

Computer Graphics

计算机图形学

主讲：张 荣： zrong@ustc.edu.cn

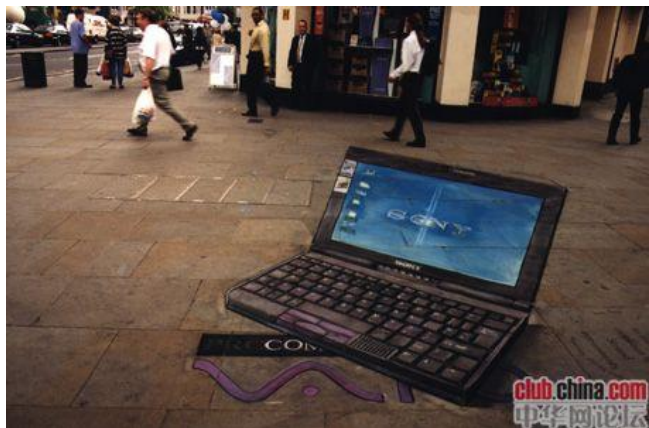
助教：金 锐： jr2018@mail.ustc.edu.cn

陈彦霖： yanlin_c@mail.ustc.edu.cn

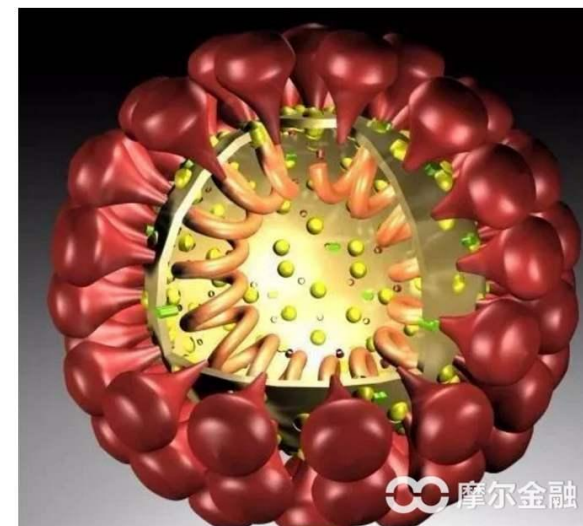
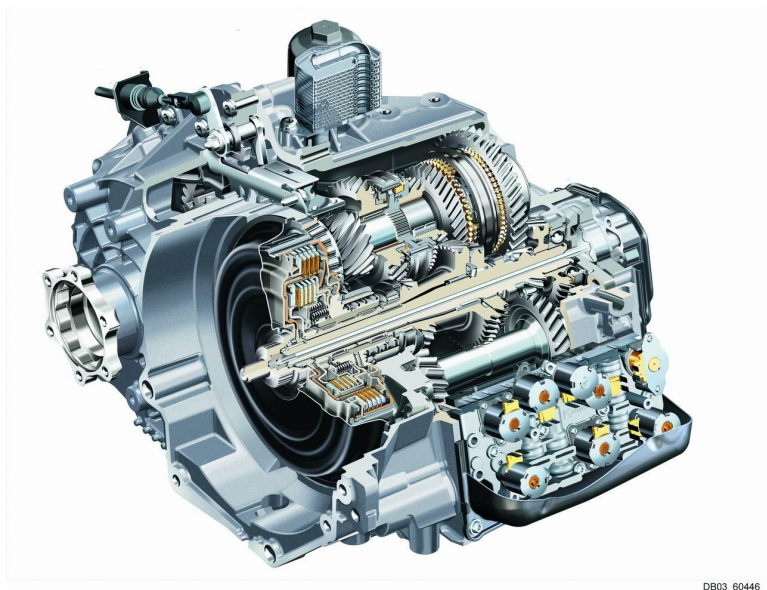
QQ群： 310325549

第一章 绪论

一、什么是计算机图形学



一、什么是计算机图形学



一、什么是计算机图形学

- 1、定义：尚未统一定义，IEEE对计算机图形学的定义为：

Computer Graphics is the art or science of producing graphical images with the aid of computer。

- 仍处在不断发展中，具有以下特点：
 - 用计算机通过算法和程序在显示设备上构造出图形
 - 从目标描述产生图形显示
 - 在计算机上实现数到形的转换

$$x^2 + y^2 + z^2 = R^2$$

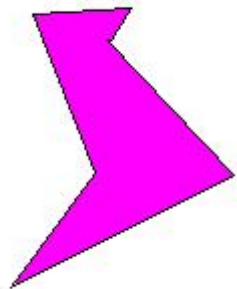
一、什么是计算机图形学

- 2、研究内容

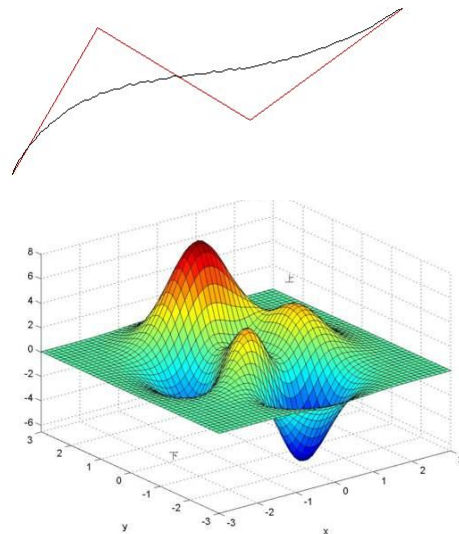
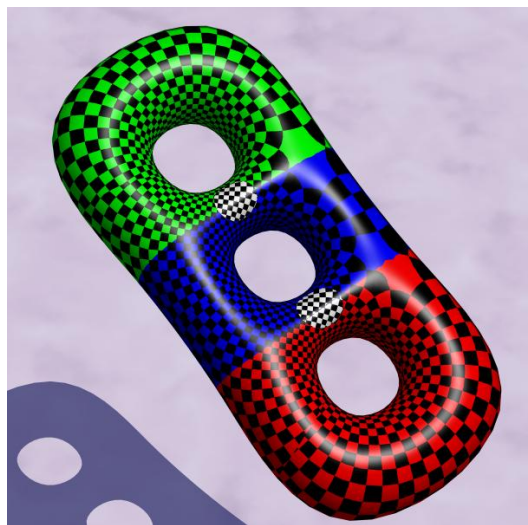
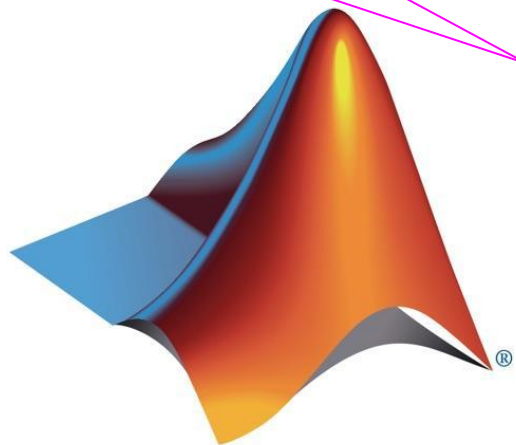
- 图形生成：图元、曲线曲面、分形图形、真实感图形
- 图形变换：几何变换、投影变换、裁剪、消隐
- 交互技术：硬件设备、用户接口

