虚拟现实与增强现实

虚拟现实

什么是虚拟现实？

- 概念
  - 虚拟拟现实（virtual reality）是通过计算机图形学、计算机视觉、人工智能、声学、光学以及认知科学等学科知识与技术，构建出逼真的虚拟世界，并利用多种传感器获取用户的体态、手势等自然交互方式，呈现给用户视觉、听觉、触觉等一体化、身临其境的感受。
    - 虚拟现实的典型特点包括虚拟的数字化环境建模、沉浸式体验、感知反馈以及互动性
  - 中国著名学者钱学森教授，称其为“灵境”、
  - 目前的“元宇宙”（meta-verse），则是从“虚拟现实”衍生而来。

什么是虚拟现实

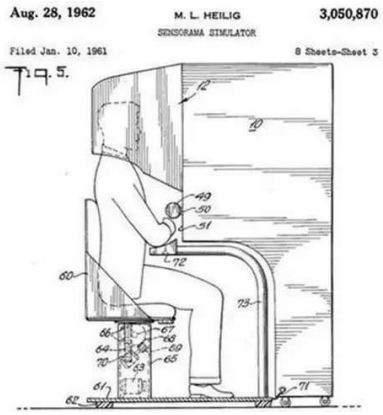
- 内涵
  - “虚拟”，是指这种体验存在于感知层面而非事实存在中，也说明了用户所感知到的周围世界是人工构建的，存在于数字平台之上。
  - “现实”指的这种体验感知的真实性，用户进入一个计算机模拟的虚拟世界，并通过自然的交互方式，真实地感知到虚拟场景中的多通道信息，感受到虚拟场景的存在。
  - “虚拟”与“现实”合并与叠加而成的“虚拟现实”，本质上是指一种全方位沉浸式环境，为用户提供身临其境的体验。

什么是虚拟现实

- 特性
  - 作为一种新型媒介，它的主要内容是人工构建的虚拟环境，包括虚拟的空间和一系列可与用户交互的虚拟物品和图形界面。
  - 虚拟现实具有沉浸感，这主要是指用户在虚拟世界中体会到的身临其境的感受。
    - 多感官融合，视觉、听觉、嗅觉、味觉和触觉（含力觉）等。
    - 实时交互，虚拟现实环境的仿真效率和交互反馈方面必须是实时的；
    - 虚拟场景认同，具有真实感的虚拟现实场景呈现和互动需要充分满足用户基于物理世界的认知心理模型。

什么是虚拟现实

- 特性（续）
  - 感知反馈，让用户感受到与物理世界中选择和调整站立等位置姿态的相似性。
  - 交互性，用户能够在虚拟现实环境中完成输入和获得反馈等基本交互活动，还包括用户对虚拟环境及物体的可操作性、用户视点的实时追踪以及对多感官通道活动的实时反馈。

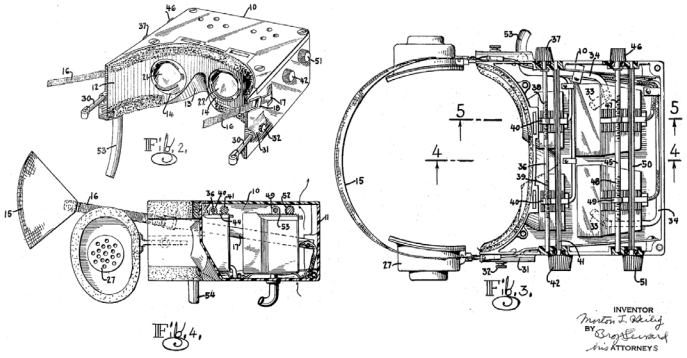


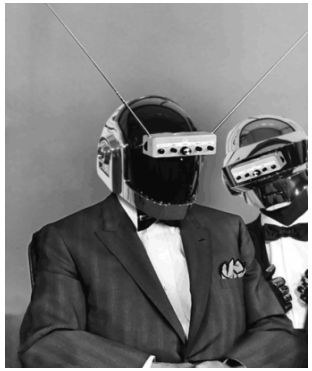
什么是虚拟现实

- 起源，萌芽于20世纪中期，在一些科幻小说中开始出现想象的虚拟现实设备
  - 1932年Aldous Huxley的长篇小说《美丽新世界》中就提到一台“头戴式设备可以为观众提供图像、气味、声音等一系列的感官体验，以便让观众能够更好第沉浸在电影的世界中”。
  - 1935年，Stanley Weilaum发表了名为《皮格马利翁的奇观Pygmalion’s Spectacle》科幻小说，其中提到在未来世界中让人完全沉溺于虚幻之中，产生身临其境的真实感的虚拟现实技术。

