

## 虚拟现实技术

---

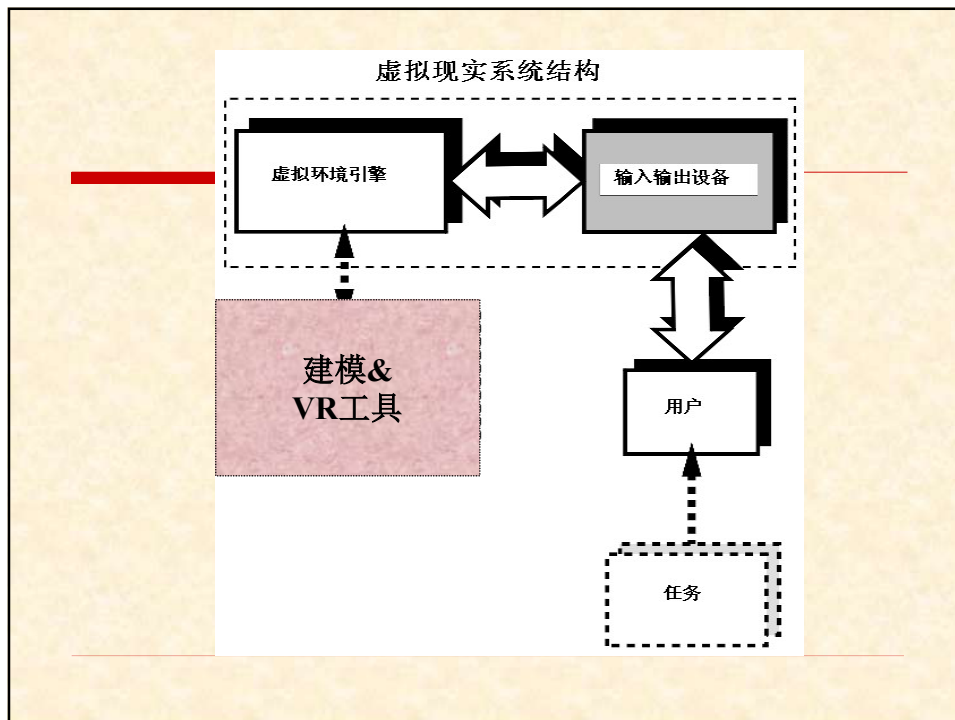
### 第六章 虚拟现实建模技术

#### 几何建模

#### 本章主要内容

---

- ◆ 虚拟物体建模过程
  - ◆ 几何建模
  - ◆ 运动学建模
  - ◆ 物理建模
  - ◆ 对象行为（智能管理）
  - ◆ 模型管理
-

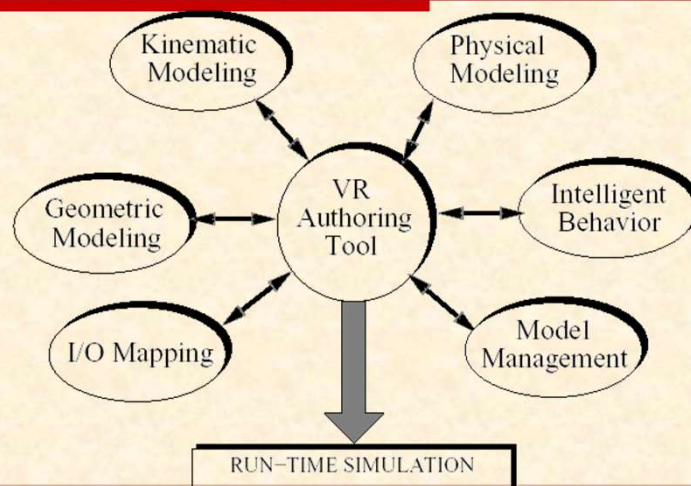


- ◆ 建模是VR的核心,它定义物体的形式、属性和外观
- ◆ 多模式VR的一个重要的技术难点是物体表示、仿真和绘制技术
- ◆ 多模式VR支持实时与VR的视听触觉交互
- ◆ 处理有两个主要途径
  - ✔ 第一种途径使用统一的表示,对视觉,听觉和触觉的物理仿真和场景绘制进行统一表示和管理;
  - ✔ 对视觉,听觉和触觉分别建立各自的表示和模型。

