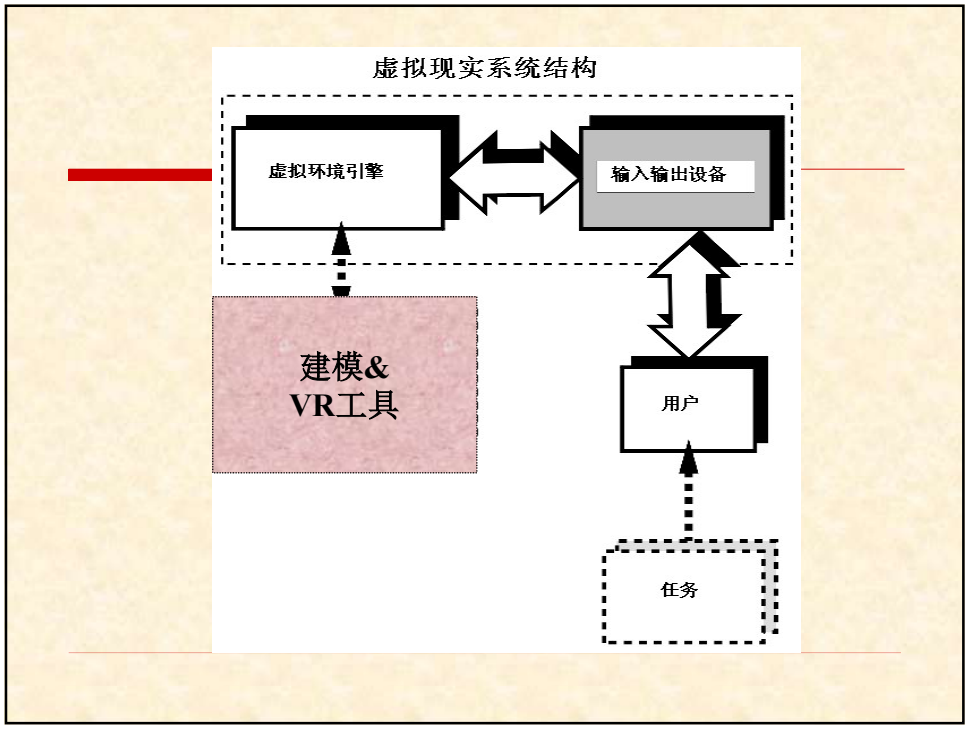
虚拟现实技术

第九章 虚拟现实建模技术

模型管理

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

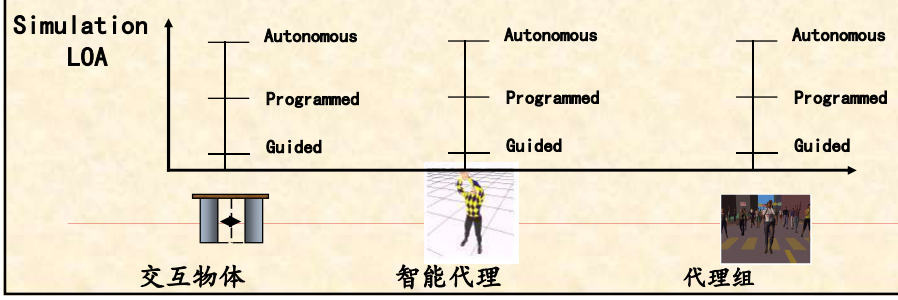


1. 行为建模

- ✓ 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）；

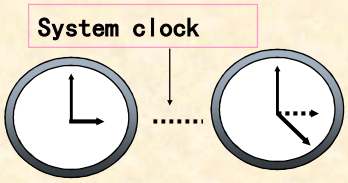
- ✓仿真组件可以是：
  - ✓被指导的（ “guided”，低级别）；
  - ✓程序控制的（“programmed” ，中级别）；
  - ✓自主的（“autonomous ，高级别）。

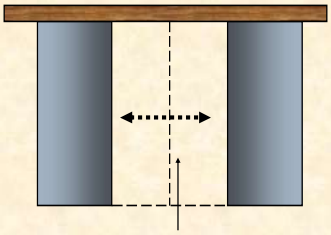
仿真LOA = f(LOA(Objects),LOA(Agents),LOA(Groups))



