



虚拟现实技术

Virtual Reality Technology

金枝

中山大学智能工程学院 2019秋季课程



本堂课内容

- 1 复习上节课知识
- 2 掌握虚拟现实系统的硬件组成
- 3 掌握虚拟现实系统输入设备的类型
- 4 了解常用的输入设备的特点



复习习题

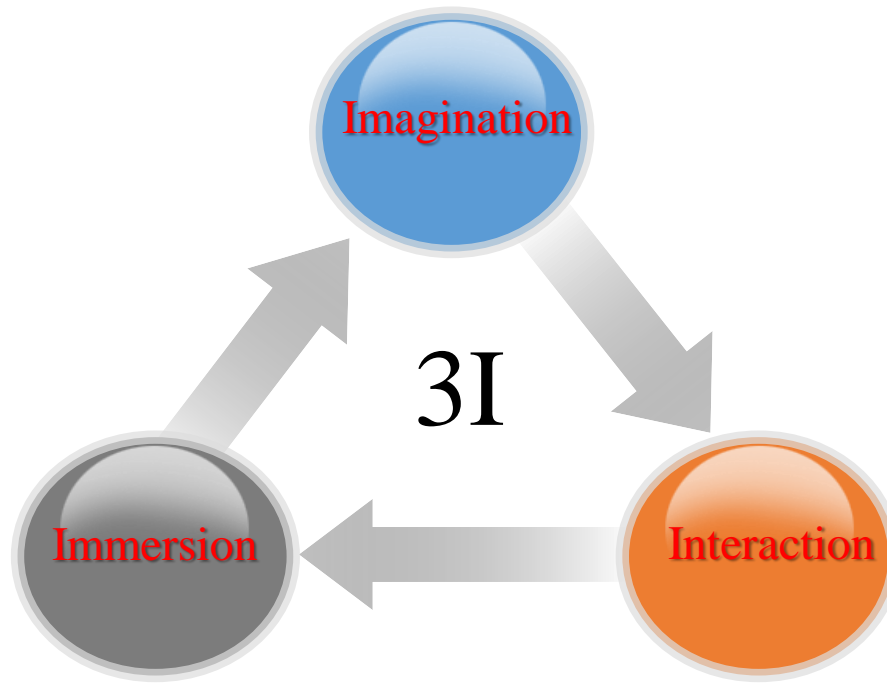
填空题

1. 虚拟现实技术的特性有_____、_____和_____。
2. 典型的虚拟现实系统主要由_____、_____和_____等组成。
3. 根据用户参与虚拟现实的不同形式以及沉浸程度的不同，可以把各种类型的虚拟现实系统划分为四类：_____、_____、_____和_____。



基本特征

想象性 (Imagination): 指用户沉浸在多维信息空间中, 依靠自己的感知和认知能力全方位获取知识, 发挥主观能动性, 寻求解答, 形成新的概念。



沉浸感 (Immersion): 指用户感到作为主角存在于模拟环境中的真实程度。

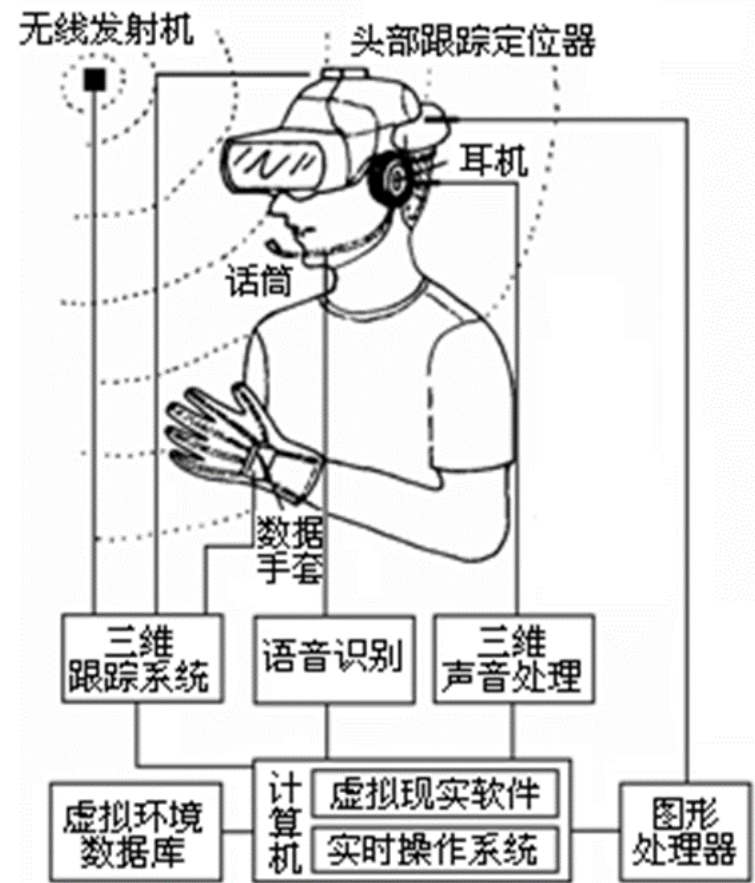
交互性 (Interaction): 指参与者对虚拟环境中物体的可操作程度和从环境中得到反馈的自然程度。



