

虚拟现实显示技术

本讲题纲

1. 视觉生成技术

- 视景生成原理
- 视景的几何建模与表示方法纹理技术
- 立体显示技术与设备

2. 声音生成技术

- 声音计算

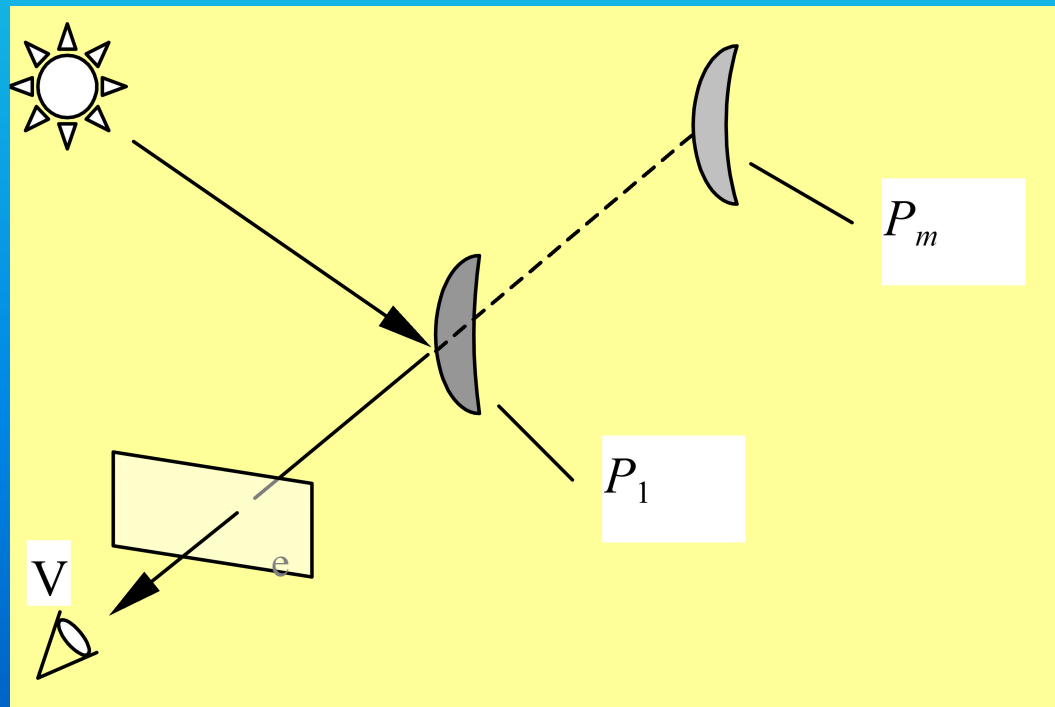
3. 触觉与力觉生成技术

- 触觉与力觉设备
- 触觉与力觉计算

1、视觉生成技术

1.1 视觉生成基本原理：光线跟踪的方法

- 假设从视点 V 通过屏幕象素 e 向场景投射光线交场景中的景物于 P_1, P_2, \dots, P_m ，那么离视点最近的 P_1 就是画面在象素点 e 处的可见点，象素 e 的光亮度应由 P_1 点向 P_1V 方向辐射的光亮度决定。如此求出视域内每一个象素的光亮度，则可生成一幅完整的真实感图象。



每一点的光亮度求法

$$I = I_c + ts I_s + tt I_t$$

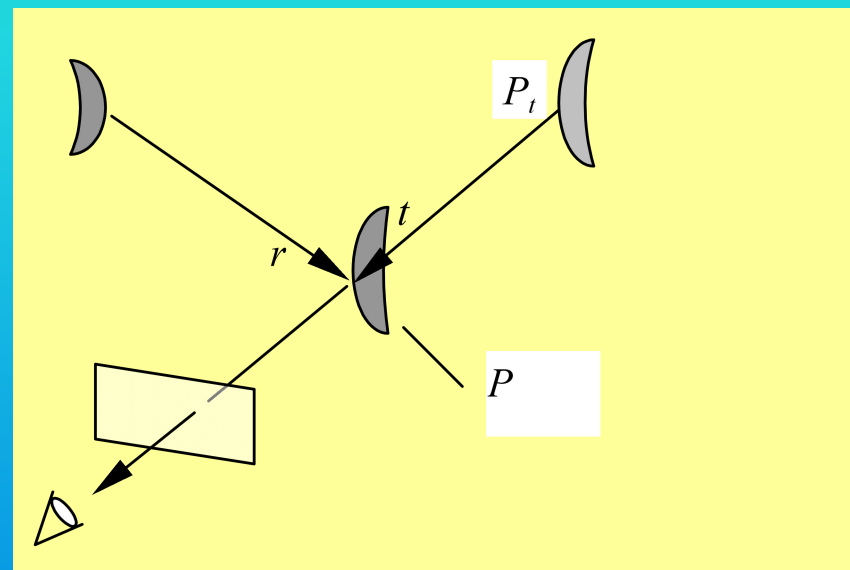
其中：

I ： 可见点 P 处的光亮度。

I_c ： 局部光照亮度

$ts I_s$ ： 环境镜面反射光亮度

$tt I_t$ ： 规则透射光亮度



光线跟踪技术(ray tracing)

