

第一章 虚拟现实技术概述

授课教师：蔡洪斌

单位：电子科技大学

课程简介

参考书：

- 1、 *Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design*, [美]William R. Sherman, Alan B. Craig著 , 电子工业出版社 , 2004年11月第1次印刷 ;
- 2、 虚拟现实技术 (第二版) 【美】 Grigore C. Burdea 、 【法】 Philippe Coiffet著 电子工业出版社

参考网站：

- www.vr100.com
- www.86vr.com
- www.china-vr.com
- www.pcvr.com.cn
- www.vrsh.cn

课程内容简介

- **虚拟现实技术概述**
- **输入设备：跟踪器、漫游**
- **输出设备：图形、三维声音**
- **VR的计算机体系结构**
- **VR的建模**
- **增强现实**
- **最新人机交互技术**

虚拟现实技术概述

播放视频

- Oculus Rift
- Microsoft HoloLens
- Avegant Glyph



虚拟现实技术概述

- 虚拟现实与系统仿真的基本概念
- 虚拟现实技术的发展
- 虚拟现实的基本特征
- 虚拟现实分类
- 虚拟现实系统的主要技术构成
- 虚拟现实的应用
- 国内外虚拟现实技术的研究现状

虚拟现实技术概述

- 人类有许多梦想，一些梦想已经变为现实，而有一些梦想也许永远都不可能实现。然而，有一种技术却能使一切梦想全部在感知中实现，这就是**虚拟现实技术**(Virtual Reality, 简称**VR**)



虚拟现实技术概述

- 虚拟现实是在计算机图形学、计算机仿真技术、人机接口技术、多媒体技术以及传感技术的基础上发展起来的**交叉学科**
- 由于它生成的视觉环境是立体的、音效是立体的，人机交互是和谐友好的，因此虚拟现实技术将一改人与计算机之间枯燥、生硬和被动的现状，即计算机创造的环境将人们陶醉在流连忘返的工作环境之中。

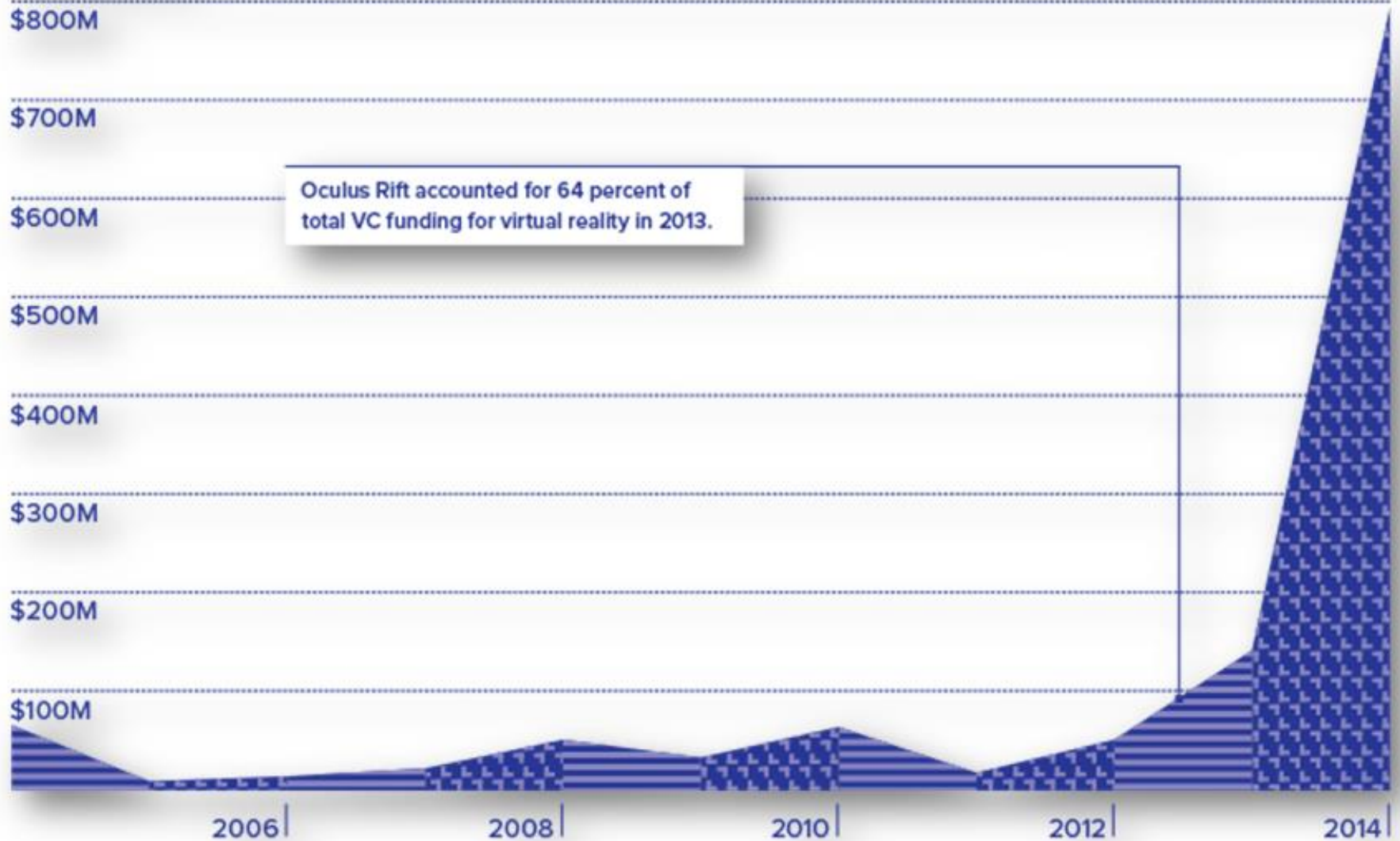
虚拟现实技术概述

- 虚拟现实（VR）技术是20世纪90年代以来兴起的一种新型信息技术
- 它集多媒体、网络技术、传感技术等多种先进技术为一体
- 是当今**前景最好**的计算机技术之一

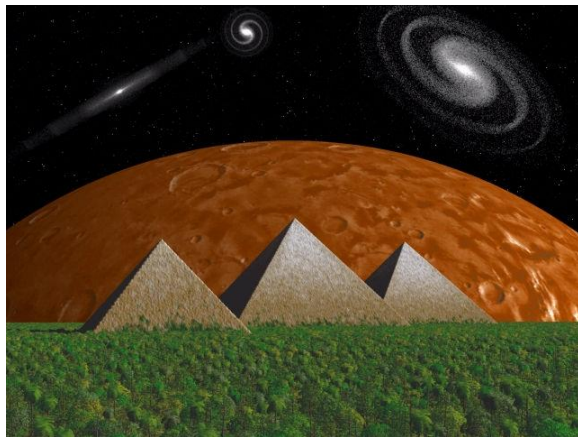
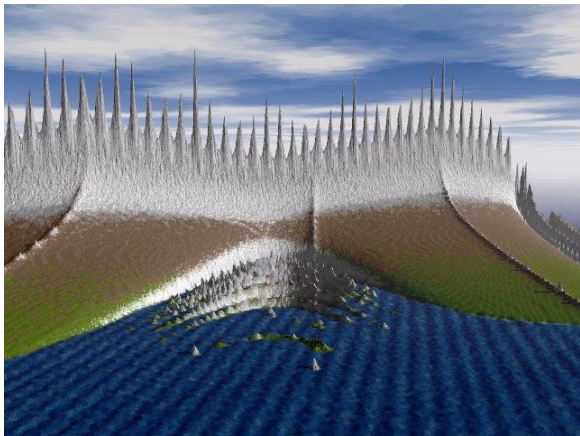
Virtual Reality, Real Money

Venture firms have bet more than \$1 billion that the next big computing platform will emerge from virtual- and augmented-reality projects. —J.K.

