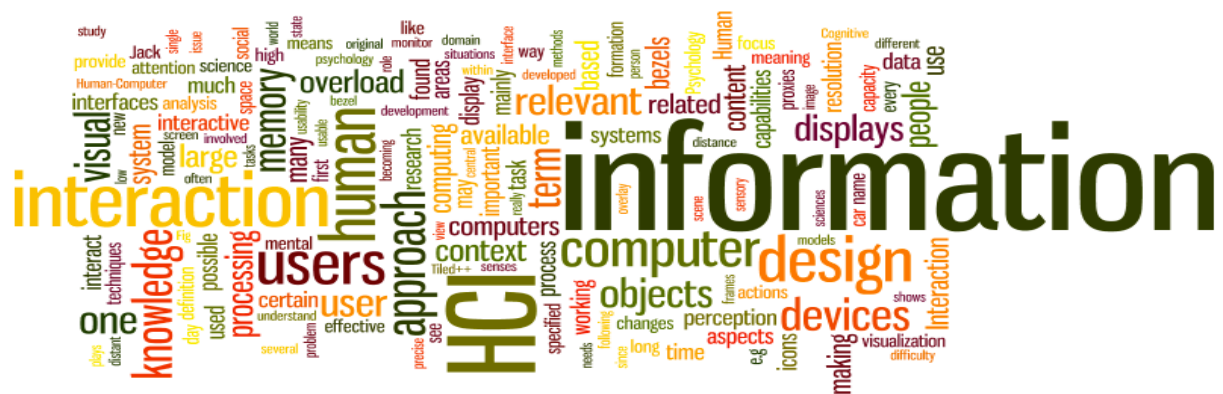




人机交互导论

-- 3 交互设备 --



授课：倪张凯

zkni@tongji.edu.cn

<https://eezkni.github.io/>

复习回顾

◆人的感知

●视觉：

- 视错觉—尺寸、几何角度、亮度、背景、不可能、运动错觉
- 视觉范围：亮度等级视觉色彩，
- 颜色模型：RGB、CMYK，HSV

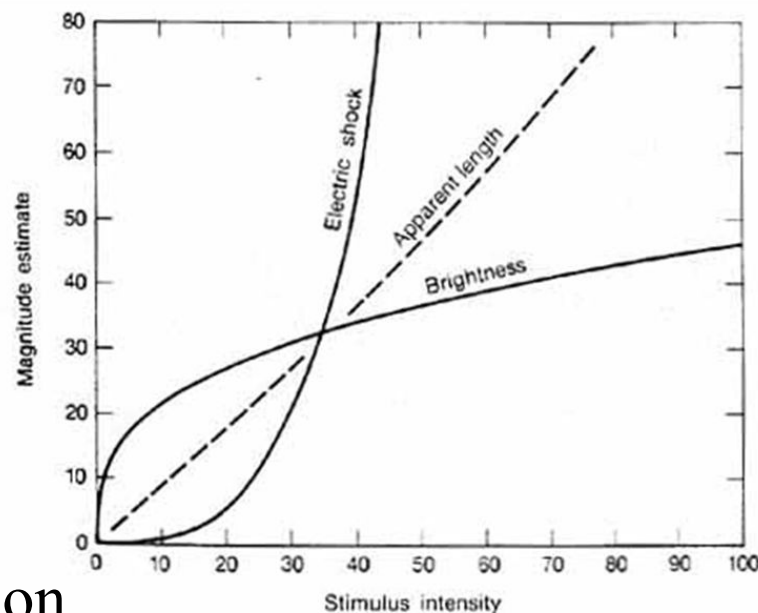
●听觉

●力觉

●内部感觉

●刺激强度和感知大小的关系：Power Law Distribution

$$P=KI^n$$



复习回顾

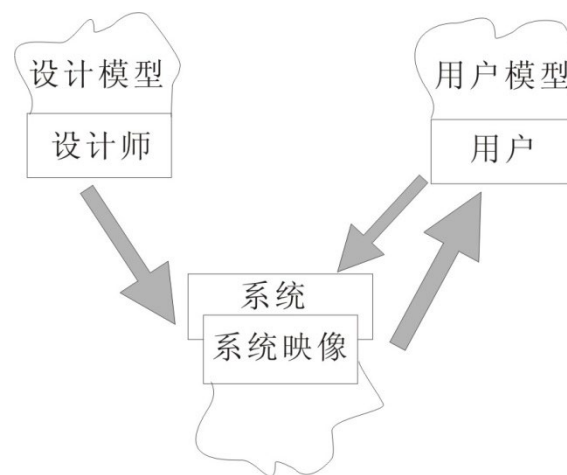
◆认知过程与交互设计原则

- 知觉的选择性、整体性、理解性
- Gestalt格式塔设计原则
 - 相近(Proximity) 相似(Similarity) 封闭(Closure)
 - 连续(Continuity) 简单(Simplicity) 对称性(Symmetry)
- 知觉的恒常性
 - 大小、形状、方向、明度、颜色