视觉生成的基本内容

在图形设备上生成逼真视景必须完成四个基本任务：

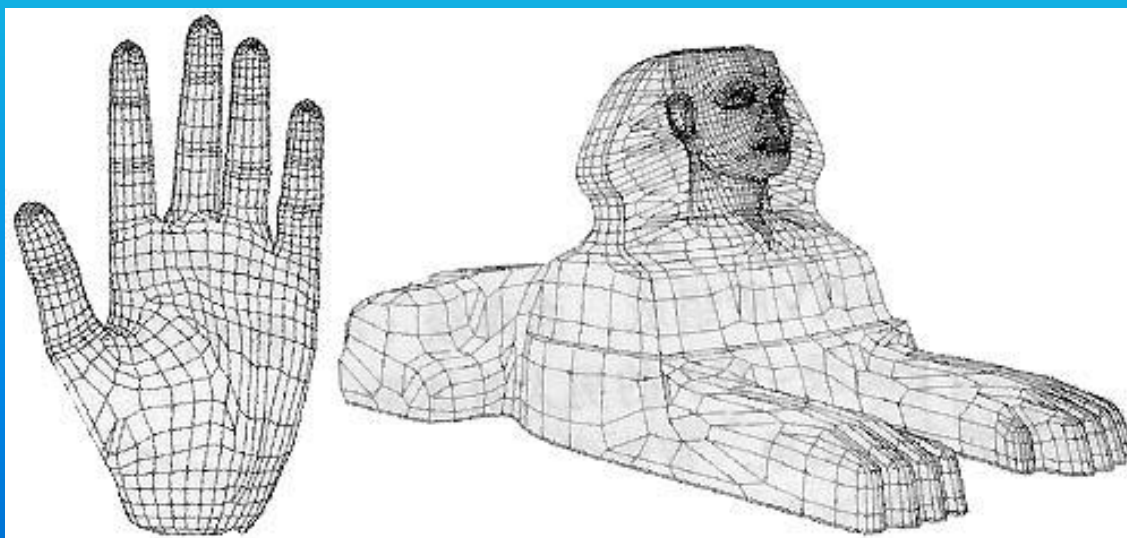
1. 用数学方法建立所需要三维场景的几何描述
2. 将三维几何描述转换为二维视图
 - 这可通过对场景的透视变换来完成。
3. 确定场景中的所有可见面
 - 这需要使用隐藏面消除算法将视域之外的或被其他物体遮挡的不可见面消去。
4. 计算场景中可见面的光强与颜色
 - 严格地说，就是根据基于光学物理的光照模型计算可见面投射到观察者眼中的光亮度大小和色彩，并将它转换成合适图形设备的颜色值，从而确定投影画面上每一个象素的颜色，最终生成视景。

1.2 视景的几何建模与表示方法

- 要实现虚拟现实，首先要尽可能详细地表示虚拟现实的场景几何信息。
 - 例如：表示虚拟环境中的山川河谷、鱼虫鸟兽，花草树木、五官躯体、车船路桥等。
- 实现虚拟现实视景的表示方法有：
 - 多边形(三角形)网格表示方法
 - 结构立体几何表示方法
 - 体数据表示方法(volume-based method)

