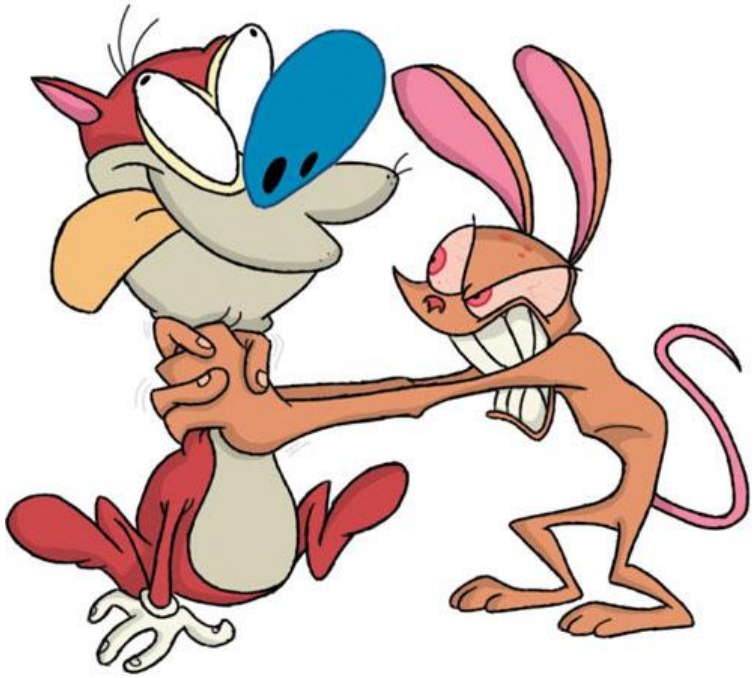
Timing（掌握时序）

Daffy Duck & Elmer Fud — Cometic Timing

Timing（掌握时序）



Exaggeration（夸张）



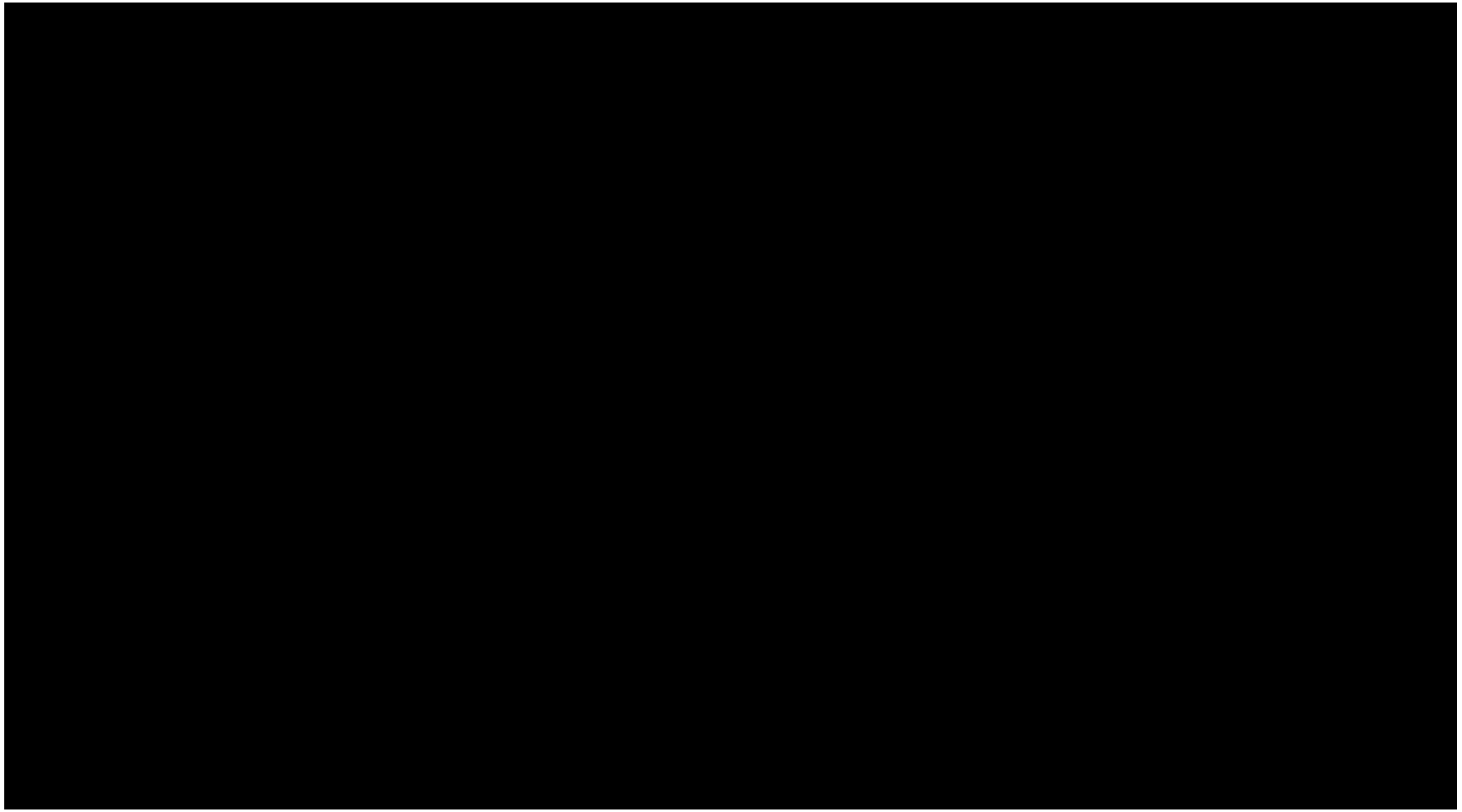
- 夸张手法用于强调某个动作，但使用时应小心谨慎，不能随意。使用夸张手法时，要注意明确动作或者序列的表现目标，然后确定哪一部分需要夸大表现。使用夸张的结果通常是动画更加真实和有趣。

Exaggeration（夸张）

Tangled Exaggeration

Exaggeration（夸张）

Solid Drawing (not for 3D Animation)