复习回顾

◆概念模型及对概念模型的认知

- 设计模型——设计师设想的模型，说明系统如何运作。
- 系统映像——系统实际上如何运作。
- 用户模型——用户如何理解系统的运作。



◆分布式认知

- 传统认知强调个体认知，分布式认知法描述的是人员之间的交互
- 主要目的是要从信息传播媒介的角度来描述交互。
- 也就是说，它考虑的是信息如何表示，信息在流经不同个人以及使用不同物体时是如何重新表示的。

第三章 交互设备

- ◆输入设备
- ◆输出设备
- ◆虚拟现实交互设备

3.1 输入设备

◆文本输入设备

- 键盘输入是最常见、最主要的文本输入方式。
- 手写等一些更自然的交互方式也可作为文本输入提供辅助手段。



3.1 输入设备

◆键盘

- 键盘输入是最常见、最主要的文本输入方式。
- 键盘布局的好坏是影响键盘输入速度和准确性的一个重要因素。
- 目前最为常见的是QWERTY键盘布局
- 在键盘布局短期内不会出现革命性改变的情况下，融合人体工程学概念的人性化键盘设计也已经屡见不鲜。

3.1 输入设备

◆ 键盘

- 在“ABCDEFGH”这种键盘布局下，一些常见的字母组合位置过近，打字速度过快时很容易出现卡键的问题。
- 将最常用的几个字母安置在相反方向，为经常组合使用的字母按键留出了更大空间，发明出了“QWERTY”键盘布局。
- “QWERTY”键盘的设计目的并不是“尽可能的降低打字速度避免按键卡住”，而是“在不出故障的前提下尽量提高打字速度”。









QWERTY 键盘布局

3.1 输入设备

- 1888 年夏天，在美国辛辛那提举行了一场打字比赛，一位来自盐湖城法庭的速记员麦古瑞(Frank McGurrian)，使用“QWERTY”键盘，错误率仅为万分之三，以绝对的优势战胜对手陶布获得冠军。至此之后，美国的打字机产业迅速倒向“QWERTY”键盘，使之成为打字机的“通用键盘”。
- 直到再也不需要纠结卡键问题的今天，“QWERTY”键盘布局变得更为普遍，甚至隐隐地已经成为了一种举世公认的标准。
- 但这种键盘布局也只剩下低效的这一个特点，成为了一个“反人类”的设计。
- 对于这个烂大街的“反人类”的设计，当然有很多大佬看不过去，且经过自己的设计和研究提出了自己的改进方案。
- 但是，无一例外的都败倒在了广大劳动人民的使用习惯面前

3.1 输入设备

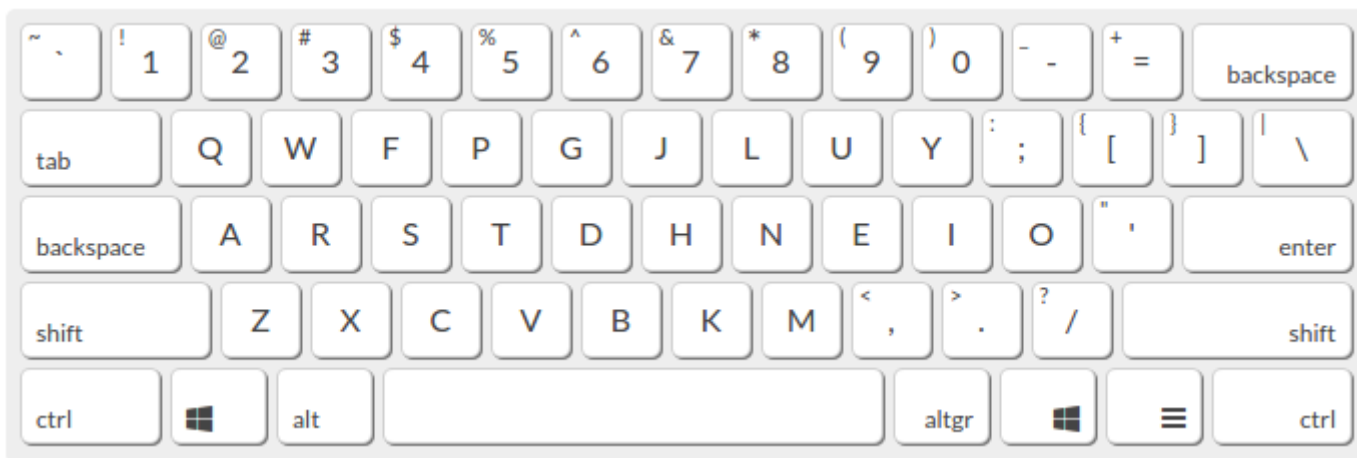
- 德沃夏克布局的设计原则是：
 - 右手和左手的负荷应该是相等的
 - 最大化中间排的负荷
 - 尽量减少手指在按键之间移动的距离