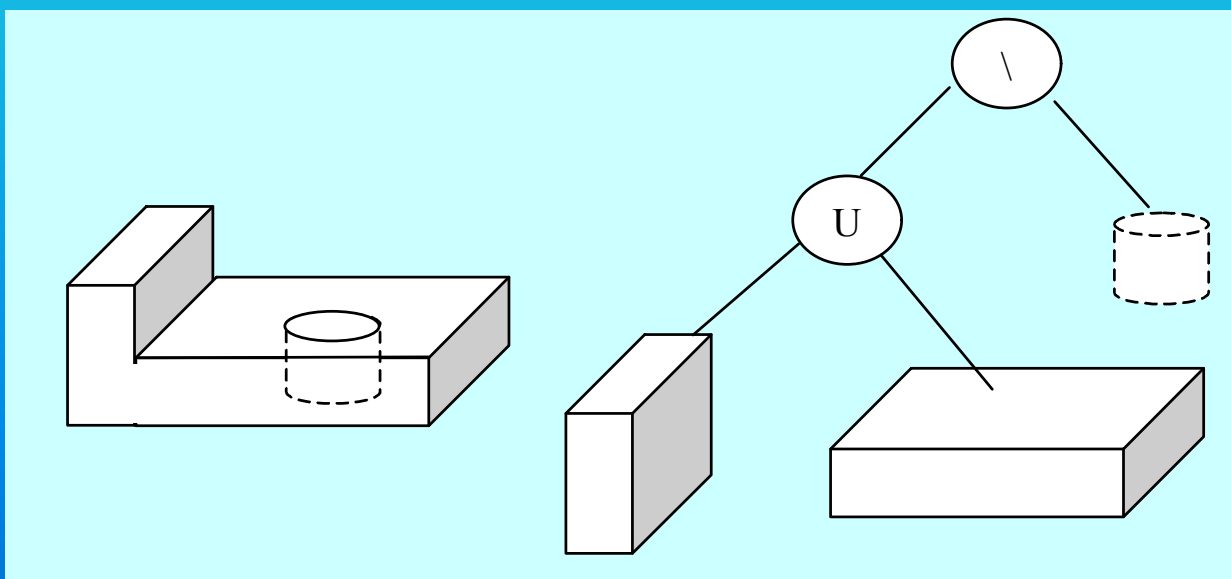
多边形(三角形)表示方法

- 这种方法又称为表面或边界表示方法，即物体的立体几何信息是通过它们的边界面或包围面来表示的。而物体的边界面或包围面（即物体的表面）可以用多边形表示。



结构立体几何表示方法

- 这种方法又称为体积表示方法。这种表示方法中，物体被表示为一个三维体积基元的集合及它们之间的布尔运算：并、交及差。



Volume-based methods

- 表示单元为体素(voxel)
- 每个体素表示了所在位置的颜色、密度等相关信息。

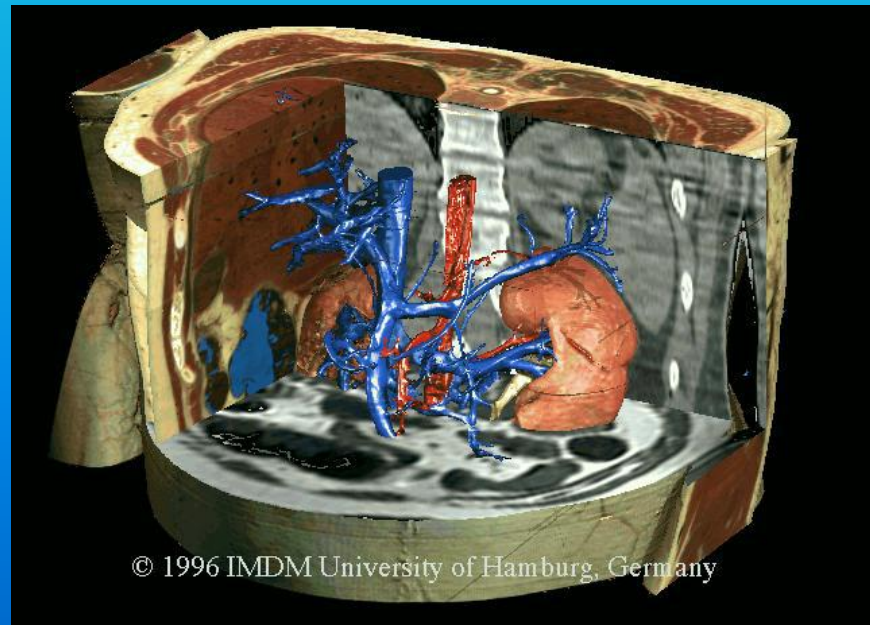


Image-Based Modeling

参见：

[Introduction to Image-Based Rendering](#)

By: Lining Yang

http://www.cs.utk.edu/~huangj/CS594F03/intro-ibr_yang.ppt

其他建模与表示技术(VR相关)

- 细节层次(Levels of Detail: LOD)技术
- 纹理映射(texture map)技术

细节层次技术(Level of Detail: LOD)

参考:

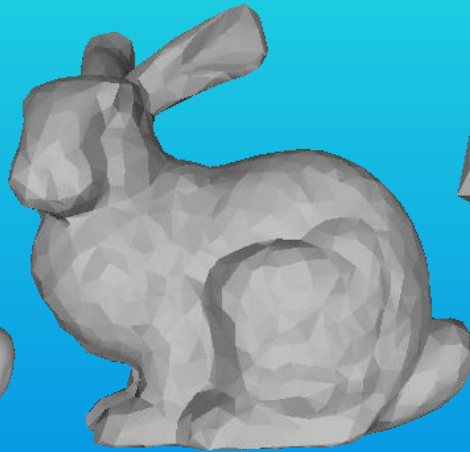
David Luebke (University of Virginia)

<http://www.cs.virginia.edu/~gfx/Courses/2004/RealTime/lecture06.LOD1.ppt>

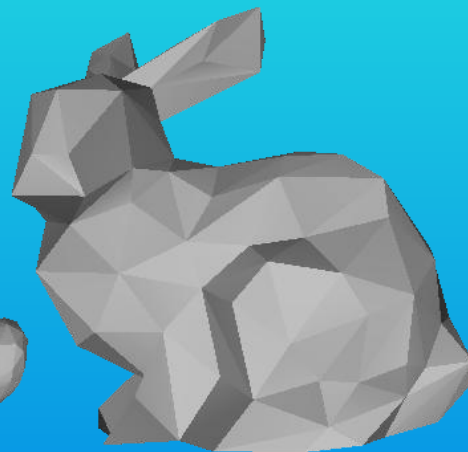
Level of Detail: Traditional LOD In A Nutshell