图形生成

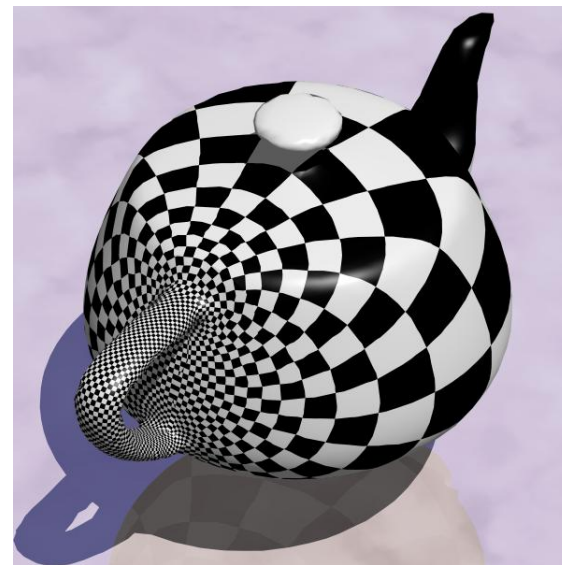
图元



真实感
图形

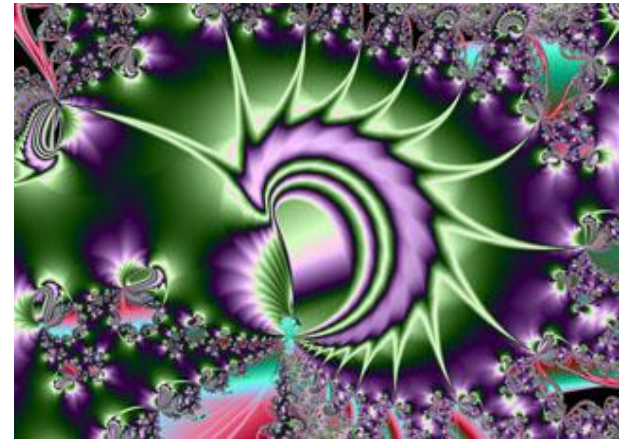
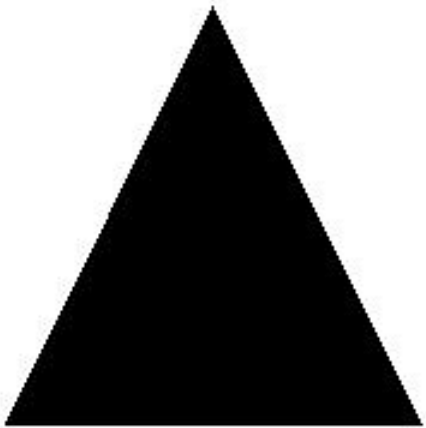
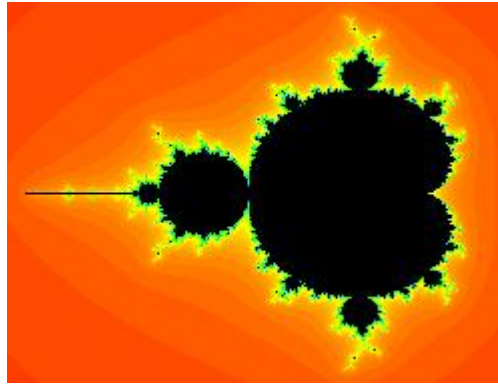