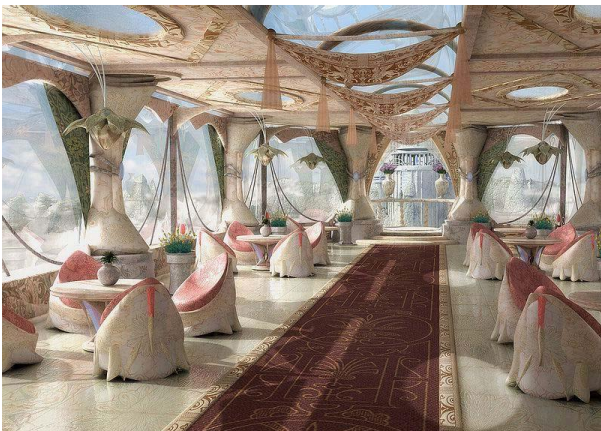
VC MONEY INVESTED IN VR PROJECTS



几种虚拟现实



虚拟环境



虚拟房间



虚拟汽车



虚拟人

虚拟现实与系统仿真的基本概念

一、系统仿真定义

系统仿真是以**相似原理**、系统技术、信息技术及其应用领域有关专业技术为基础，以计算机、仿真器和各种专用**物理效应设备**为工具，利用**系统模型**对真实的或设想的系统进行动态研究的一门多学科的综合性的技术。

虚拟现实与系统仿真的基本概念

一、系统仿真

1946年**电子微分分析器**的诞生，开创了系统仿真的新阶段，系统仿真逐渐成为以相似论、系统科学、计算机科学、系统工程理论、概率论、数理统计和时间序列分析等多个学科为基础的新兴的综合性学科。

虚拟现实与系统仿真的基本概念

2、仿真学科的理论体系

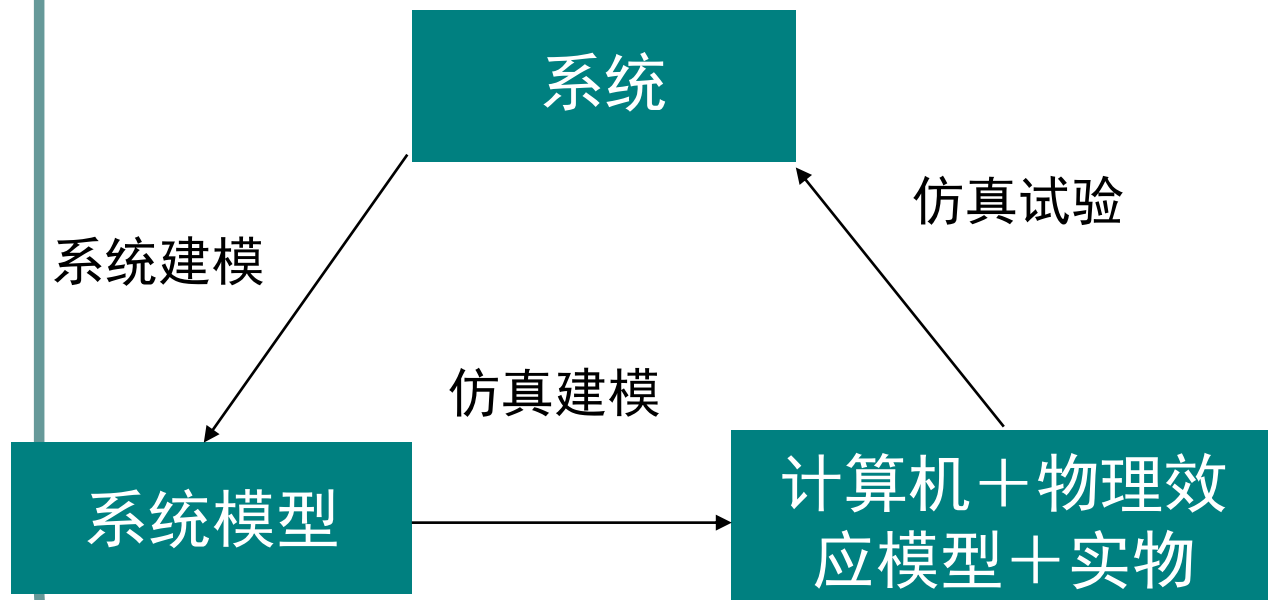
- ①**相似理论**：研究事物之间相似规律及其应用的科学（几何相似、离散相似、等效、感觉相似、思维相似）
- ②**模型论**：以各应用领域内的科学理论为基础，建立符合仿真应用要求、通用的、各领域专用的各种模型的理论和方法（模型的体系结构、建模的工具环境等）

虚拟现实与系统仿真的基本概念

- ③ **仿真系统理论**：构建符合应用需求的仿真系统理论和要求（仿真系统的体系和构成、设计及其公共关键技术、研制和运用、规范和标准等）
- ④ **仿真方法论**：结合各应用领域的需求，研究仿真基本思想和方法（定量仿真、定性仿真、集中式仿真、分布交互式仿真、面向对象仿真、智能仿真等）
- ⑤ 仿真的**可信性理论**
- ⑥ 仿真科学和技术的**应用理论**

