

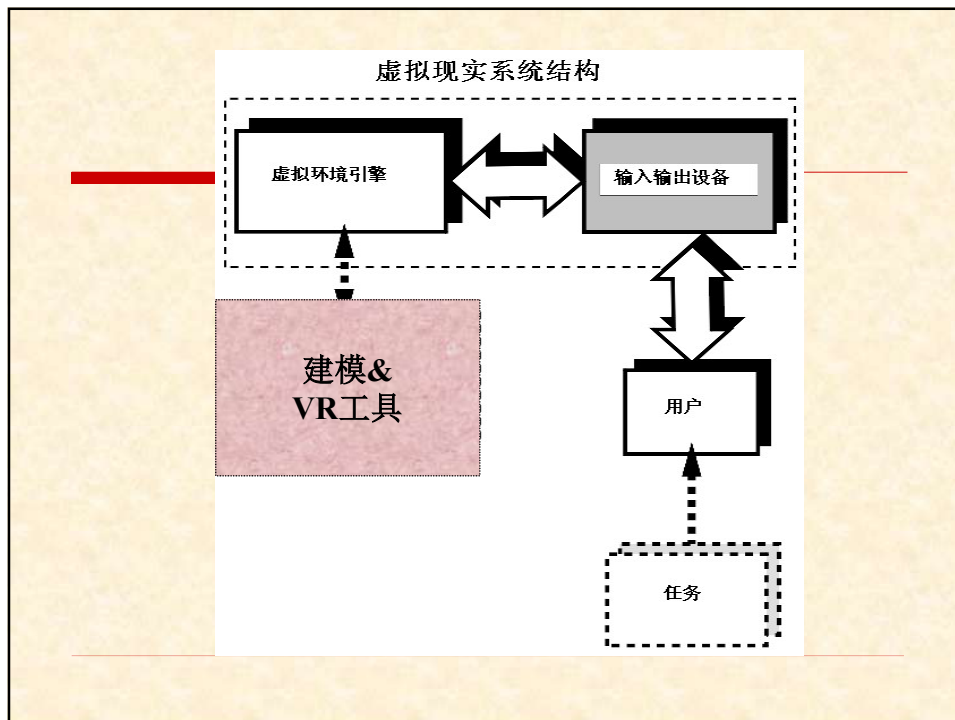
虚拟现实技术

第八章 虚拟现实建模技术

物理建模及行为建模

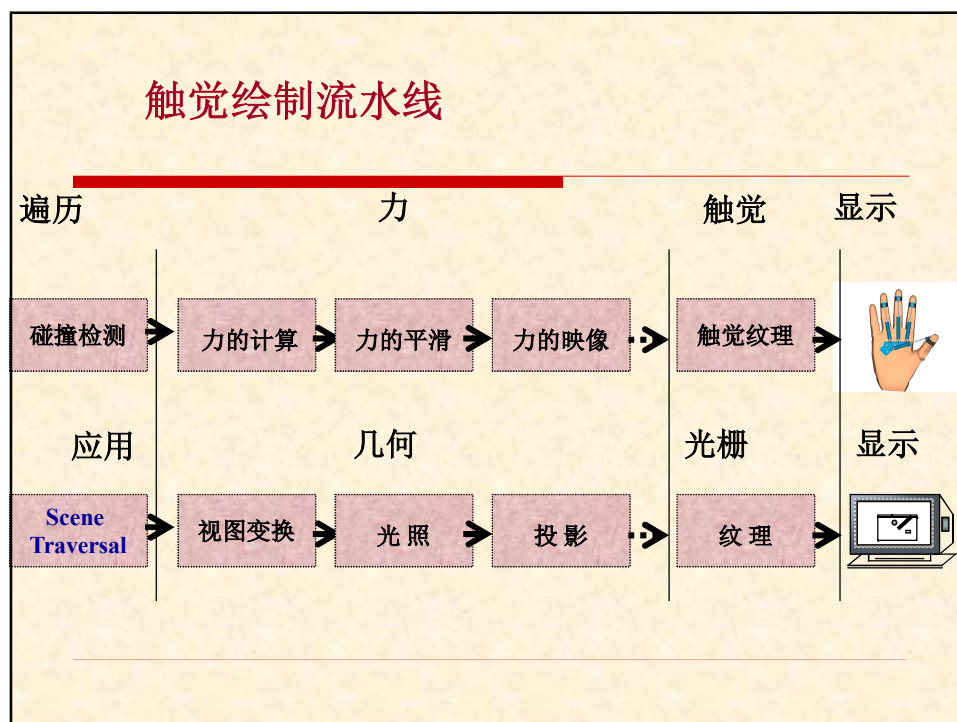
本章主要内容

- ◆ 虚拟物体建模过程
 - ◆ 几何建模
 - ◆ 运动学建模
 - ◆ 物理建模
 - ◆ 对象行为（智能管理）
 - ◆ 模型管理
-



虚拟物体建模过程

- ◆ 几何建模
- ◆ 运动学建模
- ◆ 物理建模
- ◆ 对象行为 (智能管理)
- ◆ 模型管理



碰撞检测

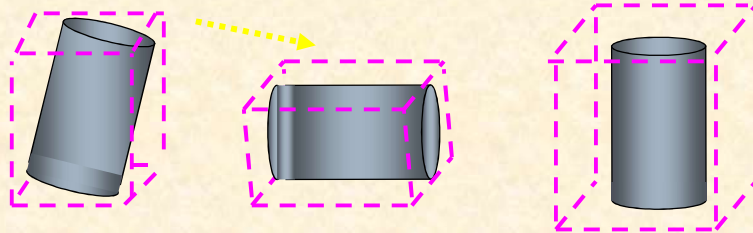
- 为了快速反应使用包围盒进行碰撞检测；

