

2018-2019年度第二学期 00106501

# 计算机图形学

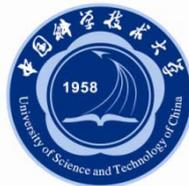


童伟华

E-mail: [tongwh@ustc.edu.cn](mailto:tongwh@ustc.edu.cn)

中国科学技术大学 数学科学学院

<http://math.ustc.edu.cn/>



# 相关信息



■ **办公室：管理科研楼1205室**

■ **研究方向：**

- 计算机辅助几何设计与图形学
- 几何建模
- 数字几何处理
- 稀疏表示与优化
- 隐式曲面
- 曲面重建
- 几何连续性
- 网格分割与参数化

■ **课程主页：**

- [http://staff.ustc.edu.cn/~tongwh/CG\\_2019/](http://staff.ustc.edu.cn/~tongwh/CG_2019/)

■ **作业提交：**

- [http://www.smartchair.org/CG\\_2019/](http://www.smartchair.org/CG_2019/)

# 课程目标



## ■ 科学和数学

- 几何和透视模型
- 光照和颜色的物理模型
- 曲线和曲面的数学表示

## ■ 计算机科学

- 硬件：图形处理器、显示设备、交互设备等
- 软件：图形库、应用软件等（C/C++、OpenGL、Qt等编程，Rhinoceros + GrossHopper、Maya、Unity 3D、Adobe PS, Premier, Illustrator等应用软件）

## ■ 艺术和心理学（Art and Psychology）

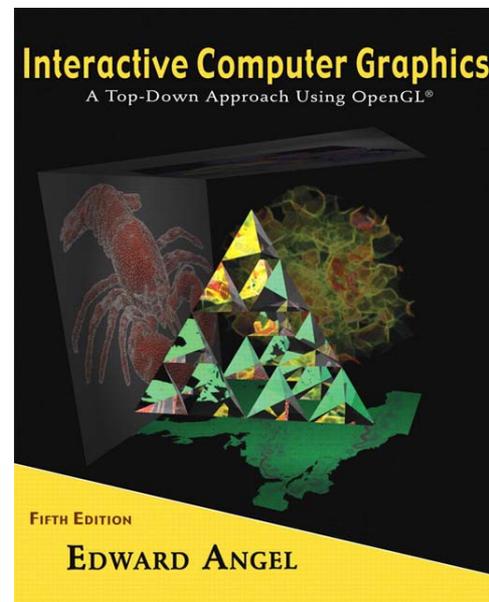
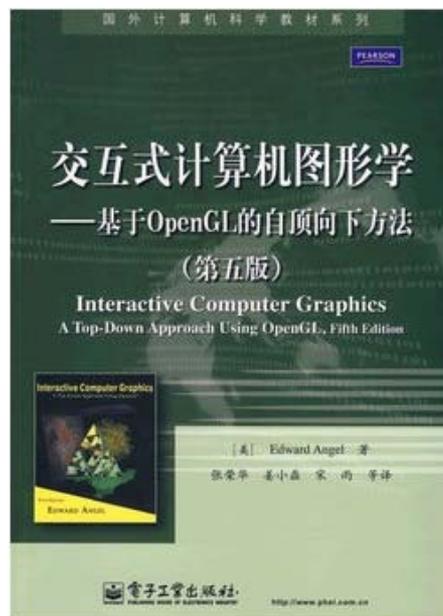
- 感知：颜色、阴影、运动等
- 艺术和设计：合成、光照等

# 预修知识



- C/C++编程
- 数据结构（链表、树等）
- 微积分
- 线性代数

- E. Angel, Interactive Computer Graphics — A top-down approach using OpenGL™, 6th edition, 2011.
- 影印本：交互式计算机图形学——基于OpenGL的自顶向下方法（第五版），电子工业出版社，2008
- 建议：不要购买第七版，是基于WebGL编写的！