系统组成

虚拟现实系统的组成

- 三维的虚拟环境产生器及其计算部分
- 由各种传感器构成的信号采集部分
- 由各种外部设备构成的信息输出部分

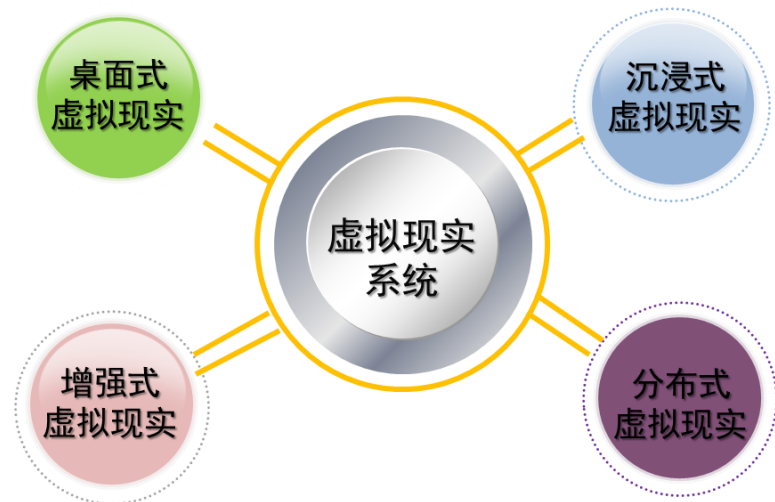




虚拟现实系统的分类

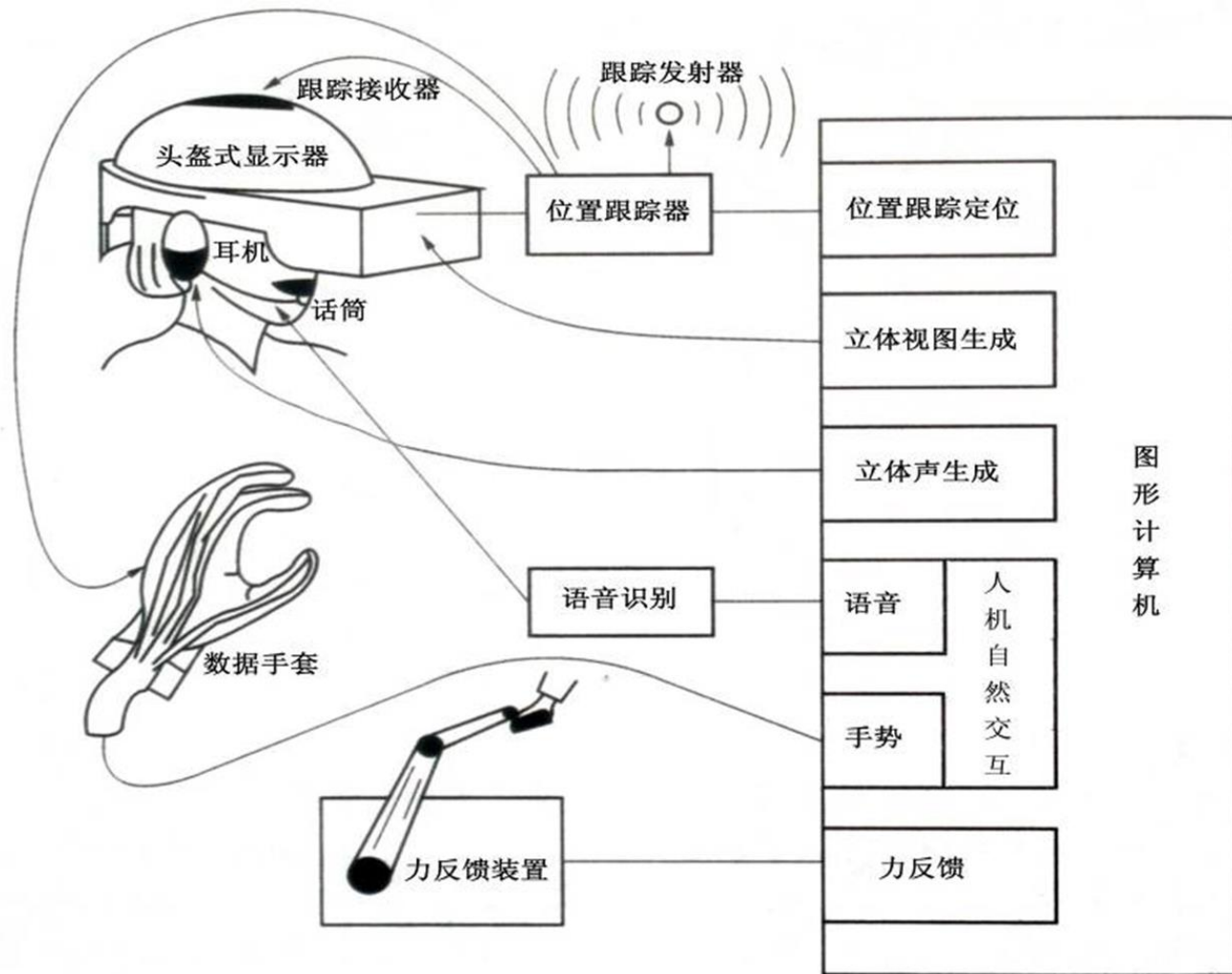
- 桌面式VR系统（Desktop VR）
- 沉浸式VR系统（Immersive VR）
- 增强式VR系统（Augmented VR）
- 分布式VR系统（Distributed VR）

按交互和浸入程度的不同：





虚拟现实系统





虚拟现实系统

人的感官	说明	接口设备
视觉	感觉各种可见光	显示器或投影仪等
听觉	感觉声音波	耳机、喇叭等
嗅觉	感知空气中的化学成分	气味放大传感装置
味觉	感知液体中的化学成分	
触觉	皮肤感知温度，压力，纹理等	触觉传感器
力觉	肌肉等感知的力度	力觉传感器
身体感觉	感知肌体或身躯的位置与角度	数据衣
前庭感觉	平衡感知	动平台



虚拟现实系统





1 虚拟现实系统输入设备

- 输入设备是用户与计算机或其他设备通信的桥梁。
- 传统的输入设备：包括键盘，鼠标，摄像头，扫描仪，手写输入板等。

鼠标



键盘



扫描仪



- 由于传统的键盘与鼠标已满足不了虚拟现实的输入技术要求，则需要一些新的特殊设备的支持。



1 虚拟现实系统输入设备

- 输入设备（Input Devices）是用来输入用户发出的动作，使用户可以操控一个虚拟境界。





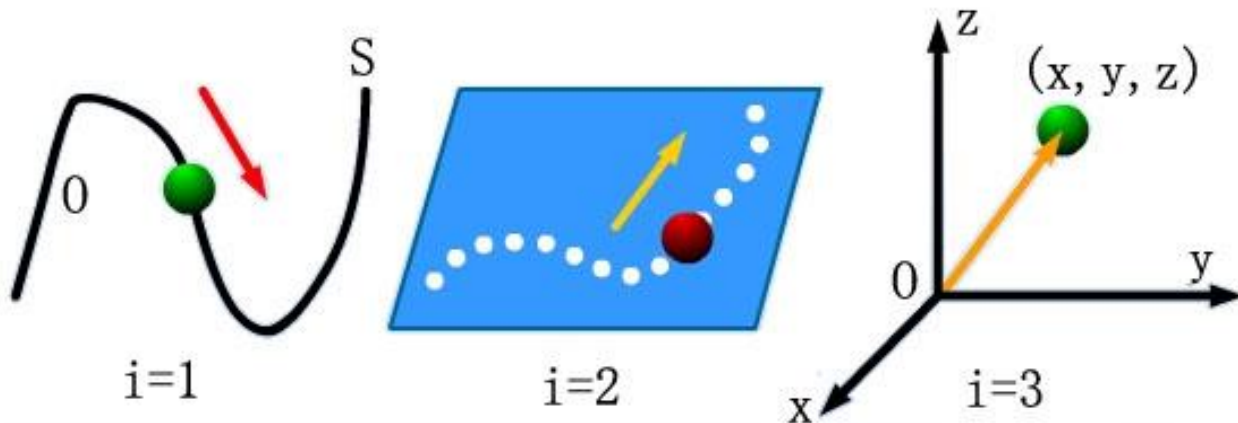
1.1 跟踪定位设备

- **跟踪器**能够实时地测量用户身体或其局部的位置和方向，并将其作为用户的输入信息传递给虚拟现实系统的主控计算机，从而根据用户当前的视点信息刷新虚拟场景的显示。
- 目前的跟踪器主要包括三个常用的**电磁跟踪器**、**光学跟踪器**、**超声波跟踪器**、和其他类型的**机械跟踪器**、**惯性跟踪器**、**GPS跟踪器**及**混合跟踪器**等。



1.1 跟踪定位设备

- 跟踪定位技术通常使用**六自由度**来描述对象在三维空间中的位置和方向。
- 物体在三维空间运动时，具有6个自由度。其中，3个用于平移运动，3个用于旋转运动。



物体运动的自由度



1.1 跟踪定位设备

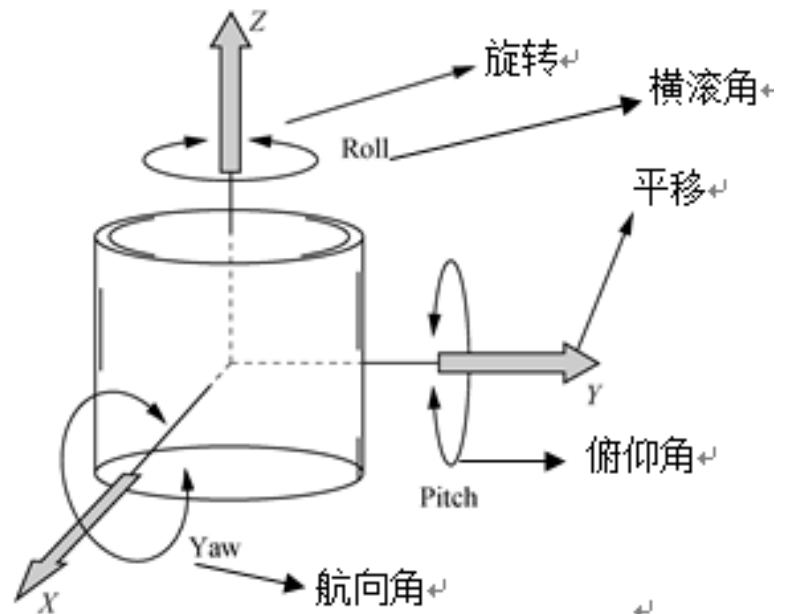
六自由度

➤ 三个平移自由度:

- 用于描述三维对象的X、Y、Z坐标值,

➤ 三个旋转自由度:

- 俯仰角 (Pitch)
- 横滚角 (Roll)
- 航向角 (Yaw)





1.1 跟踪定位设备

位置跟踪器的性能参数

在虚拟现实系统中，对用户的实时跟踪和接受用户动作指令的交互技术的实现主要依赖于各种位置跟踪器，它们是实现人机之间的沟通的极其重要的通信手段，是实时处理的关键技术。

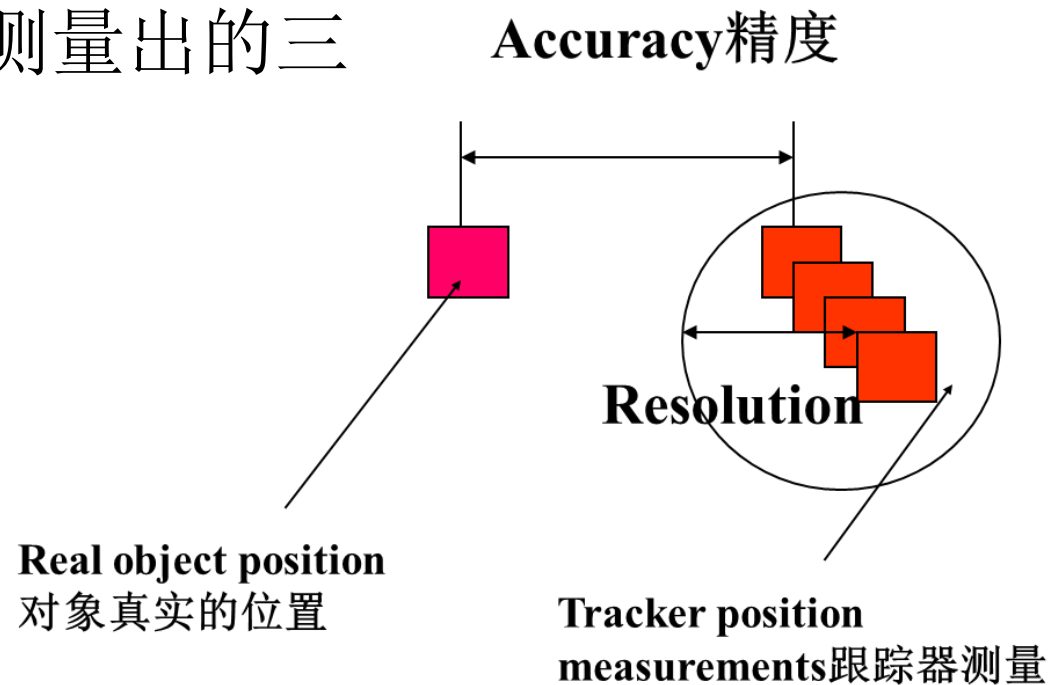
跟踪器的性能指标主要包括：**精度、抖动、偏差和延迟。**



1.1 跟踪定位设备

跟踪器的性能参数

精度（Accuracy）是指对象真实的三维位置与跟踪器测量出的三维位置之间的差值。

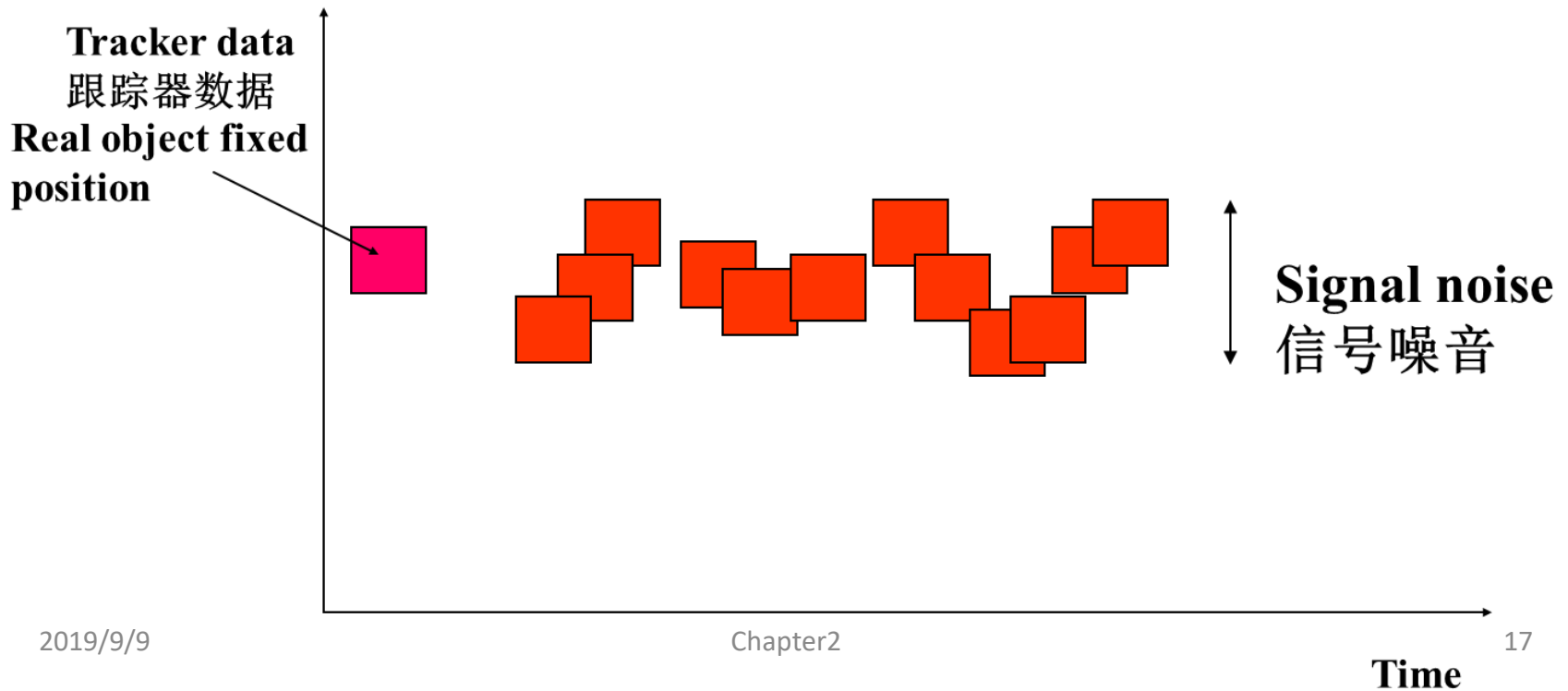




1.1 跟踪定位设备

跟踪器的性能参数

抖动（Jitter）是指当被跟踪对象固定不变时，跟踪器输出结果的变化。

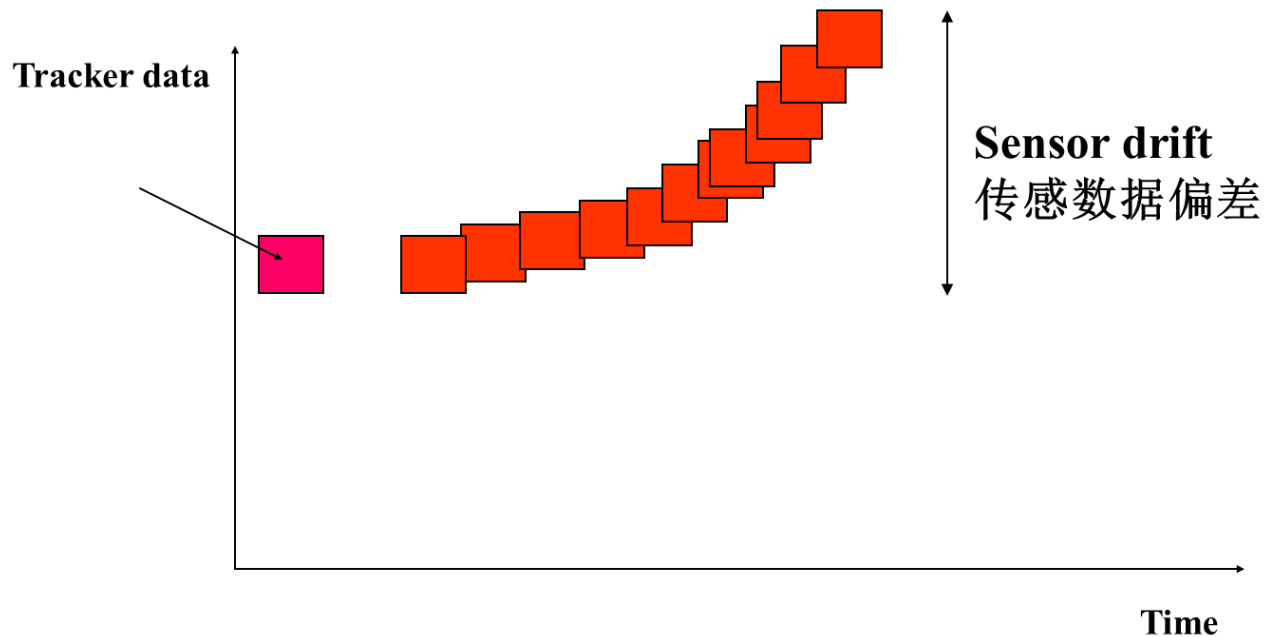




1.1 跟踪定位设备

跟踪器的性能参数

偏差（Drift）是指跟踪器随时间推移而累积的误差。



