## 计算机图形学

谢忠红 南京农业大学计算机系

## 参考教材

- 计算机图形学——原理、方法及应用
- 潘云鹤 高等教育出版社

## 是認定

理论——平肘点名30分(按次扣分) 考试70分

实验——点名+作业(60分)

- 8次作业(5/次)
- 选做题额外得分
- 考试或者大作业(40分)

### 下面请大家看动画片

### ——玩具总动员3



■ 然后回答下面几个问题

- (1)你小时候动画片多吗?为什么现在动画片出现的速度越来越快?
- 计算机技术的出现,更准确地将是计算机的图形图像技术
  - (2)计算机是如何生成动画的, 其基本原理是什么?

利用计算机画图,然后每秒播放24副画面

(3)三维动画和二维动画差别是什么?

利用计算机生成具有: 阴影效果, 透明效果, 镜像效果、光影效果, 物体的纹理和质感的三维真实感图像。运动物体不仅能在上下、左右两个维度的运动, 且还可以进行前后维度的运动。









- (1) 制作动画——利用已有软件例如: 3D max, MAYA7.0
  - (2)使用一些图形软件例如OPGL, DirectX制作三维动画引擎或游戏

(3) 学习图形生成的基本原理,并利用C语言的基本函数库实现图形的基本算法

## 第一章、计算机图形学概述

■ <u>1.1引言</u>

■ 1. 2计算机图形学的应用

■1.3计算机图形学当前研究的课题

# 1.1引言

■ 一、什么叫计算机图形学?

■ 二、图形学与相关学科关系

### ■图形学的定义

#### DEF1:

■ (通俗定义) 计算机图形学就是研究如何利用计算机画图的一门学科

#### DEF2:

计算机图形学是研究怎样用数字计算机生成、 处理和显示图形的一门学科。

### 计算机图形系统涉及3个基本部分:

### 数据、计算机处理系统和显示器

输入信息:数据

输出信息:图形(显示器显示)

计算机图形处理系统

Radius=8, circle(x,y)=(100,200)

color=RED (计算机处理数据)

图形处理过程

数据: 用来描述图形的数据。(例子)

计算机: 微机、图形工作站等(作用: 将输入的数据转

换成相应的图形)

显示器: 显示计算机处理后得到的图形

### 图形学与相关学科关系

- 图像处理(图像----图像)
- 主要是对图像按照不同的应用要求进行各种各样的分析处理。 例如: 婚纱摄影, 手机的视频通话业务(图像通讯问题)
- 计算机图形学 (数据 → 图形)
- 研究如何根据给定的描述(如数学公式、数据)利用计算机生 成相应的图形,并通过输出设备输出显示的过程。(CAD建 筑绘图、虚拟农作物,虚拟农场等)
- 计算机视觉和模式识别 ( 图形/图像→数据)
- 图形学的逆过程,分析和识别输入的图形图像,从中 抽取描述这些图形的数据(特征)
- 例如: 手写体识别、指纹识别、车牌识别、(美伊战 争)无人驾驶战地车-GPS