~ 、	! 1	@ 2	# 3	\$ 4	% 5	^ 6	& 7	* 8	(9) 0	{ [}]	 Backspace
Tab 	" ,	< ,	> .	P	Y	F	G	C	R	L	? /	+ =	 \ Enter
Caps Lock 	A	O	E	U	I	D	H	T	N	S	- _		
Shift 	:	Q	J	K	X	B	M	W	V	Z	Shift 		
Ctrl	Win Key	Alt								Alt Gr	Win Key	Menu	Ctrl

Dvorak 键盘布局

3.1 输入设备

- Colemak 认为德沃夏克过度看重左右手交替率，右手要负担六成的击键量，所以设计了牺牲键盘交替但是平衡了左右手、更符合人体工学。



Colemak 键盘布局

3.1 输入设备

- 发明 Workman 的是一名资深的码农，每天打字量很大，使得他的手腕反复劳损和并换上了肌腱炎。因此，他开始寻求一种除 “QWERTY”布局以外的其他键盘布局，来解决问题。他认为键盘布局设计应该考虑到手指长度和灵活度，而不是仅仅把最常见字母放在中行。
- 按键优先考虑中间行、让长的手指头尽量伸展, 即按上面的按键、短的手指头尽量收缩, 即按下面的按键、分配给食指频率高的按键

~ `	! 1	@ 2	# 3	\$ 4	% 5	^ 6	& 7	* 8	(9) 0	- _	+ =	← Backspace
Tab ↹	Q	D	R	W	B	J	F	U	P	:	{	}	 _
← Backspace	A	S	H	T _	G	Y	N _	E	O	I	" ,	↵ Enter	
Shift ⬆	Z	X	M	C	V	K	L	< ,	> .	? /	Shift ⬆		
Ctrl	Win Key	Alt								Alt Gr	Win Key	Menu	Ctrl

Workman 键盘布局 —— 为程序猿而生

3.1 输入设备

◆机械键盘



黑轴

青轴

茶轴

红轴

3.1 输入设备

◆机械键盘

- 黑轴没有段落感，压力克数高，触发灵敏，完全静音，给人以直上直下的手感，由于键程短，触发快，比较适合竞技类游戏。
- 茶轴一直被外设圈人士誉为“万用轴”或是“万能轴”，深受众多玩家青睐。特征是有段落感，却又不像红轴那么绵软。
- 红轴可看作是一个轻量级的黑轴，和黑轴一样的直上直下，为线性轴体，但压力克数相对黑轴更小。红轴的手感轻盈，没有停顿的触感，在回弹上更加的绵软柔和一些
- 青轴是典型的段落轴体，也是最有机械键盘特征的轴体，与薄膜键盘的区别也最为明显的，非常推荐刚入坑机械键盘的萌新入手。

3.1 输入设备

◆机械键盘

专家的象征

真正的专家输入时无需辨识字符，如同弹奏钢琴一般。



3.1 输入设备

◆手写输入设备

- 从社会科学、认知科学的角度来看，手写输入更符合人的认知习惯，是一种自然高效的交互方式。
- 手写板是一种常见的支持手写输入的交互设备。
- 分为电阻式，电磁式，电容式三类
- 除了压感级数，精度和手写面积也是手写板的通用评测指标。

3.1 输入设备

◆图像输入设备

- 二维扫描仪可以快速地实现图像输入，且经过对图像的分析与识别，可以得到文字、图形等内容；
- 摄像头是捕捉动态场景最常用的工具。



3.1 输入设备

◆二维扫描仪

- 二维扫描仪已成为计算机不可缺少的图文输入工具之一，由光学系统和步进电机组成。
 - 光学系统将光线照射到稿件上，产生的反射光或透射光经反光镜组反射到图像传感器 (Charge Coupled Device, CCD) 中，CCD将光电信号转换成数字图像信号。
 - 步进电机控制光学系统在传动导轨上平行移动，对待扫稿件逐行扫描，最终完成全部稿件的扫描。
- 扫描仪的性能指标主要包括扫描速度、分辨率等。扫描速度决定了扫描仪的工作效率，分辨率决定了最高扫描精度。
- 扫描仪分辨率受光学部分、硬件部分和软件部分三方面因素的共同影响。