# 参考书籍



- S. Marschner, P. Shirley, M. Ashikhmin, et al. Fundamentals of Computer Graphics, 4th Ed., 2016.
- D. F. Rogers. Procedural Elements for Computer Graphics, 2nd Ed., 1998. (影印版: 计算机图形学的算法基础, 机械工业出版社, 2002. 有中译版)
- J. D. Foley et al. Computer Graphics - Principles and Practice, 2nd Ed in C, 1995. (影印版: 计算机图形学原理及实践-C语言描述, 机械工业出版社, 2002.)
- S. R. Buss. 3D Computer Graphics: A Mathematical introduction with OpenGL. Cambridge University Press, 2003.
- R. Goldman. An Integrated Introduction to Computer Graphics and Geometric Modeling. 2009. (中译版: 计算机图形学与几何造型导论, 清华大学出版社, 2011)

# OpenGL参考书籍



- J. M. Kessenich, G. Sellers, and D. Shreiner. OpenGL Programming Guide: The Official Guide to Learning OpenGL, 7th or 9th Ed., 2017.(中译版: OpenGL编程指南(第7版或第九版), 王锐等译, 机械工业出版社, 2018)
- R. J. Rost and B. Licea-Kane. OpenGL Shading Language, 3rd Ed., 2009.
- G. Sellers, R. S. Wright, and N. Haemel. OpenGL SuperBible: Comprehensive Tutorial and Reference, 7th Ed., 2015.

# 课程要求



- 掌握计算机图形系统的基本原理及相关的软件、硬件技术
- 熟悉图形处理流水线结构及各步骤的基本问题、理论和算法
- 图形编程：C/C++、OpenGL、GPU、Windows + Qt  
(可选)

# 课程考核



- 平时作业：占总成绩**40%**
  - 编程作业为主
  - 通过SmartChair系统提交
- 期末大程序作业：占总成绩**20%**
  - 1-3人合作完成
  - 开放式，内容自定
- 期末考试：占总成绩**40%**

# 什么是“计算机图形学”？



- Wiki: Computer graphics are **pictures and films** created using computers and, more generally, the **representation and manipulation** of image data by a **computer** with help from **specialized software** and **hardware**.
- J. Foley et al.: Computer graphics includes the **creation, storage,** and **manipulation** of models and images of objects...Such models come from diverse and expanding set of fields including **physical, mathematical, artistic, biological,** and even conceptual (abstract) structures...Computer graphics today is largely **interactive**: the user controls the devices, such as a keyboard, mouse, or touch-sensitive panel on the screen.
- E. Angel: Computer graphics is concerned with all aspects of **producing pictures or images using a computer**.