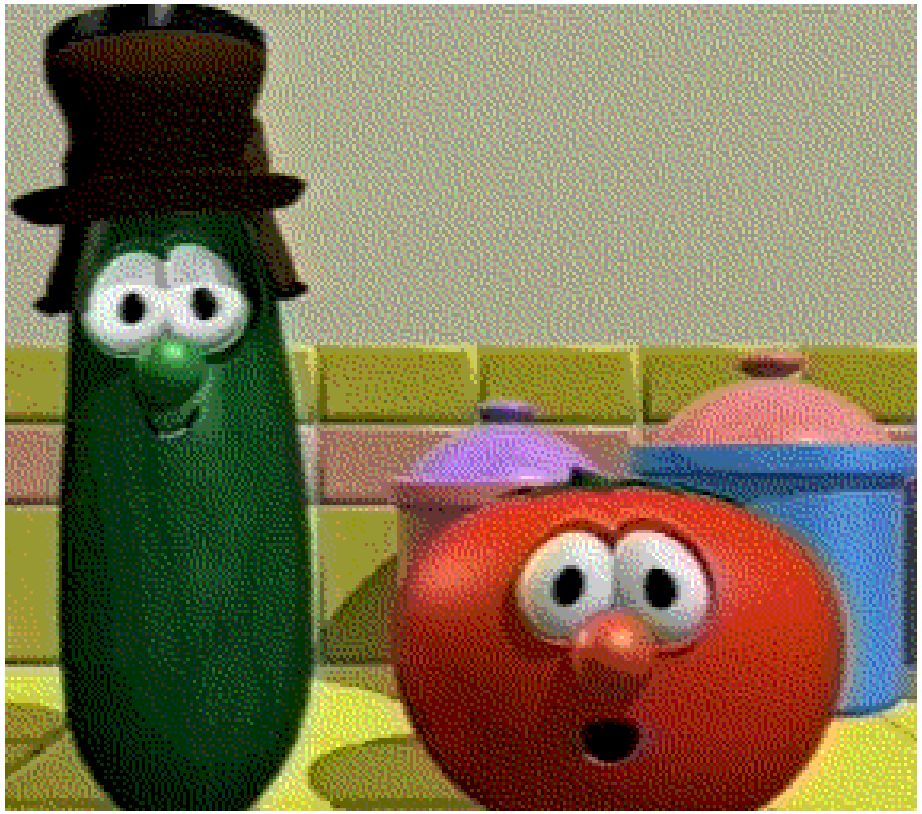
Appeal（吸引力）

- 吸引力是指任何观众愿意观看的东西，以表现出角色的个性。
- 目标：建立角色与观众的某种联系。
- 当设计角色时，以独特的造型或姿态来提高观众对角色的印象。例如高矮胖瘦可分别代表角色的不同个性。