3.1 输入设备

◆数字摄像头

- 摄像头作为一种视频输入设备，被广泛应用在视频聊天、实时监控等方面。
- 数字摄像头可以直接捕捉影像，然后通过计算机的串口、并口或者USB接口传送到计算机。同数码相机或数码摄像机相比，数字摄像头没有存储装置和其他附加控制装置，只有一个感光部件、简单的镜头和数据传输线路。其中，感光元器件的类型、像素数、解析度、视频速度以及镜头的好坏，是衡量数码摄像头的关键因素。
- 摄像头使用的镜头主要包括CCD和CMOS(附加金属氧化物半导体组件) 两种。
- 解析度是数字摄像头比较重要的技术指标，又有照相解析度和视频解析度之分。

3.1 输入设备

◆深度摄像头

- 现在深度摄像头主流有三个技术路线：单目结构光、TOF(飞行时间) 和双目视觉。
 - 结构光(Structured Light) 技术则要相对复杂一些，该技术将编码的光栅或线光源等投射到被测物上，根据它们产生的畸变来解调出被测物的三维信息。
 - TOF原理是传感器发出经调制的近红外光，遇物体后反射，通过计算光线发射和反射时间差或相位差来换算被拍摄物体的距离。
 - 双目视觉则是和人眼一样用两个普通摄像头以视差的方式来计算被测物距离。三种方式各有优缺点，在现有技术条件下各有应用场景。

3.1 输入设备

◆深度摄像头

- 现在深度摄像头主流有三个技术路线：单目结构光、TOF(飞行时间) 和双目视觉。

三种主流方案对比			
方案	双目	结构光	TOF
基础原理	双目匹配，三角测量	激光散斑编码	反射时差
分辨率	中高	中	低
精度	中	中高	中
帧率	低	中	高
抗光照（原理角度）	高	低	中
硬件成本	低	中	高
算法开发难度	高	中	低
内外参标定	需要	需要	

3.1 输入设备

◆三维信息输入设备

- 在许多领域，如机器视觉、面形检测、实物仿形、自动加工、产品质量控制、生物医学等，物体的三维信息必不可少的。
 - 三维扫描仪是实现三维信息数字化的一种极为有效的工具。
 - 动作捕捉设备则用于捕捉用户的肢体甚至是表情动作，生成运动模型。在影视、动漫制作中已被大量应用。

(1) 三维扫描仪

◆根据传感方式的不同，三维扫描仪主要分为接触式和非接触式两种。

- 接触式的三维扫描仪采用探测头直接接触物体表面，通过探测头反馈回来的光电信号转换为物体表面形状的数字信息。该类设备主要以三维坐标测量机为代表。
 - 其优点是具有较高的准确性和可靠性，但也存在测量速度慢、费用较高、探头易磨损以及误差修正等缺点。
- 非接触式的三维扫描仪，主要有三维激光扫描仪，照相式三维扫描仪等，分别是基于激光扫描测量和结构光扫描测量等技术设计的。
 - 这类设备的优点是扫描速度快，易于操作，且由于不需接触被测量的物体，所以对物体表面损伤少等。

(1) 三维扫描仪

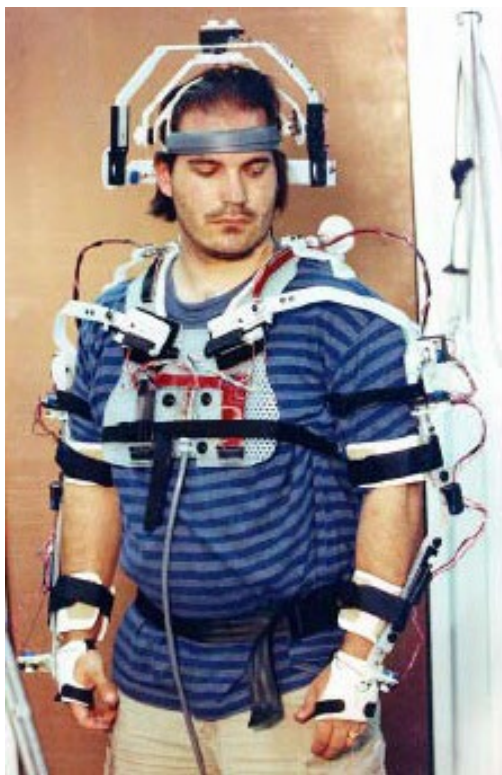
- ◆ 三维激光扫描仪通过高速激光扫描测量技术，获取被测对象表面的空间坐标数据。常采用TOF(Time-of-Flight, 飞行时间) 测量法或三角测量法进行深度数据获取。
- TOF测量法通过激光二极管向物体发射近红外波长的激光束，通过测量激光在仪器和目标物体表面的往返时间，计算仪器和点间的距离，从而计算出目标点的深度
- 三角测量法是一种线扫描技术，通过线激光器向被测物体投射一条激光亮线，激光线受到物体表面形状的调制，形成反应物体表面轮廓的曲线，利用扫描仪内置的摄像头拍摄曲线图像，根据线激光器与摄像机之间的三角关系，根据双目视觉方法，反求出激光亮线处物体的深度信息。通过利用机械装置或手执扫描方式对被测物体进行完整扫描，就可以形成物体的三维深度模型。