虚拟现实与系统仿真的基本概念

3、仿真的工作流程



主要工作流程：

- ①系统定义
- ②数学建模
- ③仿真建模
- ④装载
- ⑤试验
- ⑥结果分析

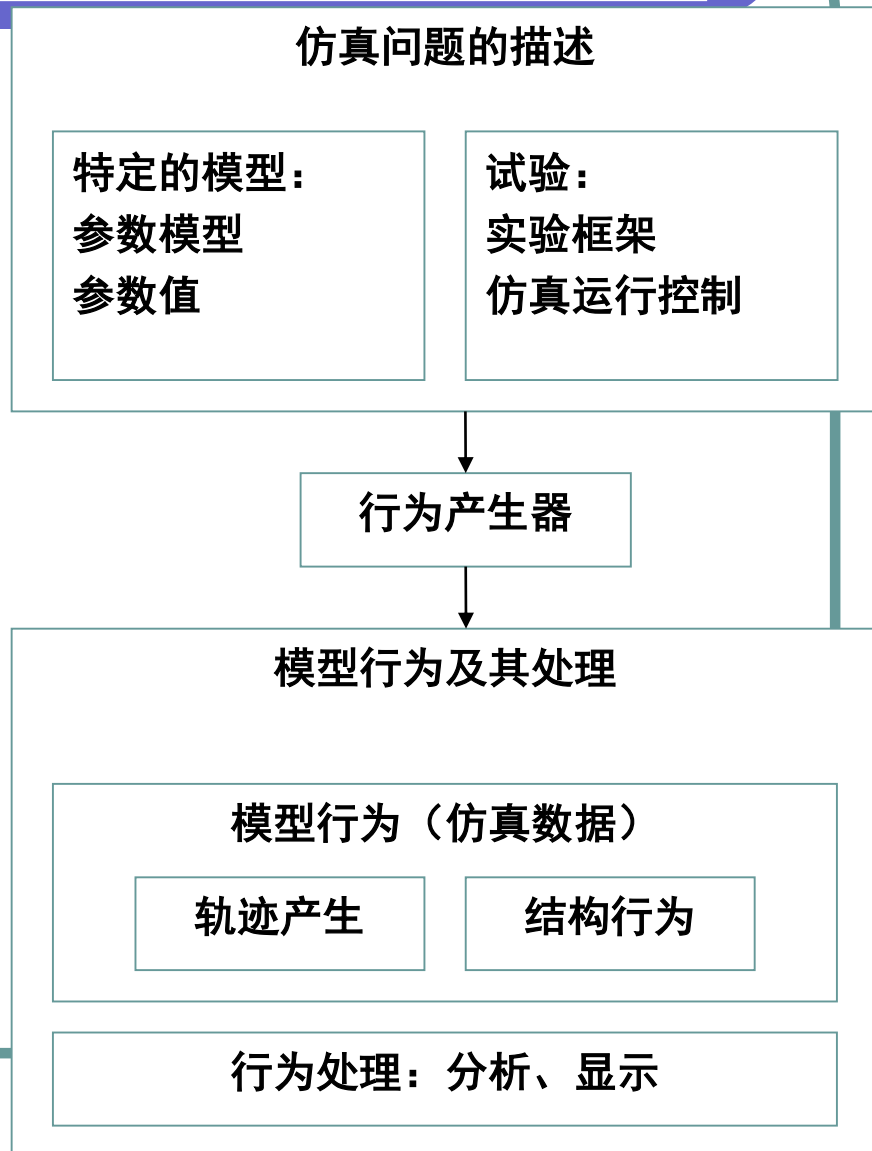
虚拟现实与系统仿真的基本概念

4、仿真的基本框架

1984年Oran提出了现在仿真的基本框架：

建模——试验——分析

仿真研究的基本要素的具体内容和相互关系图



虚拟现实的基本概念

二、虚拟现实

利用计算机生成的能给人多种
感官刺激的人机交互系统。

Virtual Reality (VR)

(J.Lanier,1989)

译为：虚拟现实、灵境、幻真...

其他： Virtual Environment

Artificial Reality (M.W.Krueger,1970s)

Cyberspace (W.Gibson,1984)

虚拟现实的基本概念

二、虚拟现实

是一种可以创建和体验虚拟世界的计算机系统。而虚拟世界是全体虚拟环境或给定仿真对象的全体。虚拟环境是由计算机生成的，通过视、听、触觉等作用于用户，使之产生身临其境感觉的交互式视景仿真。

虚拟现实的基本概念

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。

虚拟现实的基本概念

- ①逼真的感觉：视觉，听觉，触觉，嗅觉 等
- ②自然的交互：运动，姿势，语言，身体跟踪 等
- ③个人的视点：用户的眼、耳、身所感到的感觉信息
- ④迅速的响应：感觉信息根据视点变化和用户输入及时更新

虚拟现实的基本概念

虚拟现实是一项综合技术

涉及：两个方面：

第一是计算机生成的虚拟环境必须是能给人提供多种感觉的感官刺激的环境，能让人有“沉浸”的感觉，现在的技术水平，虚拟现实通常由视觉、听觉和触觉构成。

其二是虚拟现实系统是一种高级的人机交互系统，因此人机交互是虚拟现实的核心。



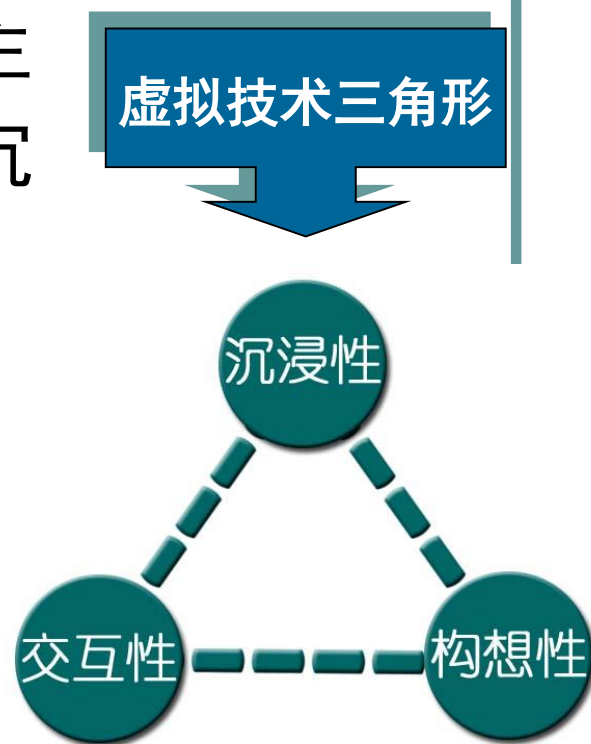
司开发研究

虚拟现实的基本特征

1、沉浸性(Immersion):

又称临场感，让用户感到作为主角存在于模拟环境中的真实程度，沉浸被通俗地解释为“身临其境”。

- ① 视觉沉浸：显示象素足够小、刷新频率足够高、具有双目视差、足够大的视场
- ② 听觉沉浸：三维声音
- ③ 触觉沉浸：力反馈方面
- ④ 嗅觉沉浸
- ⑤ 身体感觉沉浸、味觉沉浸等



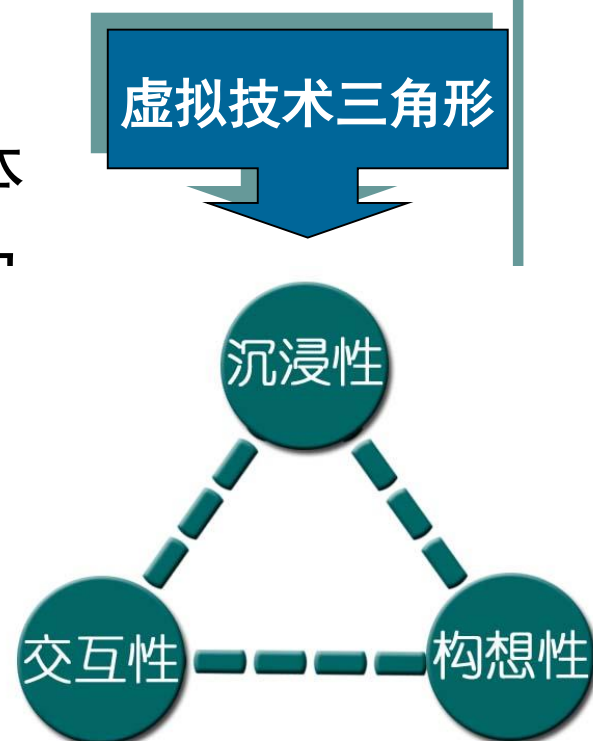
虚拟现实的基本特征

2、交互性(Interaction):

交互性指用户对模拟环境内物体的可操作程度和从环境得到反馈的自然程度（包括实时性）。

特点:

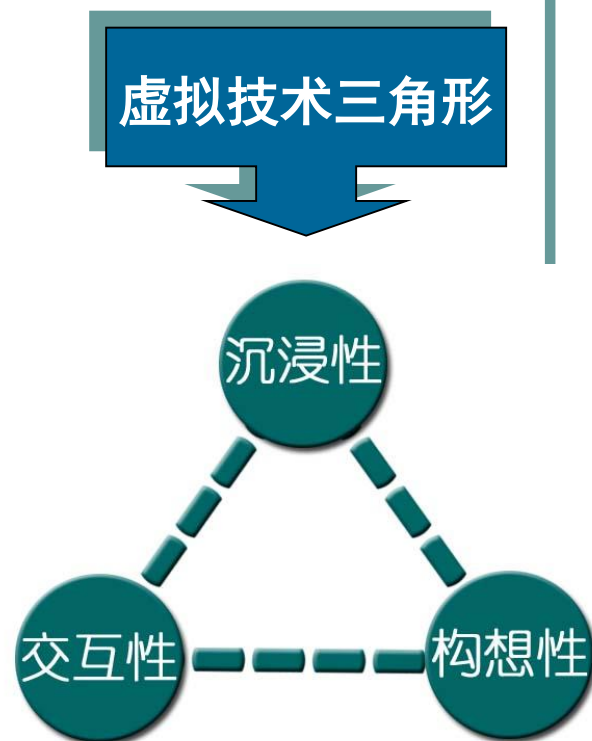
- ①虚拟环境中人的参与与反馈
- ②人机交互的有效性
- ③人机交互的实时性



虚拟现实的基本特征

3、构想性(Imagination):