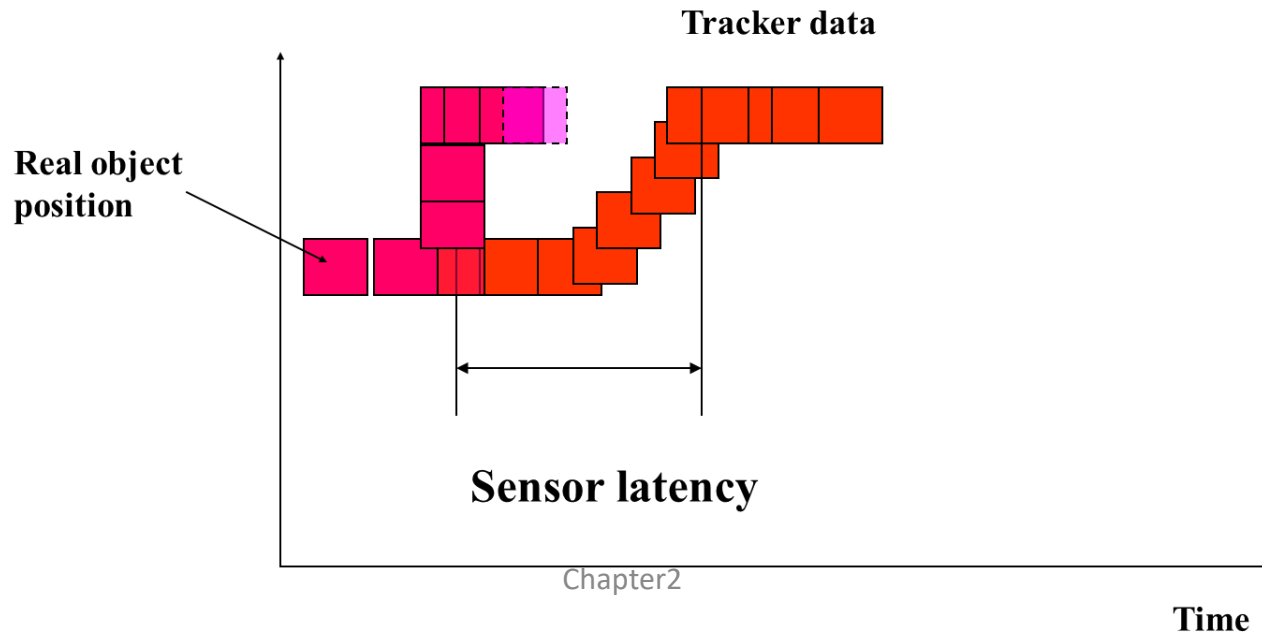


1.1 跟踪定位设备

跟踪器的性能参数

延迟（Latency）是动作与结果之间的时间差。

对三维跟踪器来说，延迟是对象的位置或方向的变化与跟踪器检测这种变化之间的时间差。



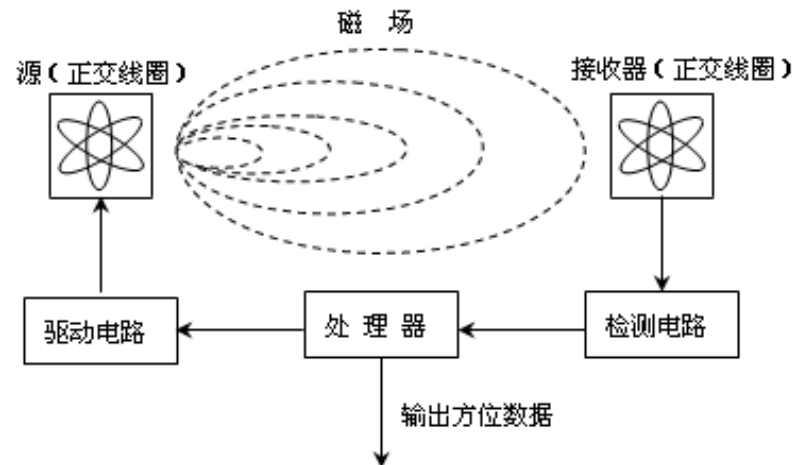


1.1 跟踪定位设备

- **电磁跟踪器**（Magnetic Trackers）是一种非接触式的位置测量设备，它使用由一个固定发射器产生的电磁场，来确定移动接收单元的实时位置。



PowerTRAK360™电磁式位置跟踪器





1.1 跟踪定位设备

- 交流电发射器由3个互相垂直的线圈组成，当交流电在3个线圈中通过时，就产生互相垂直的3个磁场分量，在空间传播。接收器也由3个互相垂直的线圈组成，当有磁场在线圈中变化时，就在线圈上产生一个感应电流，接收器感应电流强度与其距发射器的距离有关。通过电磁学计算，可产生9个感应电流（3个感应线圈分别对3个发射线圈磁场感应产生9个电流）计算出发射器和接收器之间的角度和距离。