曲线和曲面



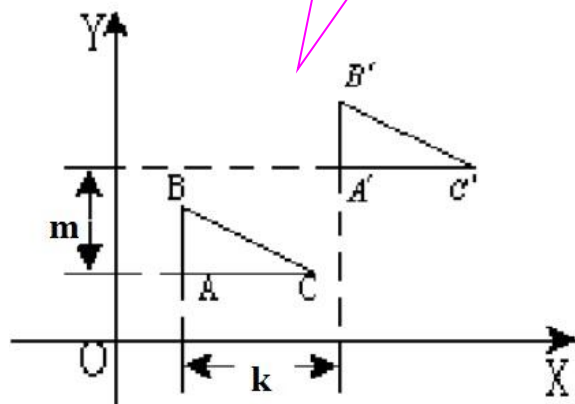
分形生成

分形

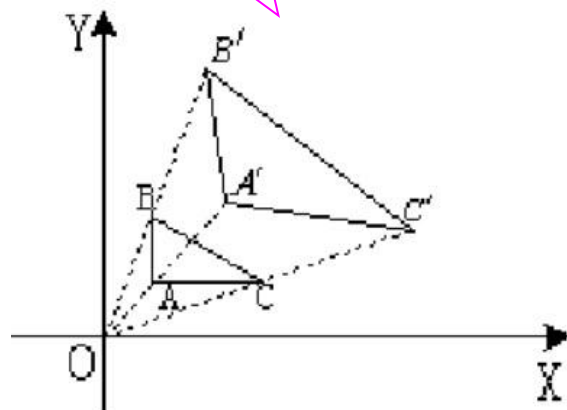


图形变换

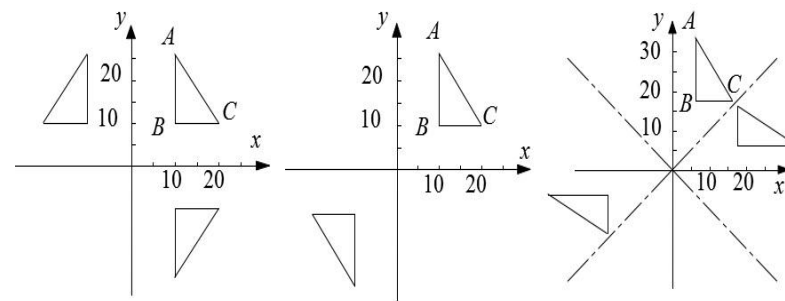
平移



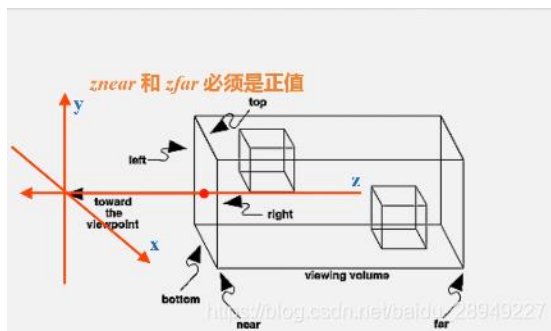
比例



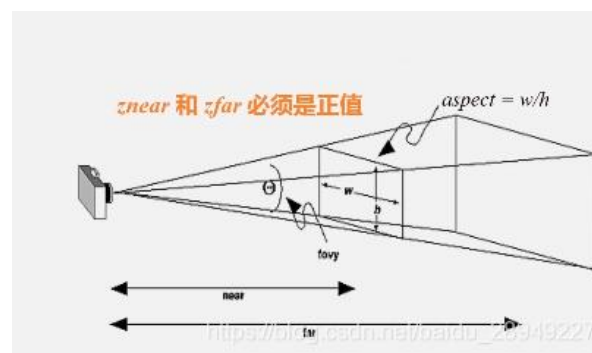
对称



平行投影



透视投影



交互设备

交互设备



一、什么是计算机图形学

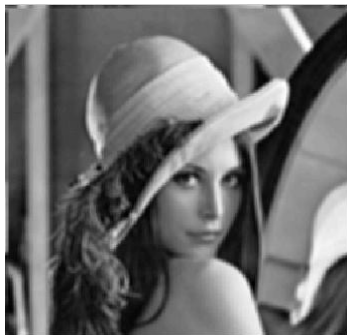
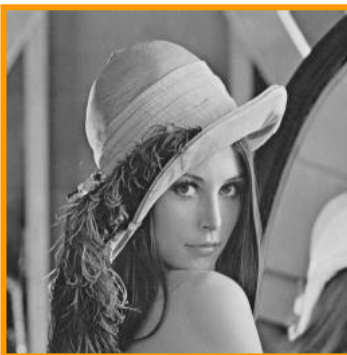
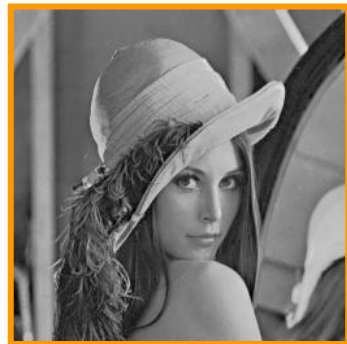
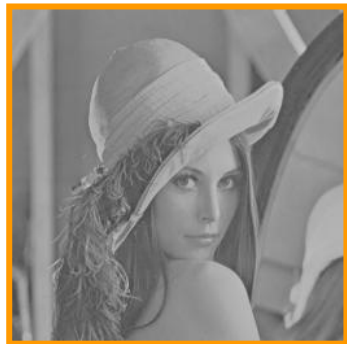
- 3、与数字图像处理的关系
 - 相同点：像素层面图像和图形是一致的