什么是虚拟现实

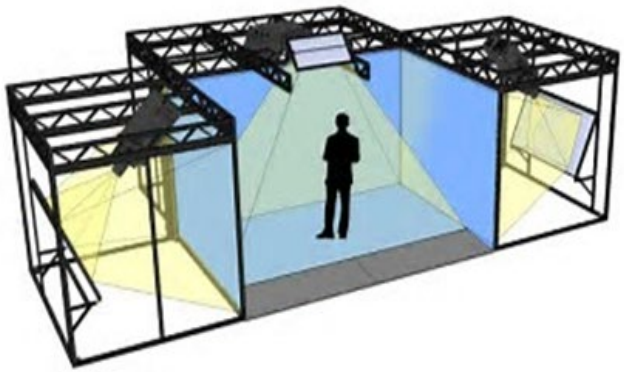
- 头戴式设备雏形
  - 1955年，知名摄影师Morton Heilig根据该小说描述的形态和功能，
  - 1963年，科幻作家Hugo Gernsback在杂志《Life》中对虚拟现实设备进行了想象，并取名为Teleyeglasses
  - 1968年，计算机科学研究学者Ivan Sutherland开发了“达摩克里斯之剑”显示器





什么是虚拟现实

- 大型装置

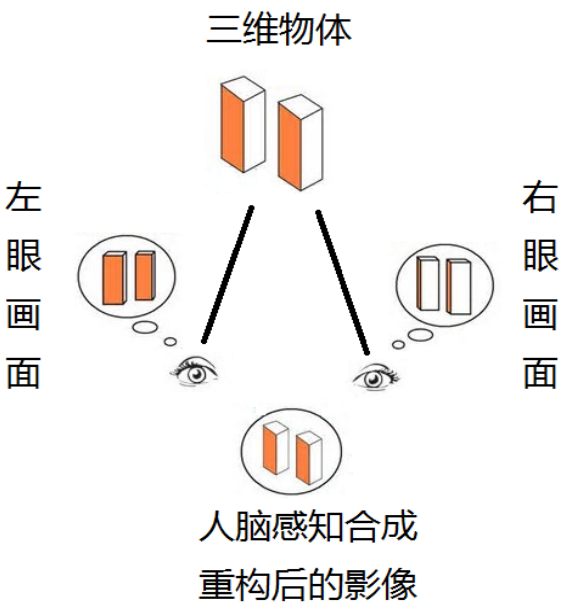


三维显示

- 三维空间感知
  - 用户两只眼睛分别透过两个镜头看到两幅图像，而且眼睛会根据显示的图像自动调节瞳孔大小和聚焦点
  - 结合心理提示，每只眼睛都会通过大脑重构一副二维图像，并将左右眼看到的两幅不同的图像融合起来，形成三维空间感知