## 图像处理(PS)前后



## 图像处理(PS)前后



## 图像处理(PS)前后



## 婚纱照PS前后



Before



#### 写真照PS前后

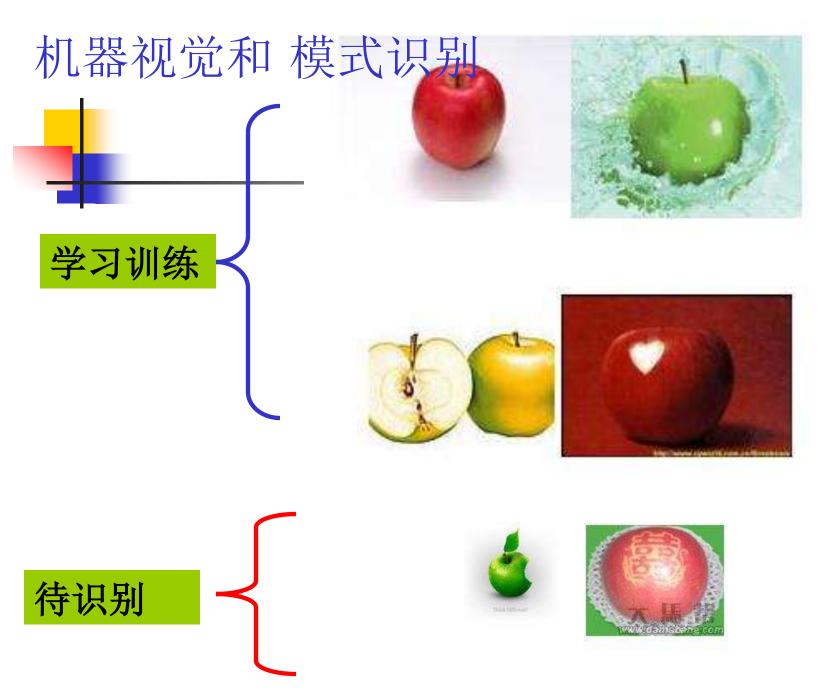


## 图形学——虚拟植物



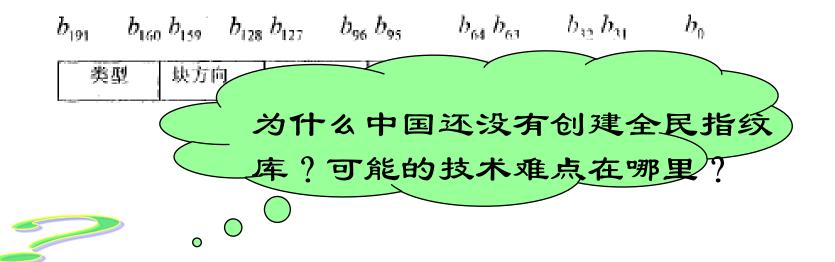
## 图形学——虚拟植物





#### 机器视觉和模式识别举例

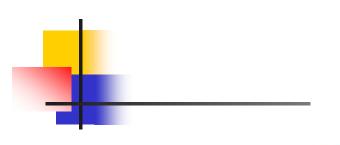




## 机器视觉-足球机器人



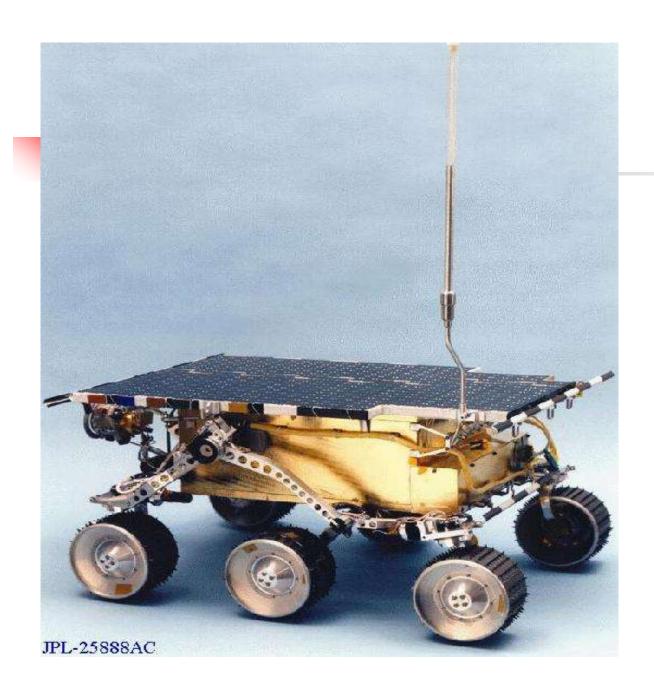
### 机器视觉 和模式识别举例







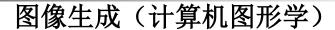
火星探测者勇气号 2003.6发射

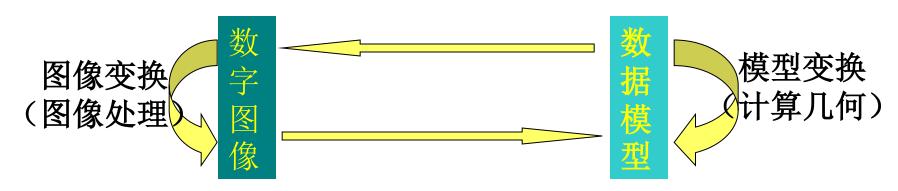


So journer 火星车前部 图,中部的 两个外突出 是两个黑白 CCD摄像机。

#### .与相关学科的关系.

发展特点: 交叉、界线模糊、相互渗透





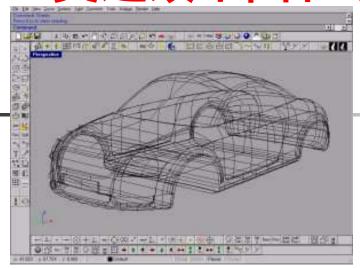
模型(特征)提取 (计算机视觉,模式识别)

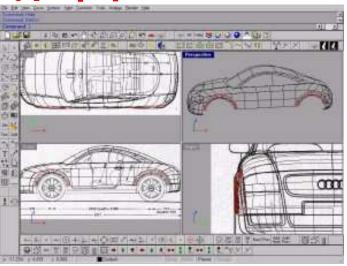
举例:火星探测者勇气号在火星拍到的照片是二维,且模糊的,传到地球可以通过图像处理和图形学重现其三维图形效果