用户沉浸在多维信息空间中，依靠自己感知和认知能力全方位地获取知识，发挥主观能动性，寻求解答，形成新概念。



虚拟现实技术的发展

1965年，Sutherland在篇名为《终极的显示》（The Ultimate Display）的论文中首次提出了包括具有交互图形显示、力反馈设备以及声音提示的虚拟现实系统的基本思想，从此，人们正式开始了对虚拟现实系统的研究探索历程。

1970年，出现了第一个功能较齐全的HMD系统。基于从60年代以来所取得的一系列成就，美国的Jaron Lanier在80年代初正式提出了“Virtual Reality”一词。

80年代，美国宇航局（NASA）及美国国防部组织了一系列有关虚拟现实技术的研究，并取得了令人瞩目的研究成果，从而引起了人们对虚拟现实技术的广泛关注。1984年，NASA Ames研究中心虚拟行星探测实验室组织开发了用于火星探测的虚拟环境视觉显示器，将火星探测器发回的数据输入计算机，为地面研究人员构造了火星表面的三维虚拟环境。

虚拟现实技术的发展

90年代，迅速发展的计算机硬件技术与不断改进的计算机软件系统相匹配，使得基于大型数据集合的声音和图象的实时动画制作成为可能；人机交互系统的设计不断创新，新颖、实用的输入输出设备不断地进入市场。而这些都为虚拟现实系统的发展打下了良好的基础。

例如1993年的11月，宇航员利用虚拟现实系统成功地完成了从航天飞机的运输舱内取出新的望远镜面板的工作，而用虚拟现实技术设计波音777获得成功，是近年来引起科技界瞩目的又一件工作。

虚拟现实技术的发展

1994年，美国SGI公司和比利时的BARCO投影机制造公司，在英国建设了世界上第一个虚拟现实系统。

Texaco公司就把虚拟现实技术引进了石油工业，在美国休斯敦建成了世界上第一个油气工业专用的虚拟现实中心。随后，世界各地的虚拟现实系统纷纷出笼。

到**2002年底**，全球的虚拟现实系统已达500多个。除石油工业外，在计算机辅助制造、游戏娱乐业、航空航天、生物技术、军事、培训等众多领域均有广泛的应用。

虚拟现实分类

按照系统**功能和实现方式**的不同，可以分为三种类型：

- (1) 沉浸型虚拟现实系统（“可穿戴的” VR系统）
- (2) 简易型虚拟现实系统（桌面VR系统）
- (3) 共享型虚拟现实系统（网络虚拟现实，又称为**分布式虚拟环境**）

虚拟现实分类

(1) 沉浸型虚拟现实系统（“可穿戴的” VR系统）

提供完全沉浸的体验

- 利用头盔式显示器或其它设备，把参与者的视觉、听觉和其它感觉封闭起来，并提供一个新的、虚拟的感觉空间
- 利用位置跟踪器、数据手套、其它手控输入设备、声音等使得参与者产生一种身临其境、全心投入和沉浸其中的感觉

缺点

- 系统设备尤其是硬件价格相对较高，难以大规模普及推广



虚拟现实分类

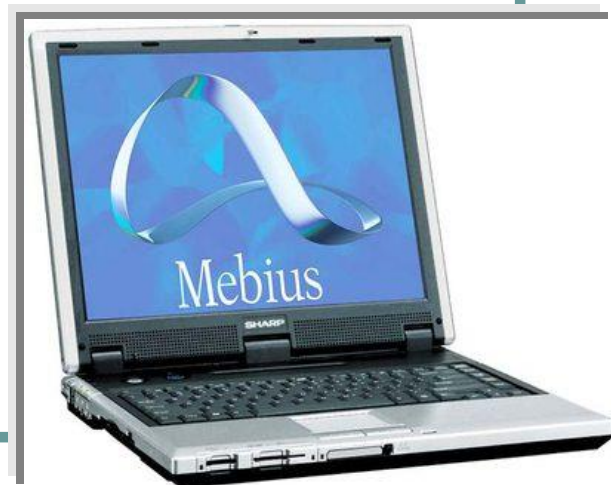
(2) 简易型虚拟现实系统（桌面VR系统）

利用个人计算机和低级工作站进行仿真

- 将计算机的屏幕作为用户观察虚拟境界的一个窗口
- 通过各种输入设备实现与虚拟现实世界的充分交互，这些外部设备包括立体眼镜、3D控制器、监视器或者鼠标，追踪球，力矩球等