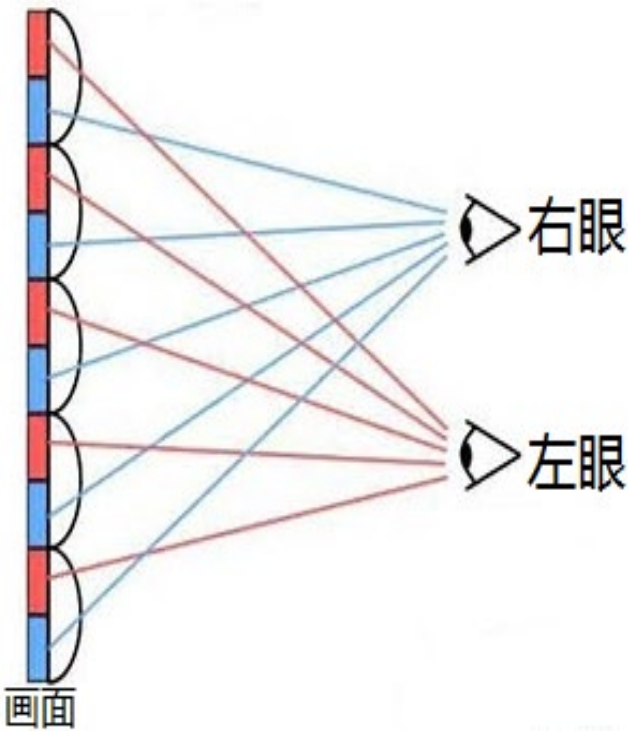
三维显示

- 视差型三维显示设备
  - 分别为左右眼显示稍有不同的图像，提供给大脑合成物体的深度信息。
    - 时间平行（time-parallel）和时间多路复用（time-multiplexed）
  - 根据是否需要佩戴辅助的左右眼图像分离设备，分为需要佩戴图像分离设备和无需佩戴图像分离设备的方式。



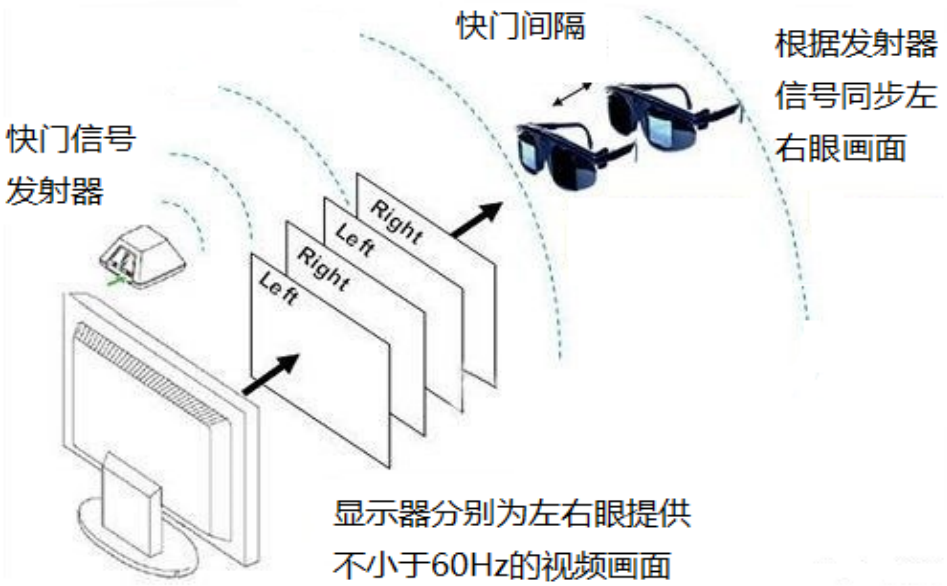
三维显示

- 时间平行方式
  - 将不同的图像显示给不同的眼睛，左右眼能够同时看到图像。
    - 利用互补色方式或者偏振方式的立体眼镜，使用户左右眼看到不同的图像
      - 在使用光谱来分离图像的方法中，使用接近互补的颜色，例如红色和绿色、红色和青色，来过滤左右眼图像，左右眼镜片分别使用相对应的滤色镜。
      - 偏振分离常用于视频投影。在使用具有原色单独光学系统的投影仪时，左视图色光束和右视图色光束以相同的顺序排列。



三维显示

- 时间多路复用方式
  - 主要采用辅助眼镜的快门系统将显示在二维平面上的左右眼视图能快速分时地被左右眼分别看到
    - 图像更新频率，通常需要达到120Hz以上