图形



图像



图像处理示例

一、什么是计算机图形学

- 3、与数字图像处理的关系
 - 不同点：处理过程是互逆的

$$x^2 + y^2 + z^2 = R^2$$

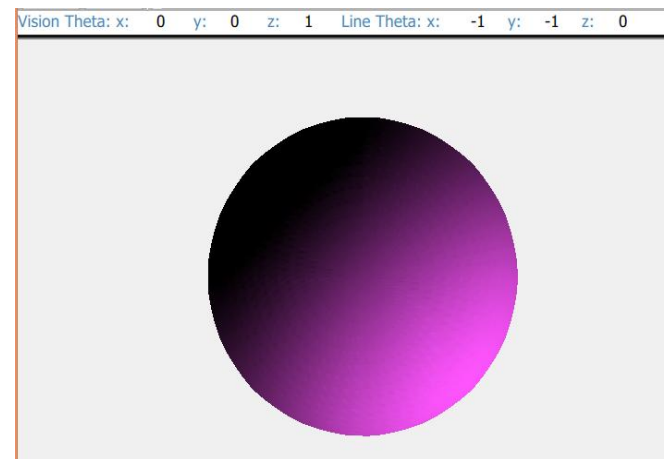
紫色，Lambert漫反射
光源在右下角
视线垂直于屏幕

描述

计算机图形学

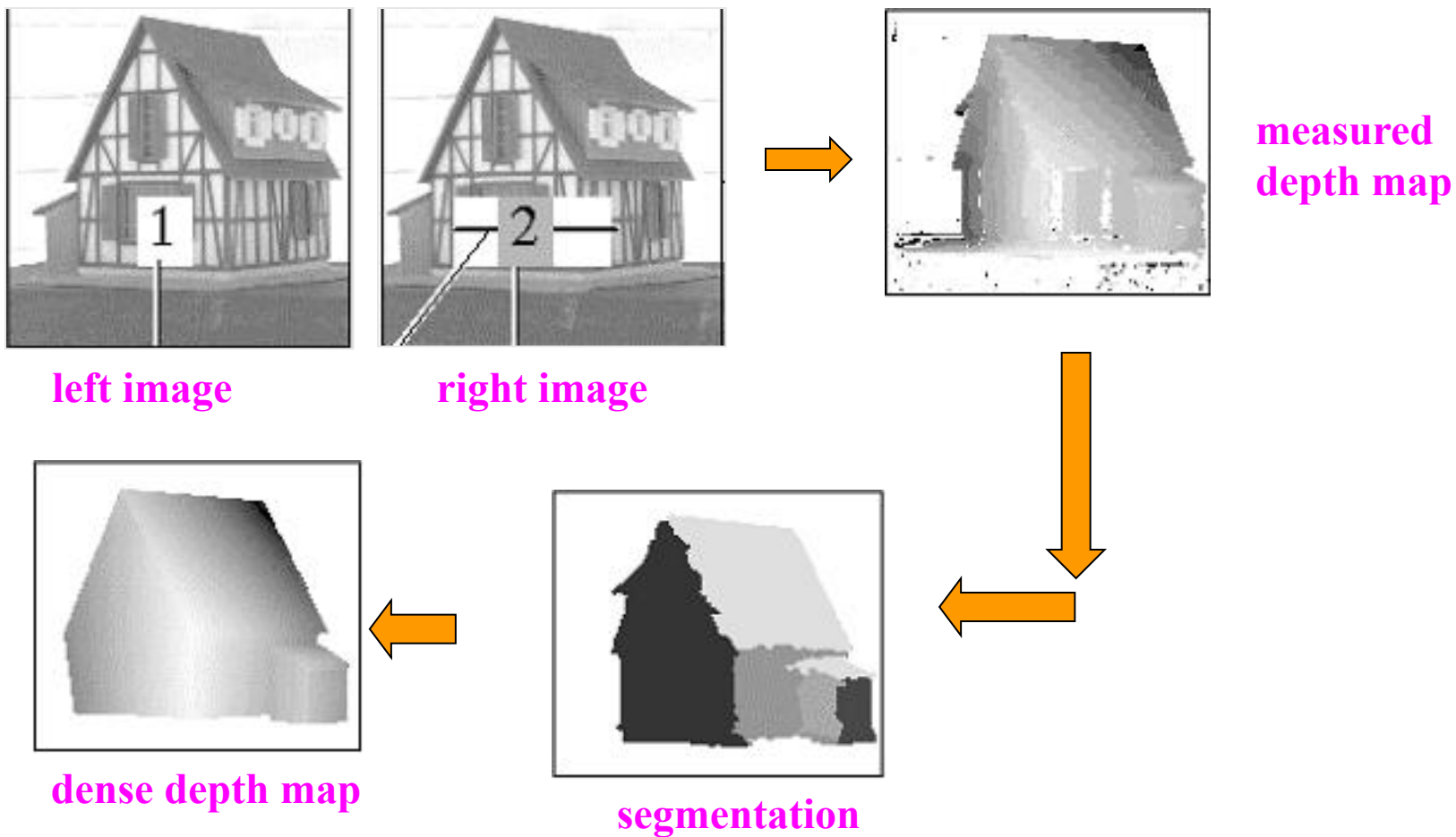
数字图像处理

图



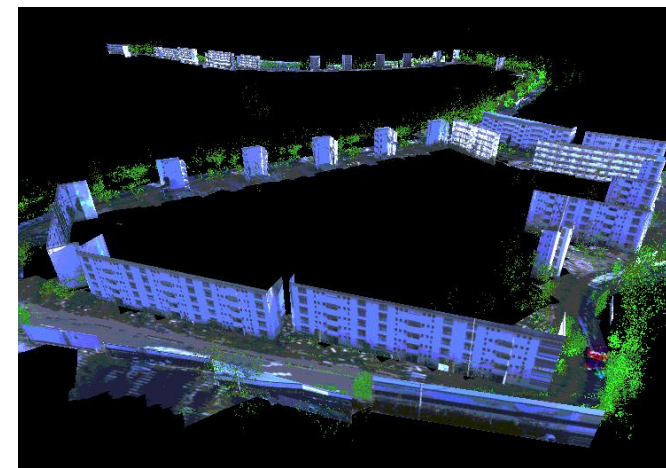
一、什么是计算机图形学

从图像到图形



一、什么是计算机图形学

从图像到图形



一、什么是计算机图形学

从图像到图形



二、计算机图形学发展简史

- **20世纪50年代：** 1950年，美国MIT的旋风一号（whirlwind I）计算机配备了世界上第一台**显示器**——阴极射线管（CRT）来显示一些简单的图形。

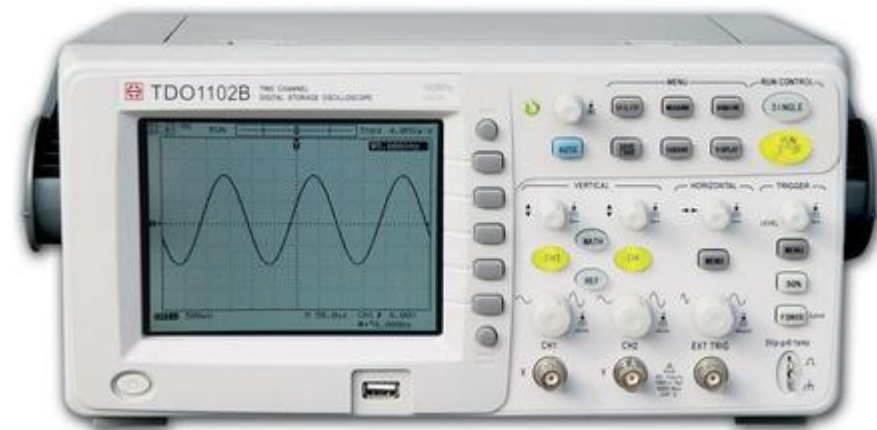
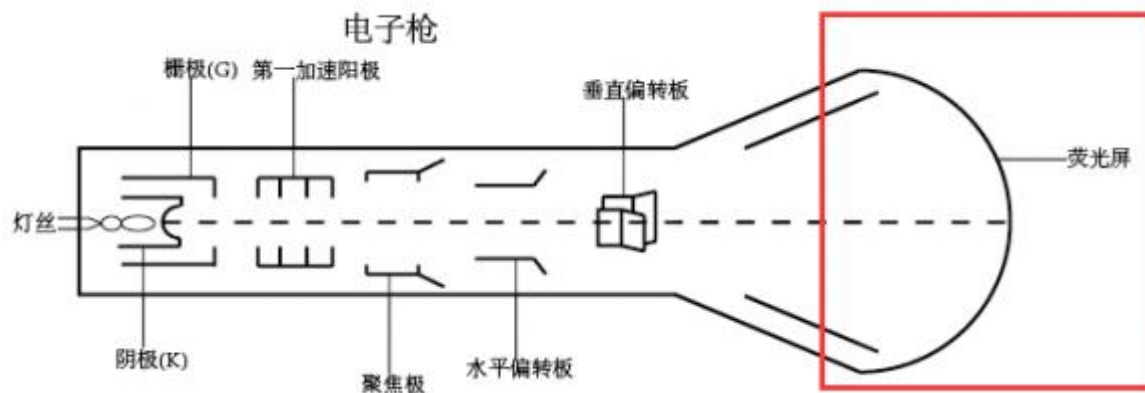
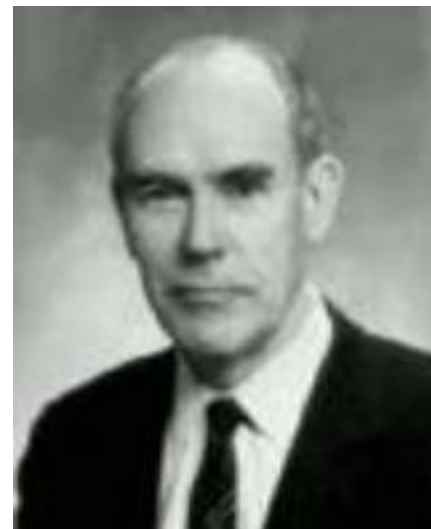


图 2 Ivan . Sutherland

二、计算机图形学发展简史

- **20世纪60年代：** 1962年美国MIT林肯实验室的Ivan E.Sutherland发表了一篇题为“sketchpad：一个人机交互通信的图形系统”的博士论文，首次使用了“Computer Graphics”这一概念，证明了交互式计算机图形学是一个可行的、有应用价值的研究领域，从而确立了计算机图形学正式成为一个独立学科的分支。



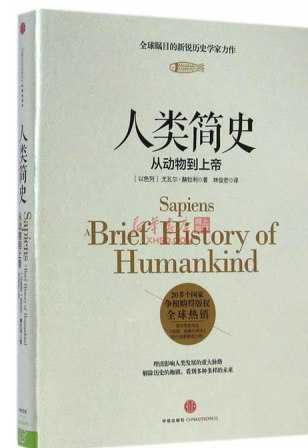
Ivan . Sutherland

二、计算机图形学发展简史

- **20世纪70年代：**光栅图形学算法迅速发展，区域填充、裁剪、消隐等概念及其相应算法纷纷被提出，实用的CAD图形系统也开始出现。除此之外，真实感图形学和实体造型技术的产生也是70年代计算机图形学的两个重要进展。
- **20世纪80年代以后：**出现了带有光栅扫描显示器的微型计算机和图形工作站，极大的推动了计算机图形学的发展，如Machintosh、IBM公司的PC及其兼容机，Apollp、Sun工作站等。