- 两种类型的包围盒，固定尺寸或可变尺寸（根据封闭物体的朝向）

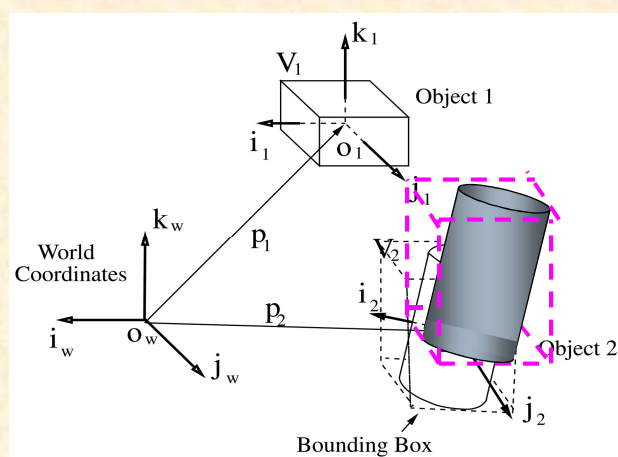
- 固定尺寸计算快，但精确度低

可变尺寸包围盒

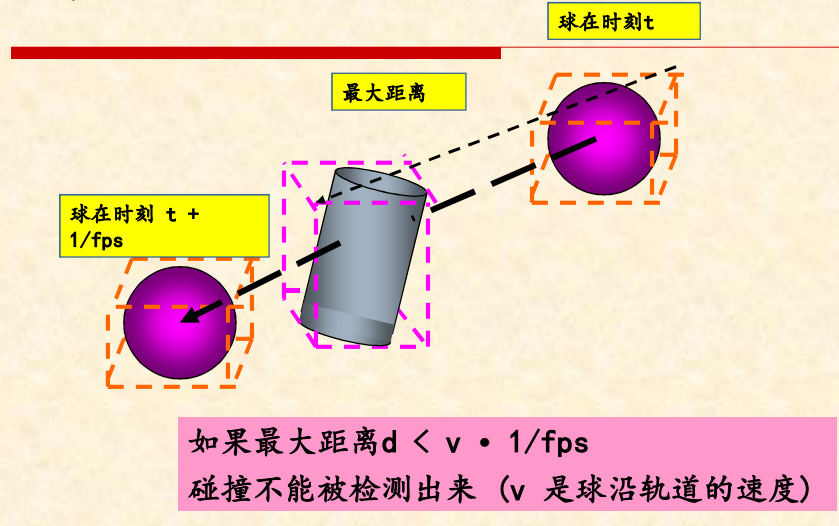
固定尺寸包围盒



碰撞检测



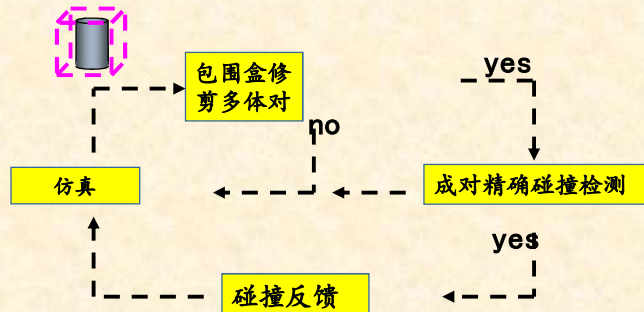
未被发现的碰撞



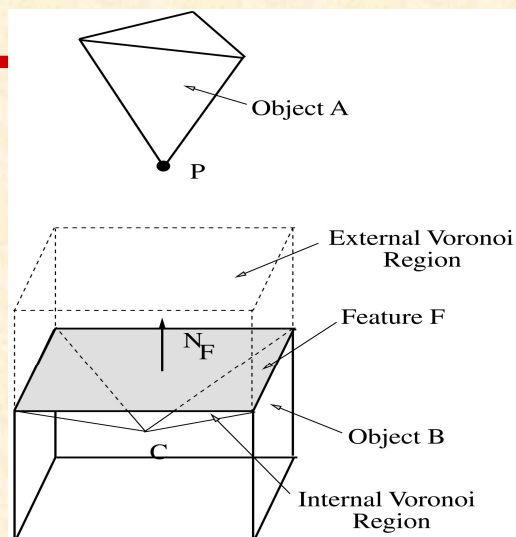
两阶段的碰撞检测

为更精确的检测, 使用两阶段的碰撞检测

- 第一阶段, 近似计算 (包围盒);
- 第二阶段, 精确碰撞检测.