三维显示

- 时间多路复用利用了这种记忆效应。
  - 人类视觉系统能够在长达50 ms的时间间隔内合并立体对的组成部分
- 左眼视图和右眼视图以快速交替的方式显示，并与活动的LC快门同步，后者交替遮挡左右眼，使同一时刻只有一只眼睛能够看到图像。
  - 快门系统通常集成在一副眼镜中，并通过红外线链接进行控制。
  - 时分复用显示器完全兼容2D演示。两个组成图像均由单个监视器或投影仪以完整的空间分辨率进行复制，从而避免了几何和颜色差异。

三维显示

- 时间多路复用参数同步算法
  - 已知当前的VGA时序，显示水平刷新率f_{Horiz}和垂直刷新率f_{Vert}，左右图像之间的竖线之差d，可以通过以下公式计算出误同步 t_{Offset}。

$$t_{Offset} = \frac{z_2 - z_1}{f_{Horiz}} + \frac{d}{f_{Vert}}$$

  - 录制剪辑的误同步平均偏移为10 ms

增强现实

什么是增强现实

- 增强现实以真实环境为基础，将图像、视音频、触感等信息和其他数字信息合成投射到真实环境中，构建虚实融合的环境世界，增强用户对真实环境世界的感知、理解和体验。
- 增强现实呈现给用户的场景中包含真实物理环境，用户能感知所处的是物理世界包含虚拟物体信息，是对真实物理世界的补充，例如物理世界中无法值观地看到物体的气味，可以结合视觉听觉等表现出来。
  - 通过虚拟物体信息的投射叠加，保持了时空一致性，使得用户在感觉和认知层面上增强了感官体验，更好地理解物理世界及其相关的信息。

什么是增强现实

- 与虚拟现实的共同点
  - 使用多种数据来源，通过视觉、听觉等多感官通道的输入，模仿产生特定的体验。
- 与虚拟现实的区别
  - 媒介内容不同
    - 增强现实的基础环境是真实的物理世界，并通过人工生成的虚拟物体信息来进一步增强物理世界；虚拟现实则是完全与物理世界隔离的虚拟仿真世界，用户进入虚拟现实环境意味着隔离真实物理世界。
  - 交互主体不同
    - 既可以将虚拟物体作为交互的主体，真实物理场景作为情境支撑，实现虚拟三维场景中融合真实场景；也可将真实物理世界作为交互主体，虚拟物体和场景作为辅助，在物理场景中投射和叠加虚拟对象从而增强物理世界

什么是增强现实

- 设备
  - 谷歌
  - 微软

三维配准

- 三维配准是建立与现实物理世界关联的空间坐标系的关键技术之一。
  - 把虚拟物体或对象融合到真实物理世界中

- 三维配准对于增强现实中的周围真实物理环境的感知、光照计算和遮挡处理，以及投射准确的画面都有着重要作用。
  - 它通过对现实场景中的物体进行跟踪定位，将虚拟物体按照正确的空间透视关系和光照规律叠加或嵌入到真实物理世界中。

三维配准

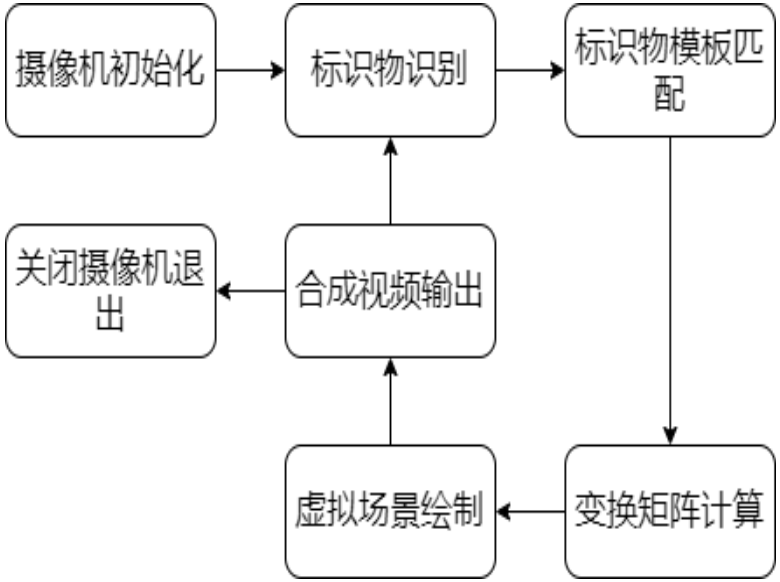
- 三类配准方法
  - 基于计算机视觉的配准技术
    - 基于特定参考标志物
    - 不需要参考标志物
      - 基于自然特征
      - 基于模型（包括基准标志、点云模型、CAD模型等）
      - 基于SLAM(Simultaneous Localization and Mapping)
      - 在线SfM(Structure From Motion)
  - 基于硬件传感器的配准技术
    - 基于机械式传感器、基于全球定位系统、基于超声波跟踪系统、基于惯性传感器和基于电磁式传感器等
      - 传感器需要用户穿戴在身上或者在进行增强现实交互过程中佩戴，会对用户的运动带来一些限制
  - 混合配准技术
    - 互补式融合、竞争式融合以及协作式融合等混合配准机制