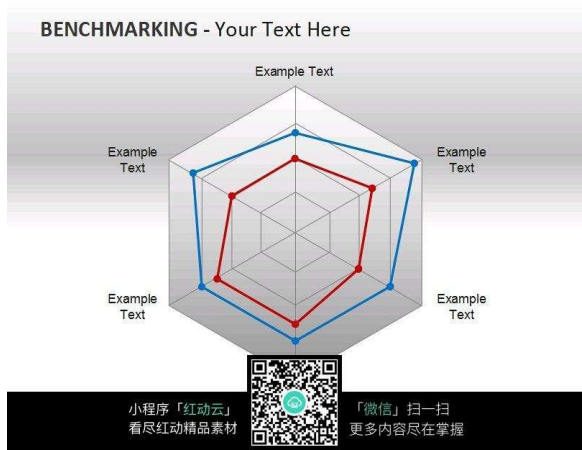
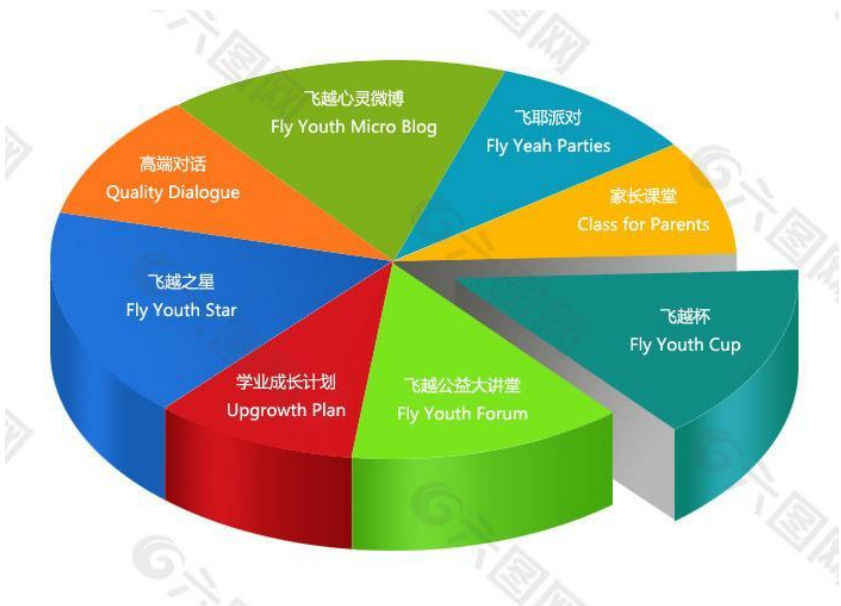
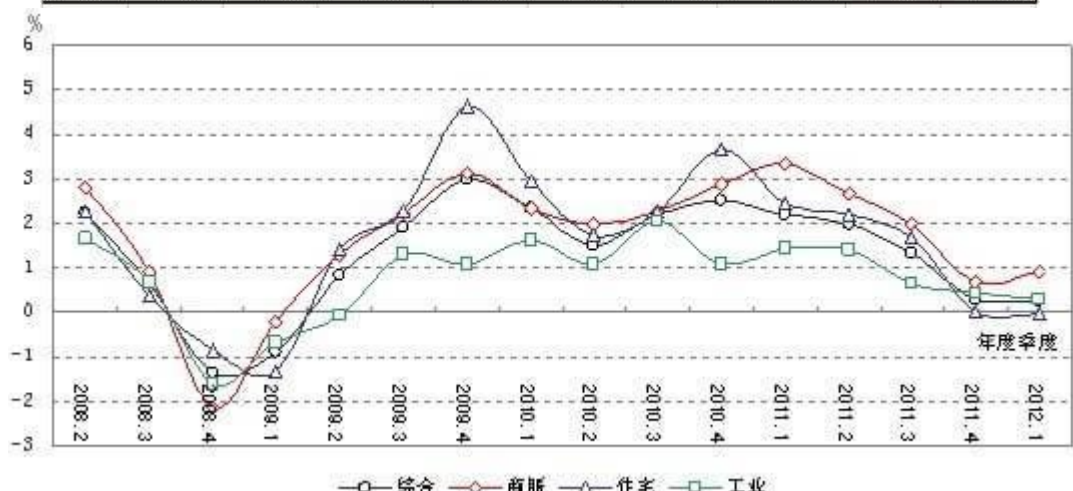
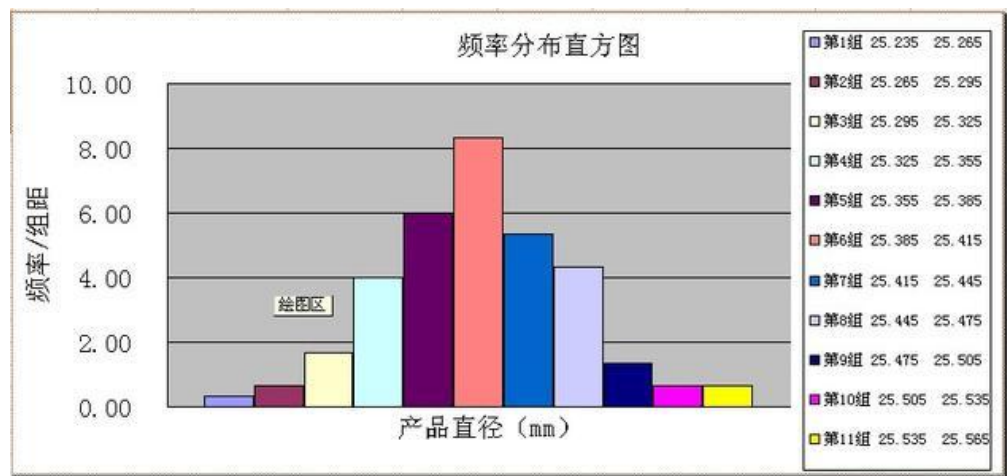
二、计算机图形学发展简史

- **20世纪90年代以来：**微机和软件系统的普及使得图形学的应用领域日益广泛，计算机图形学朝着标准化、集成化和智能化的方向发展，多媒体、人工智能、计算机可视化、虚拟现实等分支蓬勃发展，三维造型也获得了长足发展。
- **21世纪：**智能手机的普及，让图形学的应用无处不在，与人工智能的结合,激发了智人（Sapiens）的异想天开。