Appeal（吸引力）

兴趣与时间、文化、受众的年龄等很多因素相关

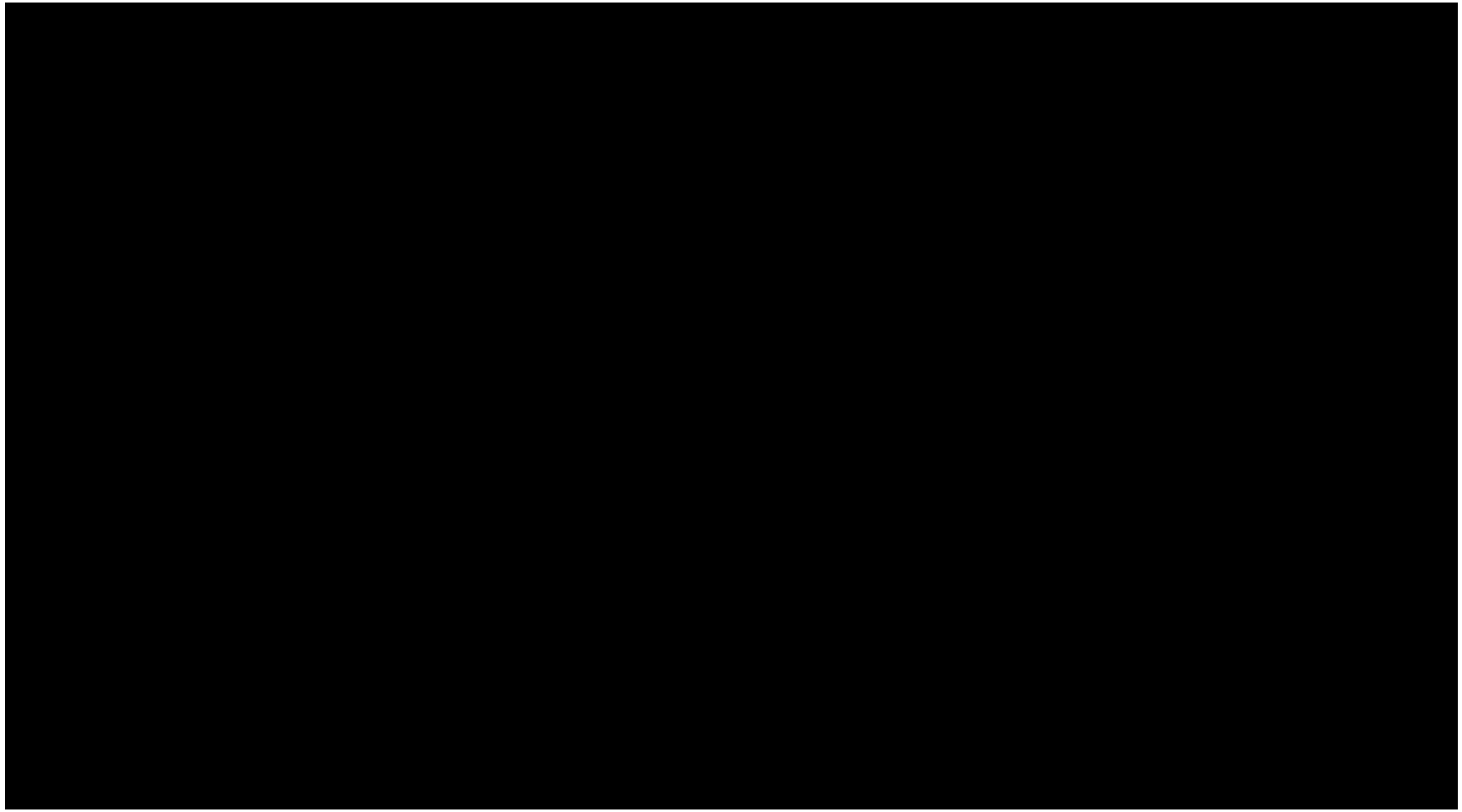
Bad appeal



Good appeal

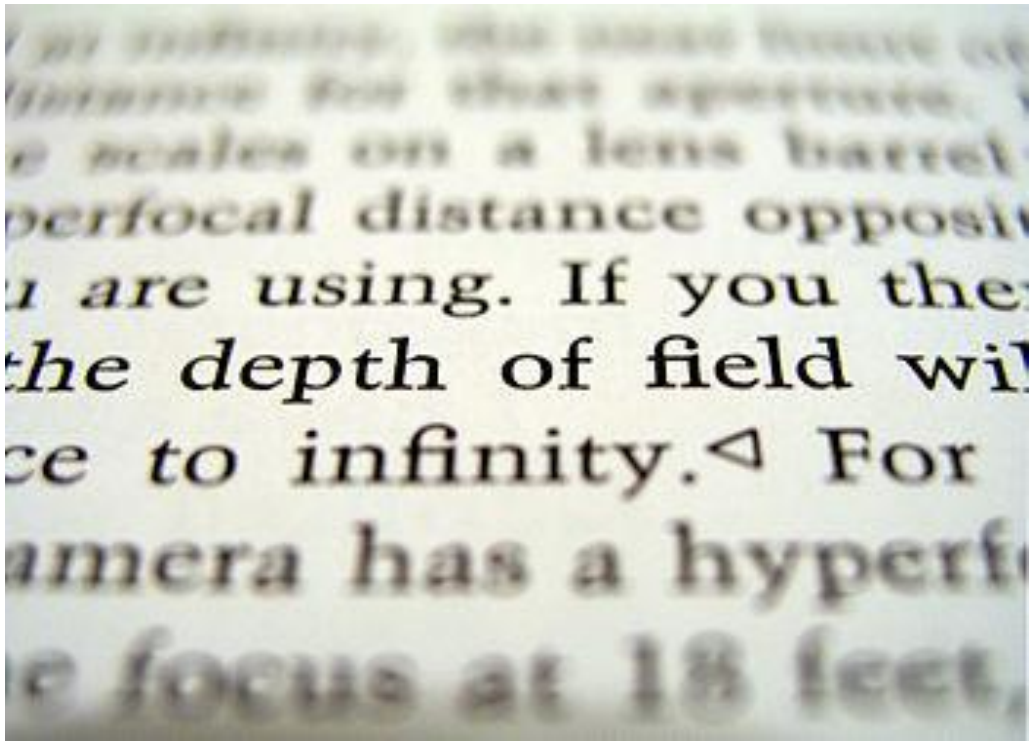
Appeal（吸引力）

Appeal（吸引力）

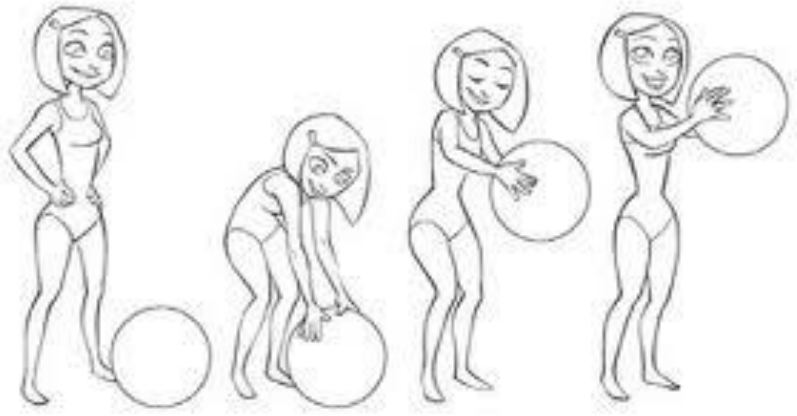


一些衍生的原则（Depth of Field）

- **Depth of Field(景深)：** 简单地来说，**焦点**附近的物体很清晰，而离焦点远的景物变模糊。



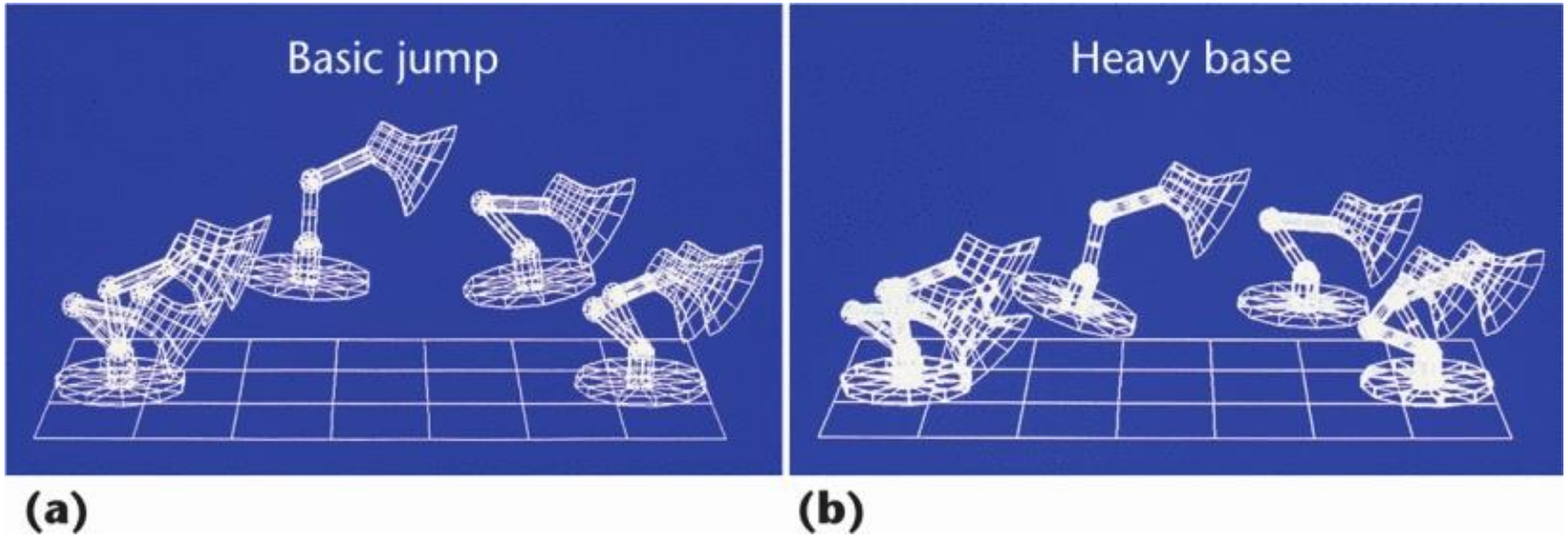
一些衍生的原则（Balance & Weight）



- Balance & Weight（平衡及重量感）：了解运动物体的重心所在，重心的位置可影响物体在视觉上的稳定度；物体在视觉上的轻重如何，除了在造型上予以定义外，也需由动作来表现物体的重量感。

思考：艺术抽象科学，科学证明艺术

Spacetime optimization与**迪士尼12条动画基本原则的**联系



- 计算机自动生成台灯跳跃动作的序列。动画师只给定了台灯的起始位置和终点， 所有的中间跳跃过程由计算机通过计算自动得出， 用于自动生成这个动画序列的计算机程序主要是解算了一种名为**Spacetime Optimization**的问题。
- 知乎上的讨论：https://zhuanlan.zhihu.com/p/26683511

思考：艺术抽象科学，科学证明艺术

物理原理

- 如何让计算机自动生成动画？
  - 物体可看成由无数小的粒子组成， 我们考虑如何生成一个小粒子的动画。 假设有一个很小的粒子，它身上携带这一个很小的喷射引擎，这个引擎可以产生力来推动这个粒子运动。