三维配准

- 基于计算机视觉的三维配准方法是目前增强现实领域应用最广泛的方法之一。
  - 通过使用标定后的摄像机获取真实场景的图像，然后利用计算机视觉相关算法检测其中的自然特征和人工特征，并根据这些特征在图像中的位置计算摄像机在环境中的方位，实现对配准摄像机反向空间位置重构以及定位跟踪。
    - 这类方法硬件成本低，并且可经过算法优化达到较高精度，是目前增强现实领域三维配准研究的热点方向之一。

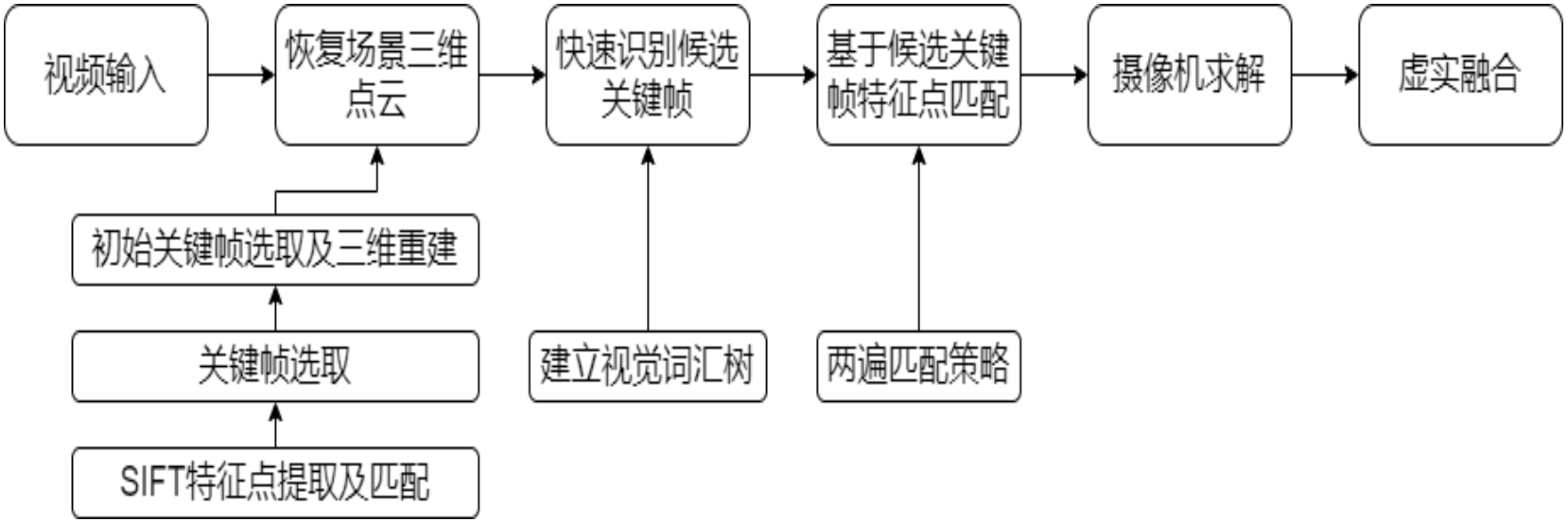
三维配准

- 计算机视觉三维配准—基于基准标志（标识物）



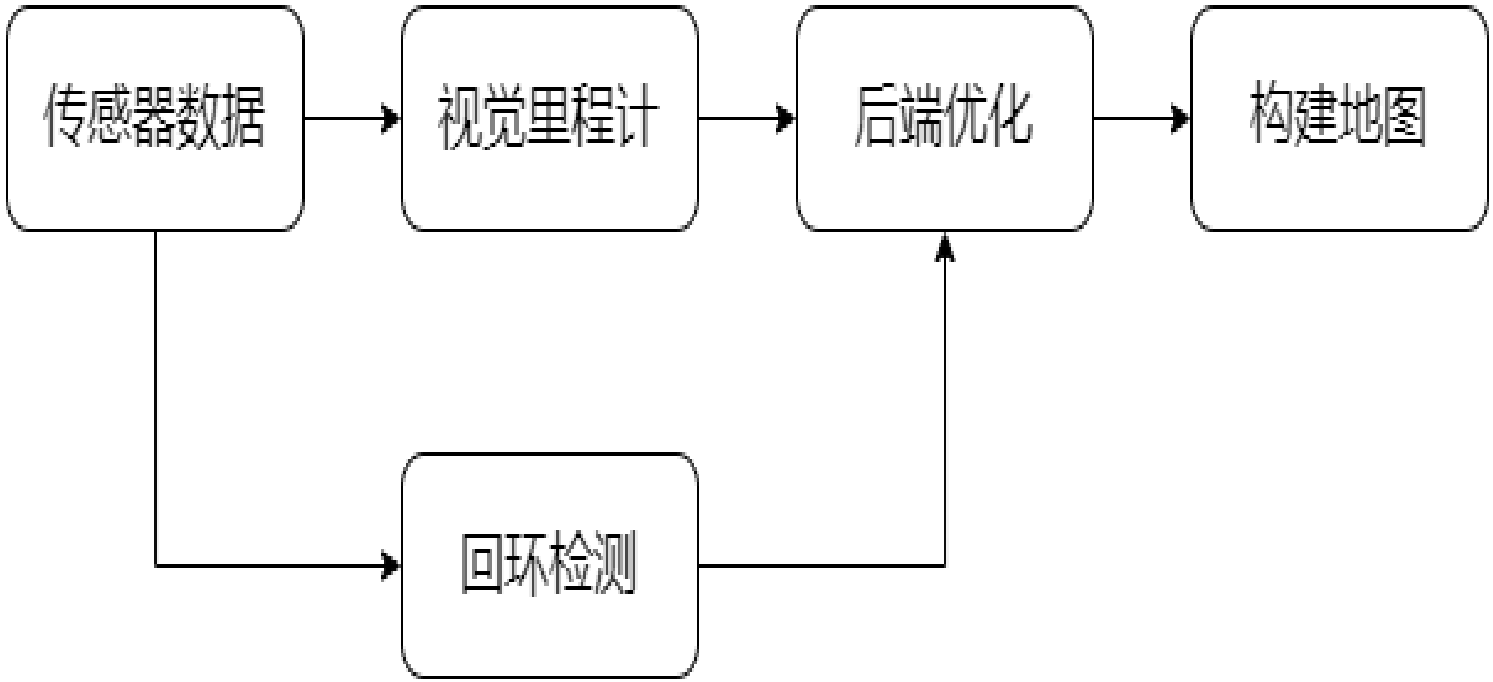
三维配准

- 计算机视觉三维配准—基于点云模型
  - 连续跟踪和匹配跟踪结合



三维配准

- 计算机视觉三维配准—SLAM算法



三维交互

- 真实世界中的操控通常是把“力”应用在物体上，虚拟现实和增强现实环境中的操控更加灵活。
  - 通常分为两个步骤选取一个物体，执行特定的操作。
    - 当选择物体作为操作一部分的时候，这两个步骤也可以合并完成。
- 与真实世界不同的是，虚拟现实提供了更多的虚拟物体操控方法。
  - 具有一系列与操作对象相关的共同属性，包括反馈、渐进、滞后、约束、距离、指点范围、控制顺序位置和可见性等。
  - 不同属性对于虚拟现实世界中的交互有着不同的影响，特别是在虚拟化的交互任务中