最大特点

- 缺乏真实的现实体验
- 结构简单、价格低廉，组成灵活，易于普及推广，是一套经济实用的系统



虚拟现实分类

(3) 共享型虚拟现实系统（网络虚拟现实，又称为分布式虚拟环境）

- 基于网络连接的虚拟现实系统
- 多个用户通过计算机网络连接，同时参加一个虚拟空间，共同体验虚拟经历，把虚拟现实则提升到了一个更高的境界

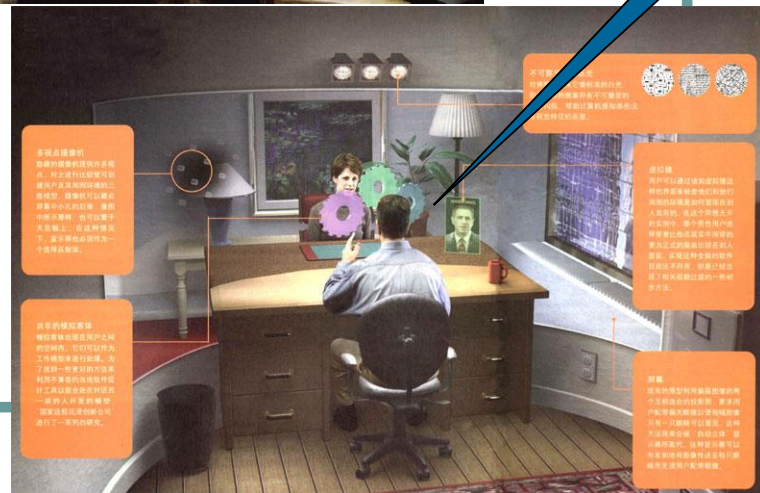
洽谈



讨论



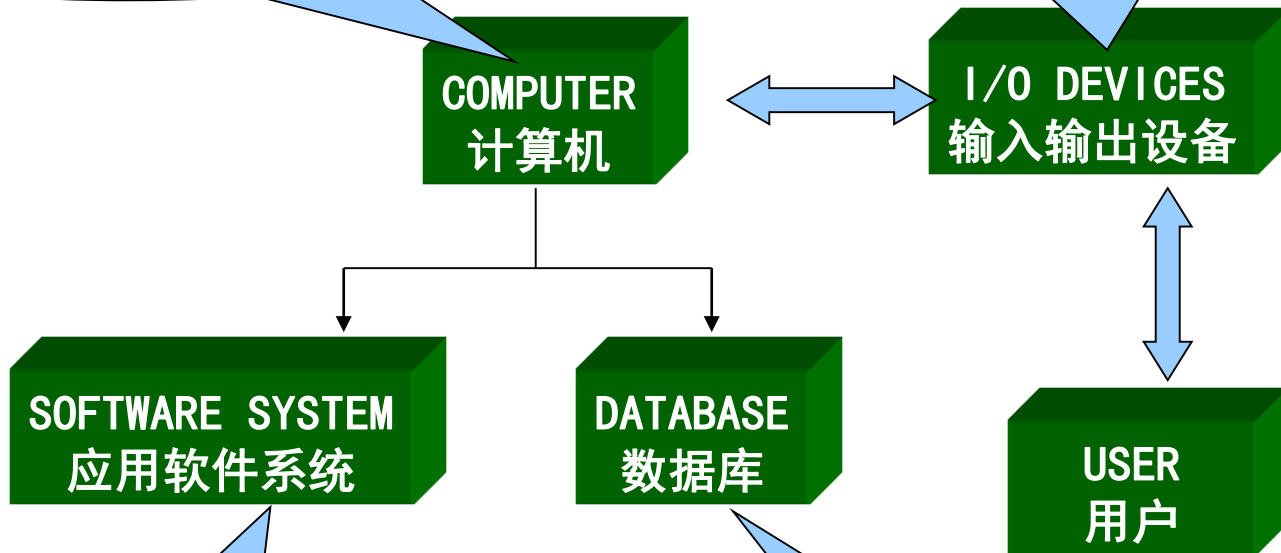
设计



虚拟现实系统的主要技术构成

虚拟世界的生成、人与
虚拟世界的自然交互

识别用户各种形式的输入，
并实时生成相应的反馈信息



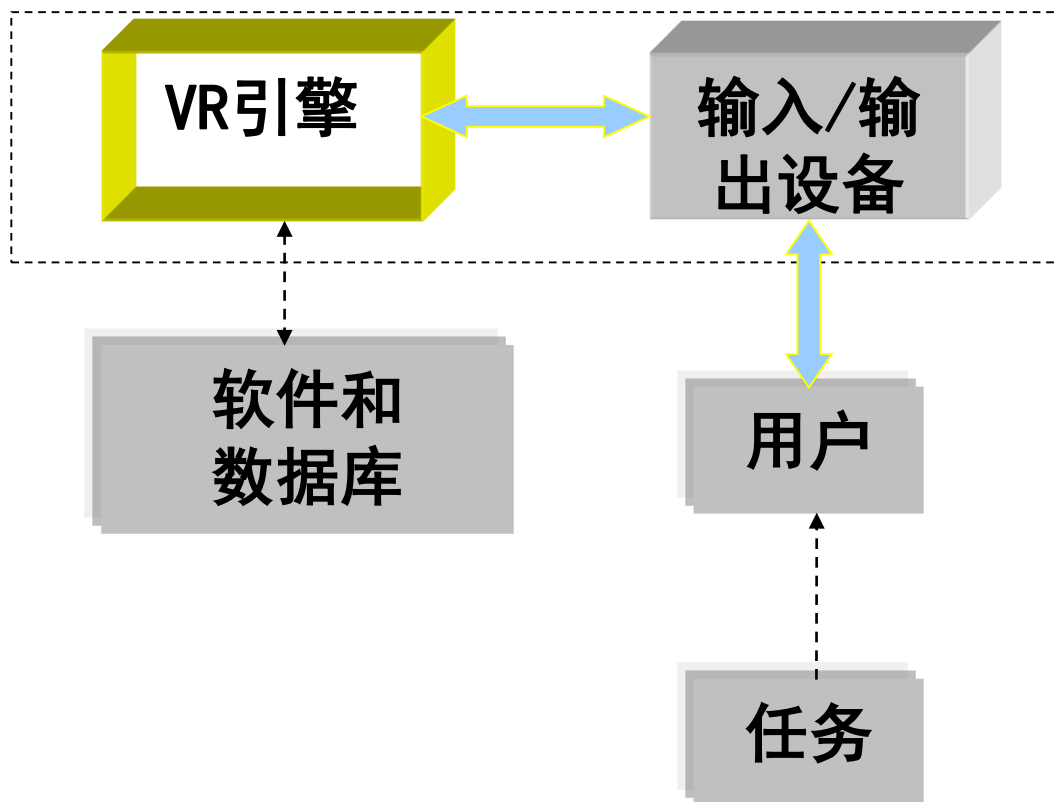
虚拟现实系统

模型的建立、虚拟声音
的生成、管理、显示、
数据库的建立管理

整个虚拟世界中所有
物体的各方面信息

虚拟现实系统的主要技术构成

VR系统结构



VR系统的五个典型组成部分

虚拟现实系统的主要技术构成

- 实时三维图形生成技术
- 多传感交互技术
- 高分辨率显示技术.

虚拟现实系统的主要技术构成

(1)动态环境建模

- 获取实际环境的三维数据
- 根据应用需要建立相应的虚拟环境模型

(2)实时三维图形生成技术

- 实时性：不低于15帧/秒，最好高于30帧/秒

(3)立体显示和传感器技术

- 交互能力依赖于立体显示和传感器技术
- 现状：设备过重、分辨率低、延迟大、有线、跟踪精度低、视场不够宽、眼睛容易疲劳等

虚拟现实系统的主要技术构成

(4)应用系统开发工具

- 应用的关键是寻找合适的场合和对象，即如何发挥想像力和创造性
- 选择适当的应用对象可以大幅度提高生产效率，减轻劳动强度，提高产品质量

(5)系统集成技术

- 由于VR系统中包括大量的感知信息和模型，因此系统集成技术起着至关重要的作用
- 集成技术包括信息的同步技术、模型的标定技术、数据转换技术、数据管理模型、识别与合成技术等等

虚拟现实系统的主要技术构成(硬件)

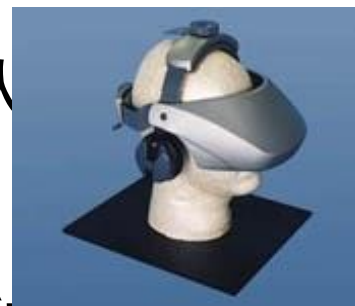
(1) 虚拟现实生成设备：

- 是一台或多台高性能图形计算机：有图形加速器和多条图形输出流水线



(2) 感知设备

- 指将虚拟世界各类感知模型转变为人能接受的多通道刺激信号的设备
- 现状：相对成熟的感知信息和生产和检测技术仅有视觉、听觉和力觉



虚拟现实系统的主要技术构成(硬件)