# 什么是“计算机图形学”？

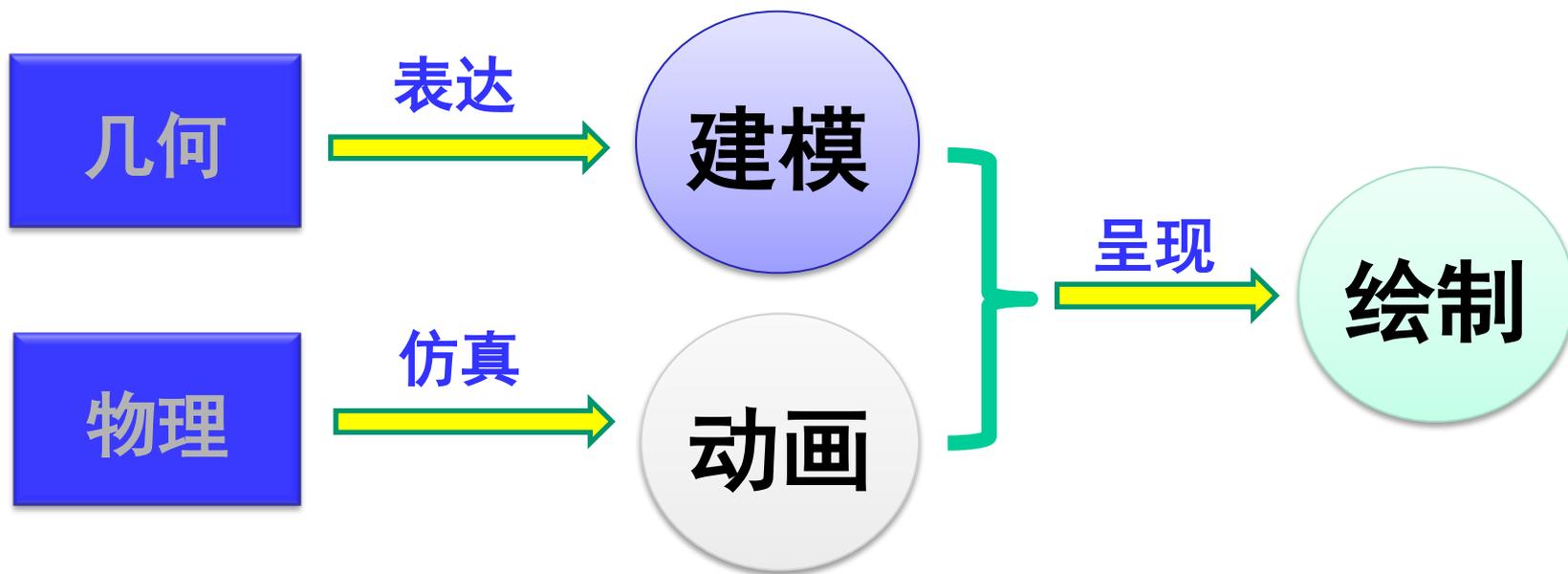


- 简单的说：任何与“利用计算机创建和操作图像”相关的方法与技术都属于计算机图形学的研究范畴
  - 三维场景 -> 二维图像
- 与计算机图形学密切相关的学科
  - 数字图像处理 (Digital Image Processing) : 二维图像 -> 二维图像
  - 计算机视觉 (Computer Vision) : 二维图像 -> 三维场景 (或 two-and-a-half-dimensional perspective)
  - 虚拟现实、增强现实、混合现实 (Virtual reality、Augmented Reality、Mixed reality)
  - 科学可视化 (Scientific visualization)

# 什么是“计算机图形学”？



用**计算**的方法，将物理世界映射到虚拟数字世界  
（即，对物体的**几何**与**物理**属性与规律  
进行**表达**与**仿真**，并真实地**呈现**与**交互**），  
再通过虚拟世界的**计算**最终反向作用于现实世界



# 计算机图形学主要内容



- **建模 (modeling)**: deals with the **mathematical specification** of shape and appearance properties in a way that can **be stored** on computer.
- **渲染 (rendering)**: is a term inherited from art and deals with the **creation** of **shaded images** from 3D computer **models**.
- **动画 (animation)**: is a technique to create an **illusion** of **motion** through sequences of images.

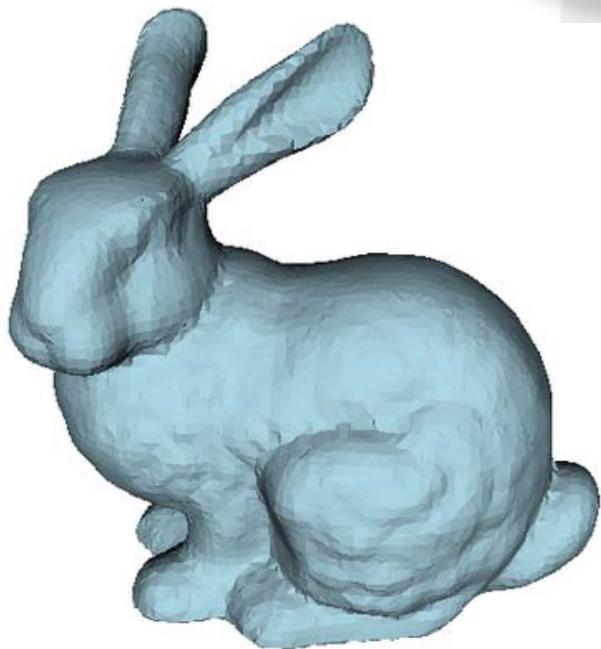
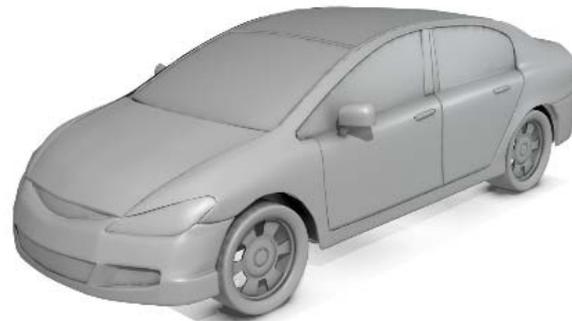
# 建模