## 虚拟物体建模过程

- ◆ 几何建模
- ◆ 运动学建模
- ◆ 物理建模
- ◆ 对象行为（智能管理）
- ◆ 模型管理

## 虚拟物体建模过程



## 虚拟物体建模过程

---

- ◆ 几何建模
  - ◆ 运动学建模
  - ◆ 物理建模
  - ◆ 对象行为（智能管理）
  - ◆ 模型管理
- 

## 几何建模

---

- ◆ 几何建模
    - ✓ 模型的形状与外观
    - ✓ 物体的模型来源
    - ✓ 物体的模型的导入
  - ◆ 外观建模
    - ✓ 场景光照（局部或全局）
    - ✓ 纹理映像
    - ✓ 多纹理
-

## (1) 虚拟现实几何建模

### ◆ 物体表面的形状

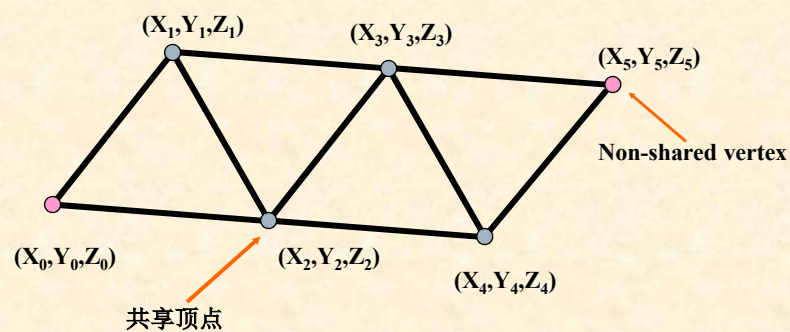
- ✔ 多边形网格 (绝大多数)
- ✔ 样条 (对于弯曲表面)

### ◆ 物体外观

- ✔ 光照 (阴影)
- ✔ 纹理映射

## 模型的表示方法

### ◆ 方法一：表面多边形 (三角形) 网格



使用三角形网格绘制，因为它们节省内存，计算复杂度低



## 方法二：物体基于样条的形状

- ◆ 该方法描述多边形比线性函数具有更高的复杂度、存储小，提供更光滑的表面
- ◆ 样条参数表示为 $x(t)$ ,  $y(t)$ ,  $z(t)$ ,  $t=[0,1]$  , 而  $a$ ,  $b$ ,  $c$  常量系数.

$$\begin{aligned}x(t) &= a_x \cdot t^3 + b_x \cdot t^2 + c_x \cdot t + d_x, \\y(t) &= a_y \cdot t^3 + b_y \cdot t^2 + c_y \cdot t + d_y, \\z(t) &= a_z \cdot t^3 + b_z \cdot t^2 + c_z \cdot t + d_z,\end{aligned}$$



## (2) 物体的模型来源

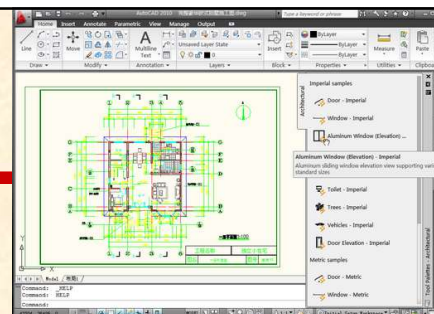
- ◆ 可以用OpenGL、3DMax、Maya或其他的工具编辑，复杂并需要技巧
- ◆ 也可以来源于CAD文件
  - ✓ 例如：在北卡大学漫游建筑的项目中，AutoCAD产生12000个多边形的教堂几何模型
- ◆ 由3-D 数字化仪，或三维扫描仪（跟踪器，摄像机，激光）
- ◆ 可以从网上数据库购买 (Viewpoint 数据库). 具有顶点和连接的信息

## 例如：NPSNET项目

- ◆ 初始的三维模型由SIMNET数据库得到
- ◆ 研究者开发把物理模型增加到格式中，并改写了系统，包含了面向对象的动画设计
- ◆ NPSNET研究组正在利用MultiGen CAD工具开发模型，这用于SGI中的基于Performer的NPSNET-4系统

## 几何造型

- ◆ 用 AutoCAD设计
- ◆ 每个运动的部分存单独的文件
- ◆ 文件需要VR工具进行兼容格式的转变
- ◆ 优点：现有模型的重用



## 几何造型

### HyperSpace 3D 数字化仪，利用NuGraph工具



- ◆ MicroScribe-G2是美国 Immersion 公司最新推出的三维数字化仪，用于建立精细的三维电脑模型





---

◆ 威力三维数字化仪 (G2/G2X/G2L/G2LX)