(1) 三维扫描仪

- 另一类非接触式三维扫描仪是结构光三维扫描仪，这是一种面扫描技术，通过投影仪向被测物体投射光栅模板图像，如正弦条纹光栅图像，正弦光栅在物体表面发生调制变形，其周期与相位的变化反映了物体表面的三维信息。通过相机拍摄物体表面的正弦光栅图像，检测出相位变化值，再利用双目视觉方法计算出三维数据。

(2) 运动捕捉设备

◆机械式、电磁式、光学式捕捉设备



(2) 动作捕捉设备

◆机械式动作捕捉设备

- 利用可伸缩的机械结构安装于捕捉物体上，以取得各部分的运动量。
- 优点是成本低廉，但这种方式限制了运动物体的自由运动，且由于机械设备的尺寸、重量等问题，因而限制了其应用范围。

◆电磁式设备

- 将若干低频磁场感应器安装在捕捉物体上，根据感应器接收到的磁场，可以计算出接收器相对于发射器的位置和方向。
- 由于易受电磁干扰影响到了捕捉数据的精度和稳定性，对于作业场地的要求也非常严格。

(2) 动作捕捉设备

◆光学式运动捕捉

●利用计算机视觉原理。

- 从理论上说，对于空间中的一个点，只要它能同时为两部摄像机所见，则根据同一时刻两部摄像机所拍摄的图像和对应参数，就可以确定这一时刻该点在空间的位置。
- 摄像机以足够高的速率连续拍摄时，从图像序列中就可以得到该点的运动轨迹。
- 光学式运动捕捉便是利用这一点通过对目标上特定光点的监视和跟踪来完成运动捕捉的任务。

3.1 输入设备

◆体感输入设备

- 体感输入设备与光学式动作捕捉设备的基本原理与应用类似，而体感输入设备牺牲了一定的捕捉精度，但可以更简易、快捷的实现动作捕捉，支持用户通过肢体动作控制计算机应用，例如体感游戏。体感输入设备的典型代表包括Leap公司的Leap Motion，微软公司的Kinect等。
- Leap Motion Blocks for Oculus Rift Playthrough
- https://www.youtube.com/watch?v=oZ_53T2jBGg

3.1 输入设备

◆指点输入设备

●指点设备常用于完成一些定位和选择物体的交互任务。物体可能处于一维、二维、三维或更高维的空间中，而选择与定位的方式可以是直接选择，或通过操作屏幕上的光标来完成。

- 鼠标
- 光笔
- 控制杆
- 触摸板
- 触摸屏

3.2 输出设备

◆显示器

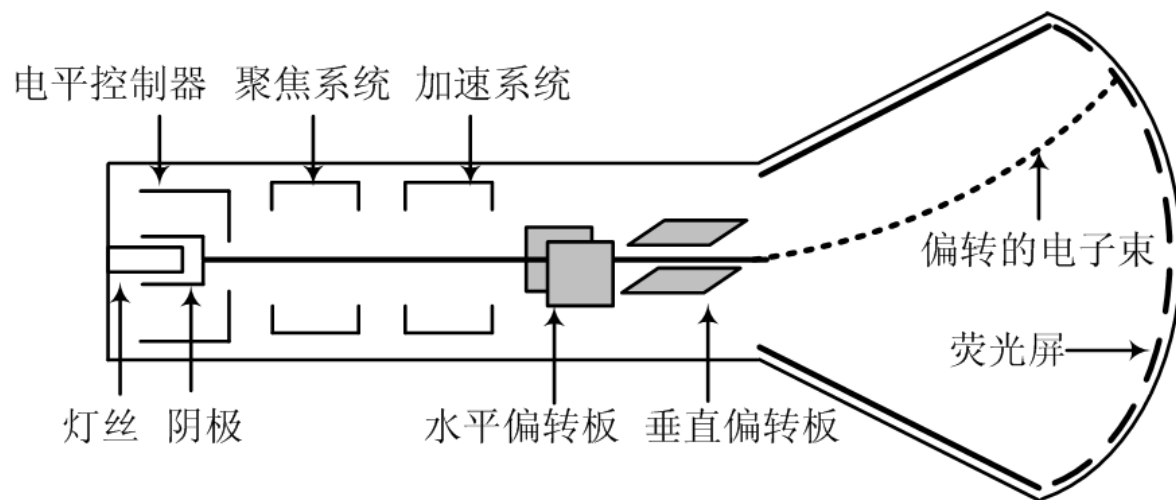
- 显示器是计算机的重要输出设备，是人机对话的重要工具。主要功能是接收主机发出的信息，经过一系列的变换，最后以光的形式将文字和图形显示出来。
- 阴极射线管显示器、液晶显示器和等离子显示器