## ■ 几何建模

## ■ 物理建模

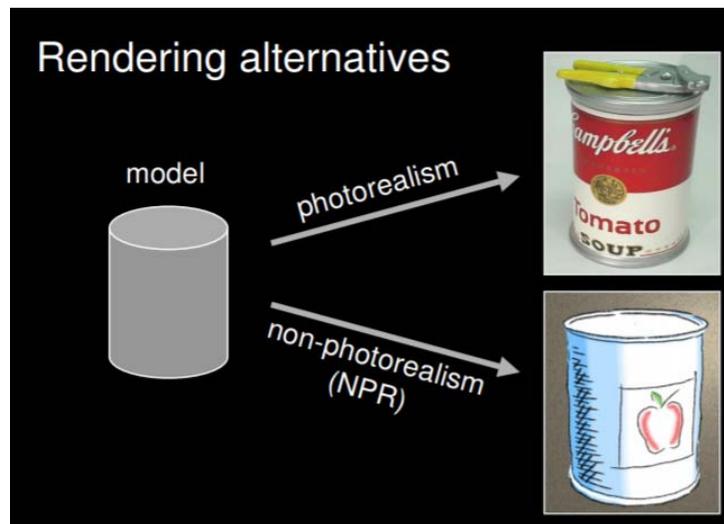
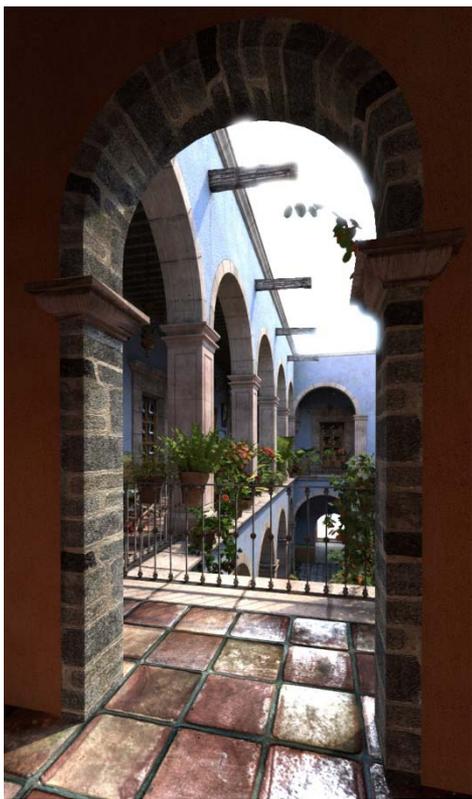
- 材质建模
- 光源建模



# 绘制



- 真实感绘制
- 实时绘制
- 非真实感绘制



## ■ 基于物理模拟的动画

- 流体与气体：水，火，烟等等
- 碰撞检测
- 各种物理现象

## ■ 人体建模：脸、头发等

## ■ 运动捕捉





# 第一章 图形系统与模型



# 第一节 计算机图形学应用

# 计算机图形学应用



- 交互界面 (User Interfaces)
- 信息显示 (Display of information)
- 辅助设计 (Design)
- 模拟与动画 (Simulation and Animation)

# 计算机图形学应用领域



## ■ 图形交互式界面

- 操作系统、电子设备等



Ivan Sutherland (Turing Award Winner 1988), Sketchpad, Light-pen, vector display, TX-2, 1959