三维交互

- **直接用户控制**
  - 模拟真实世界中的交互为主。
  - 提供了和真实物理世界一致的交互效果，
    - 例如握紧拳头在真实世界中表示抓住物体，在虚拟世界中同样可以用于抓取虚拟物体，之后让该物体跟随拳头的移动直到被释放。
  - 这类交互方法大多集中于身体和手部姿态、眼动等类型。

三维交互

- **物理控制**
  - 利用真实物理设备进行的交互。这类交互通过真实设备输出交互命令（例如按按键）并获得交互状态的提醒（例如手柄震动）。
    - 这类设备类型众多，包括按钮、多位开关、滑块和拨盘、2自由度的操作杆和追踪球、6自由度的控制球等。
  - 当物理控制设备整合到虚拟世界中并且与虚拟任务形成一致的条件下，物理设备也会成为虚拟世界体验的一部分
    - 用户使用真实方向盘控制虚拟车辆，宇航员在悬浮椅子上训练机械臂抓取漂浮物体等。

三维交互

- **虚拟控制**
  - 利用虚拟控制设备进行交互。
    - 很多虚拟控制设备都是仿照真实设备人工建模的物体，类型涉及所有物理控制设备。
  - 使用虚拟控制设备的优点
    - 允许虚拟现实应用被设计成与真实世界更加相似
    - 减少不必要的物理设备的数量
    - 更容易设计和改变的样式等。

三维交互

- **代理控制**
  - 通过虚拟世界里的代理实体进行的交互。
  - 虚拟世界中的代理实体可以使用语音、手势等各种操控方式输出指令控制实体行为完成特定任务。
  - 虚拟实体可以模拟真实世界中的各种沟通策略，例如给机组人员发布指令控制飞行器。

交互与沉浸体验

- 沉浸体验
  - 物理沉浸
    - 感知上获得接近真实世界的体验，是虚拟现实与其他媒介进行区分的重要特征之一；
    - 物理沉浸体验是必需的
  - 心理沉浸
  - 反映达到特定沉浸体验的程度，例如虚拟现实游戏是否让用户感觉还想玩并愿意推荐给朋友。
    - 在大多数的虚拟现实应用中，心理沉浸是可选的

交互与沉浸体验

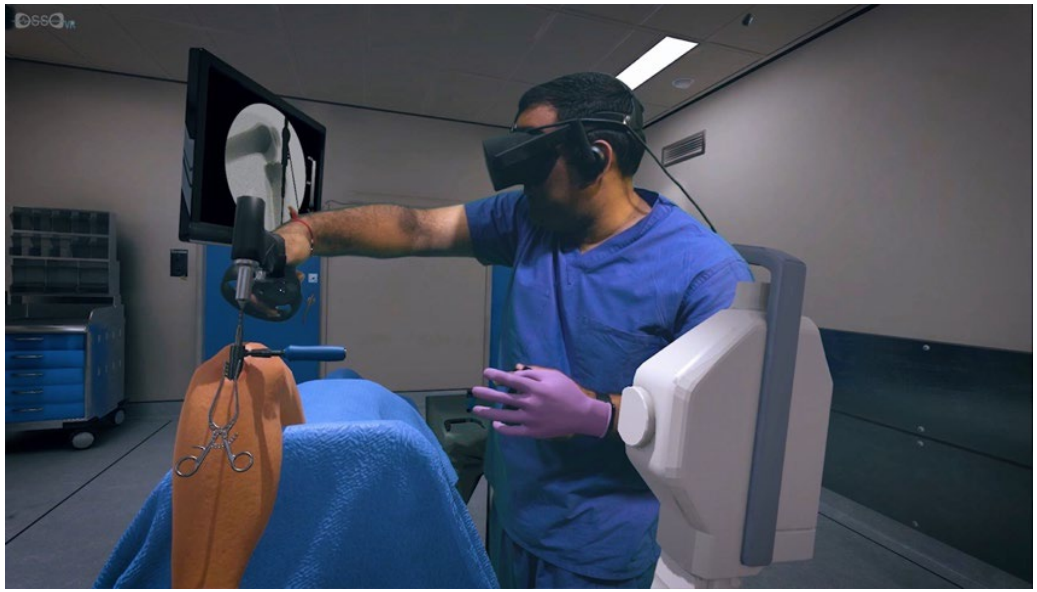
- 影响虚拟现实沉浸体验的要素：一个有意义的主题和风格能够快速地唤起用户的情感共鸣和交互投入感；
  - 交互能够进一步增强或减弱沉浸感
    - 虚拟世界中的过山车，通过用户转动头部观察虚拟三维空间，用户能够获得更加强烈的沉浸体验；
  - 虚拟现实中的空间与实践分辨率
    - 理想的分辨率需要满足人类大脑处理连续的输入而非稀疏的感知信号；
  - 感知覆盖
    - 多少感官信息能被呈现以及覆盖了多少人的感知能力
  - 其它：反馈速度，或者延迟，以及交互效率等