◆ 品牌: MICRASCRIBE威力

型号: MicroScribe-G2系列



## Polhemus 3-D 扫描仪

---

◆ 不与物体直接接触

◆ 对于可移动物体的建模，实用的两个拍摄式扫描仪  
(激光的, 磁性跟踪器)

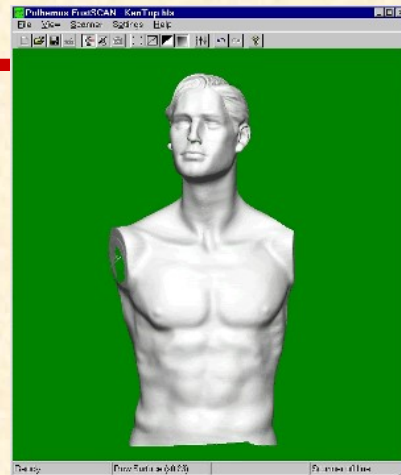
◆ 扫描分辨率 0.5 mm -200 mm 范围

◆ 扫描速度 50 行/秒

◆ 扫描物体在75-680 mm范围



## 几何造型



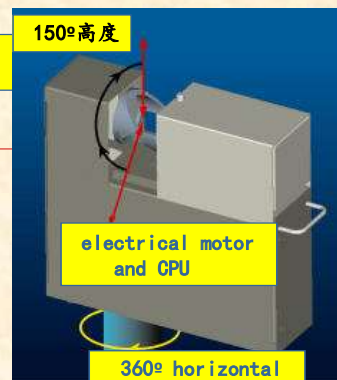
Polhemus FastScan 3D 扫描仪 (能扫描3米长的物体)

## DeltaSphere 3000 3D scanner

- ✓ 大模型需要大容量扫描仪;
- ✓ 来源于3rdTech, Inc.

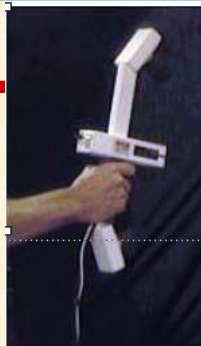
### 特点:

- 扫描范围达到40英尺;
- 分辨率 0.01英寸;
- 精确度 0.3 英寸;
- 扫描密度达到 7200 采样/360°;
- 全部场景扫描需要10 - 30 分钟(场景必须为静态);
- 数字彩色摄像机 (2008x1504分辨率);



[www.3rdtech.com](http://www.3rdtech.com)

**Polhemus scanner**

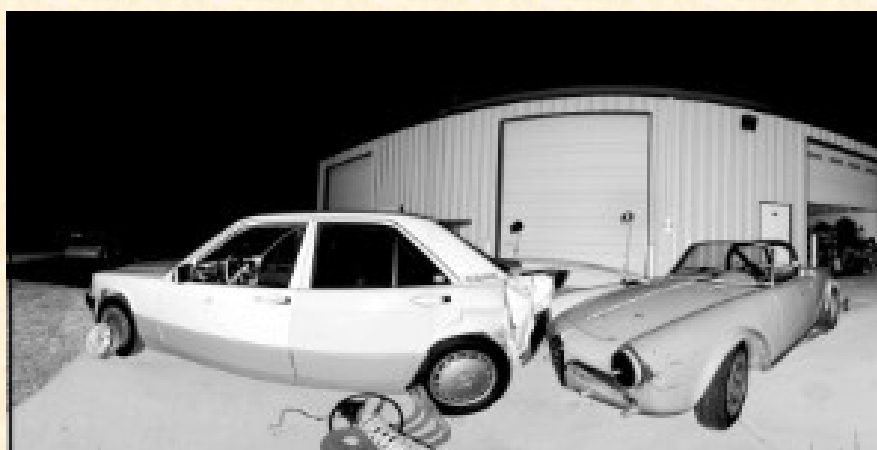


**DeltaSphere 3000 3D scanner**



特征	Polhemus扫描仪	DeltaSphere扫描仪
范围	0.56 m	14.6 m
分辨率	0.5 mm @ 0.2 m	0.25 mm
控制	手动	自动
速度	50 lines/sec	25,000 samples/sec