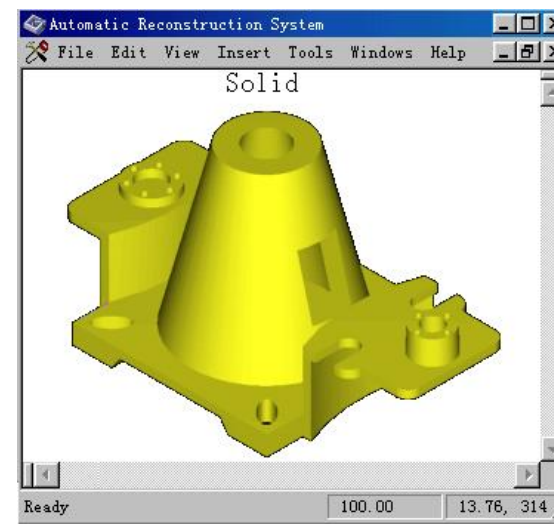
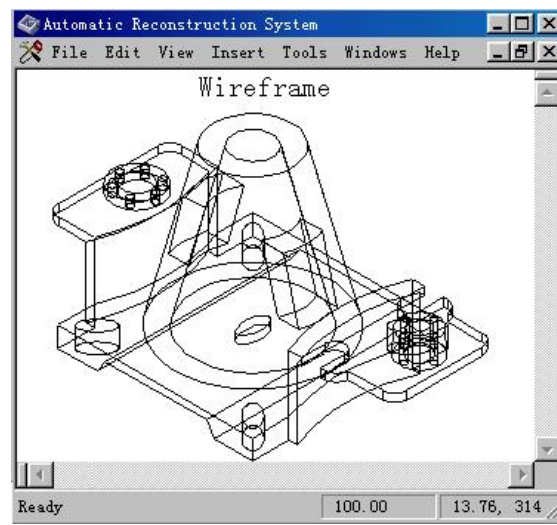
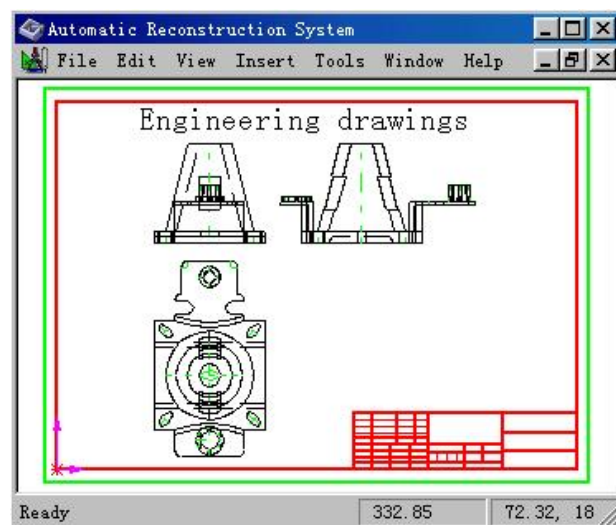
三、计算机图形学的应用

- 数据表示

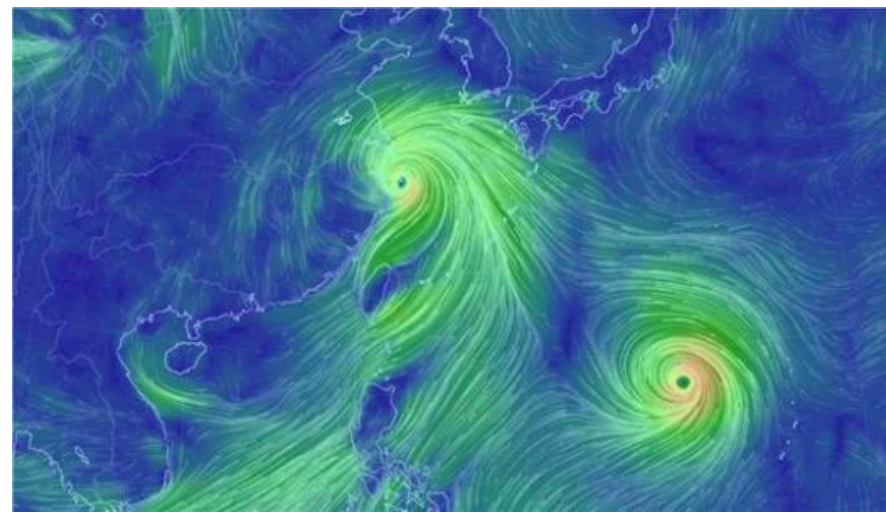
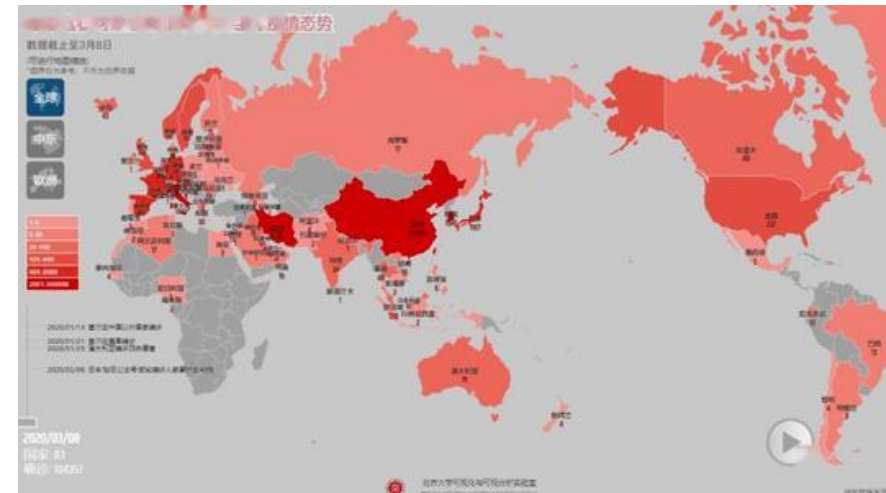