虚拟现实典型应用

- VR+房地产
  - 为用户提供360度无死角购房体验
  - 身临其境地体验不同的装修风格
    - 更加直观的让用户对装修方案提出更具体、更合理的装修意见
  - 自主随意更换家具和家居风格，提高设计师的生产效率

虚拟现实典型应用

- VR+医疗
  - 虚拟外科手术培训、远程外科手术等方面



虚拟现实典型应用

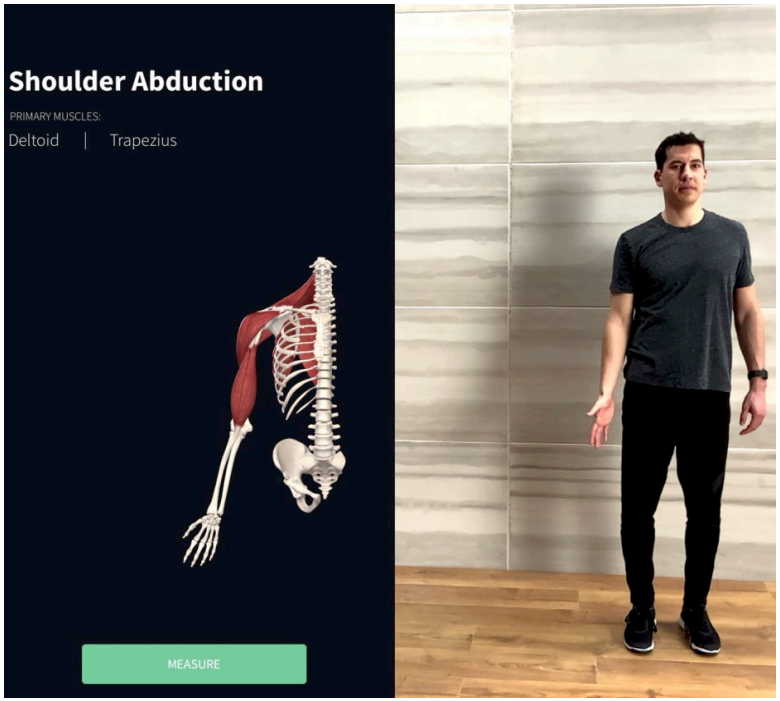
- VR+游戏
  - 玩家通过挥动手柄（在游戏中以光剑的形式存在）在虚拟现实场景中根据音乐的节拍砍断迎面而来的方块

增强现实典型应用

- AR+购物
  - IKEA Place，用户足不出户就可以更加清楚地了解家具的尺寸、家具的纹理和风格等特征

增强现实典型应用

- AR+医疗
  - Complete Anatomy，了解身体部位，以及健康状态等



增强现实典型应用

- AR+游戏
  - Pokémon Go，基于位置服务的AR手机游戏

谢谢！

本文中有多幅图片来自网络，一并致谢！