**DeltaSphere 3000图的扫描结果**

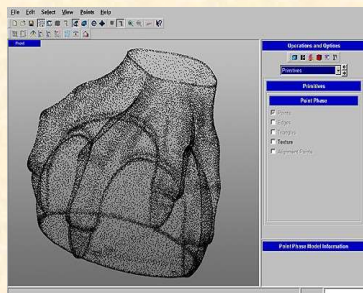


## DeltaSphere 3000 软件校正图像

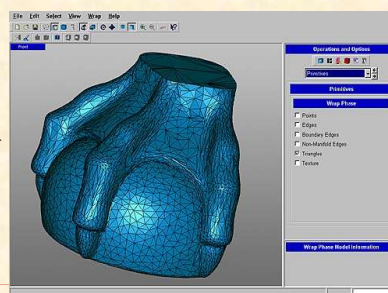


## 扫描数据的转换

- ◆ 扫描仪产生顶点(x, y, z)的密集点云
- ◆ 利用像Wrap软件包 ([www.geomagic.com](http://www.geomagic.com)) , 可以将点的数据转换为面的数据 (包括编辑和简化)

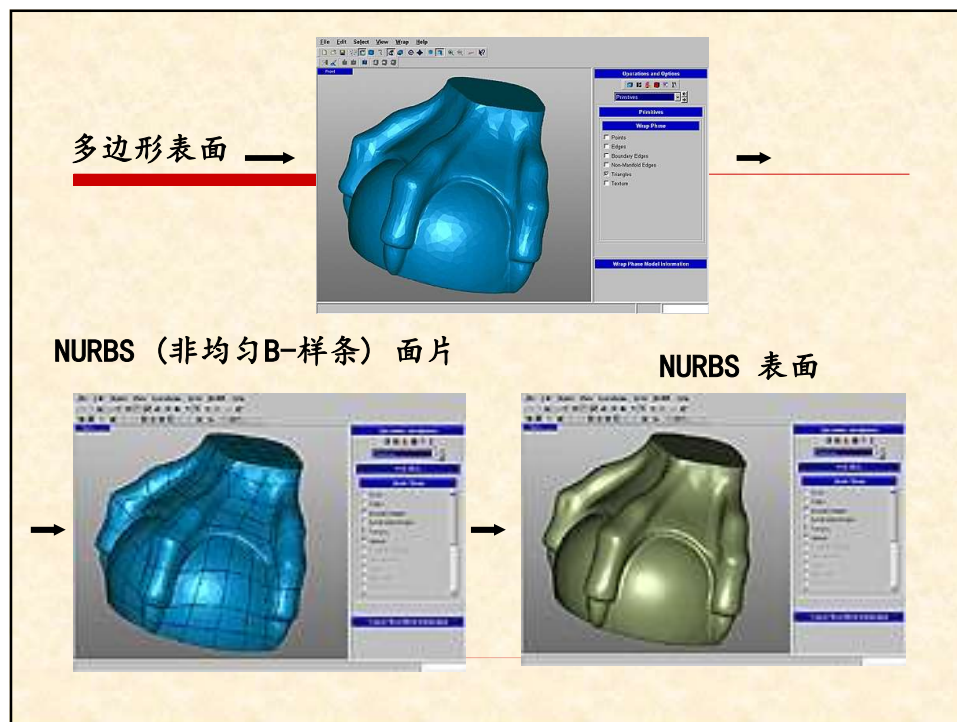


从扫描仪得到的点云



简化后的多边形网格







## 几何造型

**Table 5.1** Methods for modeling 3-D object geometry.

METHOD	FEATURE	SOURCE
Toolkit	Tedious,	OpenGL, Starbase,
Editors	requires skill	PHIGS
CAD Programs	Interactive,	AutoCAD (Autodesk)
	existing technology	3-D Studio, etc.
3-D Digitizers	Interactive,	Autodesys Inc.
	Allows	Mira Imaging,
	custom models	Polhemus Inc., etc.
3-D Scanners	Fast multi-point acquisition	Polhemus Inc.,
	Large objects	Cyra Technologies, etc.
Commercial	Vertice list,	
3-D databases	connectivity,	Viewpoint Inc., etc.
	static model, level of detail	