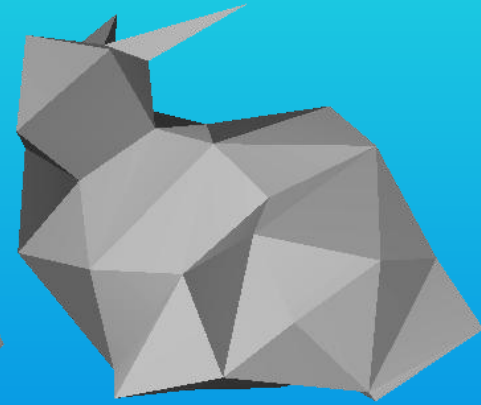
69,451 polys



2,502 polys



251 polys



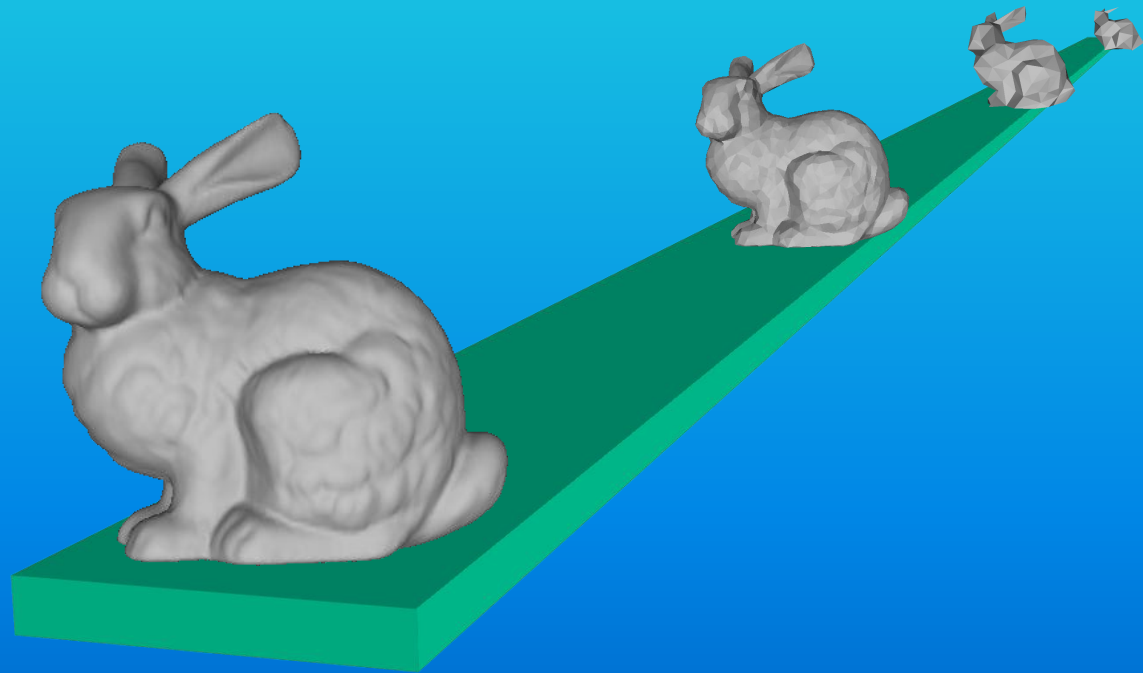
76 polys

Courtesy Stanford 3D Scanning Repository

From: David Luebke (University of Virginia)
<http://www.cs.virginia.edu/~gfx/Courses/2004/RealTime/lecture06.LOD1.ppt>

Level of Detail: Traditional LOD In A Nutshell

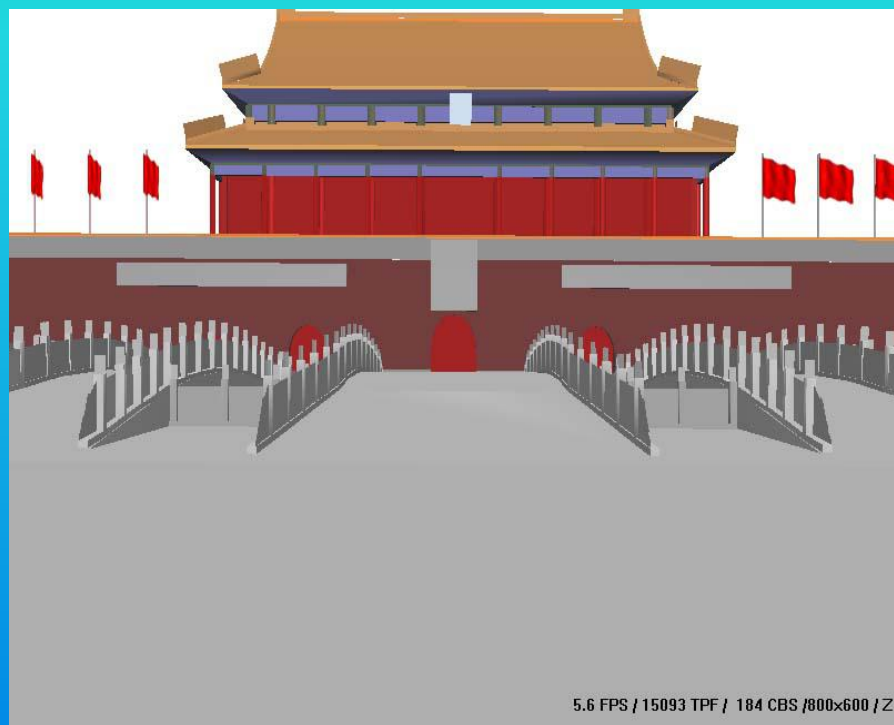
- Distant objects use coarser LODs:



纹理映射技术(texture mapping)

- 在视景表示时，对于有些细节，不需要建立相应的多边形表示，为了达到很好的视觉效果，只需要建立简单的几何模型，然后在几何模型的面上贴上对应的逼真图片就可以了。这种方法称为纹理映射方法。
- 这不仅增加了场景的逼真度，而且减少了表示场景的多边形数目。

纹理映射技术(示例)



映射纹理前的场景

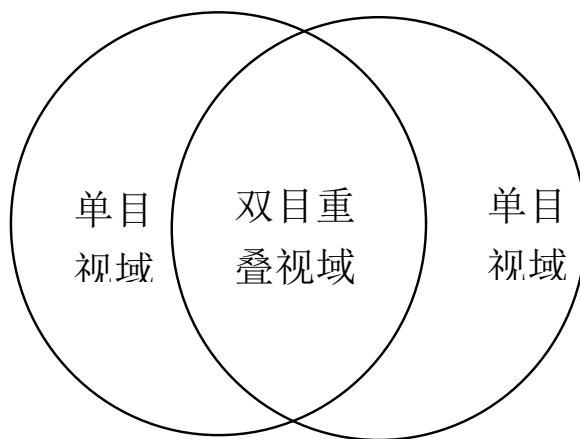


映射纹理后的场景

1.3 立体显示技术

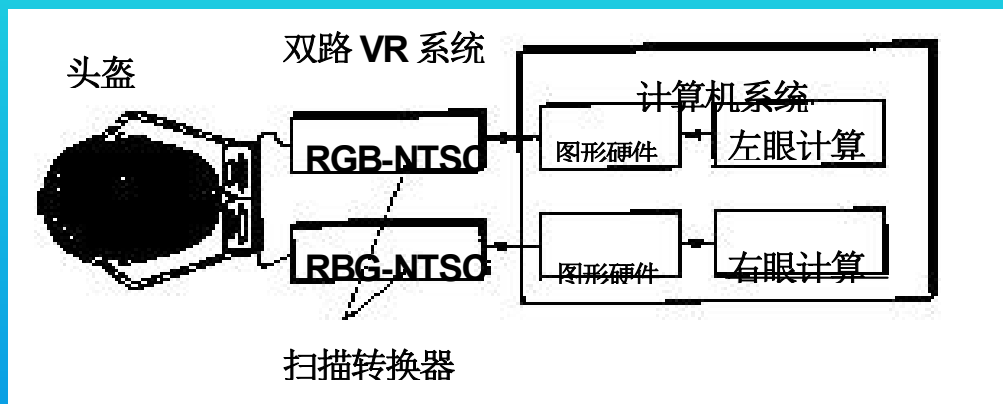
基本原理：人的视觉系统可以通过四种线索得到深度知觉：
■ 侧视网膜图象差(lateral retinal image disparity);
■ 运动视差(motion parallax);
■ 图象大小差异(differential image size);
■ 纹理梯度(texture gradient)。