1.1 跟踪定位设备

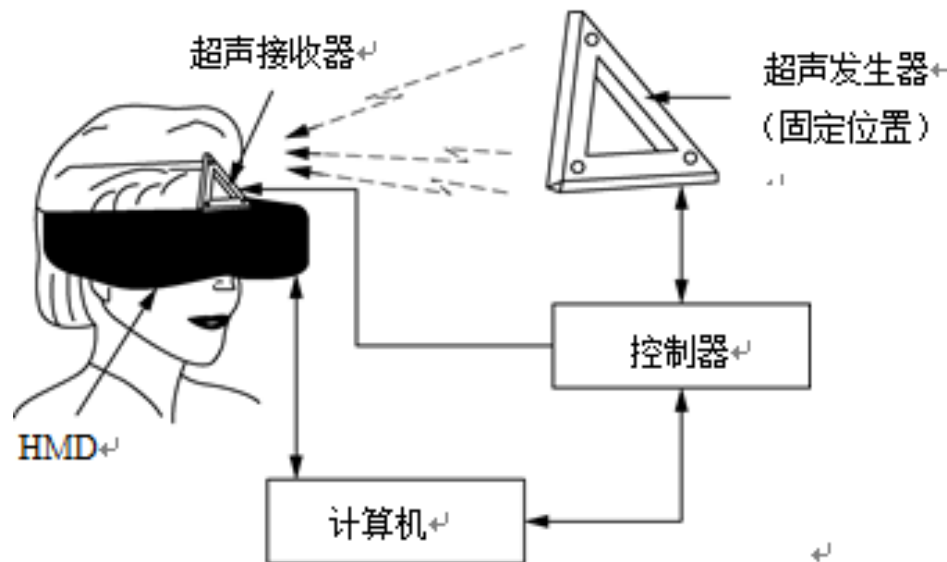
- 电磁跟踪器的原理就是利用磁场的强度来进行位置 and 方向跟踪。一般由一个控制部件，几个发射器和几个接收器组成。

优点	缺点
<ul style="list-style-type: none">➤ 其敏感性不依赖于跟踪方位➤ 不受视线阻挡的限制➤ 体积小、价格便宜	<ul style="list-style-type: none">➤ 延迟较长➤ 跟踪范围小➤ 容易受环境中大的金属物体或其他磁场的影响，信号发生畸变，跟踪精度降低



1.1 跟踪定位设备

- **超声波跟踪器**（Ultrasonic Trackers）是声学跟踪技术最常用的一种，是一种非接触式的位置测量设备，使用固定发射器产生的超声信号来确定移动接收单元的实时位置。





1.1 跟踪定位设备

- 根据不同的测量原理来，超声波位置跟踪设备的测量方法分为两种：**飞行时间法**（Time-of-Flight）和**相位相干法**（Phase-Coherent）
- 测量飞行时间法（TOF）是基于三角测量的。周期性地激活各个发射器轮流发出高频的超声波，测量到达各个接受点的飞行时间，由此利用声音的速度得到发射点与接受点的之间的九个距离，再由三角运算得到被测物体的位置。



1.1 跟踪定位设备

- 相位相干法（PC）的工作过程为：在测量相位差的方式中，各个发射器发出高频的超声波，测量到达各个接受点的相位差来得到点与点的距离，再由三角运算得到被测物体的位置。声波是正弦波，发射器与接受器的声波之间存在相位差，这个相位差也与距离有关。这中测量方法是基于相对距离的，无法得知目标的绝对距离，每步的测量误差会随时间而积累。绝对距离必须在初始由其它设备校准。



1.1 跟踪定位设备

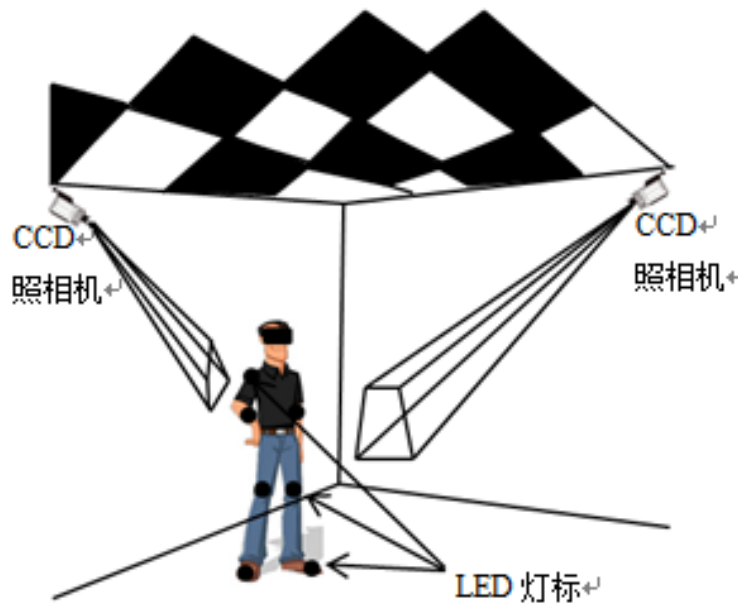
• 超声波跟踪器优缺点

优点	缺点
<ul style="list-style-type: none">➤ 不受环境磁场及铁磁物体的影响➤ 不产生电磁辐射➤ 价格便宜	<ul style="list-style-type: none">➤ 更新率慢➤ 超声波信号在空气中的传播衰减，影响跟踪器工作范围➤ 发射器和接收器之间要求无阻挡➤ 背景噪声和其它超声源会破坏跟踪器的信号

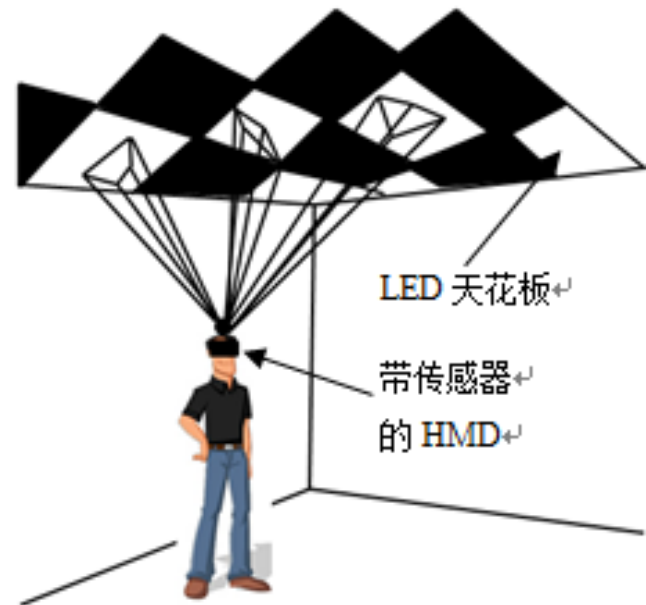


1.1 跟踪定位设备

- 光学跟踪器（Optical Trackers）是一种非接触式的位置测量设备，使用光学感知来确定对象的实时位置和方向。



(a) 从外向里看



(b) 从里往外看



1.1 跟踪定位设备

- 光学跟踪器:





1.1 跟踪定位设备

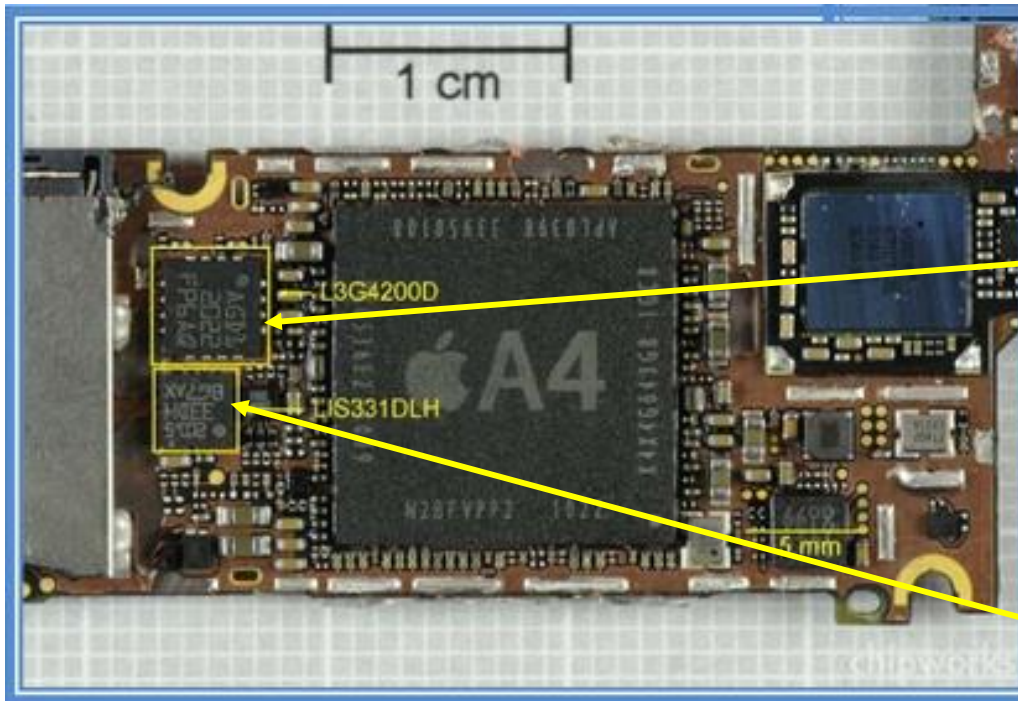
• 光学跟踪器优缺点:

优点	缺点
<ul style="list-style-type: none">➤ 在近距离内非常精确且不受磁场和声场的干扰➤ 不受金属物质的干扰➤ 较高的更新率和较低的延迟	<ul style="list-style-type: none">➤ 要求光源与探测器可视➤ 跟踪的角度范围有限



1.1 跟踪定位设备

- 惯性跟踪器通过牛顿运动定律确定方向和位置。
- 陀螺仪和加速度计是惯性跟踪器的两个关键部件。



陀螺仪

加速度计

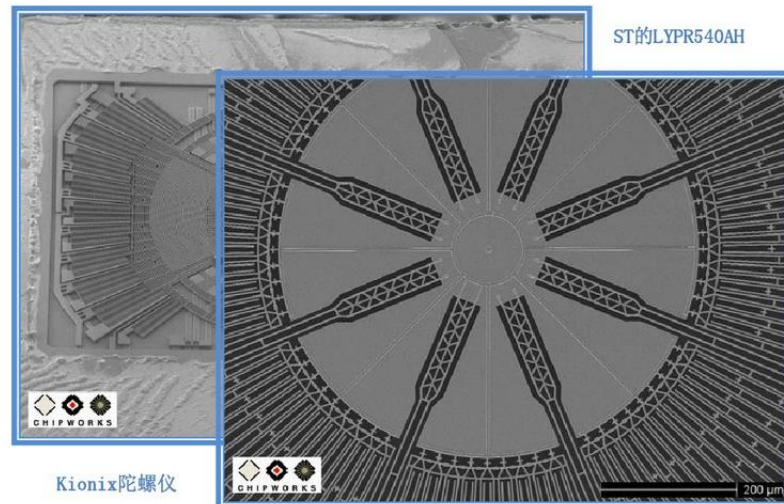


1.1 跟踪定位设备

- 陀螺仪测量对象的方向变化速率。
- 加速度计是能够测量物体的加速力。加速力就是当物体在加速过程中作用在物体上的力，就比如地球引力，也就是重力。



陀螺仪——内部结构照片



Kionix陀螺仪
Chapter2



1.1 跟踪定位设备

- 目前，惯性位置跟踪设备由三个这样的陀螺仪安装在互相正交的轴上，可以测量出偏航角、俯仰角和滚动角速度，随时间的综合可以得到三个正交轴的方位角。加速计是用来测量三个方向上平移速度的变化，即 x ， y ， z 方向的加速度，



1.1 跟踪定位设备

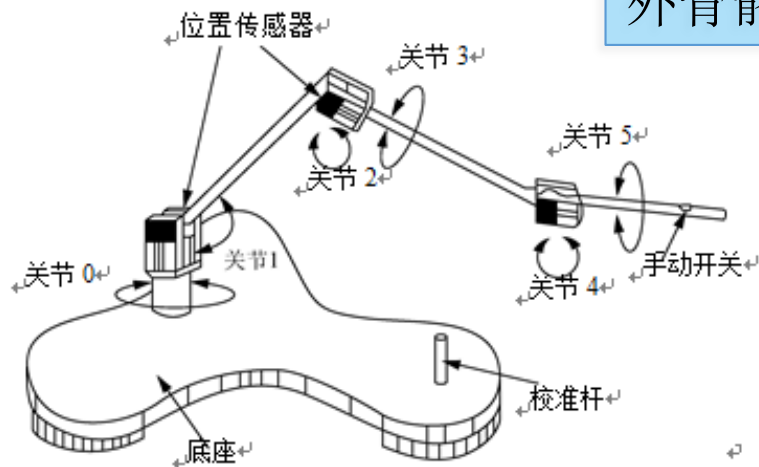
• 惯性跟踪器优缺点:

优点	缺点
<ul style="list-style-type: none">➤ 不存在发射源、不怕遮挡、没有外界干扰、有无限大的工作空间、抖动（传感器噪声可通过积分过滤掉）很小	<ul style="list-style-type: none">➤ 快速积累误差（或偏差）➤ 由于重力场，容易产生噪声与校准错误，位置和方向会发生漂移



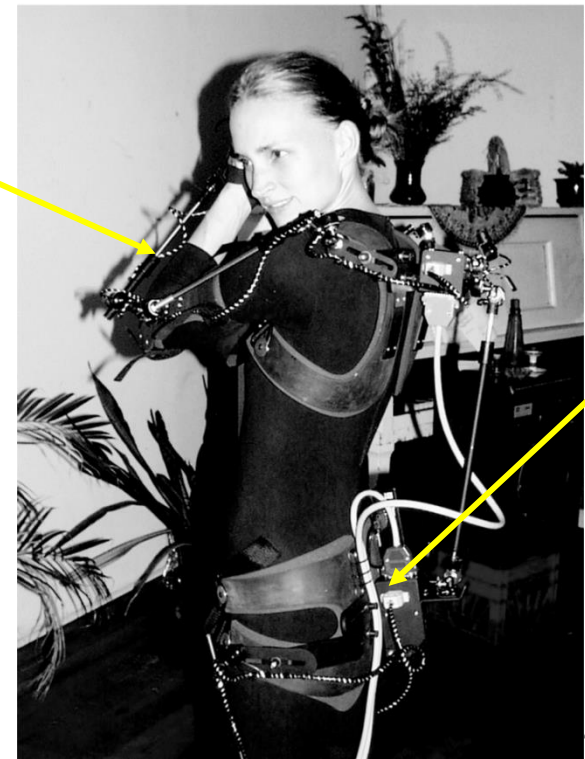
1.1 跟踪定位设备

- **机械跟踪器**（Mechanical Trackers）由一个串行或并行的运动结构组成，该运动结构由多个带有传感器的关节连接在一起的连杆构成。



机械跟踪器原理图

外骨骼结构



计算机接口

穿戴式机械跟踪器



1.1 跟踪定位设备

- 机械跟踪器的工作原理是通过机械连杆装置上的参考点与被测物体相接触的方法来检测其位置的变化。

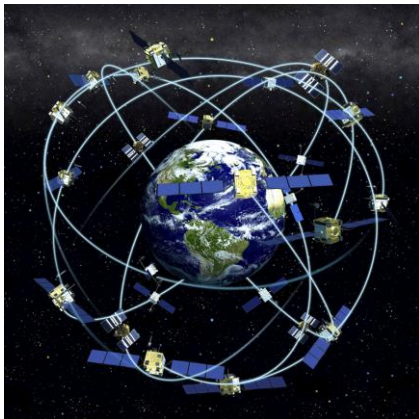
优点	缺点
<ul style="list-style-type: none">➤ 简单且易于使用➤ 不受周围环境中的金属物质和磁场的影响➤ 抖动比较小，延迟比较低➤ 与被跟踪对象之间无视觉阻挡问题	<ul style="list-style-type: none">➤ 机械臂受尺寸限制，工作范围有限➤ 人机工程学问题，降低沉浸感