## 物体模型的导入

### ◆ 方法1:

- ✔ 利用3dmax等三维建模软件制作好模型，再利用Deep Explorer导出格式为.cpp的文件

### ◆ 方法2:

- ✔ 3ds2c 工具，把3ds转换成为opengl的c代码

### ◆ 方法3:

- ✔ 自己读取3ds格式，解析格式

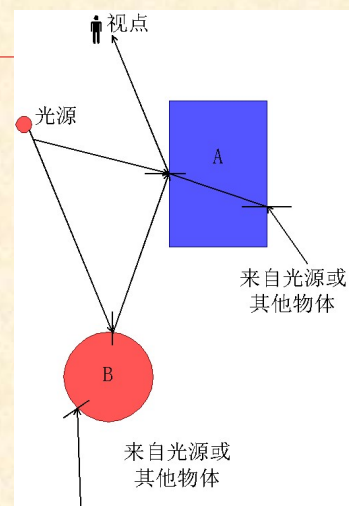
## 物体可视化外观

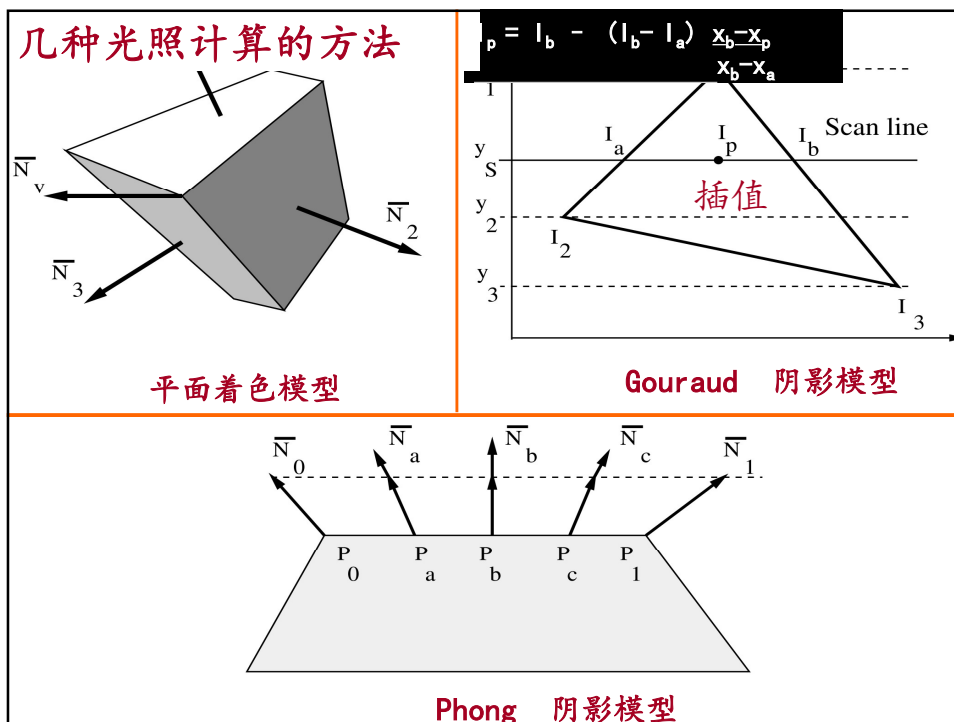
- ◆ 场景光照（局部或全局）
- ◆ 纹理映像
- ◆ 多纹理
- ◆ 在绘制流水线的光栅阶段使用纹理来表示光照效果

### (1) 场景光照

- ◆ **局部光照**（平面阴影，Gouraud阴影，Phong阴影），只考虑一个物体的光照，不考虑一个物体对另一个物体表面的影响，它比全局光照计算快
- ◆ **全局光照**要考虑一个物体对另一个物体表面的影响。要求计算量很大，但是能产生真实感的场景。

全局光照示意图





## (2) 纹理映像

- ◆ 在图形流水线光栅阶段完成，把纹理空间坐标映射到多边形顶点(或样条)，然后映射到像素坐标
- ◆ 纹理增加场景的真实感
- ◆ 纹理提供3D空间的显示效果
- ◆ 减少了三角形绘制数目 - 提高帧率  
(例如 - 树模型)