目前的立体显示技术基本上是基于双目视差原理实现的。



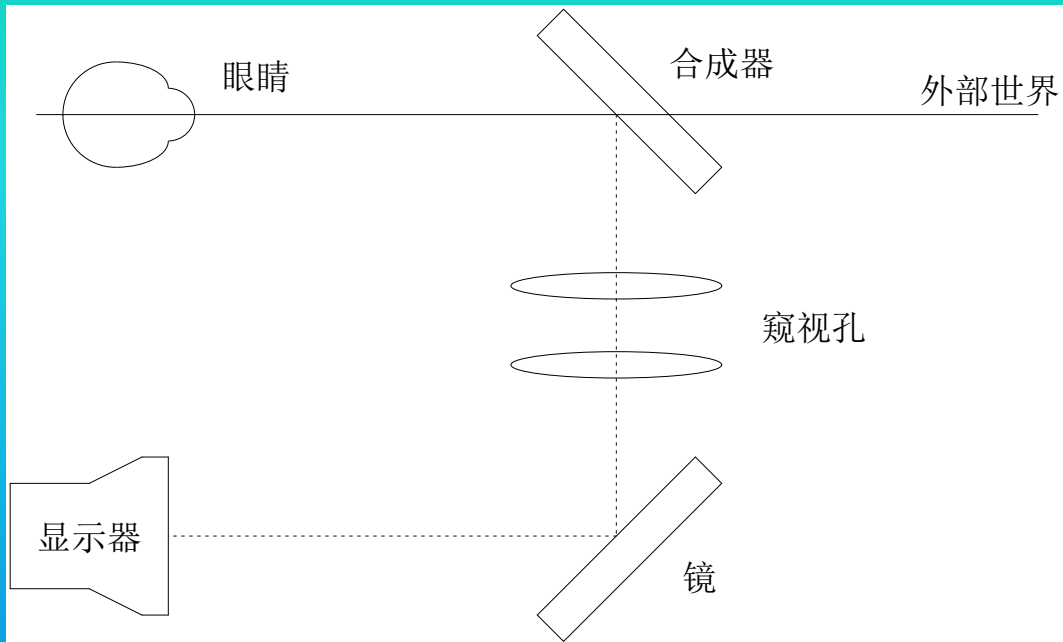
头盔显示器

- Head Mounted Display, HMD



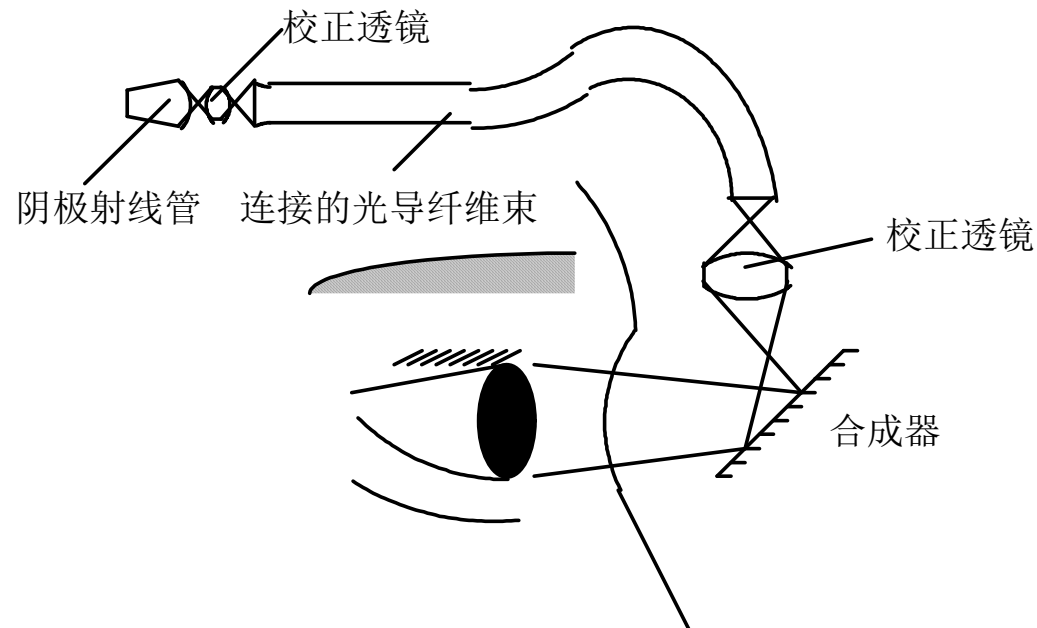
HMD 实物与原理图

HMD 的实现方法



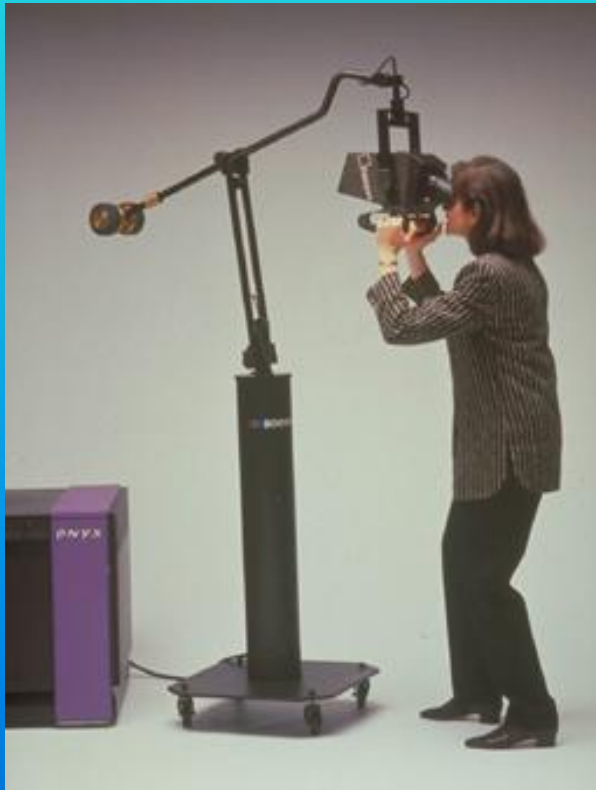
头盔实现方法1

带有光导纤维的HMD的原理



BOOM

- Binocular Omni-Orientation Monitor



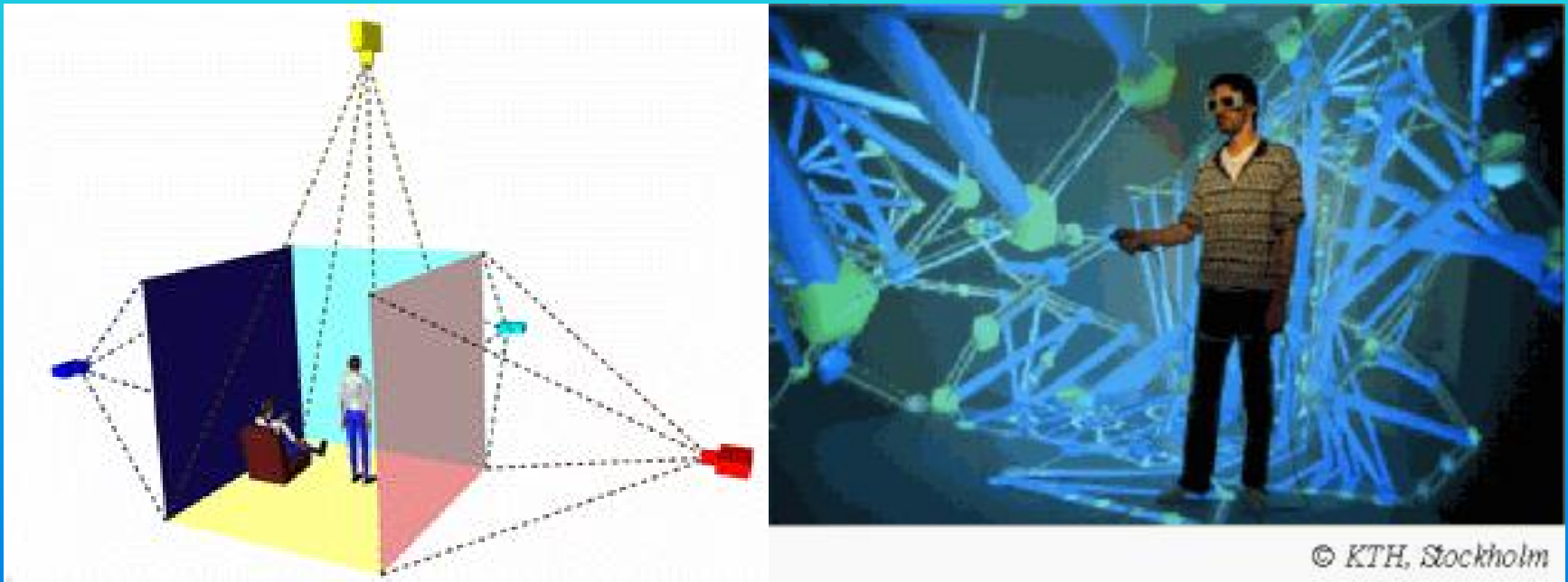
BOOM



FS2

CAVE

- Cave Automatic Virtual Environment

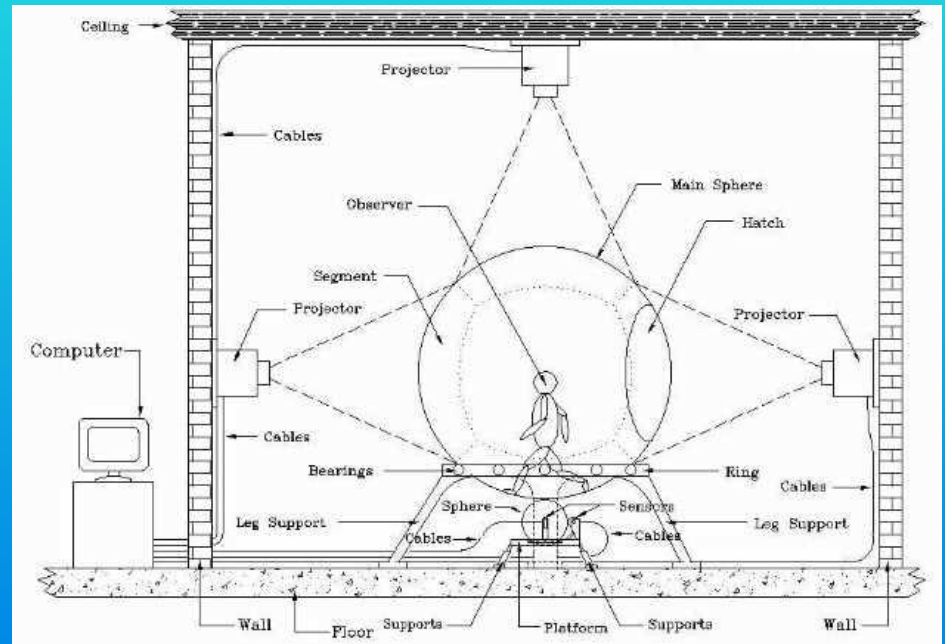


<http://www.evl.uic.edu/pape/CAVE/>

<http://www.ipu.tue.nl/homepages/mrauterb/presentations/HCI-history/sld076.htm>

CyberSphere

- Fully Immersive Spherical Projection System