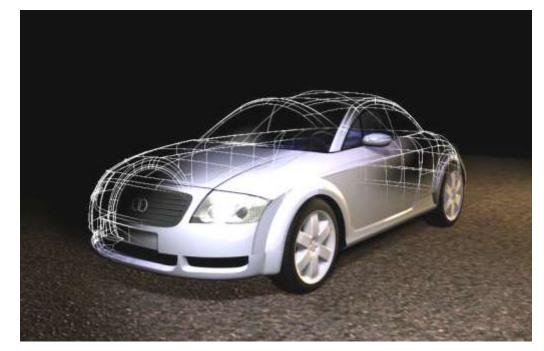
### 计算机图形学的应用

- 按计算机图形学的应用领域分:
  - (1) 计算机辅助设计(CAD)和计算机辅助制造(CAM) CAD/CAM是计算机图形学在工业界最广泛、最活跃的应用领域(最有代表性的图形软件AUTO CAD,3D MAX)
    - 飞机、汽车、船舶的外形的设计
    - 发电厂、化工厂等的布局
    - 土木工程、建筑物的设计
    - 电子线路、电子器件的设计
    - 机械零件的加工和设计
    - 基于工程图纸的三维形体的重建

### 奥迪效果图和线框图







流线型的汽车





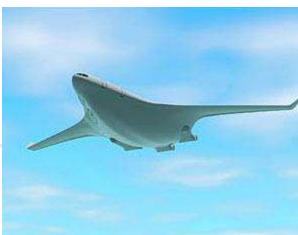
### 流线型的汽车





#### 波音777的外形设计







在飞机工业中,美国波音飞机公司已用有关的CAD系统实现 波音777大型客机的整体设计和模拟,其中包括飞机外型、 内部零部件的安装和检验。使其设计制造成本下降30%以上。