具有纹理的室内图像，增加了真实感



from <http://www.okino.com/>

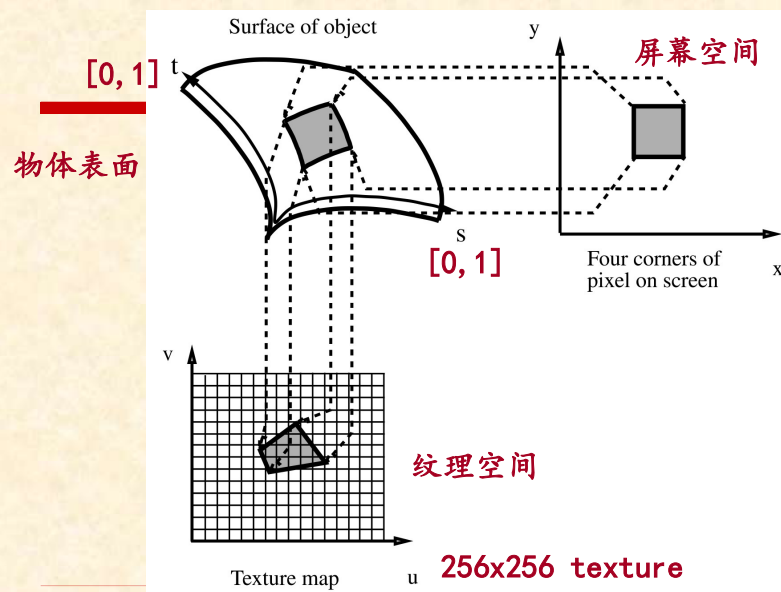
## 怎样产生纹理

方法1： 获得用于贴纹理的车、人和建筑材料的模型



方法2： 从扫描的照片或用绘图程序产生位图

## 纹理映像



## 纹理映像方法

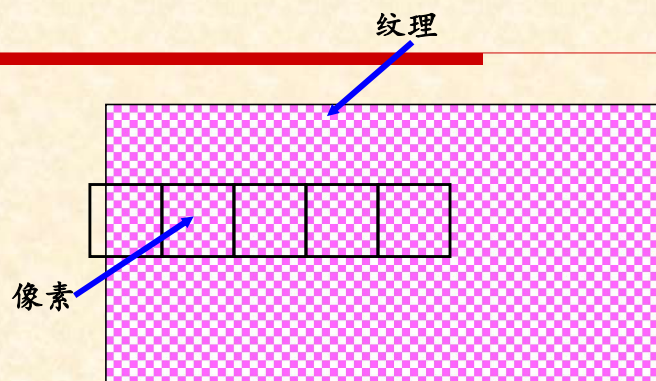
- ◆ 利用引擎完成
- ◆ 研究纹理映像的关键技术及方法



## (a) 利用引擎完成纹理映像

- ◆ 把图像粘贴到多边形
- ◆ 纹理的大小由图形加速卡限定到 $2^m \times 2^n$  或 $2^m \times 2^m$  正方形
- ◆ OpenGL中最低 $64 \times 64$ 纹理块
- ◆ 如果多边形比纹理尺寸大得到；硬件必须进行**放大**
- ◆ 如果比纹理块像素还少，必须**缩小纹理尺寸**
- ◆ 两种技术都用像素颜色的**双线性插值**

## 纹理缩小



使用各种“滤波器”来近似表示像素颜色：  
最近临的像素（选择离中心最近的像素，双线性插值等）

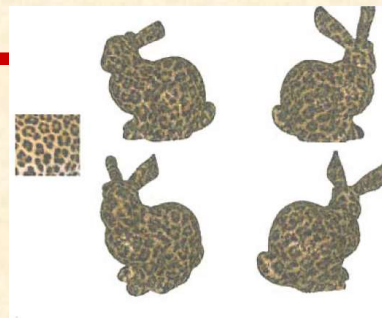
## 引擎中纹理映像的函数

### ◆ Open GL:

- ✔ `glTexCoord()`; 纹理坐标;
- ✔ `glGenTextures()`; 分配一个纹理;
- ✔ `glBindTexture()`; 绑定一个纹理;
- ✔ `glTexImage2D()`; 2D纹理内容;
- ✔ `glTexParameter()`; 纹理过滤;
- ✔ `glTexEnv()`; 纹理环境参数设置;