Douglas Engelbart  
Mouse



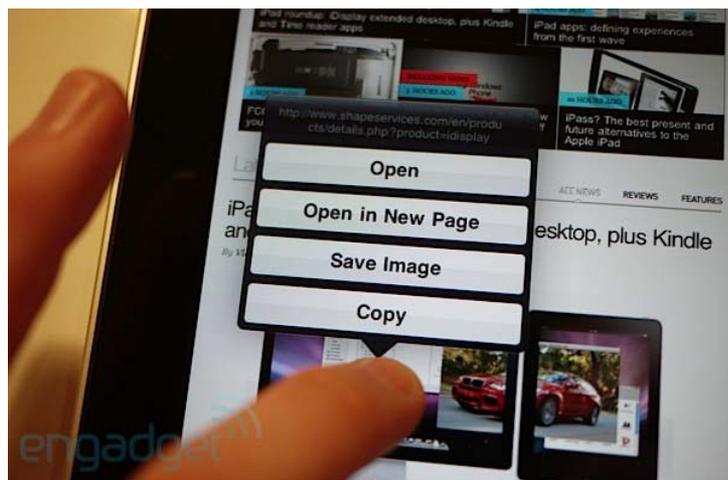
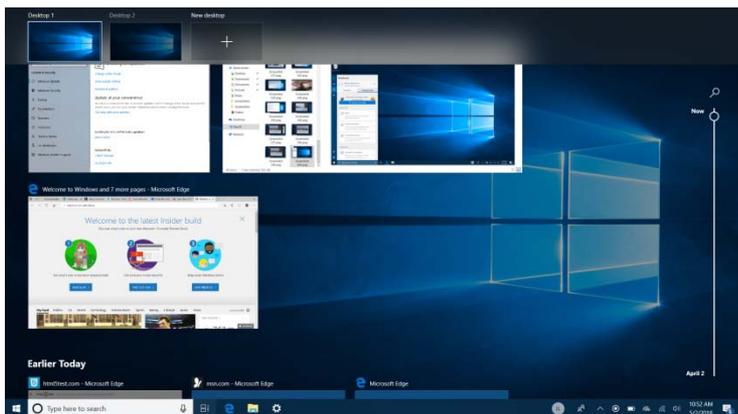
Steve Russell  
Spacewar

# 计算机图形学应用领域



## ■ 图形交互式界面

- 操作系统、电子设备等



# 计算机图形学应用领域



## ■ 娱乐 (Entertainment)

### ● 电子游戏 (Games)



# 计算机图形学应用领域



## ■ 娱乐 (Entertainment)

- 电子游戏 (Games)
- 动画长片、电影特效、3D电影

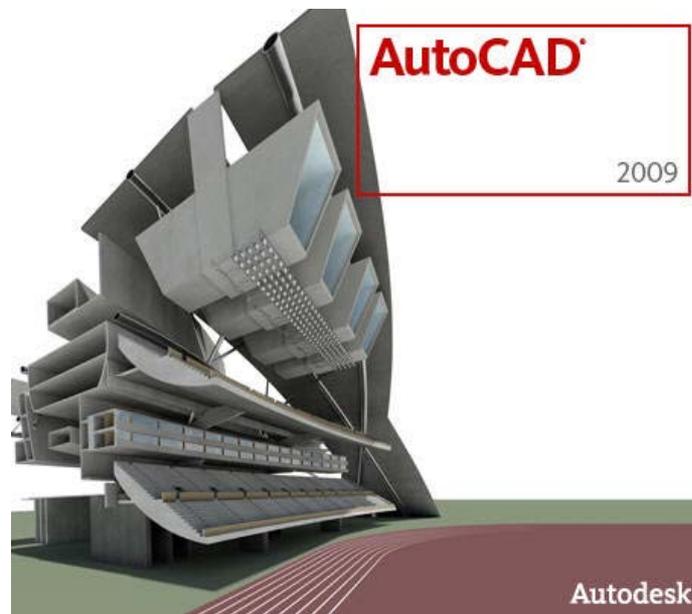
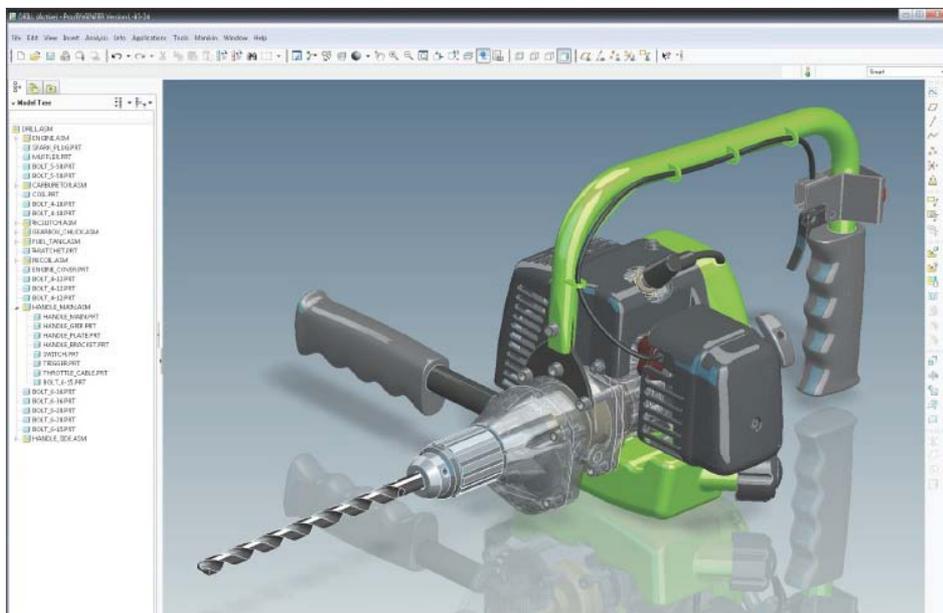