  - 计算机可通过一种算法， 来自动产生引擎的喷射力，使得这个小粒子可以从一开始给定的初始位置$X(0)$，运动到我们想让它达到的终点位置$X(T)$。对此，我们有几个约束条件：

    (1). 动力学约束：$ma=mg+f(t)$;

    (2). 位置约束：粒子在运动时的起点和终点(pose to pose);

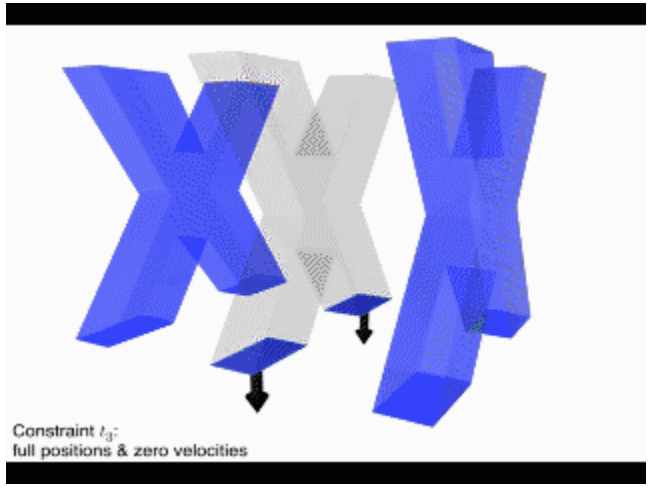
    (3). 目标约束：粒子耗能最小(使用最少的燃料/最省力)

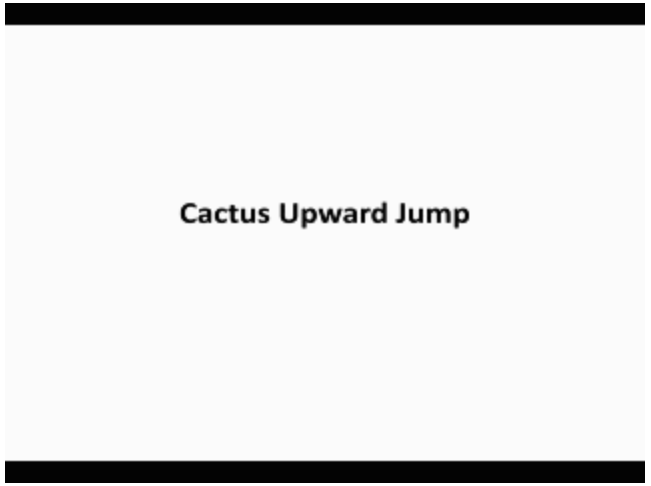
$$\min \int_{t_0}^{T} \| f(t) \|^2 dt$$

思考：艺术抽象科学，科学证明艺术

Spacetime optimization与**迪士尼12条动画基本原则的**联系

Arcs





1. Pose-to-pose action
2. Squash and stretch
3. Anticipation
4. Slow in slow out

关于计算机动画的一些思考

计算机图形学的应用?

- 动画、游戏、虚拟现实、仿真、工业设计、艺术、医学、广告、教育、培训、军事、展示等。

- 图形学最重要的三个应用产业（其它：短视频、智能制造、...）
  - 动画
  - 游戏（可理解成实时可交互的计算机动画）
  - **虚拟现实VR**

这三个产业的核心技术为图形学，其它应用均为辅助性质

动画软件包含的模块：**Modeing、Rendering、Animation、。。。**

动画游戏产业国内外现状

- 动画产业
  - 在美国、英国和荷兰这些动画片的制作强国，动画产业在国民生产总值中占有非常重要的地位。
  - 日本的动画产业更是国民经济重要支柱产业之一 。
- 游戏产业：已经超过电影产业
- 中国为什么要发展动漫和游戏产业？
  - 动画游戏产业均属于文化产业
  - 朝阳产业、无污染