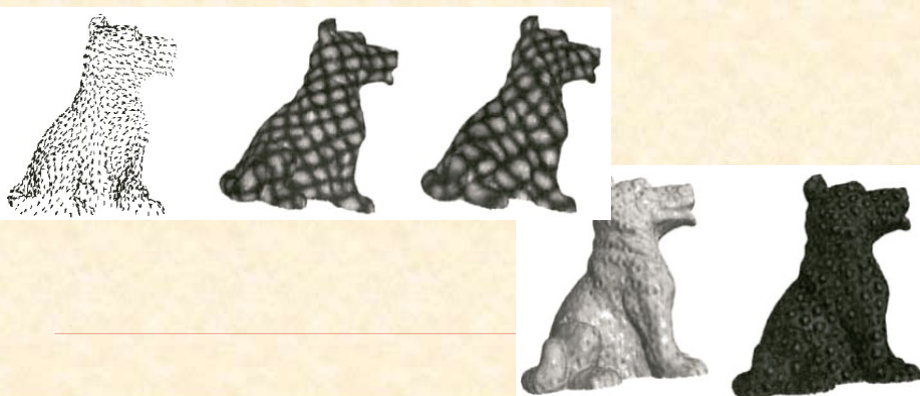
## 纹理映像的关键技术

- ◆ 曾静. 基于样图的纹理合成在点模型上的实现. 广西大学硕士论文.
- ◆ 在3D点模型表面建立方向场
- ◆ 点模型上对不同的样图进行纹理合成处理

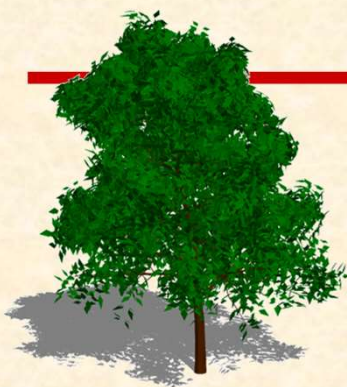


## 纹理映像的关键技术

- ◆ 肖春霞等. 三维离散点采样表面基于全局优化的纹理合成算法, 计算机学报, 2006, 12



## VR 几何造型



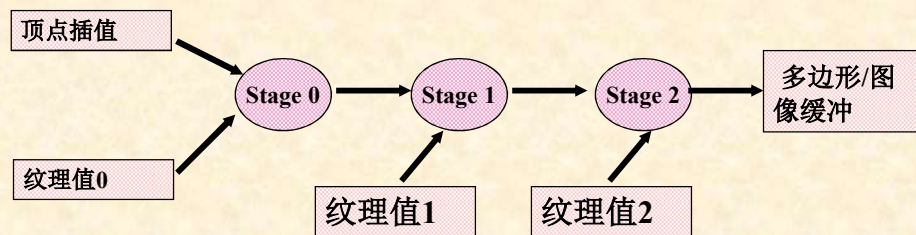
树, 高分辨率  
45,992 polygons.



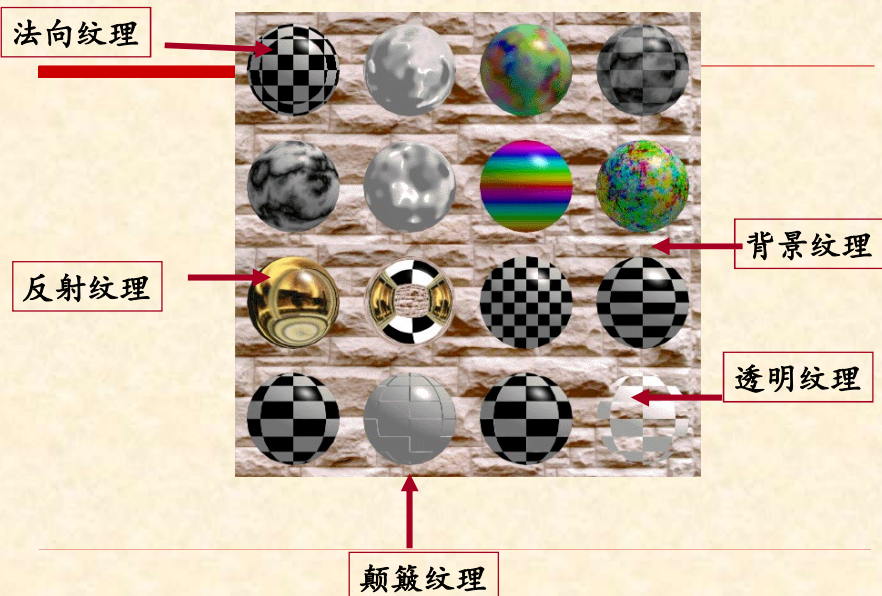
一个纹理一个多边形表示的树  
1246x1280 像素  
([www. imagecells. com](http://www.imagecells.com)).