# 计算机图形学应用领域



## ■ 计算机辅助设计 (computer-aided design)

- 机械、建筑、电子等领域
- NX(Siemens PLM)、CATIA、Pro/ENGINEER、AutoCAD等软件

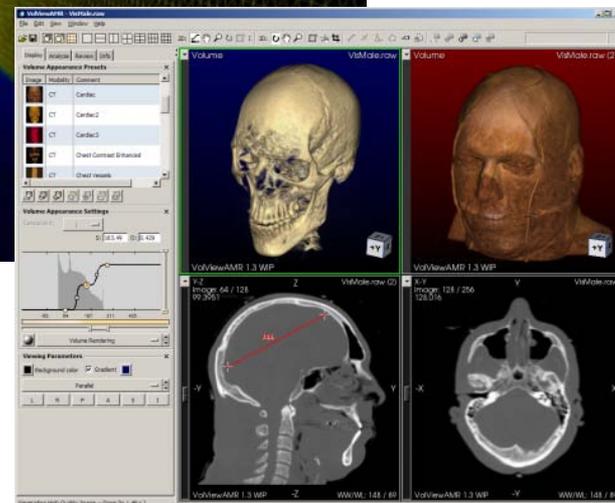
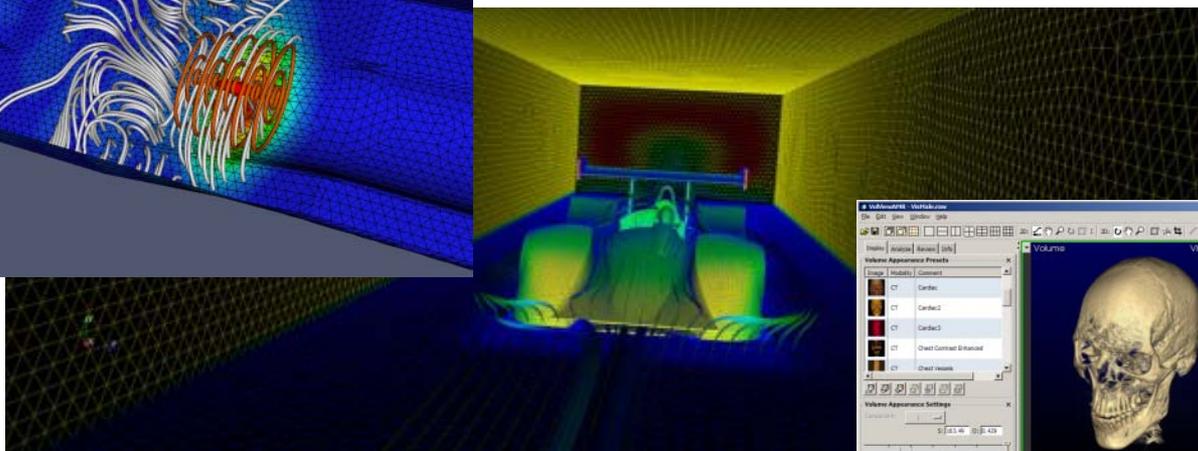
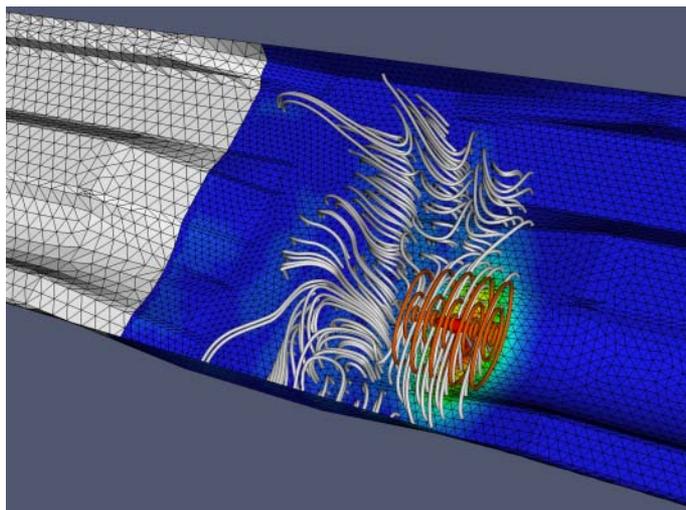