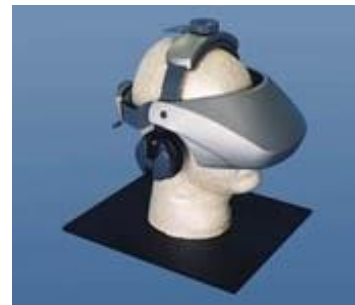
(3) 跟踪设备

- 用于跟踪并检测位置和方位，实现VR中人机交互操作



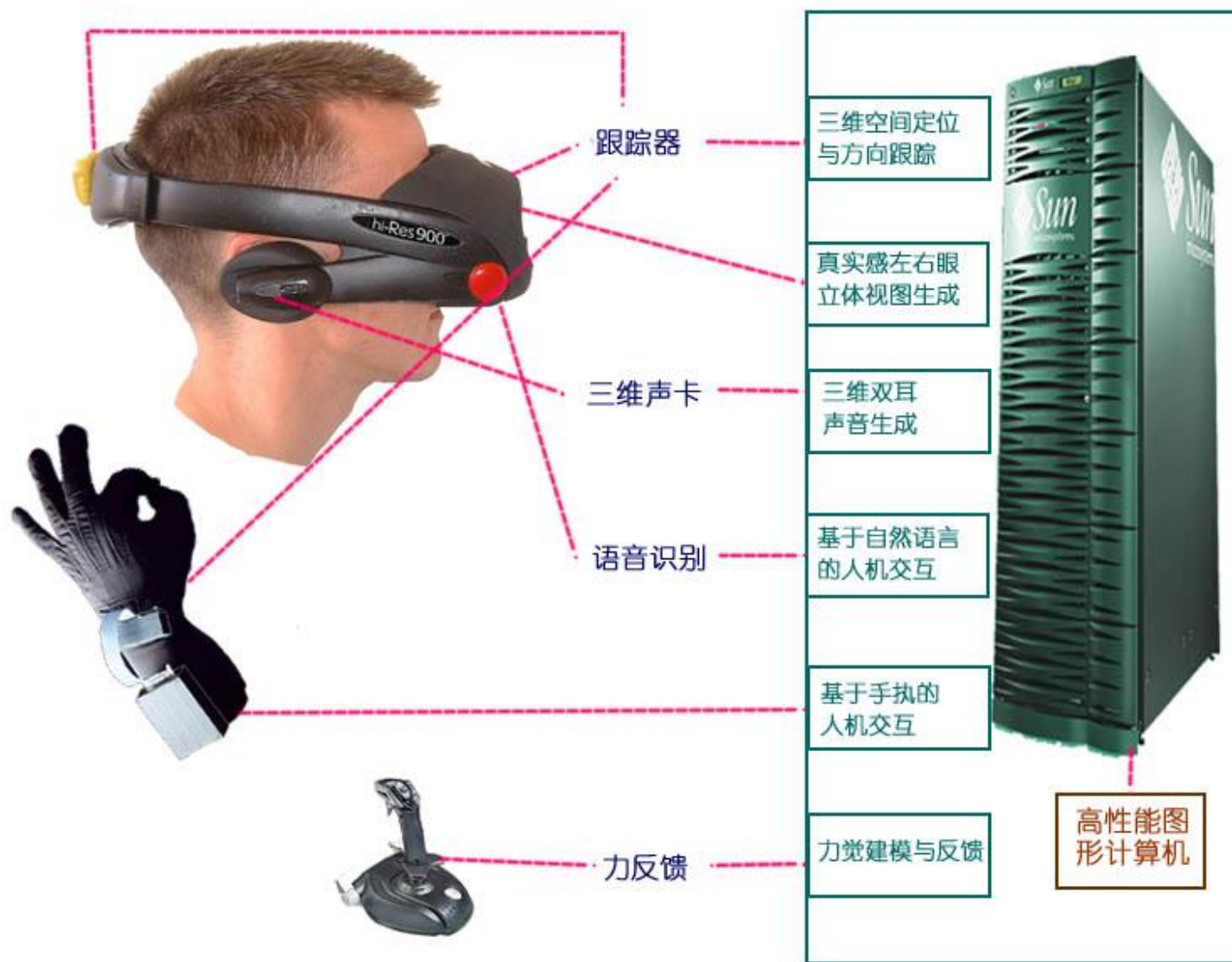
(4) 基于自然方式的人机交互设备

- 应用手势、体势、眼神以及自然语言的人机交互设备
- 常见的有数据手套、数据衣服、眼球跟踪器及语音综合识别装置



虚拟现实系统的主要技术构成

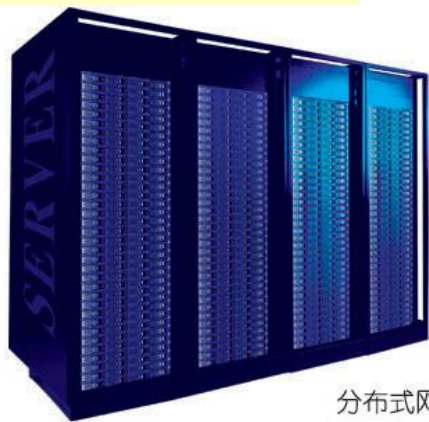
虚拟现实系统硬件配置示意图



虚拟现实系统的主要技术构成

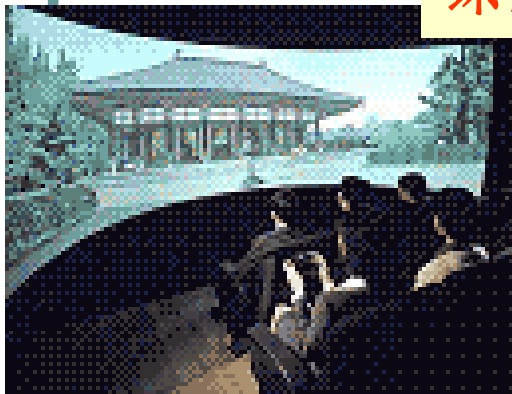
几种常用的虚拟现实设备：

高性能图形计算机



分布式网络渲染器

环形屏幕



头盔



眼镜



三维显示器



三维鼠标



手套



虚拟现实系统的主要技术构成

虚拟现实 建模技术 (建模方式)

基于**图像**的虚拟现实技术

- 反映的景观真实感强
- 不易于控制
- 需要大量内存

基于**图形**(**矢量**或**几何建模**)虚拟现实技术

- 需要大量的计算机矢量建模过程，对计算机系统的速度性能有很高的要求，真实感不强
- 容易控制，方便实现人机交互

虚拟现实系统的主要技术构成

全景图生成技术是基于图像的方法的关键技术

全景图

球面全景图：

- 允许用户对场景进行经纬360°全方位的环绕浏览

柱面全景图：

- 允许用户对场景进行水平空间360°环绕浏览

虚拟现实系统的主要技术构成

全景图生成方法

- **基于图像无缝连接技术：** 其原始资料是利用照相机的平移或旋转得到的部分重叠的序列图像样本
- **纹理映射技术：** 用于形成封闭的纹理映射空间, 如柱面纹理映射空间和球面纹理映射空间。用户可以在柱面全景空间中进行水平 360° 范围内任意视线切换, 在球面全景空间中进行经纬 360° 范围内任意视线切换

虚拟现实系统的主要技术构成

近年来研究的热点是直接用图像来实现复杂环境的实时动态显示，与之相关的技术有：

- 图像镶嵌 (Mosaic) 技术
- 图像插值及视图变换技术
- 图像拼合
- 图像变形
- 图像合成与裁减

虚拟现实系统的主要技术构成

基于建模的方法是以几何实体建立虚拟环境

- 几何实体可采用计算机图形学技术绘制
- 也可用建模工具如AutoCAD、3D Studio等建立模型
- 以统一数据格式输出,进行实时渲染。

虚拟现实系统的主要技术构成

基于建模的方法主要涉及以下关键技术：

- ① 三维实体建模技术——动态建模
- ② 渲染的实时性与真实感技术——实时渲染是实现虚拟环境真实感的关键技术之一
- ③ 碰撞检测、干涉校验及关联运动
- ④ 物理属性——包括实体表面光滑程度、光学效果、软硬程度、密度、力学特性

虚拟现实的应用领域

(1) 用于遥控机器人的遥现技术:

遥现技术是指当实际上在某一个地方时，可以产生在另一个地方的感觉

(2) 仿真技术

计算机生成的具有沉浸感的环境，它对参与者生成诸如视觉、听觉、触觉、味觉等各种感官信息，给参与者一种身临其境的感觉

(3) 对象可视化技术

在科学研究中对研究数据生成可视化效果以便观察和研究

虚拟现实的应用领域

(4) 虚拟实验室

在研究工作和学习过程中，总会有许多实验需反复进行，以期得到不同条件下的不同结果，虚拟实验室能提供这样一个平台

(5) 虚拟电力控制室

使用虚拟现实技术研制辅助设计控制室的系统。使用该系统可以自由地改变控制室内的配置等室内外环境，以便从不同方向观察研究控制室情况

(6) 分布式虚拟现实系统 (DVR)

DVR是指一个支持多人实时通过网络进行交互的软件系统，每个用户在一个虚拟现实环境中，通过计算机与其它用户进行交互，并共享信息

虚拟现实的应用领域

(7) 增强现实

是虚拟现实最具实用价值的应用之一。它在真实环境的基础上把虚拟环境叠加进去，使二者有机结合，产生虚实难辩、亦幻亦真的感觉



虚拟现实在教育领域的具体应用

虚拟学习环境
虚拟实验室
虚拟实训基地
虚拟仿真校园
虚拟远程教育



虚拟现实在**军事**领域的具体应用

虚拟**战场环境**

单兵**模拟训练与评判**

诸军种**联合虚拟演习**

虚拟**指挥员训练**



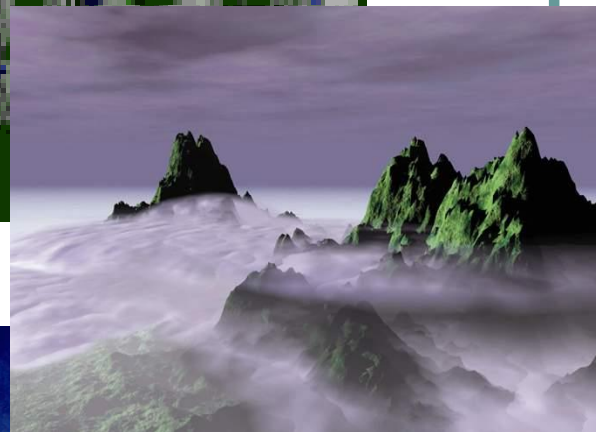
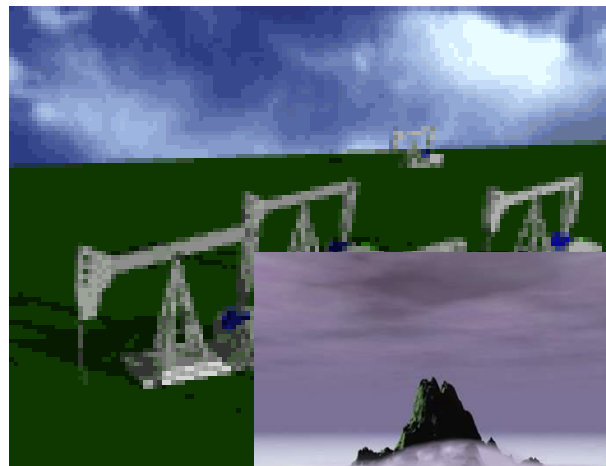
虚拟现实在**矿业**领域的具体应用