我国动画总产值从2012年的760亿元增长至2017年1572亿元，年均复合增长率为15.6%。随着动画行业政策的支持与动画创作质量的不断提高，爆款动画超持续输出，将推动我国动画市场规模进一步扩大。预计到2022年我国动画行业总产值将达到2240亿元，未来五年年均复合增长率8.1%。

数据来源：中商产业研究院发布的《2018年中国动画行业市场前景研究报告》

2024年国内各大游戏公司

- 腾讯：2024年9月11日，腾讯市值为3.46万亿港元（最高7.5万亿，2021年2月）（《王者荣耀》最高日流水达到了1亿美元）。腾讯2023年全年收入为1799亿元，同比增长5.4%(占总收入6090亿元的29.5%)。2023年全球手游畅销榜排名显示，腾讯的《王者荣耀》稳居榜首，收入14.8亿美元。紧随其后的是腾讯的《PUBG Mobile》(和平精英)，收入为11.5亿美元。包揽全球手游畅销榜第1和第2名)。
- 网易：网易股价2024年9月11日总市值492.52亿美元。

2024年国内各大游戏公司

- 米哈游： 2023年全球收入达到了21.5亿美元（其中海外收入9.4亿美元）。

- 游戏科学公司：关于《黑神话:悟空》目前具体的收入数据，截至9月1日， 世界权威的videogameinsights游戏数据网站公布其已卖出1730万份，收入高达8.3亿美元,换算下来约为59亿人民币。