## 土木工程中使用图形学来规划建筑物的布局和设计建筑物的外观



住宅小区的规划

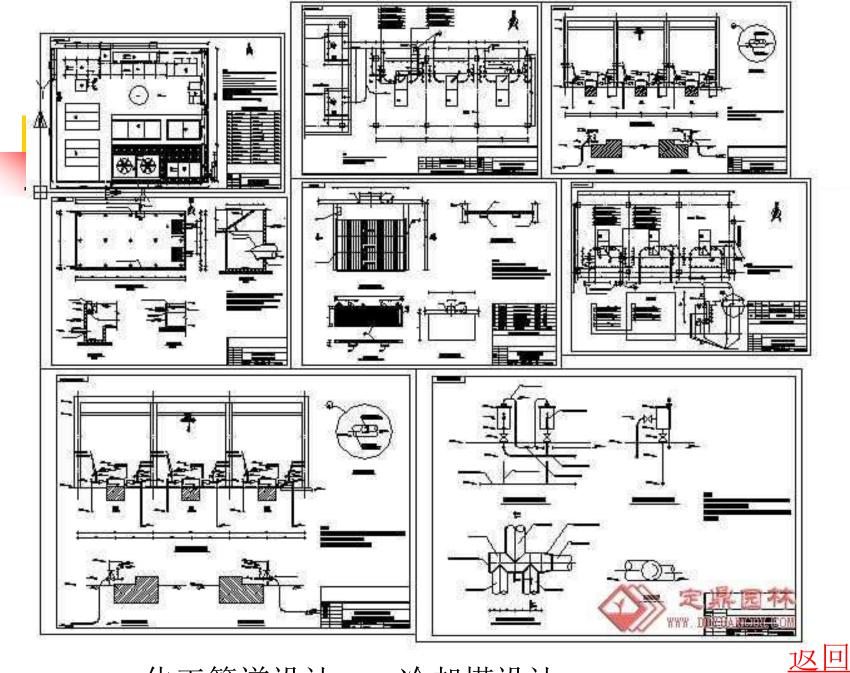


南农大工学院学生食堂方案设计效果图

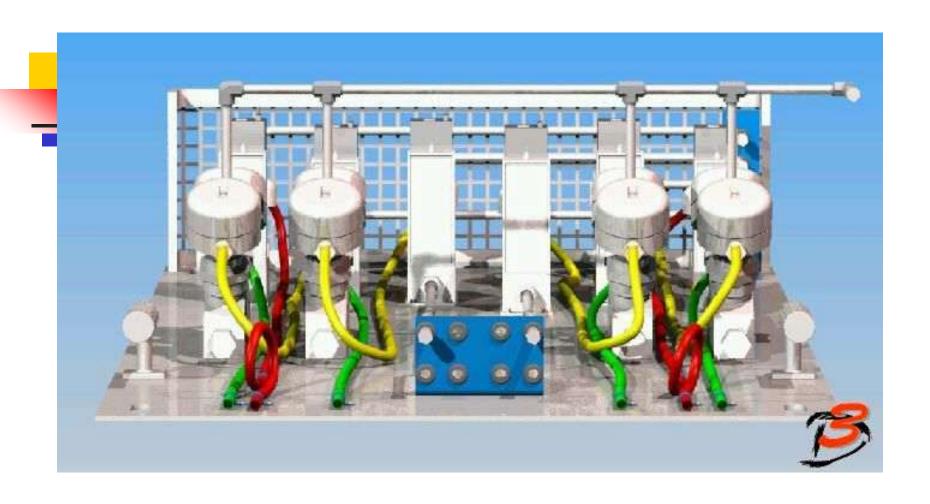




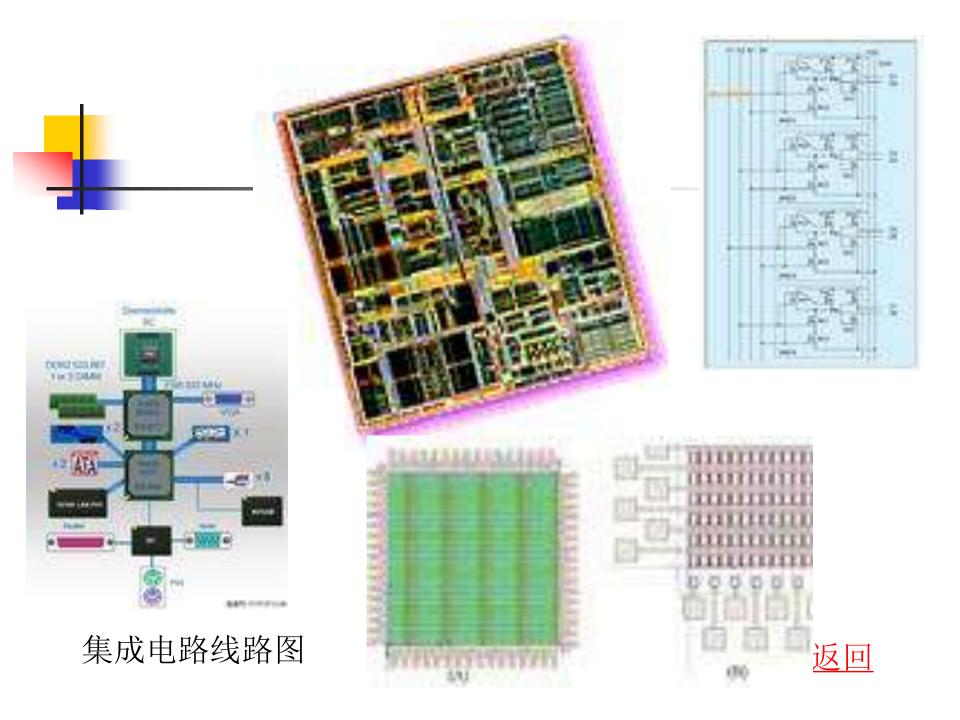
天津复康路三维实景设计



化工管道设计——冷却塔设计



电路设计图

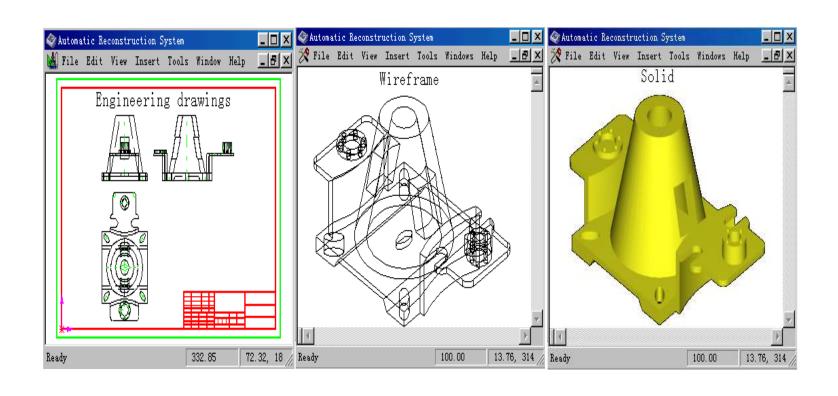




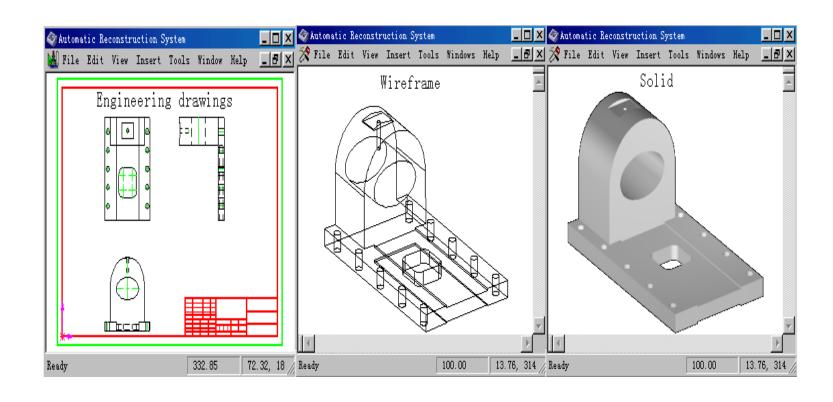
## 基于工程图纸的三维形体的重建

- 定义: 从二维信息中提取三维信息,通过对这些信息进行分类、综合等一系列处理,在三维空间中重新构造出二维信息所对应的三维形体,恢复形体的点、线、面及其拓扑关系,从而实现形体的重建。
- 优势:可以做装配件的干涉检查、以及有限元分析、仿真、加工等后续操作,代表CAD技术的发展方向。

#### 工程图及其三维重建结果1



#### 工程图及其三维重建结果2

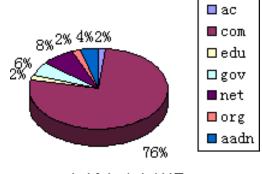


# 4

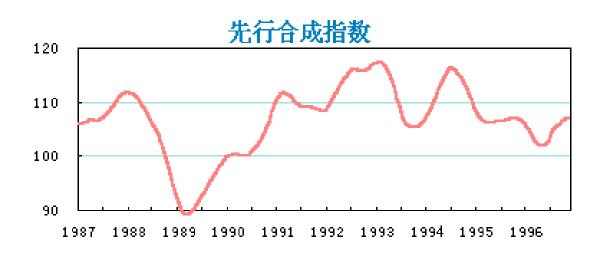
## (2)管理和科学计算可视化

- 必要性:在管理工作或科学计算过程中,会 遇到大量的统计数据,而统计分析这些数据 费时费力