# 计算机图形学应用领域



## ■ 可视化

- 科学、工程、医学等领域



# 计算机图形学应用领域



## ■ 可视化模拟与培训

- 医学、军事、教育等领域

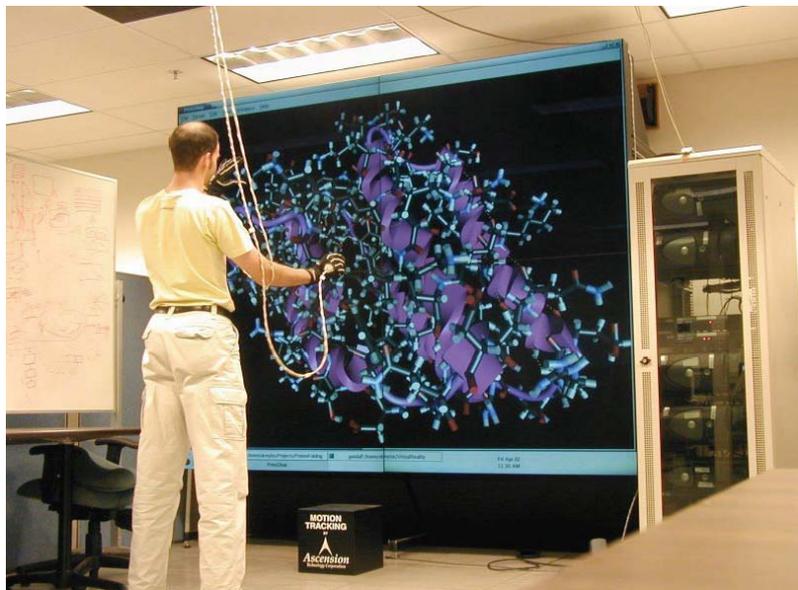


# 计算机图形学应用领域



## ■ 虚拟现实、增强现实、混合现实

- 沉浸式用户界面



# 计算机图形学应用领域



## ■ 数字媒体技术

- 多媒体计算机、多媒体服务器
- 网络化图形服务器
- 电子图书、杂志、报纸
- 图像、视频等共享 (<http://www.flickr.com/>, <http://www.youtube.com/>, <http://www.ku6.com/>, <http://www.ppstream.com/>, <http://www.facebook.com/>, [http://www.weibo.com](http://www.weibo.com/)等)
- 虚拟世界 (Google Earth, Second Life等)

## ■ 三维打印 (3D Printing)

■ ...





Thanks for your attention!