三、计算机图形学的应用

- CAD



- 可视化



三、计算机图形学的应用

- 艺术



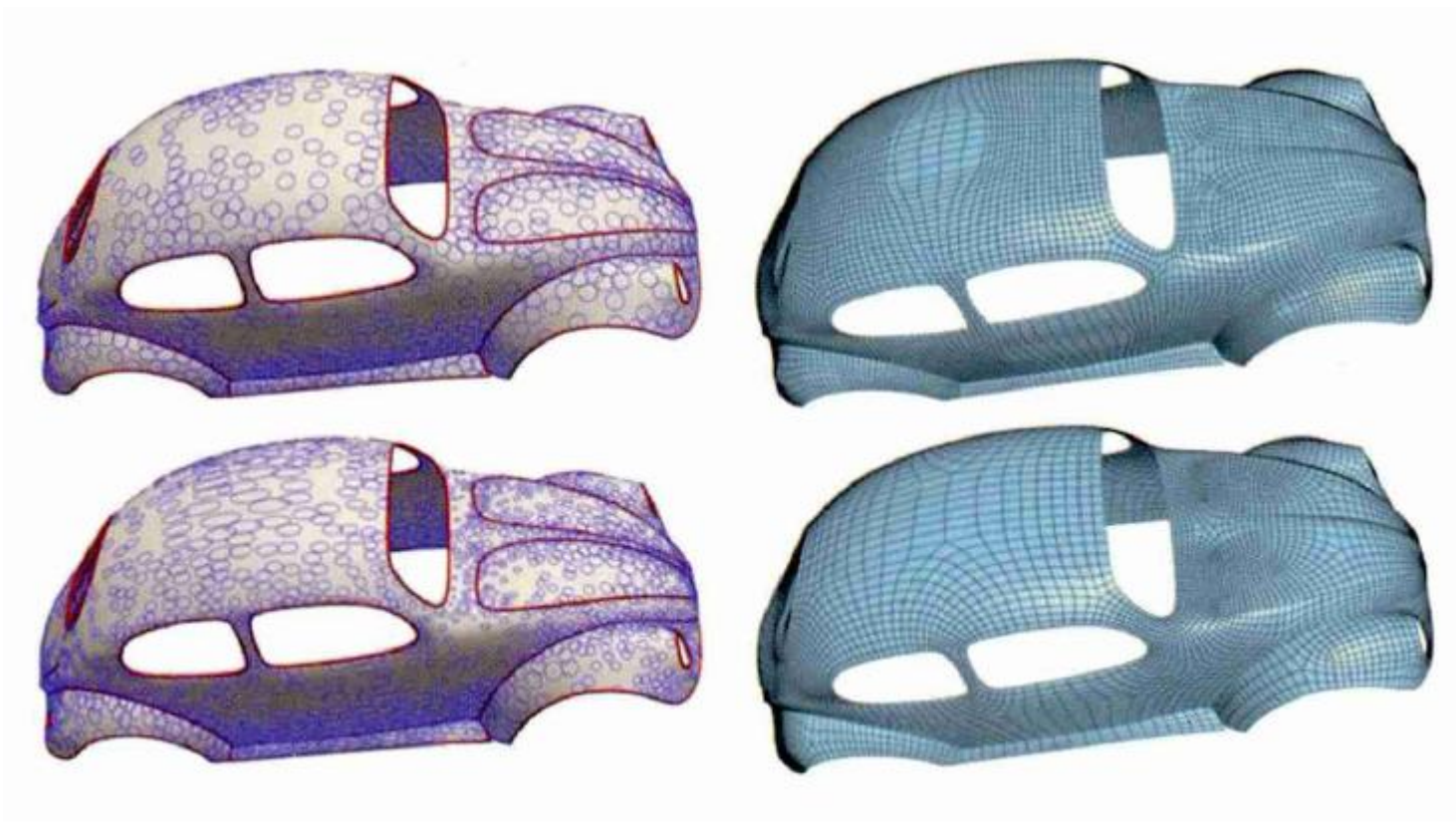
三、计算机图形学的应用

- 娱乐



四、研究方向

三维几何建模

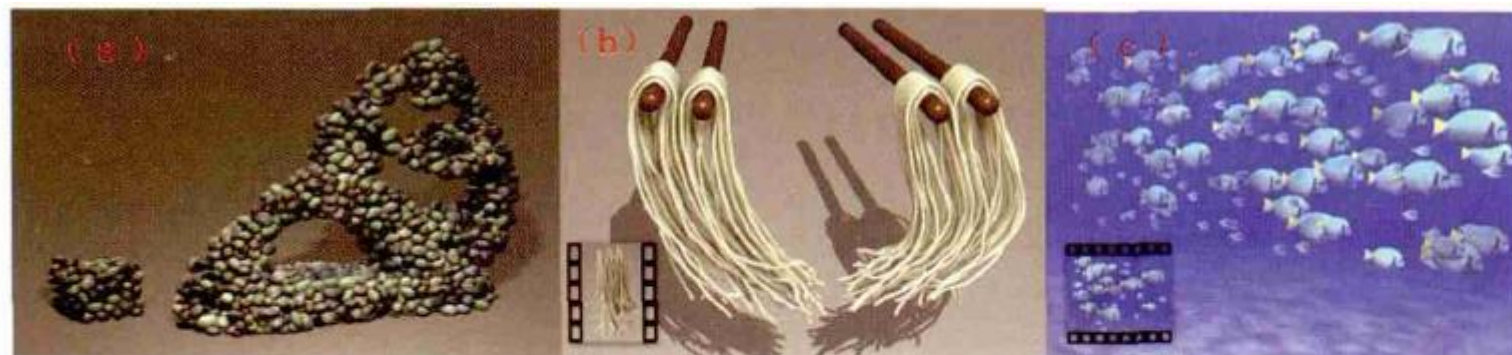


(a) 优化计算和利用表面上的黎曼度量

(b) 在复杂多样的约束条件下自动、鲁棒地
获得高质量四边形网格

四、研究方向

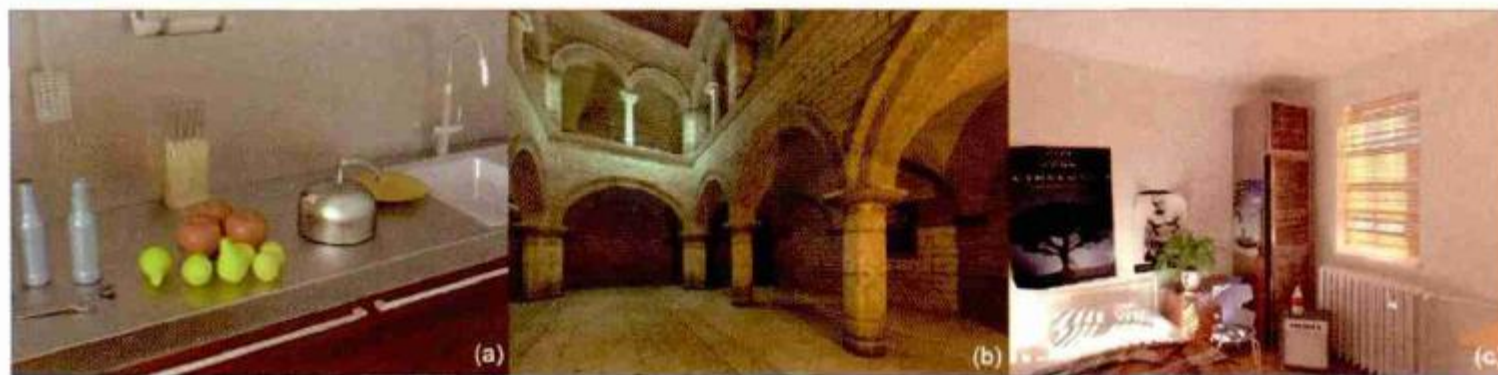
计算机动画



(a) 静态堆叠结果, 左下角为输入样本 (b) 根据左下角输入面条动态样本生成的新的面条的动画结果 (c) 根据左下角输入的鱼群动态生成的大规模鱼群动画

图 12 面向离散小物体堆叠合成的动态离散单元纹理合成算法^[17]