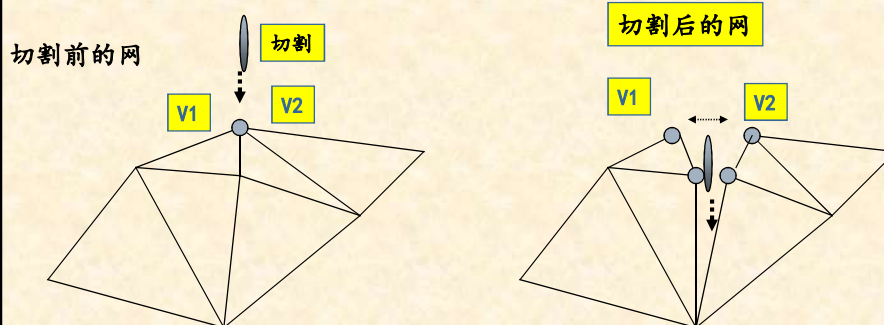
精确的碰撞检测



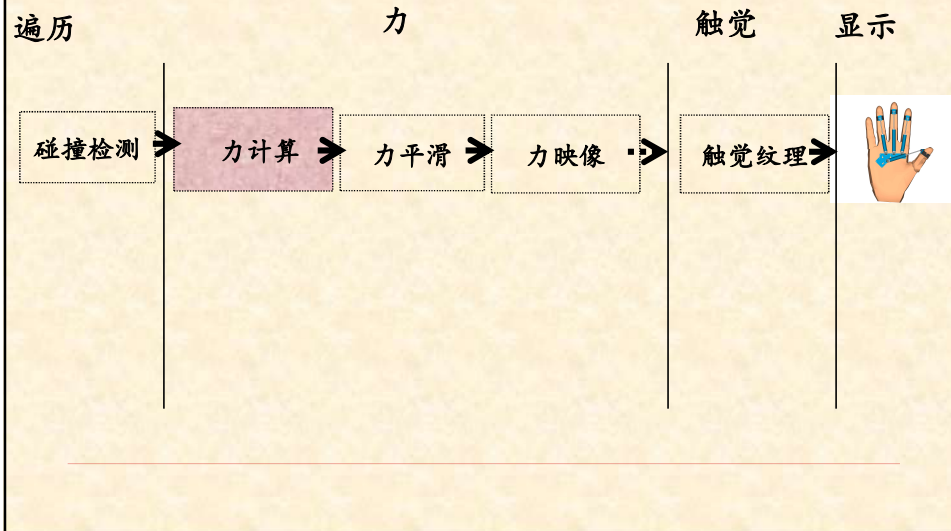
面的剪切

➤ 接触力超过某一阈值时发生表面变形，表面切割是表面变形的一种极端情况

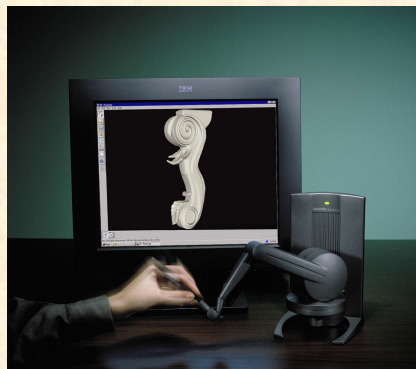
- 切割时，一顶点分成两个
- 为了模拟表面切割的过程，这些顶点对，逐步分开
- 当在切割路径上产生新的顶点对时，重复这一处理过程



触觉绘制流水线



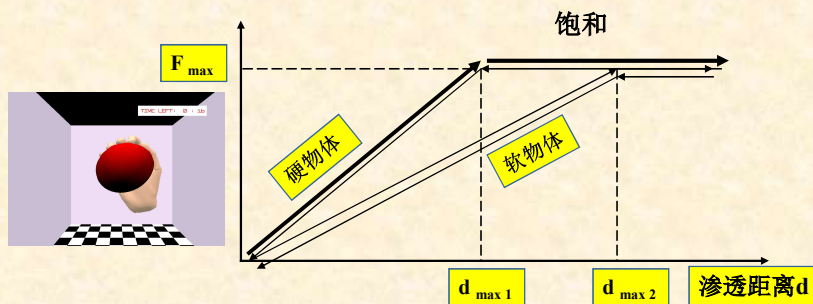
触觉接口



均匀弹性物体力的输出

$$F = \begin{cases} K \cdot d, & 0 \leq d \leq d_{\max} \\ F_{\max} & d_{\max} < d \end{cases}$$