- 目标:用图形来表示抽象的数据(绘制数学、物理以及经济函数的二维及三维图形:直方图、线条图、扇形图、进程图.)
- 特点: 简洁、直观 ——〉数据的模型和趋势。

#### 应用领域:股市行情、商业统计数据、气象、遥感

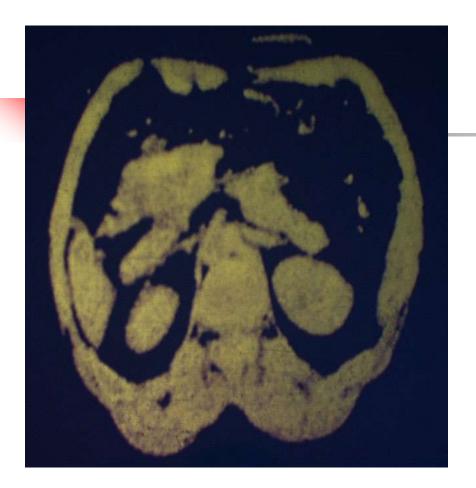


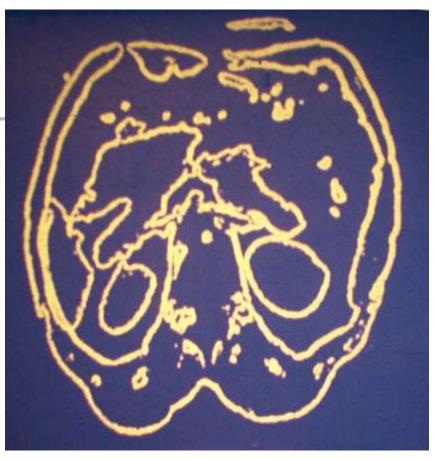
99年域名分布情况



## CG在医学领域中的应用

- --通过数字再现技术(volumerendering)
- 例:使用下图所示的CT断层扫描图像,将人体内部组织结构清晰地表示出来。
- --尝试应用CG技术对手术进行仿真(一学院的仿真心脏搭桥手术)。





## CT图像边缘提取

### ■ CT图像(头脑骨、脚骨)



## 虚拟心脏手术



## 图形学虚拟出的器官





#### (3) 办公自动化和电子出版技术

在办公室中,用图形方式交换文件、报表、图例和其他信息,有助于数据及其相互关系的有效表达,因而有利于人们进行正确的决策。利用计算机进行资料、文稿、书刊、手册的编写和修改。制图制表、分页,排版。

#### (4) 地理信息系统 (GIS-Gloable Information System)

- DEF:建立在地理图形之上的关于各种资源的综合信息管理系统 (相关的学科:图形技术、数据库技术以及管理信息技术、地理学)
- 举例:公交管理系统、国土管理系统、旅游信息系统、矿藏管理系统等

•最终目的: <u>数字地球</u>, 地形数据作为载体 球信息化.