1.1 跟踪定位设备

- **GPS跟踪器**是内置了GPS模块和移动通信模块的终端，用于将GPS模块获得的定位数据通过移动通信模块传至Internet上的一台服务器上，从而可以实现在计算机上查询终端位置。

GPS系统包括三大部分：



1.空间部分——GPS卫星系统

2019/9/10 2.地面控制部分——地面监控系统



3.用户设备部分——GPS信号接收机



1.1 跟踪定位设备

• GPS跟踪器优缺点:

优点	缺点
<ul style="list-style-type: none">➤ 拥有全球范围的有效覆盖面积➤ 系统比较成熟➤ 定位服务比较完备	<ul style="list-style-type: none">➤ 信号受建筑物影响较大，衰弱很大，定位精度相对较低。而且在航线控制区域，它甚至会完全没有信号。



1.1 跟踪定位设备

- **混合跟踪器**（Hybrid Trackers）指使用了两种或两种以上位置测量技术来跟踪对象的系统，它能取得比使用任何一种单一技术更好的性能。





1.2 虚拟现实系统的交互接口

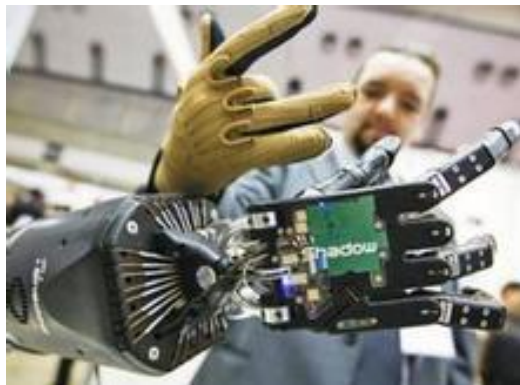
- 虚拟现实系统是一个人机交互系统，而且在虚拟现实系统中要求人与虚拟世界之间是自然交互的。
- 本节中的交互接口包括：手势接口、三维鼠标和数据衣。



1.2 虚拟现实系统的交互设备

手势接口

- **手势接口**（Gesture Interface）是测量用户手指（有时也包括手腕）实时位置的设备。
- **目的：**是为了实现与虚拟环境的基于手势识别的自然交互。





1.2 虚拟现实系统的交互接口

- 各种数据手套之间的主要区别是：
 - ◆ 所使用的传感器的类型
 - ◆ 给每个手指分配的传感器的数目
 - ◆ 感知分辨率
 - ◆ 手套的采样速度
 - ◆ 支持的活动范围

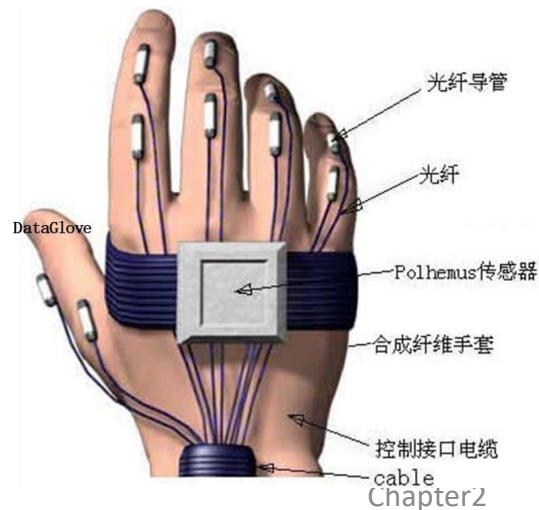
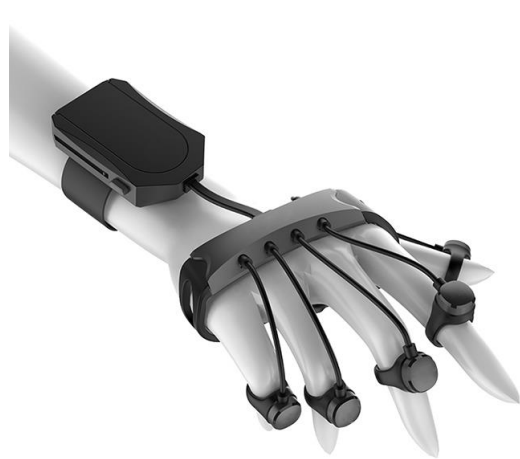




1.2 虚拟现实系统的交互接口

- 数据手套的基本原理是：

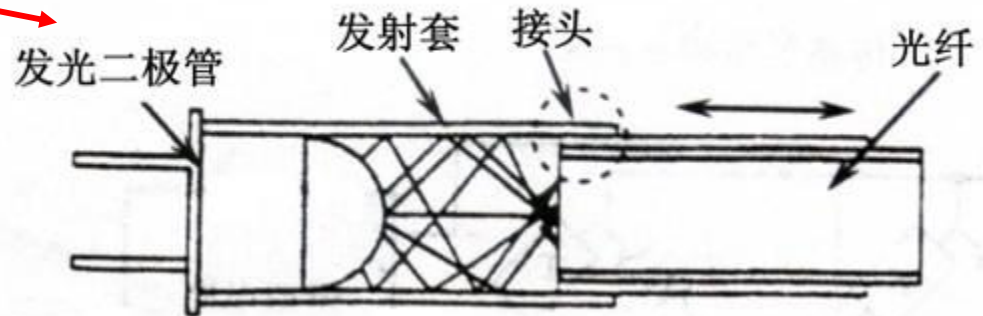
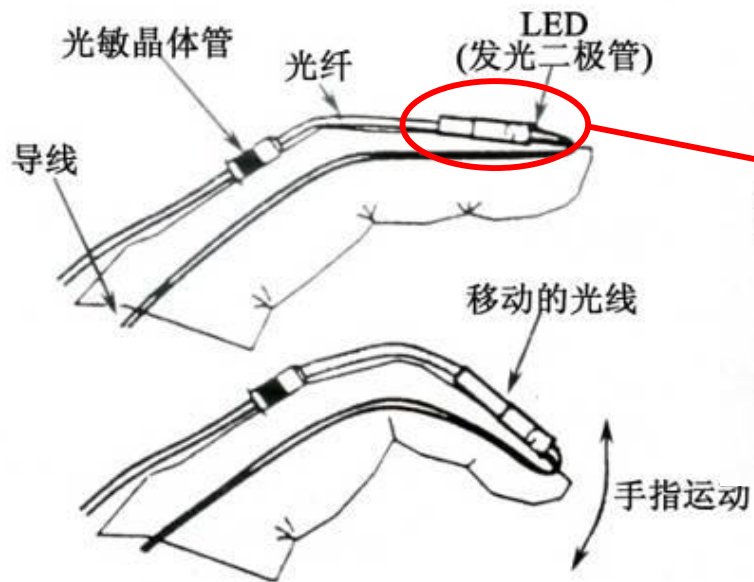
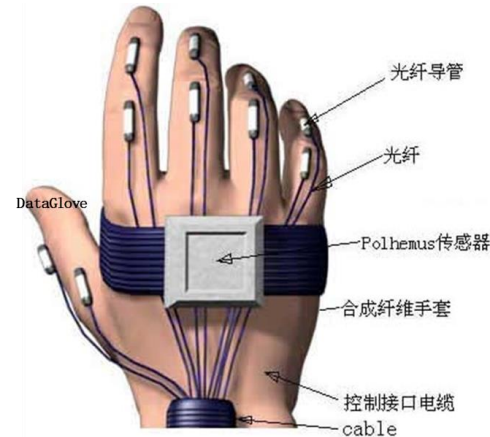
- ◆ 数据手套设有弯曲传感器，一个节点对应一个传感器，有5节点、14节点、18节点、22节点之分。
- ◆ 弯曲传感器由力敏元件、柔性电路板、弹性封装材料组成，通过导线连接至信号处理电路；