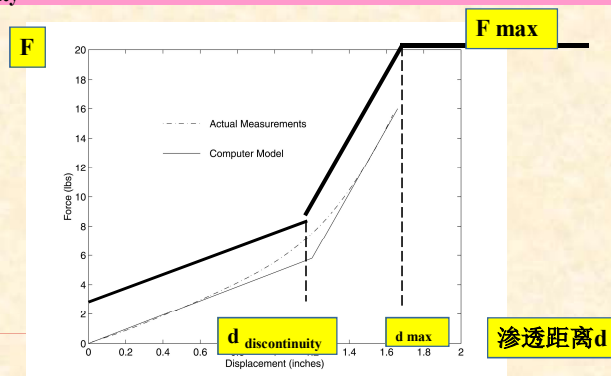
其中 F_{\max} 触觉接口最大输出力

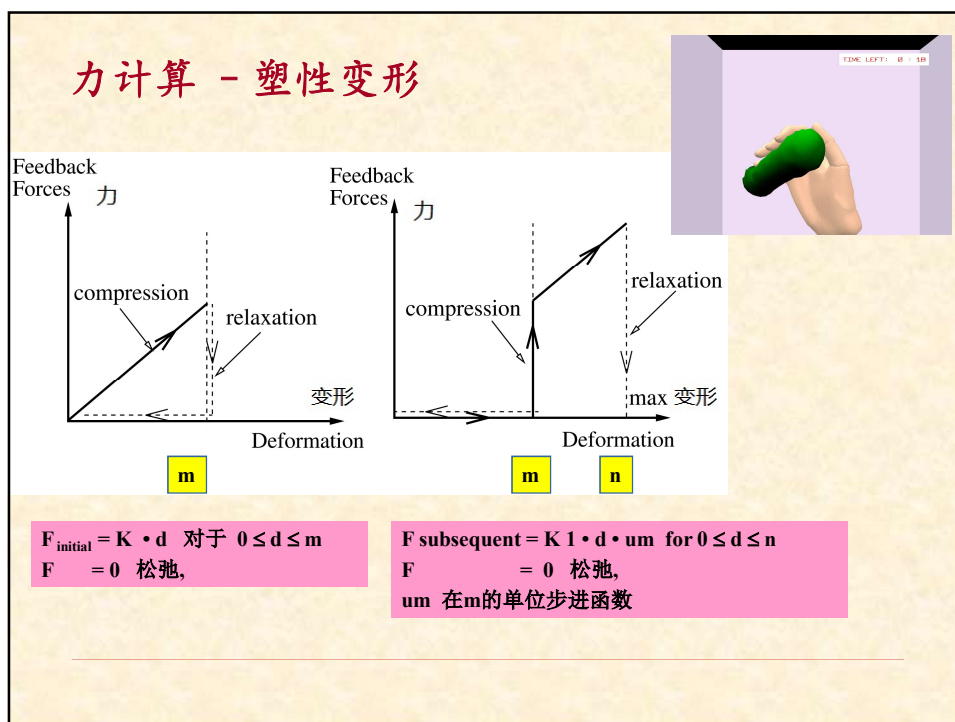
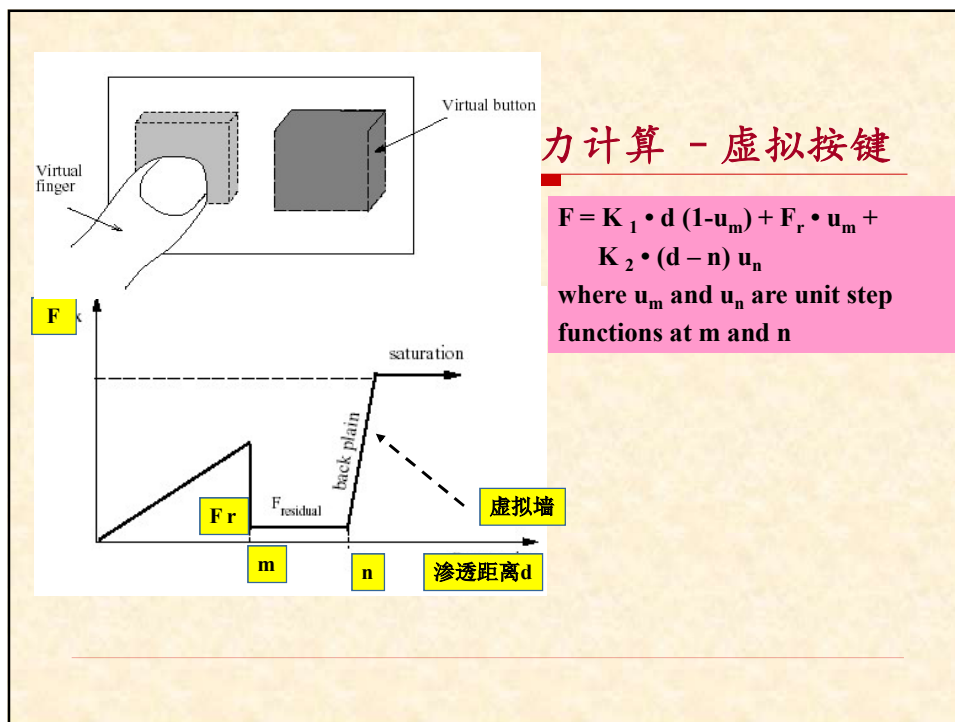