(1) 阴极射线管(CRT)显示器

◆构成:

- 由阴极、电平控制器(即控制极)、聚焦系统、加速系统、偏转系统和阳极荧光粉涂层组成，这六部分都在真空管内。
- 阴极、电平控制器(即控制极)、聚焦系统、加速系统等统称为电子枪。



CRT显示器工作原理

- 当显像管内部的电子枪阴极发出的电子束，经强度控制、聚焦和加速后变成细小的电子流，再经过偏转线圈的作用向正确目标偏离，穿越荫罩的小孔或栅栏，轰击到荧光屏上的荧光粉发出光线。
- 彩色CRT光栅扫描显示器有三个电子枪，它的荧光屏上涂有三种荧光物质，分别能发红、绿、蓝三种颜色的光。

(2) 液晶显示器

- 在充电条件下，液晶能改变分子排列，继而造成光线的扭曲或折射。
- 液晶显示器工作原理是通过能阻塞或传递光的液晶材料，传递来自周围的或内部光源的偏振光。以电流刺激液晶分子产生点、线、面配合背部灯管构成画面。
- LCD比CRT显示器具有更好的图像清晰度，画面稳定性和更低的功率消耗，但液晶材质粘滞性比较大，图像更新需要较长响应时间，因此不适合显示动态图象。

(3) 等离子显示器

- 等离子显示器诞生于二十世纪60年代，它采用等离子管作为发光材料，1个等离子管负责一个像素的显示：等离子管内的氖氙混合气体在高压电极的刺激下产生紫外线，紫外线照射涂有三色荧光粉的玻璃板，荧光粉受激发出可见光。
- 优点：重量较轻、完全无X射线辐射，而且屏幕亮度非常均匀，不存在明显的亮区和暗区；由于各个发光单元的结构完全相同，因此不会出现CRT显示器那样存在某些区域聚焦不良或因使用时间过长出现散焦的毛病。
- 缺点：是价格较高，由于显示屏上的玻璃较薄使屏幕较脆弱。

3.2 输出设备

◆投影仪

- 投影仪，又称投影机，是一种可以将数字图像或视频投射到幕布上的设备。
- 根据投影仪的工作方式不同，主要分为CRT型、LCD型及DLP型三种不同类型的投影仪，而其中LCD投影仪与DLP投影仪又是目前商用投影仪中的主流。

3.2 输出设备

◆打印机

- 打印机是目前非常通用的一种输出设备，其结构可分为机械装置和控制电路两部分。
- 常见的有针式、喷墨、激光打印机三类。
- 打印分辨率、速度、幅面、最大打印能力等是衡量打印机性能的重要指标。



3.2 输出设备

◆3D打印机

- 3D打印机又称三维打印机，它以数字模型文件为输入，运用特殊蜡材、粉末状金属或塑料等可粘合材料，通过打印一层层的粘合材料来制造三维的物体。
- 3D打印机与传统打印机最大的区别在于它使用的“墨水”是实实在在的原材料，可用于打印的介质种类多样，从繁多的塑料到金属、陶瓷以及橡胶类物质。有些打印机还能结合不同介质，令打印出来的物体一头坚硬而另一头柔软。
- 分为喷墨式，熔积成型，激光烧结三种类型的3D打印机
- 一个桌面尺寸的三维打印机可以满足设计者或概念开发小组制造模型的需要。