1.2 虚拟现实系统的交互接口

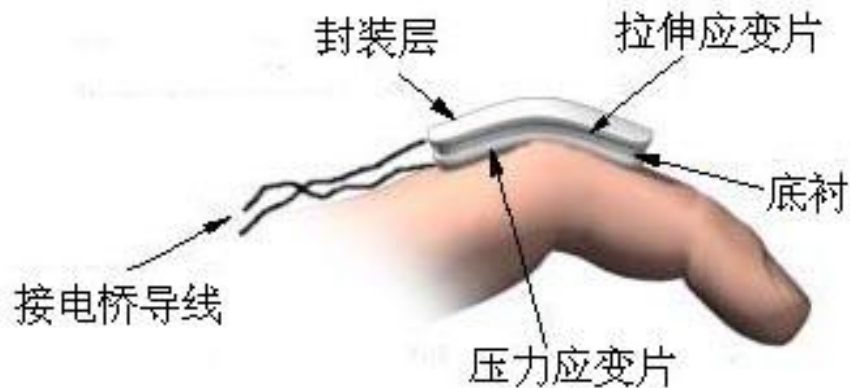
- 数据手套的基本原理是：





1.2 虚拟现实系统的交互接口

- 数据手套的基本原理是：

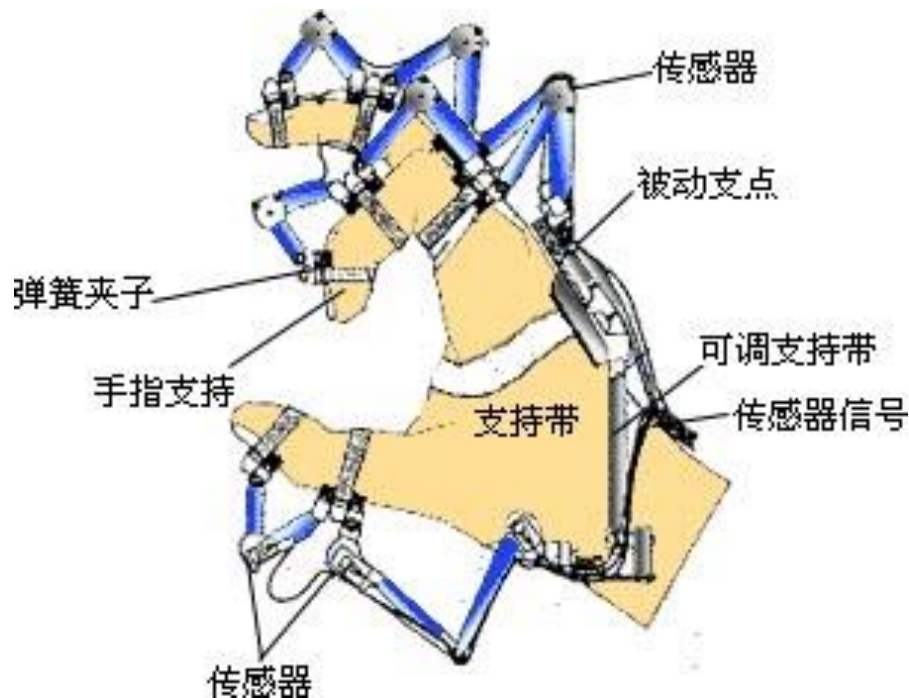


传感器结构示意图

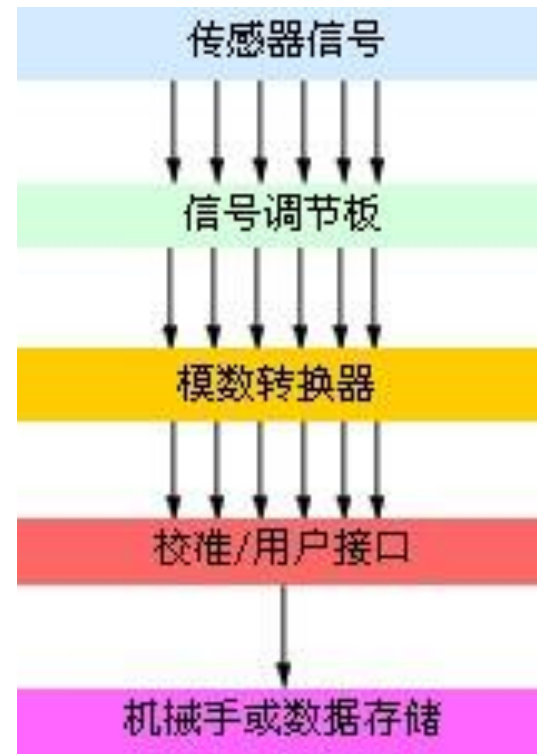


1.2 虚拟现实系统的交互接口

- 数据手套的基本原理是：



(a) 结构示意图



(b) 系统框图

DHM手套



1.2 虚拟现实系统的交互接口

三维鼠标

- 三维鼠标是虚拟现实应用中比较重要的交互设备，可以从不同的角度和方位对三维物体进行观察、浏览和操纵。





1.2 虚拟现实系统的交互接口

数据衣

- 数据衣装备着许多触觉传感器，使用者穿上后，衣服里面的传感器能够根据使用者身体的动作进行探测，并跟踪人体的所有动作。





1.3 快速建模设备

3D摄像机

3D 摄像机通常采用两个摄像镜头，并且以一定间距和夹角来记录影像的变化，模拟人的视觉生理现象。



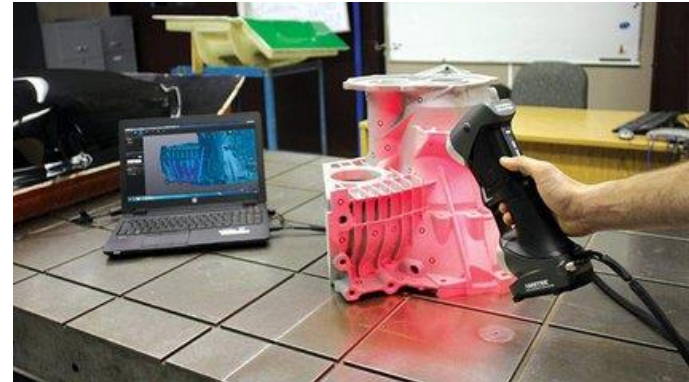


1.3 快速建模设备

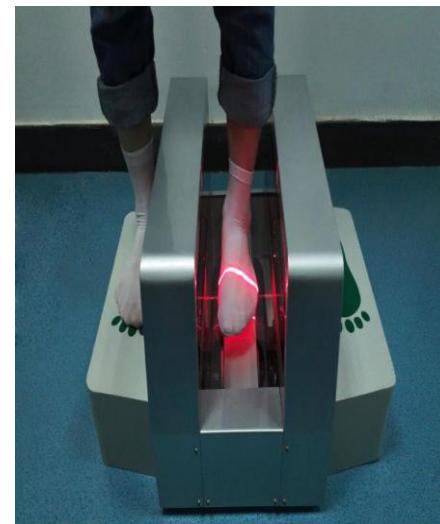
3D扫描仪

- ◆ 接触式扫描仪
- ◆ 非接触式扫描仪

非接触式扫描仪：激光式扫描仪和光学式扫描仪



3D激光式扫描仪



3D光学式扫描仪



本章小结

- 本章介绍了一些输入设备，包括跟踪器、数据手套、三维鼠标和数据衣。这些设备的目标都是实时捕捉用户的输入，并发送给运行仿真程序的计算机。正是依靠这些特殊设备的支持，使用户在与虚拟世界之间的自然交互中产生一种身临其境的逼真感。



Thanks !