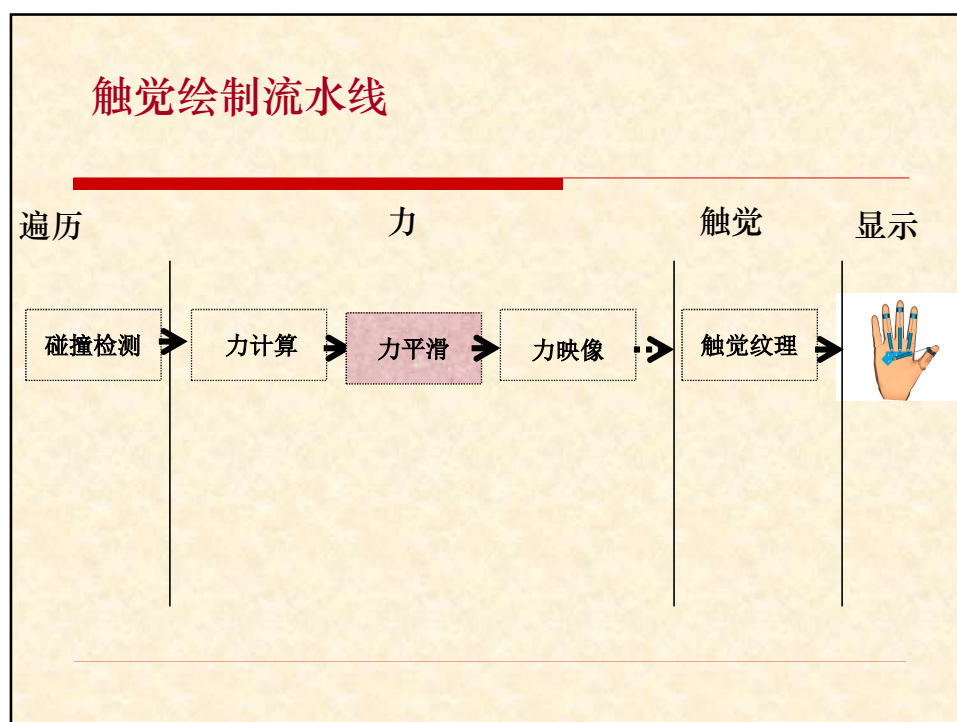
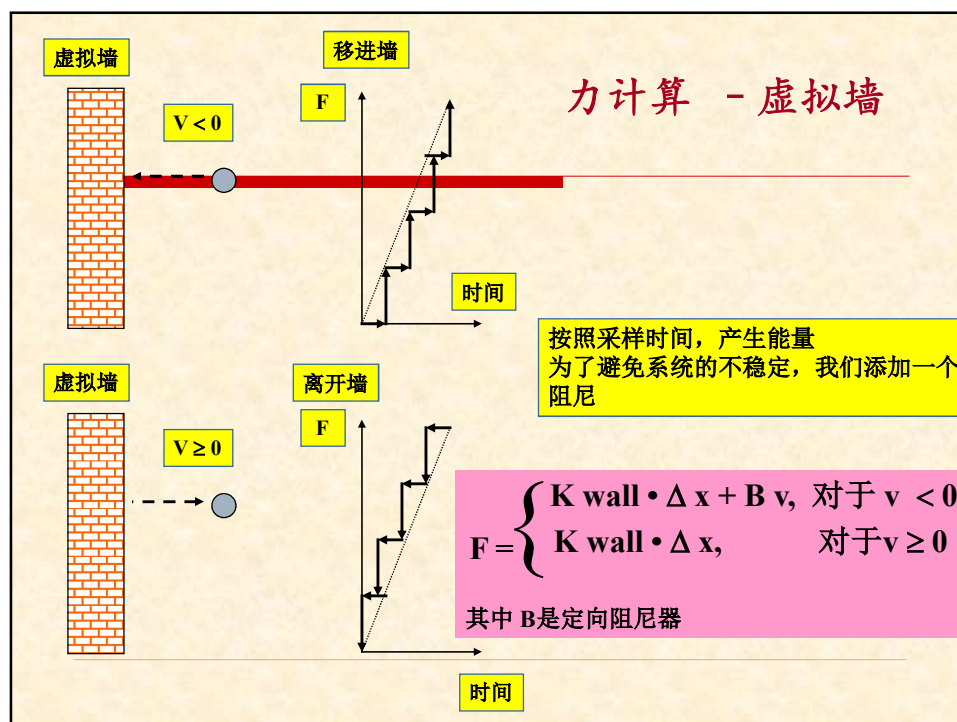
力计算 - 内部坚硬的弹性物体

$$F = \begin{cases} K_1 \cdot d, & \text{for } 0 \leq d \leq d_{\text{discontinuity}} \\ K_1 \cdot d_{\text{discontinuity}} + K_2 \cdot (d - d_{\text{discontinuity}}), & \text{for } d_{\text{discontinuity}} \leq d \\ F_{\max} & \text{for } d_{\max} < d \end{cases}$$