the Fully Immersive Spherical Projection System

Illustration of the Spherical Projection System

<http://www.vr-systems.ndtilda.co.uk/sphere1.htm>

ImmersaDesk



<http://www.evl.uic.edu/pape/CAVE/idesk/paper/>

<http://avl.iu.edu/technology/idesk/>

Infinity Wall



<http://www.evl.uic.edu/pape/CAVE/idesk/paper/>



<http://www.it.bton.ac.uk/staff/lp22/CS133/vrslides/sld009.htm>

2、声音生成技术

参见：

Real-Time Auralization of Sound in Virtual 3D
Environments

By Scott McDermott

[http://www.cacs.louisiana.edu/~sdm1718/Real-
Time_Auralization_of_Sound_in_Virtual_3D_Environments.ppt](http://www.cacs.louisiana.edu/~sdm1718/Real-Time_Auralization_of_Sound_in_Virtual_3D_Environments.ppt)

3 触觉与力觉生成技术

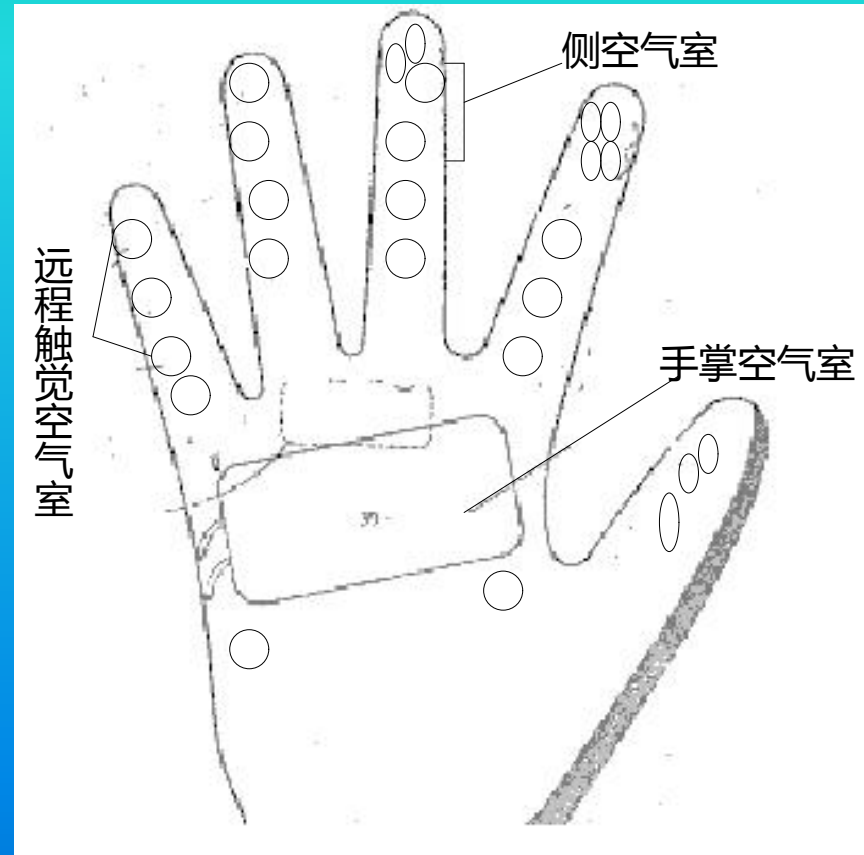
3.1 触觉与力觉反馈设备

- There are two main types of haptic devices:
 - devices that allow users to "feel" textures of 2-dementional objects with a pen or mouse-type interface
 - glove or pen-type devices that allow the user to "touch" and manipulate 3-dementional virtual objects

ARRC力学反馈手套

第二代TeletactII装有更高分辨率的指尖空气室，其余部分的空气室更大，并提供手掌反馈系统。很大的手掌空气室允许用户使劲握物体，然后接收刺激。TeletactII与TeletactI使用相似，只是空气室由20增加到30个。