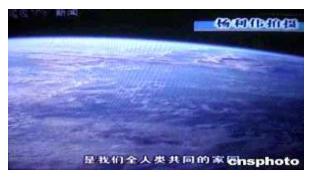
- 數字地球"这一概念是前美国前副总统戈尔.他认为当前我们迫切需要利用地球的各种信息,而大量这样的信息又散落在世界各处而未被充分利用。解决这一矛盾的基本方法就是建立起数字地球,以数字化的信息库来真实地重现地球。
- 数字地球是将有关资源、环境、社会、经济和人口等的海量数据或信息,在计算机网络系统里,按地球坐标,从局部到整体,从区域到全球,进行融合,以不同空间、时间、物质和能量的多种分辨率进行多维显示,形成一个巨系统,它提供的数据和信息将在农业、林业、水利、地矿、交通、通讯、新闻媒体、城市建设、教育、资源、环境、人口、海洋以及军事等几十个领域产生巨大的社会和经济效益。

#### ■ GIS的应用

- (1)军事(用于战争的GIS和GPS高精度导航)
  - (2) 政府决策(矿藏分布、气象气流、人口分布)
  - (3)旅游(畅想未来旅游)







## 数字地球: 1998年1月31日美国副总统戈尔在洛杉机加利福尼亚科学中心召开的地理信息系统年会上提出了这一设想。

比如,可以设想一个小孩来到地方博物馆的一个数字地球陈列 室, 当他戴上头盔显示器, 她将看到就象是出现在空中的地球。 使用"数据手套",她开始放大景物,伴随越来越高的分辨率, 她会看到大洲,随之是区域、国家、城市、最后是房屋、树木以 及其它各种自然和人造物体。在发现自己特别感兴趣的某地块时, 她可乘上"魔毯",即通过地面三维图象显示去深入查看。当然, 地块信息只是她可以了解的多种信息中的一种。使用数字地球系 统的声音识别装置, 小孩还可以询问有关的土地覆盖、植物和动 物种类的分布、实时的气候、道路、行政区线,以及人口等方面 的信息。在这里,她还可以看到自己以及世界各地的学生们为 "全球项目"收集的环境信息。这些信息可以无缝地融入数字地 图或地面数据里。用数据手套向超连接部分敲击, 她还可以获得 更多的有关她所见物体的信息。比如,为了准备全家去国家黄石 公园渡假,她策划一个完美的步行旅游,去观看刚从书中读到的 喷泉、北美野牛和巨角岩羊。甚至在离开她家乡的地方博物馆之 前,她就可以把要去步行旅游的地方从头到尾地浏览一遍。

- (5) 虚拟现实、灵境、
- ■假想现实(Virtual Reality)/系统模拟
  - DEF:使计算机假想空间内的物体,让人感觉与现实世界中的一样
  - 举例:
  - 虚拟人—计算机假想的模型化了的人(电影 黑客帝国,游戏模拟人生)
  - 虚拟植物(发芽、日照、生长、结果)

## Virtual Reality 或称虚拟环境(Virtual Environment)

DEF是用计算机技术来生成一个逼真的三维视觉、听觉、触觉或嗅觉等感觉世界,让用户可以从自己的视点出发,利用自然的技能和某些设备对这一生成的虚拟世界客体进行浏览和交互考察。

■ 应用举例: 飞机模拟训练或学开汽车,登月前的空中训练

## 飞机模拟训练的机舱



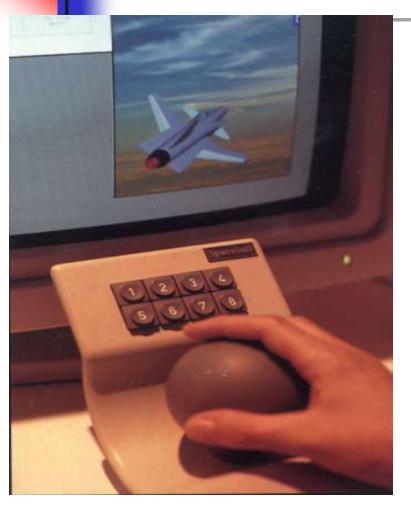
波音777 737的驾驶舱

❖飞行模拟舱——用光栅扫描器产生驾驶员在驾驶 舱中预期所能看到的景象,对飞行员进行单飞前 的地面训练和飞机格斗训练等。



模拟 外太空飞行

## 仿真/训练







#### 数据手套、数据眼 镜、头盔显示器









## 虚拟现实实现文化遗产保护

"超越时空的紫禁城"