3A游戏：A lot of money，A lot of resources，A lot of time

赋能传统的服装产业

2024.9.10央视新闻直播间

动画的追求目标

- 计算机图形学追求的两个目标？
  - 真实感
  - 实时性

- 计算机动画的追求目标？
  - 真实感（画面真实、运动真实），视觉上真假难辨(再现现实世界、创造新世界)
  - 高效性

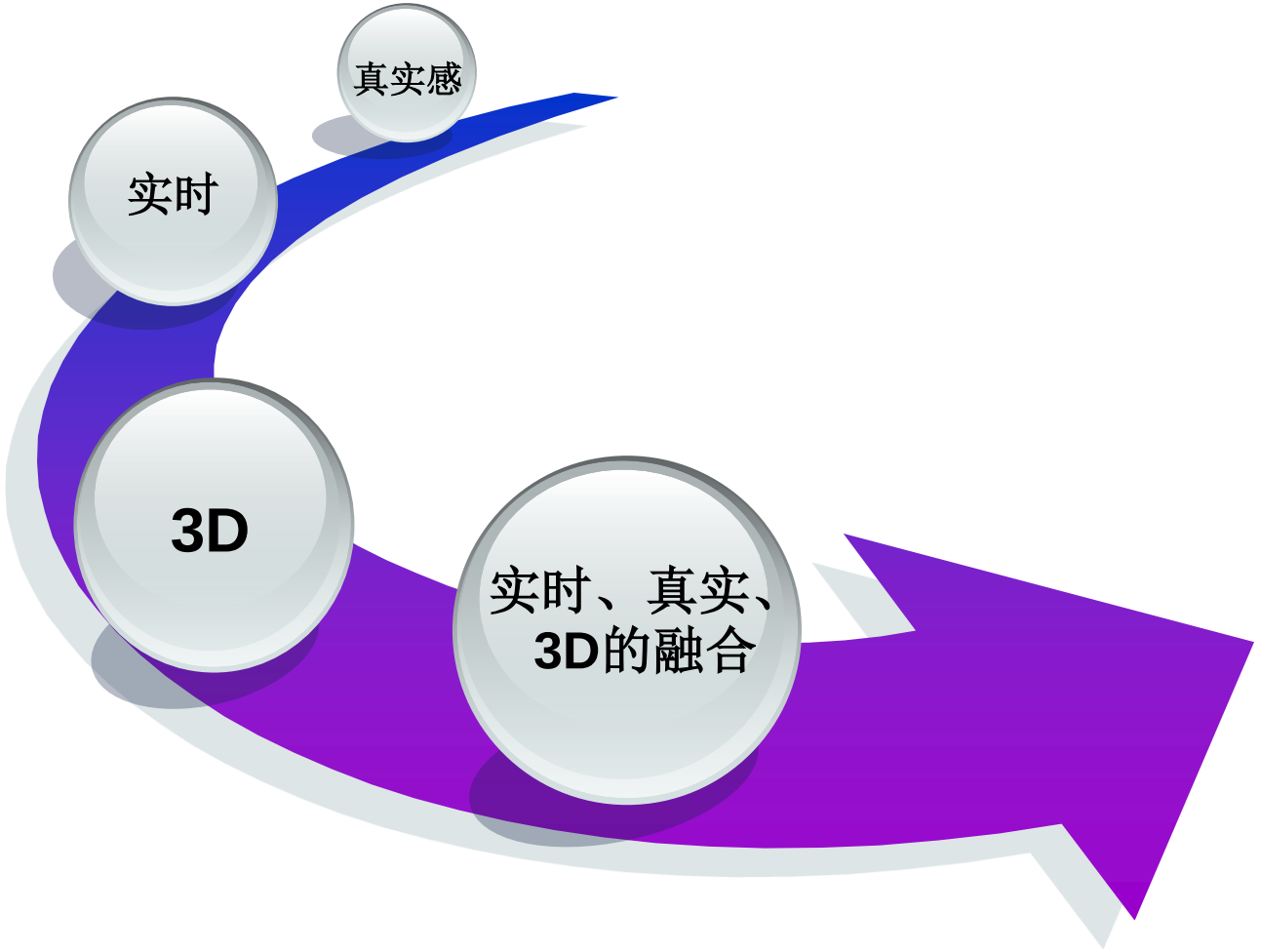
动画与游戏之间的联系

- 动画：先保证真实，然后越快越好

- 游戏(或VR)：先保证实时，然后越逼真越好

动画和游戏的研究实际上很多是相通的！

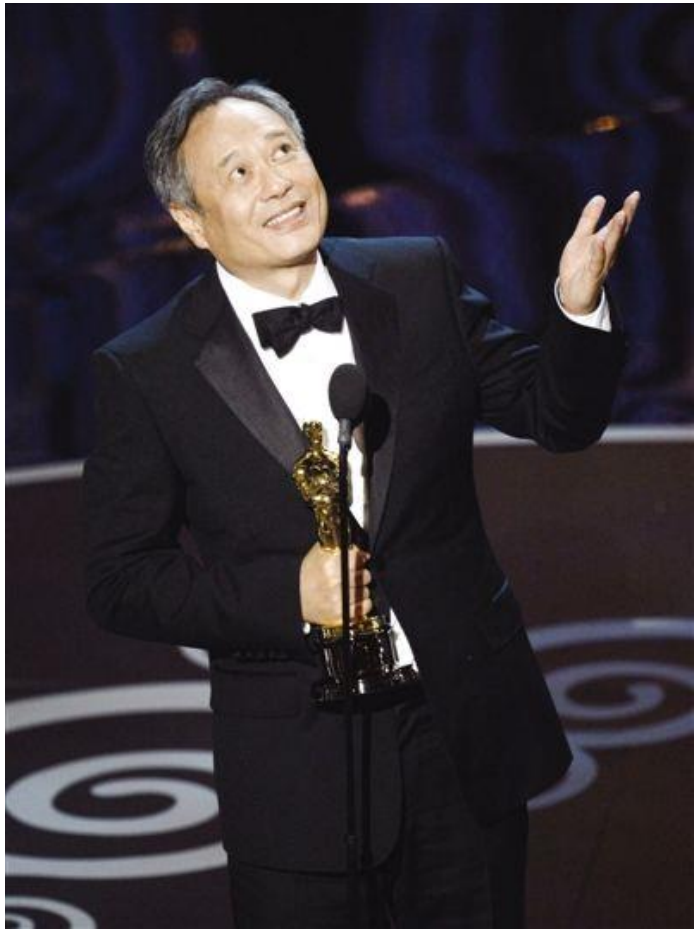
计算机动画的发展趋势



计算机动画可以把人的想象变成看得见的画面！

《少年派的奇幻漂流》

- 台湾导演李安凭借《少年派的奇幻漂流》在2013年的奥斯卡颁奖礼上满载而归，捧回最佳导演、最佳摄影、最佳视觉效果及最佳配乐四项大奖。
- 然而喜悦尚未褪去，他便遭到其电影特效团队的指责。该片幕后的特效制作企业**Rhythm & Hues Studios**（以下简称“**R&H**”）因为债台高筑已经向法院申请破产并裁员。
- **2013**年**2**月**24**日，**500**名特效师在颁奖典礼场外进行抗议。一名特效指导**Phillip Broste**则直接致信李安来表达他的不满。在公开信中，他指责李安在致词时忽略了特效团队的贡献“令人失望”，而他的“希望（特效）能做得更便宜”的言论更是无知。