在中指尖、食指尖和拇指区域空气室密度较大，空气室也被放在手的背部，以产生手接触物体的感觉。



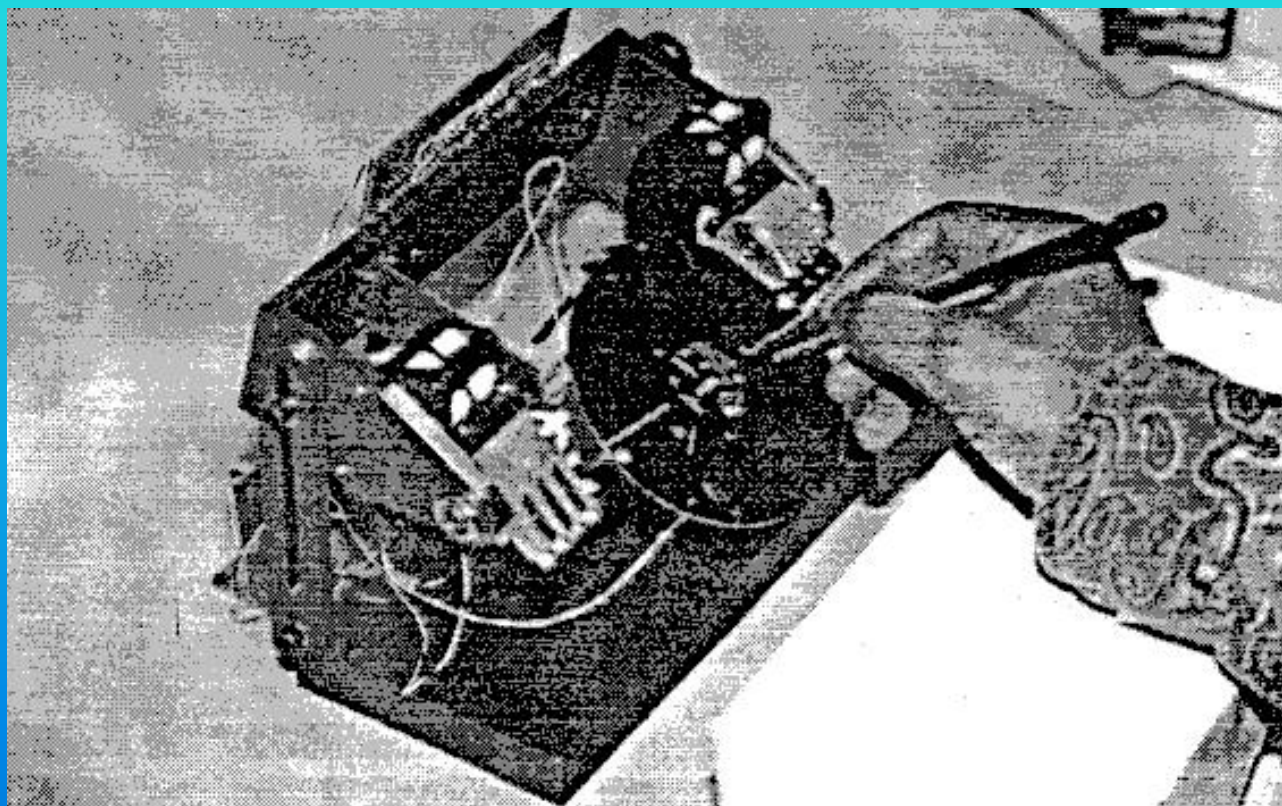
数据手套



数据手套

- 构成：输入传感设备，空间位置跟踪器
- 作用： 抓取、移动、装配、操纵、控制虚拟物体
- VPL公司 Data Glove
- Vertex公司 Cyber Glove
- Exos公司 DHM Glove 精度高
- Mattel公司 Power Glove 价廉
- 5DT公司 Glove5/16

笔式力量感知器



PHANTOM® Omni™ Haptic Device

By SensAble Technologies



http://www.sensable.com/products/phantom_ghost/phantom-omni.asp

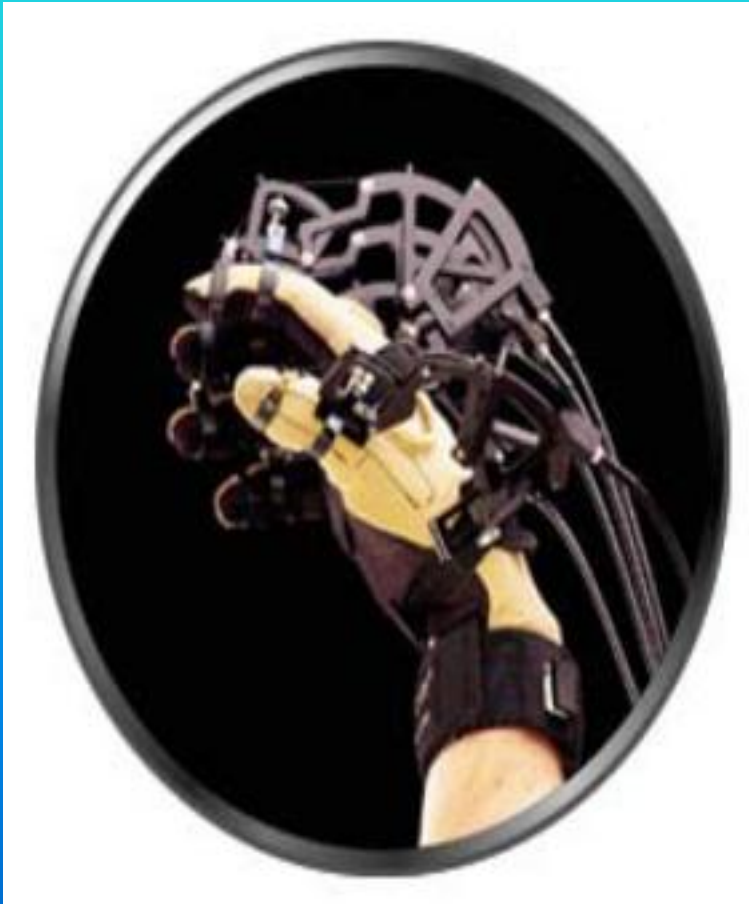
力反馈手套RM II

RM II 像一付手套似的戴在用户的手上。主要结构包括一个小平台，上面架着四个特制的汽缸。每个汽缸轴的顶端都和相应的指尖相连接，轴和指尖的连接通过“Y”形的连接物。一个简单的细皮手套被作为传感器/反馈系统的支持结构。



CyberGrasp

By Immersion Corporation



http://www.immersion.com/3d/products/cyber_grasp.php

3.2 力觉的计算

参见：

Haptic Rendering

By Max Smolens

<http://www.cs.unc.edu/~lin/COMP259-S03/LEC/20a.ppt>