真实感绘制



(a) 高光表面的多次反射 (b) 多个局部光源 (c) 复杂几何与材质

图 13 辐射回归函数绘制技术的实时绘制结果^[18]

四、研究方向

3D打印

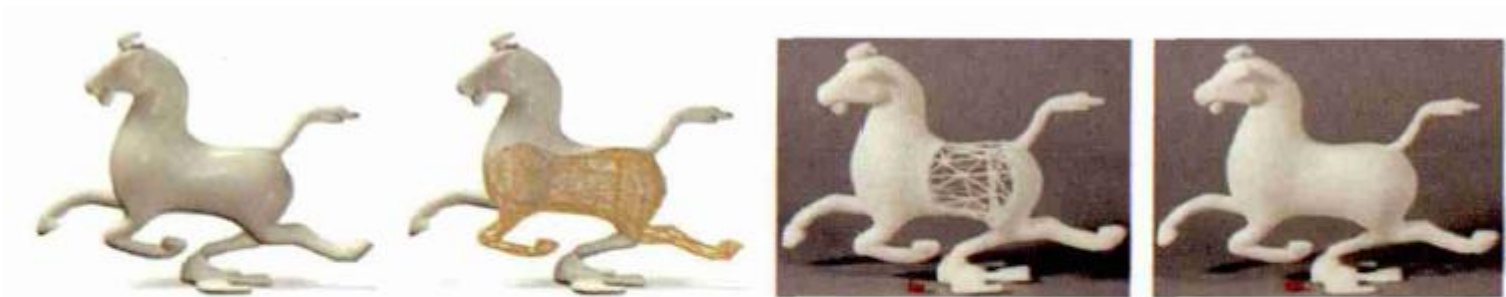


图16 使用“蒙皮-刚架”的3D打印技术。生成内部网状的支撑结构在保证物理及力学性质(强度和稳定性)的情况下,使用最少的打印材料^[22]

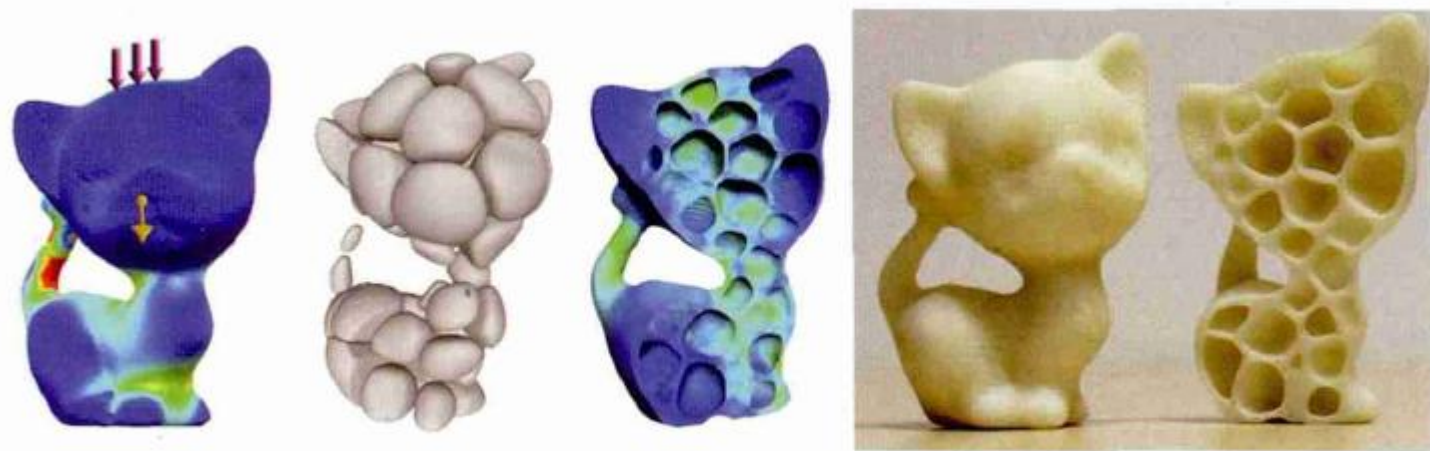


图18 面向3D打印的物体内部蜂窝状结构优化^[24]

五、课程安排

- 第二章 图形系统
- 第三章 图元生成
- 第四章 曲线和曲面生成
- 第五章 分形图形生成
- 第六章 真实感图形生成

六、参考文献

• 教材

- 孙家广, 《计算机图形学》 清华大学出版社, 1995
- 金廷赞, 《计算机图形学》 浙江大学出版社, 1988
- 罗振东, 《计算机图示学原理和方法》 复旦大学出版社, 1993
- Donald Hearn 《计算机图形学》, 电子工业出版社发行 (第二版), 2002、(第四版) 2014。

六、参考文献

- 国内期刊

- 《计算机学报》
- 《计算机辅助设计与图形学学报》
- 《软件学报》
- 《工程图学学报》
- 《中国图象图形学报》

六、参考文献

- 国际期刊

- Computer graphics
- Computer & graphics
- IEEE computer graphics & applications
- IEEE transactions on visualization and computer graphics
- Computer Vision

六、参考文献

- 国际会议

- ACM SIGGRAPH (Special Interest Group on Graphics and interactive techniques)
- EUROGRAPHICS
- ACM SIGGRAPH ASIA

ACM SIGGRAPH 2013-2016 文章数目

科研机构排名:

美国斯坦福大学	16篇	瑞士苏黎世迪士尼研究中心	12篇
加拿大英属哥伦比亚大学	16篇	和华特迪士尼公司	7篇
瑞士苏黎世联邦理工学院	16篇	微软雷德蒙德总部研究院	8篇
美国麻省理工学院	15篇	微软亚洲研究院	7篇
中国浙江大学	11篇	微软剑桥研究院	1篇
美国康奈尔大学	10篇	英伟达公司 (NVIDIA)	8 篇
中国清华大学	9篇	Adobe 公司	4 篇
美国南加州大学	8篇		
法国国家信息与自动化研究所 (INRIA)	8篇		
美国卡内基梅隆大学	8篇		

七、成绩分配

- 两次书面作业：各10分，共20分；

- 一份编程作业：40分；

算法任选，不可调用已有函数（画点函数除外），提交可执行程序 and 实验报告。

生成的图形包括：

- 图元的生成：直线、圆、椭圆、区域填充；
- 样条曲线的生成：Bezier曲线、B-样条曲线的生成；
- 分形图形的生成：Koch曲线、Mandelbrot集和Julia集、蕨类植物；
- 真实感图形的生成：显示一个具有真实感场景的图形，几何造型自定义，包括消隐、镜面反射、纹理效果

- 期末考试：40分。

Homework

查找一篇你看不懂的计算机图形学文献，整理出以下问题：

- (1) 该论文解决的问题是什么？
- (2) 采用的是什么方法？
- (3) 得到了什么结论？

篇幅：1000-2000字，打印件，附原文

The End