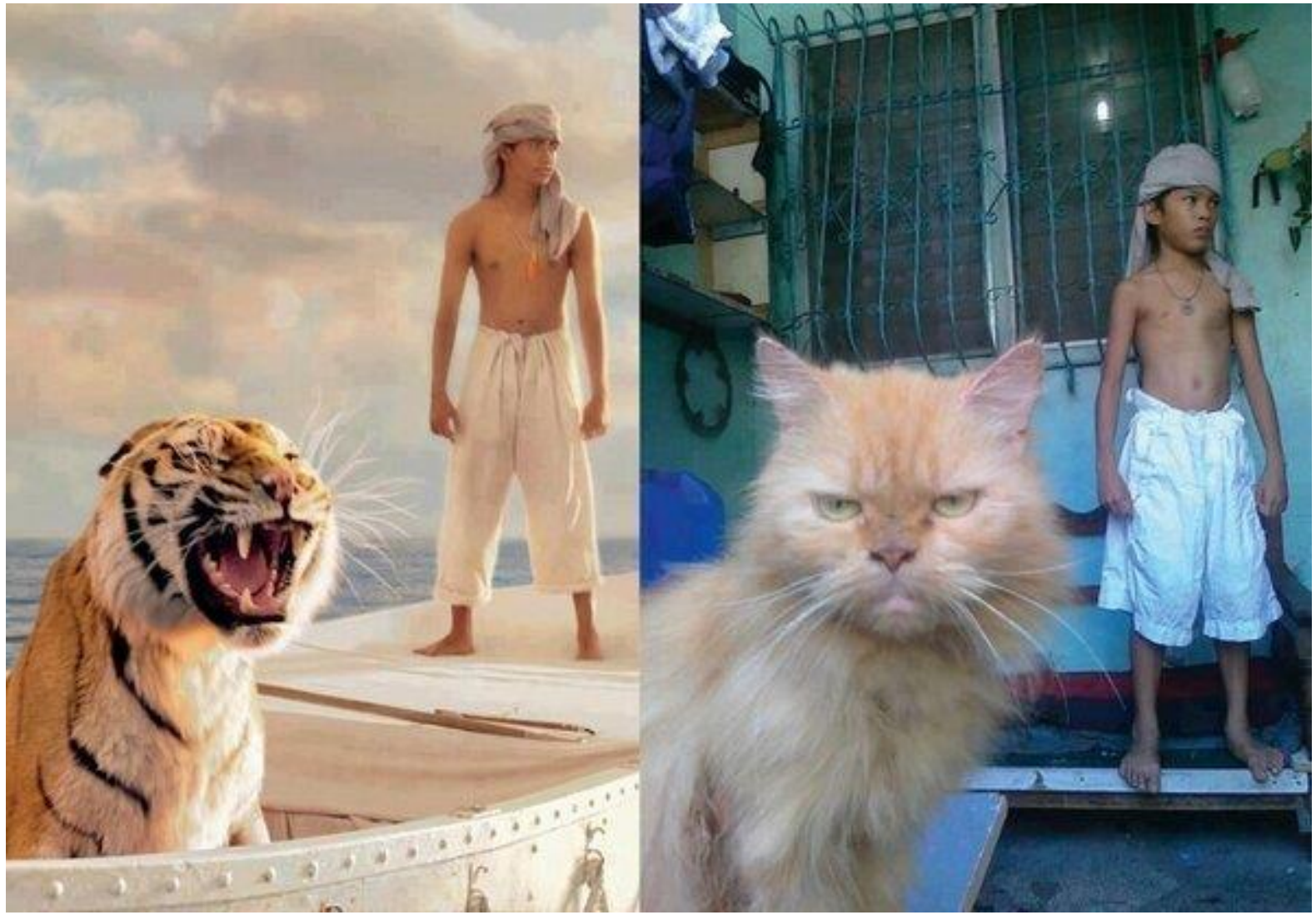


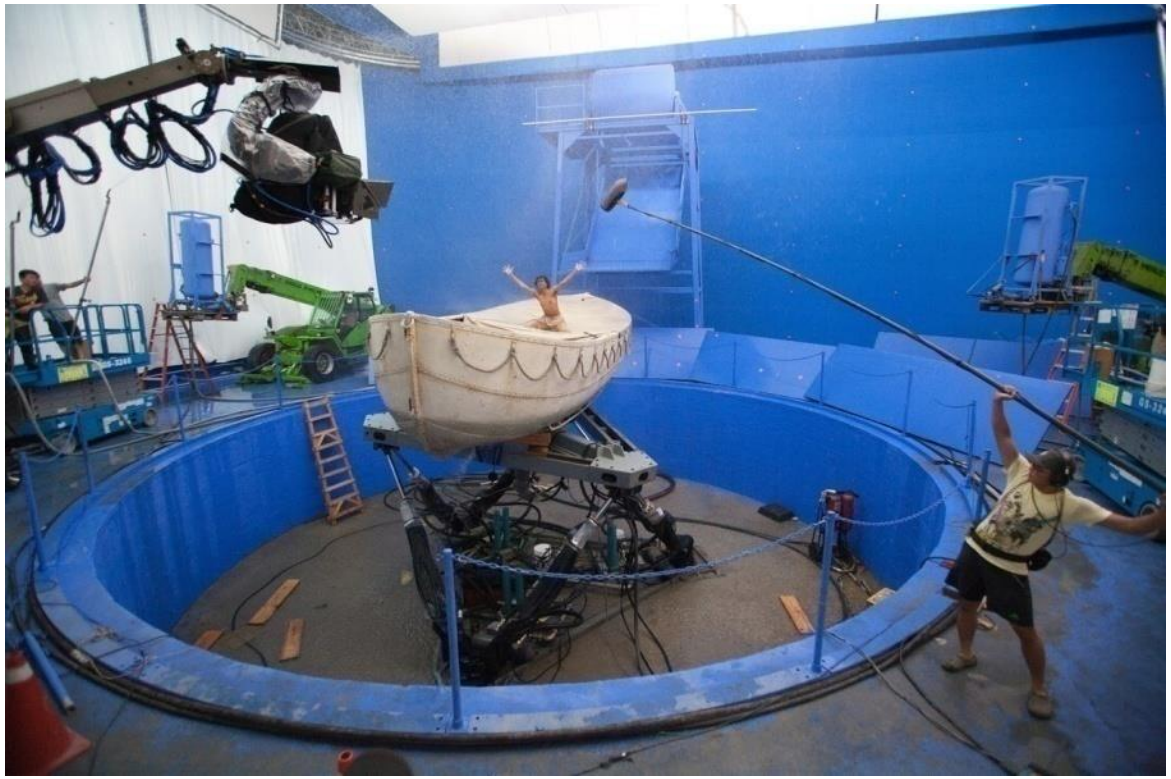
《少年派的奇幻漂流》预告片

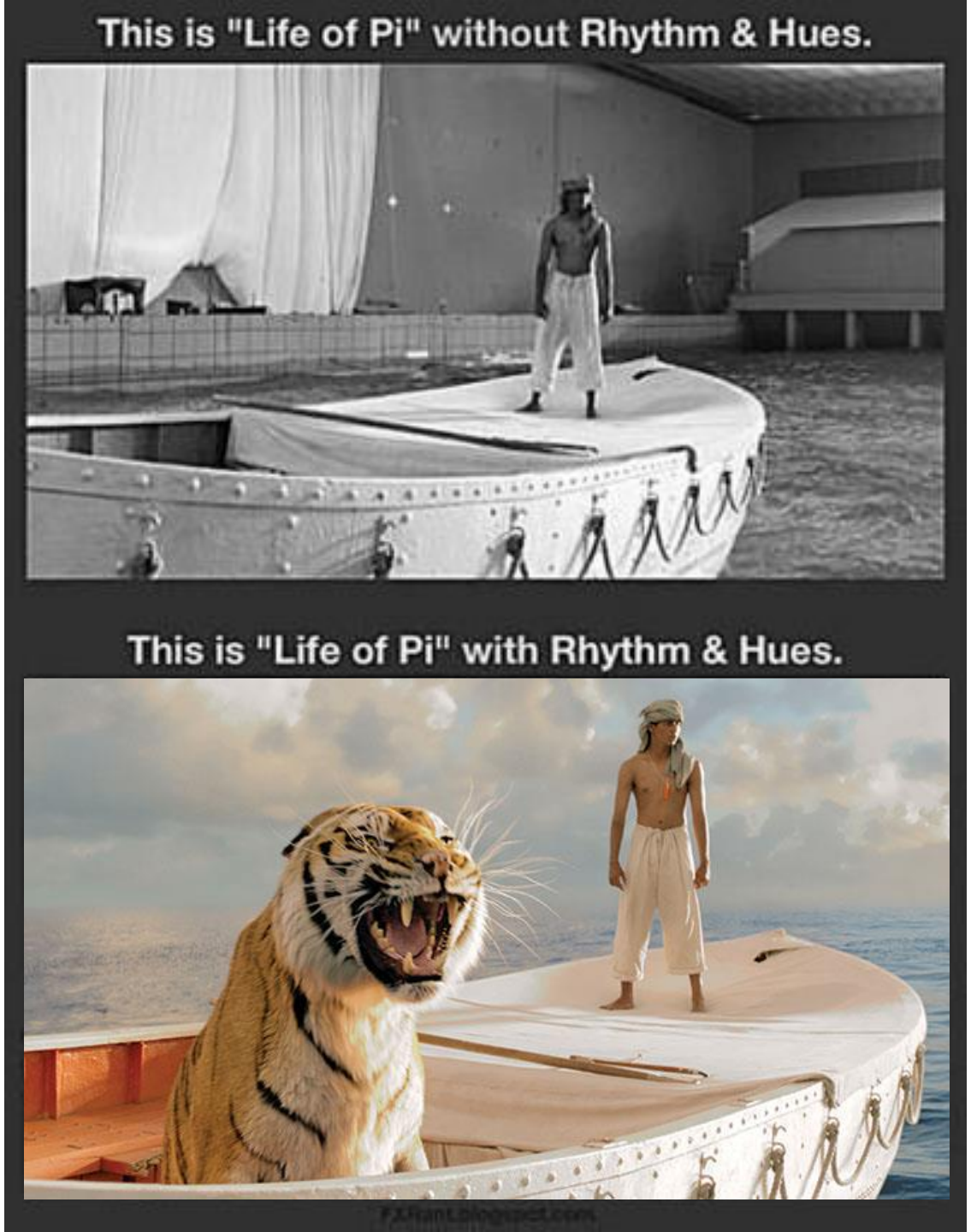
特效师怒了▷▷没有我们，你哪儿来的大海?

