眼动跟踪技术

* 眼动跟踪
  + 感知眼球运动，计算视线方向
  + 计算人眼注视区域以及注视模式
* 眼动跟踪硬件
  + 穿戴式/接触式——眼镜、头盔
    - 精度比较高
    - 对用户干扰比较大
  + 非穿戴式/非接触式
    - 用户体验比较好
    - 精度较低
  + 精度
    - 0.1°-2°
  + 价格高昂
* 眼动跟踪软件——核心是算法
  + 视线计算
  + 注视区域计算
  + 注视数据统计分析
* 眼动跟踪数据主要参数
  + 注视位置
  + 总注视次数
  + 首次注视时间
  + 首次注视开始时间
  + 注视持续时间
  + 区域注视次数
  + 注视点序列

眼动跟踪应用

* 应用领域
  + 辅助诊断
  + 交互游戏
    - 技能触发
    - 剧情出发
    - 资料调取
    - UI操控
  + 商品销售模式体验反馈
  + 虚拟零售环境下的交互
  + 辅助视觉产品设计优化
  + VR/AR
    - 眼球触发交互界面
    - 虚拟形象眼睛运动
    - 注视点渲染——优化渲染资源分配
    - 自动头显校准
    - 减少眩晕感
    - 数据预取

眼动跟踪技术实现

* 传统眼动测量方法
  + 观察法
  + 机械记录法
  + 反光记录法
  + 电磁感应法
* 常用眼动跟踪方法
  + 计算机生成了可选文字:
    腺动跟踪技术
    瞳孔．角膜反射向0法
    眼电图EOG法
    角膜反射法
    虹膜．巩膜边缘法
    双普金野像法
    接触镜法
    应用场合
    注视点
    眼动力学
    眼动力学注视点
    眼动力学汪视点
    胀动力学，视网
    膜图像稳定，注
    賑动力学，微小
    的眼动
    技术特点
    准确，头具误差小，对人
    无干扰。低带宽
    高宽带，精度低，对人干
    扰大
    高带宽，头具误差大
    高带宽。垂直精度低，对
    人干扰大，头具误差大
    高精度。高带对人干
    精度最高，高带宽，对人
    十扰大。不舒适
    测量参照系
    头具或室内
    头
    头具
    室内
    头
* 瞳孔-角膜反射向量法——PCCR
  + 通过红外线追踪定位，把角膜反射点数据作为眼摄像机和眼球的相对位置的基点，眼球运动导致角膜反射点与瞳孔之间位置关系发生变化，根据瞳孔中心位置坐标计算出在屏幕空间中的凝视点
  + PCCR方法准确，误差小，且对人无干扰
* 电流记录法
  + 眼球运动产生生物电，角膜和视网膜新陈代谢不同，角膜位置的代谢率较小，视网膜位置的代谢率大，所以角膜和视网膜之间形成了电位差，当眼睛注视前方未发生眼动式，可以记录到稳定的基础电位，当眼睛在水平方向上运动时，眼睛左侧和右侧皮肤之间的电位差会发生变化，当眼睛在垂直方向上运动时，眼睛上侧和下侧的电位差会发生变化
* 现有眼动跟踪技术的局限
  + 精度与自由度的 trade off
  + 米达斯接触问题
    - 用户动作不一定都有明确意图
  + 眼颤与眨眼的干扰

瞳孔-角膜反射向量法详解

* 瞳孔角膜生理位置
  + LeGrand眼睛模型——眼球中心到瞳孔中心作为视线方向
  + 根据数学关系计算眼睛注视的方向，在使用前需要标定
* 瞳孔检测
  + 帧间连续定位
  + 搜索窗口大小的确定
* 3D视线估算的坐标变换
  + 图像坐标系到三维视锥
  + 头部跟踪器坐标映射
  + 3D注视点计算——双目视觉

眼动跟踪技术的发展目标

* 更精确、实时地确定用户注视目标
* 减少对人的伤害：对眼睛、对神经系统、对身体
* 减轻人的符合：减少负重、减少视疲劳、减少对人自由度的限制

问题：

关于解决米达斯接触问题。

眼动跟踪需要对人脸进行拍照，而人脸中不仅仅只有眼睛注视位置这一项信息，还有表情、眼神、情绪等。因此避免这一问题就可以在眼动跟踪的同时进行眼神、表情识别，人无意扫视一个东西跟有意地注视一个物体地眼神是不一样的，可以根据眼神的区别来判断这个眼部动作到底有没有具体意图。