www.beyondspaceandtime.org











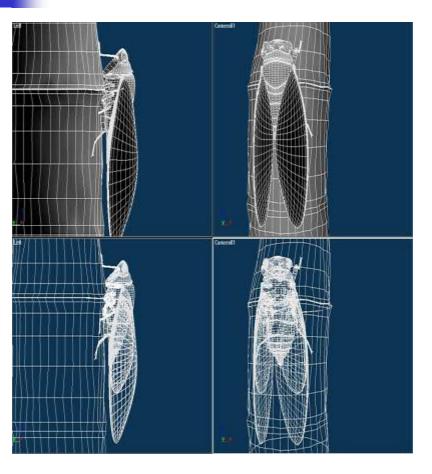


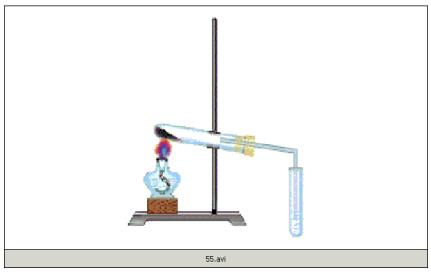




数字再现古罗马竞技场

#### (6) 计算机辅助教学



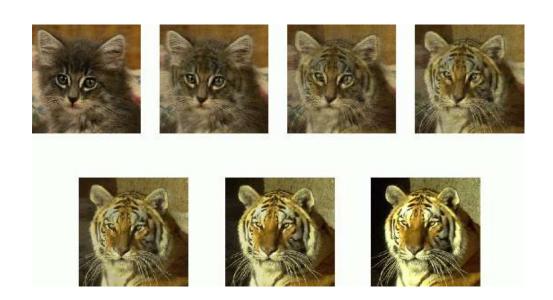


特点: 教学生动形象

发展:远程教学(空中教室)

#### (7) 计算机动画

- 计算机动画近十多年来取得了很大的发展
  - 特点: 形象, 逼真, 生动, 成本低, 制作时间短(说明原因)



基于特征的图象变形(猫变虎)

- ■传统手工绘制动画片:
  - ❖1960年代《大闹天宫》,花了几十位动画 工作者近两年时间。



## 国外的计算机动画发展历史

- -是二十世纪60年代中期发展起来的
- Peter Foldes以他的计算机动画片<u>《饥饿》</u>
  - 1974年,在法国嘎纳电影节上,获得评委会奖
- -20世纪90年代, 计算机动画在好莱坞掀起了电影技术的风暴
- 詹姆斯.卡麦隆导演<u>《终结者II》</u>
  - 创下了全球5.14亿美元的非凡票房收入
- 1993年,导演斯皮尔伯格开始制作影片<u>《侏罗纪公园》</u>荣 磨运年的图斯卡是供视觉效果奖

膺该年度的奥斯卡最佳视觉效果奖

- 1996年,<u>《玩具总动员》</u> 世界上第一部<u>完全</u>
- *用计算机动画制作*的电影,3000万美元的投资,
- 获得了破记录的3.5亿美元的票房收入
- 其意义在于: 给电影制作开辟了全新道路

# 2009年由二十世纪福克斯公司发行,<u>詹</u>姆斯·卡梅隆执导的科幻巨制<u>《阿凡达》</u>

#### 《阿凡达》全球票房

北美地区票房: 6.29亿美元

北美以外票房: 15.79亿美元

中国香港票房: 1.4亿港币

中国内地票房: 8.7亿人民币

\*全球票房总和: 22.09亿美元



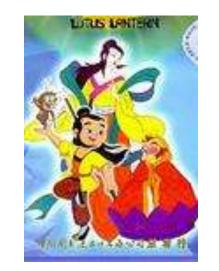


## ■国内的计算机动画发展历史

- -电影《相似》
- 92年,北方工大CAD中心,SGI工作站,用C语言编写
- 一儿童寓言电视片《咪咪钓鱼》
- (我国第一部利用计算机制作的动画片)
- 386上, C语言编写, 10分钟, 5人10个月
- 浙江大学,中科院计算所,数学所等

《宝莲灯》

《喜洋洋和灰太郎》





#### 应用领域:已渗透到人们生活的各个角落

- ■商业广告、影视特技/片头、动画片
- •教育、军事、飞行模拟等

#### (8) 计算机艺术

DEF:用计算机软件从事艺术创作。

分类: 创作艺术(艺术绘画)

商品艺术(艺术广告如:商务电视广告、商标装潢的制作)

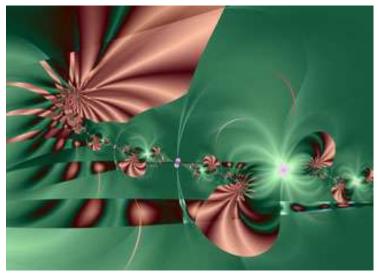
#### 优点:

- (1)提供多种风格的画笔画刷
- (2)提供多种多样的纹理贴图,甚至能对图象 进行雾 化,变形等操作
- (3)可以任意修改,取消败笔
- 不足: (1) 无法达到传统绘画中风格化的 艺术效果
  - (2)很难得到有素描效果、油画效果的艺术

## 计算机艺术





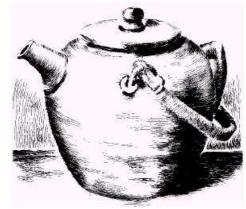






# 计算机艺术







Salisbury绘制的茶壶(Siggraph'97)



Salisbury绘制的熊(Siggraph'97)

返回

# CG在计算机游戏中的应用

- 图形学在游戏中的应用
- -二维图像游戏 《仙剑奇侠传》
- -假三维图形游戏《三角洲特种兵》
- -真三维图形游戏《雷神之锤》系列
- CG在图形中应用的结果
- 促进了游戏业的发展、导致了个人计算机硬件不停地更新换代。



仙剑奇侠传



Sprites in games: Images are built by overlaying characters and objects on a background

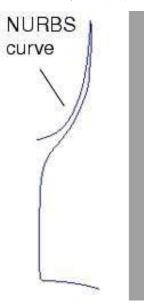


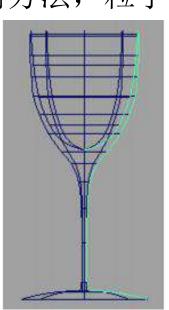
# 计算机图形学当前研究的课题

- 1.造型技术
- **DEF**: 造型技术是计算机图形学的核心内容之一,它研究的是如何在计算机中构造出二维、三维物体模型
- 规则物体: 方法-几何造 **不规则物体**: 方法-分形
- 型技术或欧氏几何方法。

不规则物体:方法-分形 几何方法,粒子系统等。









# 2.真实图形绘制技术

- DEF:用计算机逼真的模拟物体和一些自然景物(考 虑各种因素光照、阴影)产生足够真实的图像。
- 应用: 计算机动画制作、城市规划、影视广告医学、 气象学等
- 真实感图形绘制的要求
- (1)能反映物体表面的颜色和亮度的细微变化
- (2) 能表现物体的质感
- (3)能通过光照下物体的阴影,极大地改善场景的深度感和层次感,充分反映物体件的相互遮挡关系
- (4)能模拟透明物体的透明效果和镜面物体的景象效果

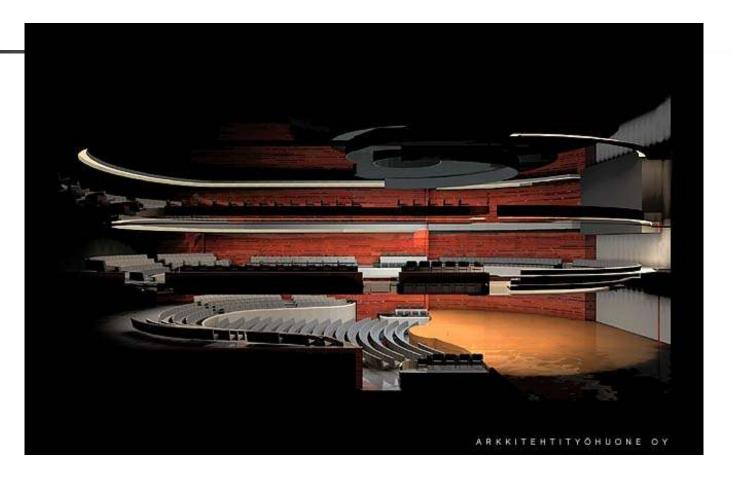


真实图形绘制效果图: 阴影效果, 物体的质感。



**真实感图形效果图**: 阴影效果,物体质感,透明效果,镜像效果等

# 真实感图形效果图



剧院的灯光效果

# 真实感图形效果图



#### 最早由清华大学自然景物平台生成的野外场景





# 3.图形数据库

- 图形数据库就是研究如何以基本的图形为数据 项而建立起的一个能快速查找各种图形的图形 数据库(全国的指纹库)
- 4.图形学与计算机网络技术的结合
- 远程医疗和诊断
- 远程导航与维修
- 远程教育
- 可视化通讯



- 1.请考察关于虚拟现实的技术内容
- 2.试举出在你身边正在应用的CG的例子



# 《咪咪钓鱼》

我国第一部利用计算机辅助摄制的动画片是《咪咪钓鱼》,1991年由北方工业大学和北京电视台合作制作,以二维动画为主。用386微机和C语言编程,利用数字化仪和摄象机产生关键帧,再由计算机在相邻两幅关键帧之间内插生成中间帧,并自动跟踪上色。多层画面叠加在一起,形成完整的画面。10分钟的片子,5人小组花了10个月时间。

返回