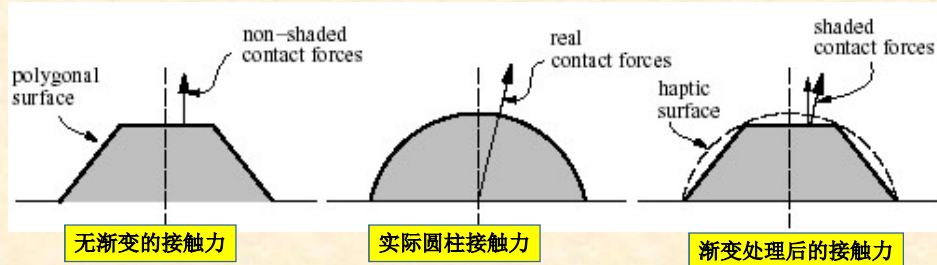
$d_{\text{discontinuity}}$ 为物体刚性变化点







力的渐变处理



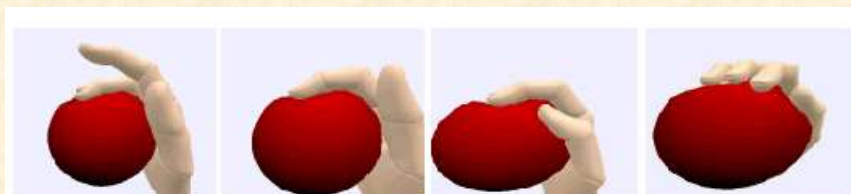
$$\mathbf{F}_{\text{smoothed}} = \begin{cases} K_{\text{object}} \cdot d \cdot \bar{\mathbf{N}}, & \text{for } 0 \leq d \leq d_{\text{max}} \\ F_{\text{max}} \cdot \bar{\mathbf{N}}, & \text{for } d_{\text{max}} < d \end{cases}$$

其中基于顶点法向插值的接触力的方向

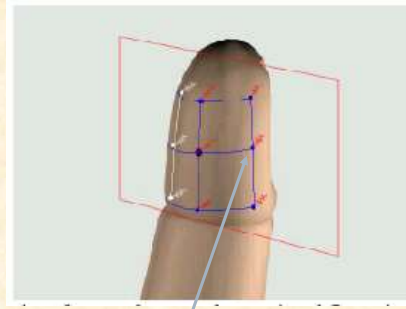
触觉网格

- 一个单一的指尖不足以捕捉到指尖与物体接触的几何形状；
- 指尖的曲度及物体的变形需要实际地建模。

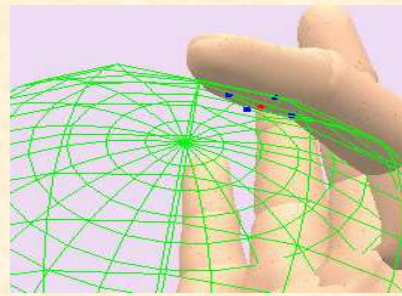
压缩弹性虚拟球的屏幕序列



触觉网格

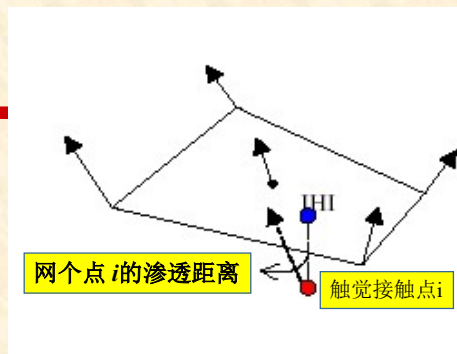


网格点 i



网格点 i 的渗透距离

触觉网格计算



为每个触觉界面网格点：

$$\mathbf{F}_{\text{haptic-mesh } i} = \mathbf{K}_{\text{object}} \cdot \mathbf{d}_{\text{mesh } i} \cdot \mathbf{N}_{\text{surface}}$$

其中 $\mathbf{d}_{\text{mesh } i}$ 是网格点的互相渗透距离, $\mathbf{N}_{\text{surface}}$ 接触多变形面的加权法向量