模拟**矿井**开采

矿业人员**技术**培训

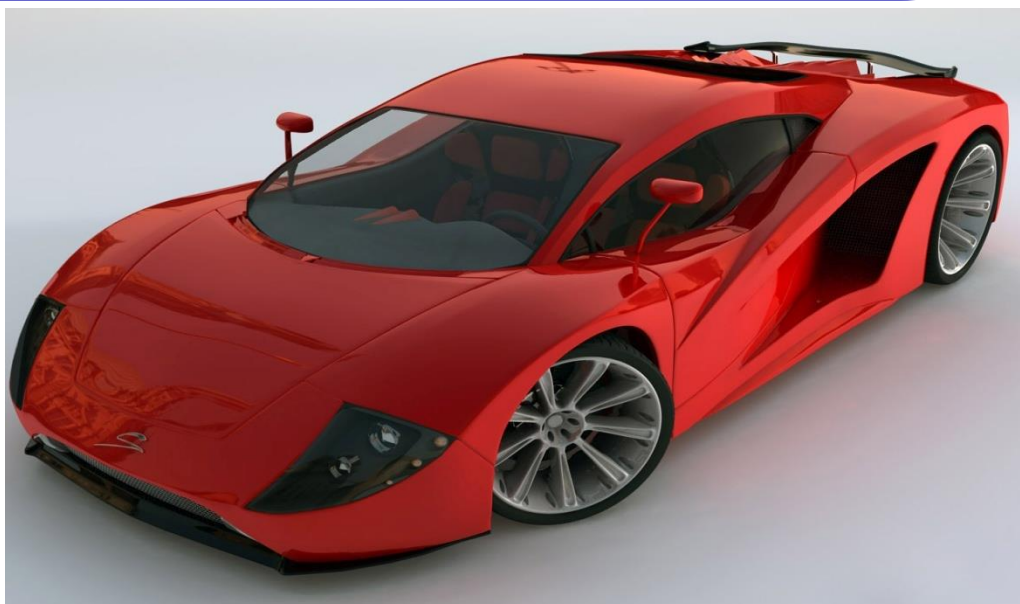
矿井设备的**虚拟**设计和制造

事故**模拟**与调查分析



虚拟现实在商业领域的具体应用

物品外观展示
物品特性展示
物品的功能参数
物品的价格



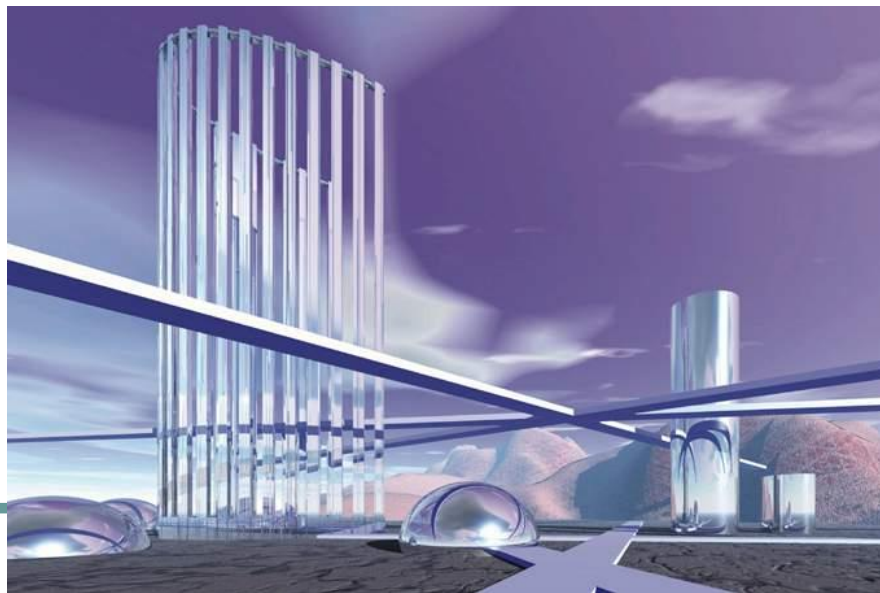
虚拟现实在**房地产**领域的具体应用

最直观的**交流方式**
最快捷的**审批平台**
最方便的**设计工具**
最先进的**营销手段**

- 客厅
 - 卧室
 - 厨房
 - 卫生间
- 户型尺寸
位置方向

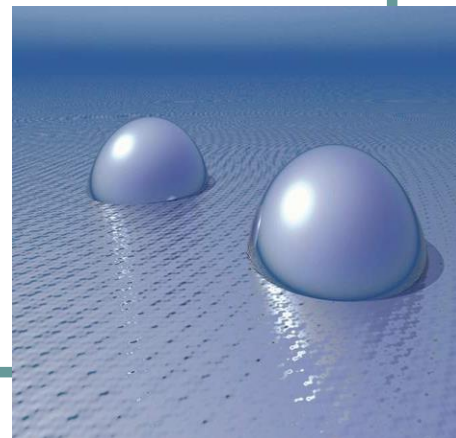
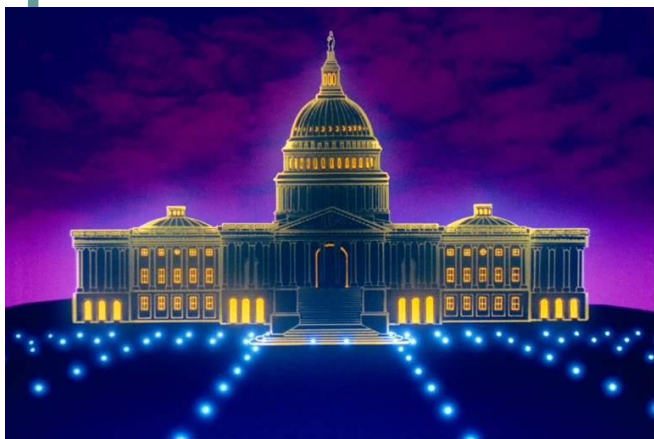


- 客厅
 - 卧室
 - 厨房
 - 卫生间
- 户型尺寸
位置方向



几个已实现的例子

- 1、日本松下公司用来招揽买主的“厨房世界”
- 2、杭州大学开发的虚拟故宫游玩系统
- 3、美国佐治亚理工学院开发出虚拟动物园的大猩猩系统
- 4、日本的一家公司设计制造出一个虚拟世界中的歌手
- 5、宾夕法尼亚大学研究制成虚拟现实人杰克



国外虚拟现实技术的研究现状

(1) **美国宇航局 (NASA)** 的Ames实验室完善了HMD, 并将VPL的数据手套工程化, 使其成为可用性较高的产品。NASA研究的重点放在对空间站操纵的实时仿真上, NASA完成的一项著名的工作是对哈勃太空望远镜的仿真。现在正致力于一个叫“虚拟行星探索 (VPE)”的试验计划

(2) **北卡罗来纳大学 (UNC)** 的计算机系是进行VR研究最早最著名的大学。他们主要研究: 分子建模、航空驾驶、外科手术仿真、建筑仿真等

(3) **Linda大学医学中心**是一所经常从事高难度或者有争议课题的医学研究单位。他们以数据手套为工具, 将手的运动实时地在计算机上用图形表示出来; 他们还首创了VR儿科治疗法

国外虚拟现实技术的研究现状

(4) **麻省理工大学 (MIT)** 是一个一直走在最新技术前沿的科学研究机构。MIT建立了一个名叫BOLIO的测试环境，用于进行不同图形仿真技术的实验。利用这一环境，MIT建立了一个虚拟环境下的对象运动跟踪系统

(5) **SRI研究中心**建立了“视觉感知计划”，研究现有VR技术的进一步发展。1991年后，SRI进行了利用VR技术对军用飞机或车辆驾驶的训练研究。另外，SRI还利用遥控技术进行外科手术仿真的研究

(6) **华盛顿大学**华盛顿技术中心的人机界面技术实验室 (HIT Lab) 在新概念的研究中起着领先作用，同时也在进行感觉、知觉、认知和运动控制能力的研究。HIT现已将VR研究引入了教育、设计、娱乐和制造领域。

国外虚拟现实技术的研究现状

(7) **Dave Sims**等人研制出虚拟现实撤退模型来观看系统如何运作。这一模型已在维加斯的虚拟购物商场中得以运用。

(8) **SOFTIMAGE公司**的专家们提出了渗透将有助于扩大虚拟现实的美学感，这是VR未来的一个发展方向。

(9) **伊利诺斯州立大学**研制出在车辆设计中，支持远程协作的分布式VR系统。不同国家、不同地区的工程师们可以通过计算机网络实时协作设计。系统采用了虚拟原型，从而减少设计图像和新产品入市的时间，且可在新产品生产之前就能对其进行估算和测试，这样大大地提高了产品质量。

(10) **乔治梅森大学**研制出一套在动态虚拟环境中的流体实时仿真系统，在一个分布交互式仿真系统中仿真真实世界复杂流体的物理特性。

国内虚拟现实技术的研究现状

(1) **北京航空航天大学**计算机系是国内最早进行VR研究、最有权威的单位之一，在视觉接口方面开发出了部分硬件，并提出了有关算法及实现方法；实现了分布式虚拟环境网络设计，建立了网上虚拟现实研究论坛。

(2) **浙江大学CAD&CG国家重点实验室**开发出了一套桌面型虚拟建筑环境实时漫游系统。另外，他们还研制出了在虚拟环境中一种新的快速漫游算法和一种递进网格的快速生成算法。

(3) **哈尔滨工业大学计算机系**已经成功地虚拟出了人的高级行为中特定人脸图象的合成，表情的合成和唇动的合成等技术问题，并正在研究人说话的头势和手势动作，语音和语调的同步等。

国内虚拟现实技术的研究现状

(4) **清华大学计算机科学与技术系**对虚拟现实的临场感进行了研究。针对室内环境水平特征丰富的特点，提出借助图象变换，使立体视觉图象中对应水平特征呈现形状一致性，以利于实现特征匹配，并获取物体三维结构的新颖算法。

(5) **西安交通大学信息工程研究所**对虚拟现实中的关键技术——立体显示技术进行了研究。他们在借鉴人类视觉特性的基础上提出了一种基于JPEG标准压缩编码新方案，并获得了教高的压缩比、信噪比以及解压速度，并且已经通过实验结果证明了这种方案的优越性

(6) **中国科技开发院威海分院**主要研究虚拟现实中视觉接口技术，完成了虚拟现实中的体视图象对算法回显及软件接口。他们在硬件开发上已经完成了LCD红外立体眼镜，并且已经实现商品化

国内虚拟现实技术的研究现状

(7) **北方工业大学CAD研究中心**是我国最早开展计算机动画研究的单位之一，中国第一部完全用计算机动画技术制作的科教片《相似》就出自该中心。关于虚拟现实的研究已经完成了2个“863”项目，完成了体视动画的自动生成部分算法与合成软件处理，完成了VR图象处理与演示系统的多媒体平台及相关的音频资料库，制作了一些相关的体视动画光盘

(8) **国防科技大学**开发了一个基于互联网的三维虚拟漫游环境Universe3D

(9) **西北工业大学CAD/CAM研究中心**，**上海交通大学**图象处理及模式识别研究所，**华东船舶工业学院**计算机系、**安徽大学**电子工程与信息科学系等也进行了一些研究工作和尝试

推荐

观看影片：

- 阿凡达
- 星战前传3
- 后天
- 游戏终结
- 哈利.波特



上网查看：

http://www.web3dchina.com/show_vrml.htm

<http://www.chinavr.net/beijing/gugong.htm>

思考问题

虚拟现实
增强现实
全息呈像