## 多纹理

- ◆ 几个纹理可以覆盖到一个像素上
- ◆ 纹理混合由多个步骤组成



## 允许多种复杂纹理的情况

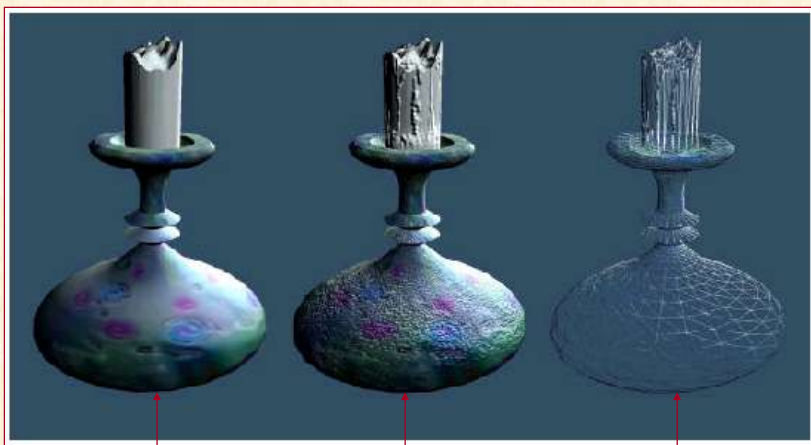




## 凸凹纹理（颠簸纹理）的映像

- ◆ 物体表面的不规则性引起光照用凸凹映像模拟
- ◆ 表面的不规则性用纹理体现
- ◆ 几何模型没有变化. 几何计算阶段没增加计算量
- ◆ 每个像素计算光照和阴影时体现出来
- ◆ 方法：在表面的法向量上产生一个微小的扰动  
(随机函数或用柏林噪声perlin noise函数产生)

## 颠簸纹理



法向纹理

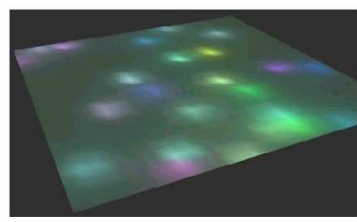
多纹理

颠簸纹理

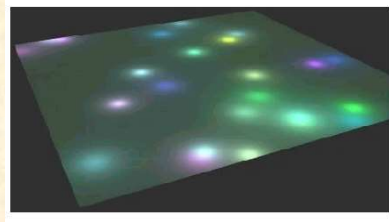


## 用于光照的多纹理

- ◆ 一个像素可以覆盖多个纹理块
- ◆ 在真实感的光照中应用，多边形光照计算具有实时性，但是实际物体表面多边形（三角形）个数太多



少数量的多边形表面的光照

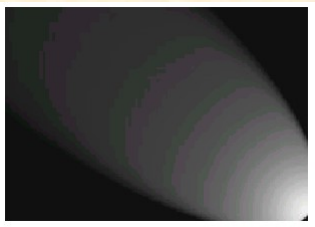


大量的多边形表面的光照

表面具有真实感、低多边形数量  
不能达到实时性

## 多纹理（纹理混合）

- ◆ 用2-D纹理可以实现真实感光照
- ◆ 对于实时性问题不实用（当物体运动时需要重新计算）



标准光照映像  
2-D纹理

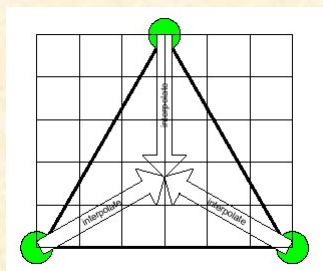


在墙的纹理上覆盖了光照纹理映像  
真实低计算量!

## NVIDIA 阴影的光栅化

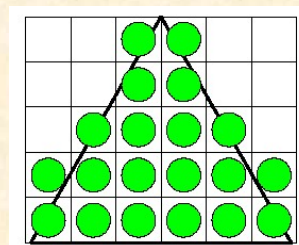
- ◆ NVIDIA 提出了基于多边形的阴影和光照映像结合方法
- ◆ 在阴影计算运用到顶点，信息包括：位置，纹理，法向
- ◆ 在像素级上进行阴影计算

几何阶段的阴影



根据顶点信息插值的光照

光栅化阴影的光照



真实，具有实时性！