触觉绘制流水线

遍历

力

触觉

显示

碰撞检测

力计算

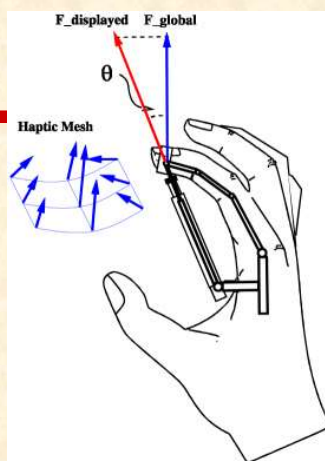
力的平滑

力映像

触觉纹理



力映像



触觉网格的力需要叠加起来，最终映射到激励器：

$$F_{\text{displayed}} = (\sum F_{\text{haptic-mesh}}) \cdot \cos\theta$$

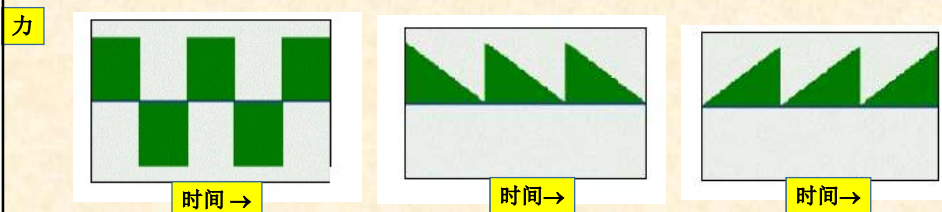
θ 是触觉手套激励器和最后得到的网格力之间的夹角

触觉绘制流水线

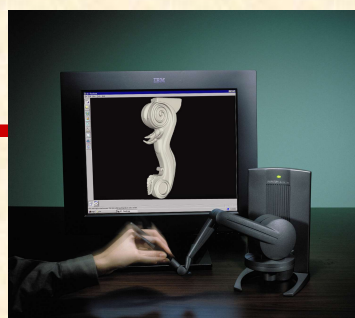
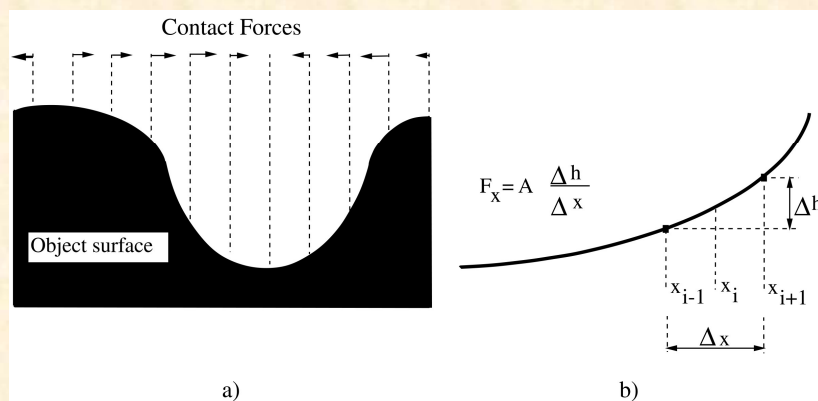


触觉鼠标

由Logitech 鼠标产生的触觉模式

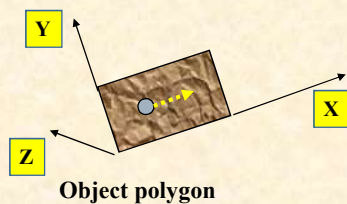


由PHANTOM接口产生的表面触觉纹理



触觉接口

触觉接口点



$$F_{\text{texture}} = A \sin(m x) \cdot \sin(n y),$$

其中 A, m, n 为常量:

- A 为振幅;
- m 和 n x, y 方向的频率

虚拟物体建模过程

- ◆ 几何建模
- ◆ 运动学建模
- ◆ 物理建模
- ◆ 对象行为 (智能管理)
- ◆ 模型管理

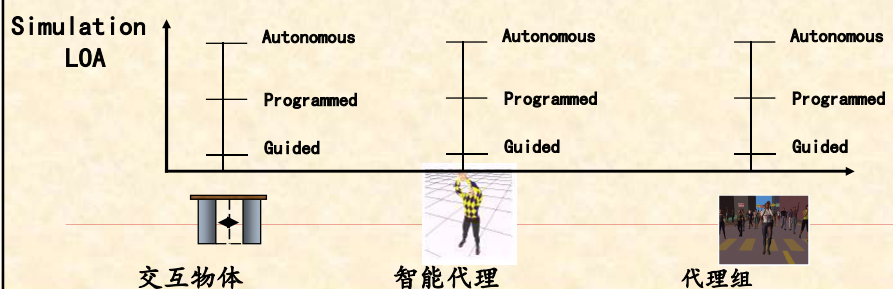
行为建模

- ✓ 虚拟环境的自主程度取决于各个组件的自主程度;
- ✓ 有三个自主级别 (LOA) (Thalmann 等 2000年) ;

- ✓ 仿真组件可以是:

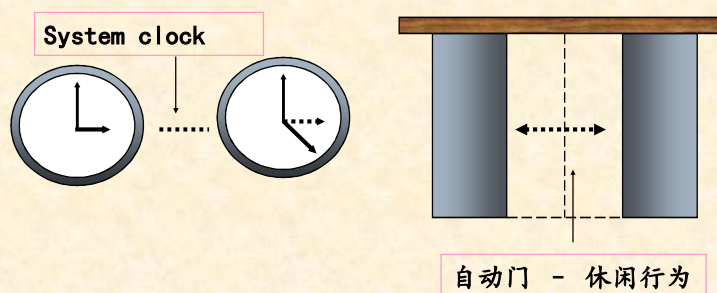
- ✓ 被指导的 (“guided”, 低级别) ;
- ✓ 程序控制的 (“programmed”, 中级别) ;
- ✓ 自主的 (“autonomous”, 高级别) 。

仿真LOA = f(LOA(Objects), LOA(Agents), LOA(Groups))