- 公开信中，R&H公司的特效师们公布了一组对比图：少年派站在船上，和老虎一起眺望着碧海蓝天，这一幕经典的场景实际拍摄时是这样的：没有老虎，没有大海，有的只是游泳池。
- 这也是特效师在公开信中指责李安的一个重点。“当听到你说：‘我希望能做得便宜点’时，身为特效艺术家的我个人私下可以接受，但我想我也有责任要让你了解实际状况：《少年派》的特效与呈现是花了许多灵感的艺术家投入数百小时才雕琢而成，加上卖命工作的现场助理与特效制片来回协调，才能制作出电影里令人赞叹的场景与动物表演，更不用说还有工程师写出长串合适的程式码并建立起整部电影的制作流程，而这些才是花掉你大把钞票的地方。”
- 而凭借《少年派》拿下最佳特效奖的比尔·威斯登霍佛（Bill Westenhofer）的获奖感言中谈到了特效师艰难的生活环境，“赢得奥斯卡最佳特效奖对特效师几乎是“死亡之吻”。他的获奖感言在谈到R&H面临着严重的经济问题时被奥斯卡晚会的主题曲切断，而这也在公开信中被提及，被认为是一种羞辱。

Life of Pi without R&H






This is "Life of Pi" without Rhythm & Hues.
This is "Life of Pi" with Rhythm & Hues.

特效很高端▷▷物理学家坐镇，贵得有道理

- 现在凡是担得起“大片”称号的电影都离不开特效，特效为什么烧钱？R&H是目前美国顶级的影视特效制作公司，曾经参与110多部影片的特效制作，曾3次荣获奥斯卡科技成就奖。《少年派》中美轮美奂的视觉效果也得益于该公司的特效技术。特效制作的成本往往很高，而这部分成本来自于各个方面，除了硬件配置的必要支出以外，更多的是人力成本，将近占到总投入的一半之多。以电影《少年派》为例，在制作阶段，R&H专门成立了一个由科学家组成的研发部门，其中有1/3都是业内著名的物理、互联网方面的专家。这也就不难理解为何R&H团队对李安“更便宜”的言论表示愤怒及抗议了。

- 一位曾获得奥斯卡奖特效制作公司的高层介绍，在电影领域，一般行业的利润达20%至25%，但特效行业的利润只有5%左右。他解释：“特效制作存在很多主观成分，在制作中不可避免地存在反复修改的情况，但最终所能得到的酬劳只是合约规定的价码。而每一次修改的成本，都需要我们来承担。”

特效这行不好做▷▷电影卖座，无法躲避倒闭潮

- 事实上，R&H的抗议并非毫无缘由。尽管电脑特效在电影、电视和广告中的作用越来越重要，特效公司的生存处境却不容乐观。

- 不少优秀的特效公司，即使制作了不少卖座的电影，也难逃破产的厄运。不仅仅R&H，从2008年以来，随着金融危机的影响，先后有4家美国本土的顶尖特效企业倒闭。这包括曾为《返老还童》、《终结者》等片制作特效的Asylum Visual Effects特效公司以及有17年历史的CafeFX。而一些大的特效公司，如工业光魔(ILM)、索尼图像工作室(Sony Pictures Imageworks)近几年也大规模裁员。

- 由詹姆斯·卡梅隆创办的参与制作过《泰坦尼克号》、《变形金刚3》、《复仇者联盟》等“票王”电影的好莱坞四大特效公司之一的“数字王国”(Digital Domain)，也在去年被中国的电影制作公司小马奔腾和一家印度公司联合收购。在集聚约200家特效制作公司的洛杉矶从2008年起也有6家相继倒闭。

但也不要悲观…

- 动画电影《西游记之大圣归来》上映62天劲收9.56亿票房，成为内地影史上票房最高的动画电影。

- 动画电影《哪吒之魔童降世》，累计票房50.35亿(中国内地总票房排名第4)。2019年9月6日，第十二届中国国际漫画节开幕式暨第16届中国动漫金龙奖颁奖大会于广州举行。该片获得最佳动画长片奖金奖、最佳动画导演奖、最佳动画编剧奖、最佳动画配音奖 。

https://piaofang.maoyan.com/rankings/year

说说“动漫”这个词——来自百度百科的解释

- http://baike.baidu.com/view/2294.htm
- 动漫，即动画、漫画的合称，指动画与漫画的集合，取这两个词的第一个字合二为一称之为“动漫”，与游戏无关，并非专业术语。
- 在很多场合，“动漫”一词被误用于指“动画”，十分容易引发歧义。
- “动漫”一词仅在华语圈使用，其他国家地区没有类似表述。动漫这个词汇误用情况非常普遍。

说说“动漫”这个词

- 首届中国国际动漫节
  The 1st China International Animation Festival and Exposition

- 中国国际动漫节
  http://www.cicaf.com/global/index.htm
  China International Cartoon & Animation Festival

The End