3.2 输出设备

◆语音交互设备

- 语音作为一种重要的交互手段，日益受到人们的重视。
- 基本的语音交互设备
 - 耳机
 - 麦克风
 - 声卡



3.3 虚拟现实交互设备

虚拟现实系统要求计算机可以实时显示一个三维场景，用户可以在其中自由的漫游，并能操纵虚拟世界中一些虚拟物体。

因此，除了一些传统的控制和显示设备，虚拟现实系统还需要一些特殊的设备和交互手段，来满足虚拟系统中的显示、漫游以及物体操纵等任务。

- 三维空间定位设备
- 三维显示设备

(1) 空间跟踪定位器

- 空间跟踪定位器或称三维空间传感器是一种能实时地检测物体空间运动的装置，可以得到物体在六个自由度上相对于某个固定物体的位移，包括：X、Y、Z坐标上的位置值，以及围绕X、Y、Z轴的旋转值(转动，俯仰、摇摆)。
- 这种三维空间传感器对被检测的物体必须是无干扰的，也就是说，不论这种传感器是基于何种原理或使用何种技术，它都不应当影响被测物体的运动，因而称为“非接触式传感器”。
- 三维空间跟踪定位器一般与其他VR设备结合使用，如：数据头盔、立体眼镜、数据手套等。



(2) 数据手套

- 数据手套一般由很轻的弹性材料构成，紧贴在手上。整个系统包括位置、方向传感器和沿每个手指背部安装的一组有保护套的光纤导线，它们检测手指和手的运动。数据手套将人手的各种姿势、动作通过手套上所带的光导纤维传感器，输入计算机中进行分析。这种手势可以是一些符号表示或命令，也可以是动作。手势所表示的含义可由用户加以定义。
- 在虚拟环境中，操作者通过数据手套可以用手去抓或推动虚拟物体，以及做出各种手势命令。



(3) 三维鼠标

- 三维鼠标能够感受用户在六个自由度的运动，包括三个平移参数和三个旋转参数。
- 其装置比较简单：一个盖帽放在带有一系列开关的底座上。
- 转动这个小球或侧方向推动这个小球时，如向上拉它、向下压它，使它向前或向后等。
- 三维鼠标将用户的这些动作传送给计算机，从而进一步控制虚拟环境中的物体的运动。



(4) 触觉和力反馈器

- 虚拟现实系统必须提供触觉反馈，以便使用户感觉到仿佛真的摸到了物体。但是由于人的触觉非常敏感，精度一般的装置根本无法满足要求。
- 另外，对于触觉和力反馈器，还要考虑到模拟力的真实性、施加到人手上是否安全以及装置是否便于携带并让用户感到舒适等问题。目前已经有一些关于力学反馈手套、力学反馈操纵杆、力学反馈笔、力学反馈表面等装置的研究。



Virtual Technology
公司的触觉反馈手套



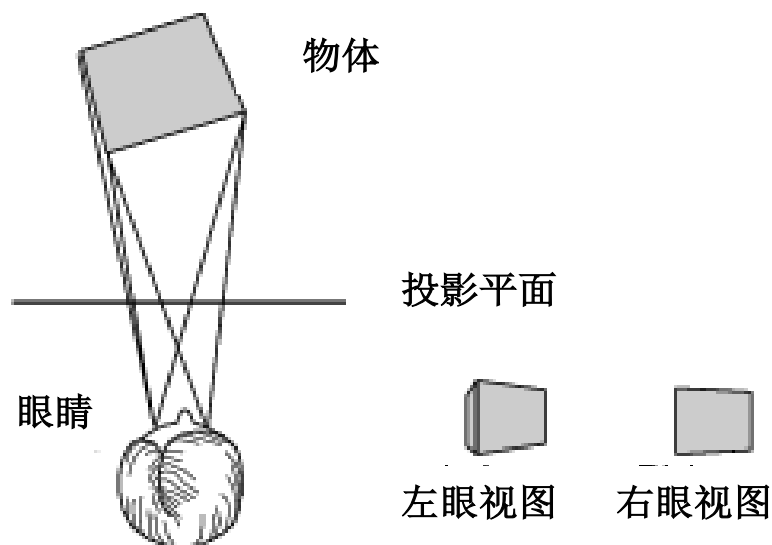
Phantom 公司的haptic device

三维显示设备

- ◆立体视觉
- ◆头盔式显示器
- ◆CAVE
- ◆真三维显示

(1) 立体视觉

- 由于人类从客观世界获得的信息60%以上来自视觉，因而视觉沟通就成为多感知虚拟现实系统中最重要的一环，立体视觉技术也就成为虚拟现实的一种极重要的支撑技术。
- 人是通过右眼和左眼所看到物体的细微差异来感知物体的深度，从而识别出立体图像的。