交互对象

- ✓ 具有不依赖于用户输入的行为 (example: 时钟);
- ✓ 在大型的虚拟环境中, 不必用户提供所有的输入



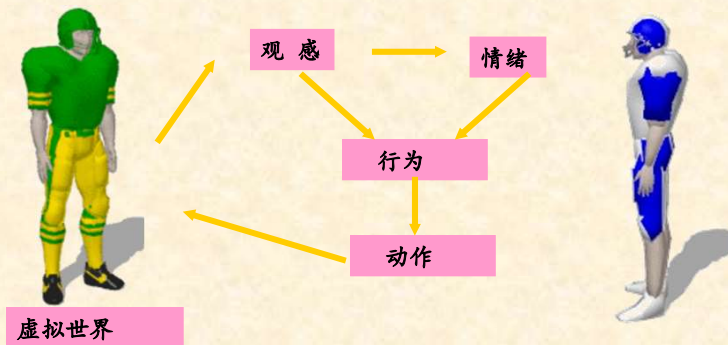
交互对象

- NVIDIA的萤火虫具有独立用户输入的行为
- 用户控制虚拟摄像机



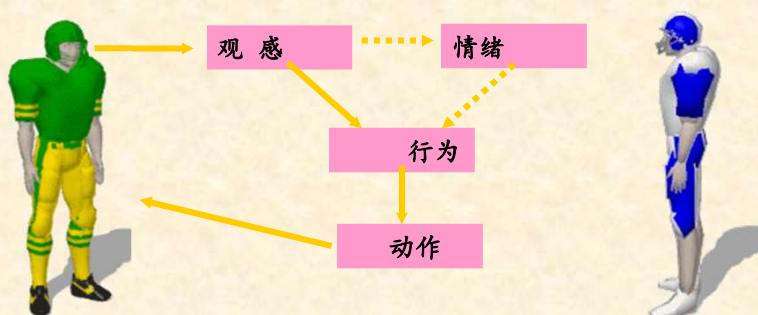
虚拟人行为

- 由知觉，感情，行为，行动组成的行为模型；
- 通过虚拟传感器的感知，使得虚拟人意识到他的周围情况

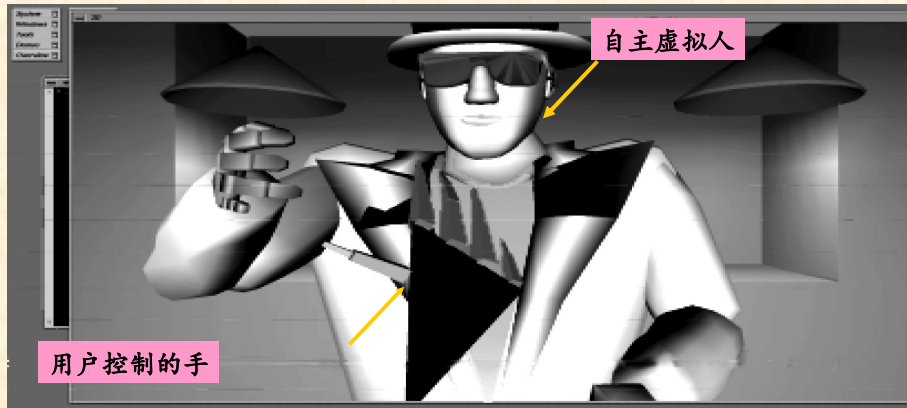


反射行为

- 根据行为规则（单元），直接知觉和行为相联系
- 不包括情感



对象行为



反射行为的例子 - “Dexter” at MIT
[Johnson, 1991]: 手摇动, 头在转

虚拟人 - 造型

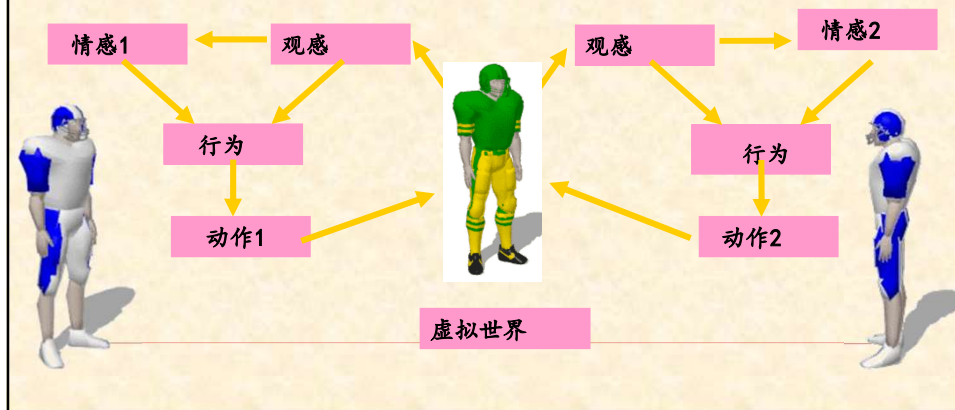


如果用户映射到虚拟人全身, 虚拟人通过身体表情识别

情绪行为

➤ 主观强烈的情绪（愤怒，恐惧）

➤ 两个不同的虚拟人，对相同的观感，可以有不同的情绪，产生不同的行动。



群体行为

- ◆ 群体行为强调的是组行为（不是个体行为）
- ◆ 群体行为可以指导自主级别（LOA），当他们的行为已经由用户明确定义好
- ◆ 或者他们具有自主级别，他们的行为有规则或复杂方法确定（包括记忆）。
- ◆ 引导人群用户需要指定中间路径
- ◆ 自主人群接受信息并决定跟从到达目标的路径