立体影像生成技术

- 立体影像生成技术主要有两种

- 主动式模式

- 对应用户的左右眼影像将按照顺序交替显示，用户使用LCD立体眼镜保持与立体影像的同步，这种模式可以产生高质量的立体效果。

- 被动式系统

- 需要使用两套显示设备以及投影设备分别生成左右眼影像并进行投影，不同的投影分别使用不同角度的偏振光来区别左右眼影像，用户使用偏振光眼镜保持立体影像的同步。



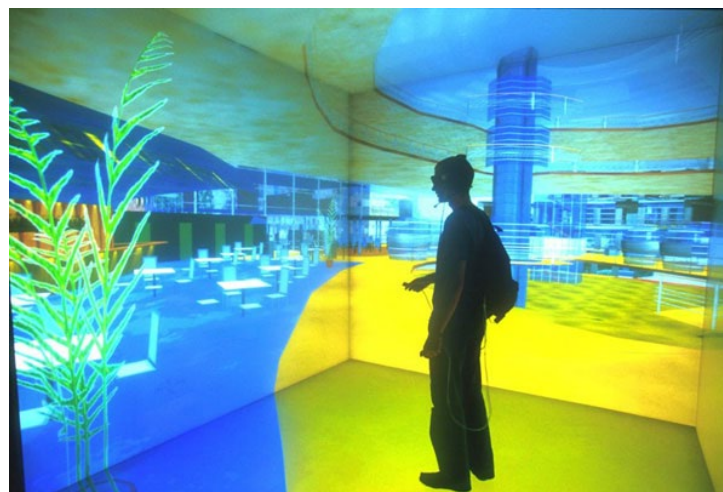
(2) 头盔式显示器

- 头盔式显示器(Head Mounted Display, HMD,)是一种立体图形显示设备, 可单独与主机相连以接受来自主机的三维虚拟现实场景信息。
- 目前最常用的头盔显示器是基于液晶显示原理的, 最早如美国VPL公司于1992年推出的Eyephone, 它在头上装有一个分辨率为 360×240 象素的液晶显示器, 其视野为水平100度。



(3) 洞穴式显示环境CAVE

- 这是一种四面或六面的沉浸式虚拟现实环境。对于处在系统内的用户来说，投影屏幕将分别覆盖用户的正面、左右以及底面视野，构成一个边长为10英尺的立方体。
- 可以允许多人走进CAVE中，用户戴上立体眼镜便能从空间中任何方向看到立体的图像。CAVE 实现了大视角、全景、立体、且支持5~10 人共享的一个虚拟环境。



(4) 真三维显示

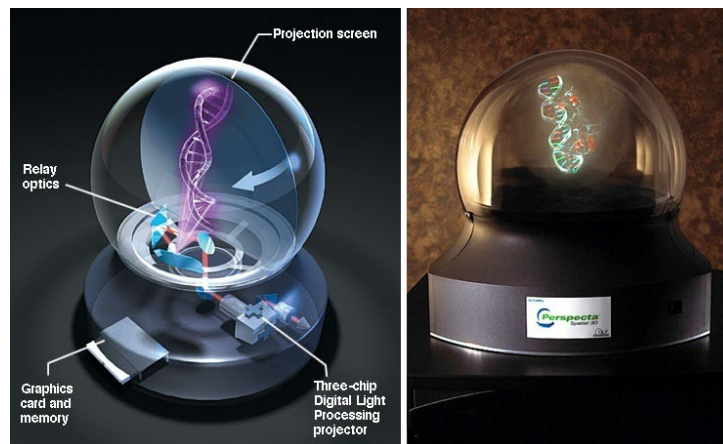
◆真三维显示是三维显示的最终目标，是一种能够实现360度视角观察的三维显示技术，是现实景物的最真实的再现。

●在真三维显示场景中，位置各异的用户无需借助其他器具，就可以围绕显示区域看到与自身位置相对应的信息，在宽广的视场和视距范围内随心所欲地边走边看，符合人类对真实场景的观看方式。

●缺点：只能产生半透明的3D透视图，而无法显示不透明的三维物体。

●显示技术

- 扫描体显示
- 固态体显示



Everything Facebook revealed about the Metaverse in 11 minutes

<https://www.youtube.com/watch?v=gElflo6uw4g>

总结：交互设备

◆输入设备

- 文本输入设备
- 图像输入设备
- 三维信息输入设备
- 指点输入设备

◆输出设备

- 显示器、投影仪
- 打印机，3D打印机
- 语音交互设备

◆虚拟现实交互设备

- 三维空间定位设备
- 三维显示设备

课题习题

- 给出一个实际应用中交互设备整合应用的实例。图文并茂的说明阐述
- 提交至作业邮箱： zkni_courses@outlook.com
- 邮件主题命名： 学号_姓名_人机交互第2次作业
- 作业以PDF格式提交，命名： 学号_姓名_人机交互第2次作业.pdf