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





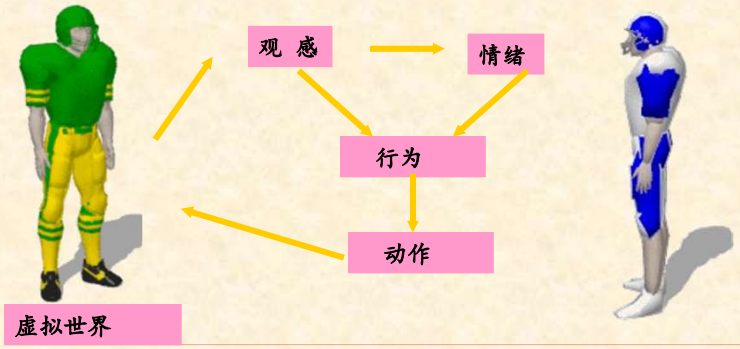
自动门 - 休闲行为

交互对象

- NVIDIA的萤火虫具有独立于用户输入的行为
- 用户控制虚拟摄像机

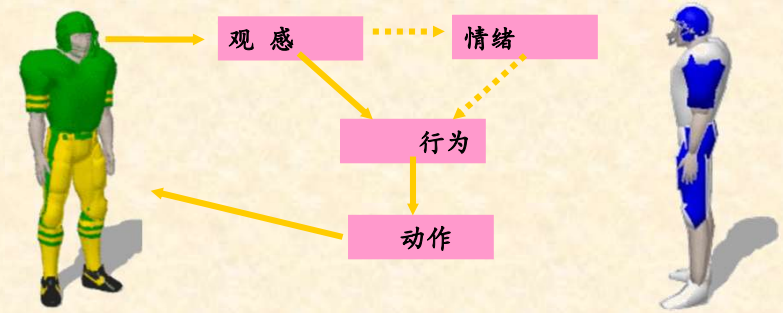
虚拟人行为

- 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

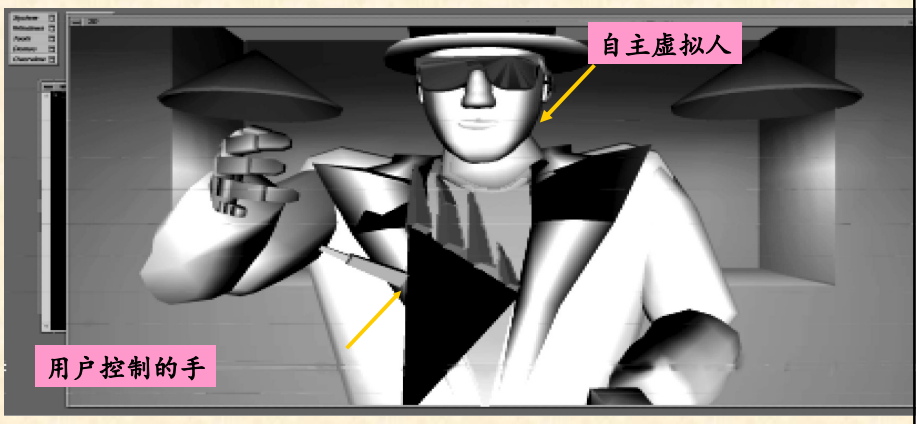


反射行为

- 根据行为规则（单元），直接知觉和行为相联系
- 不包括情感

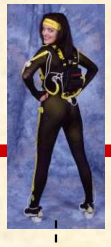


对象行为



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

虚拟人 -造型



用户控制手的agent

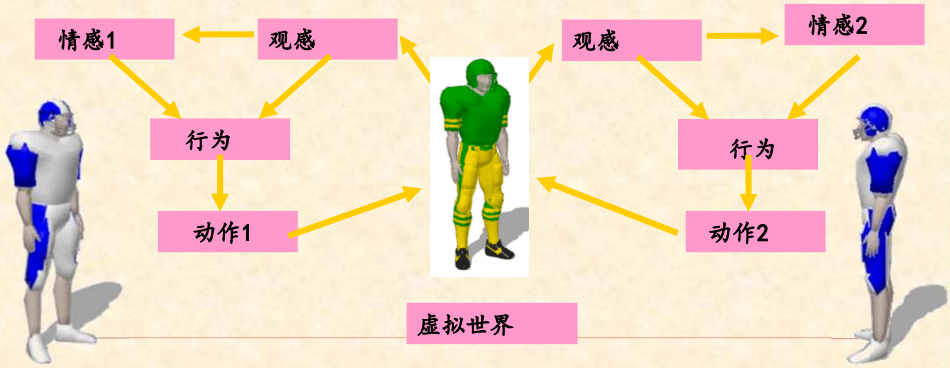
自主虚拟人

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

2. 模型管理

- 当渲染复杂的模型时，有必要保持互动性和一定的帧率
- 几种方法
  - 层次细节分割
  - 单元分割
  - 离线计算
  - 在绘制阶段照明及凸点纹理映射
  - Portals

层次细节模型（LOD-Level of Detail））

- 层次细节模型（LOD）与物体表面的多边形数目有关.
- 即使对象具有较高的复杂性，离虚拟摄像机太远，其细节也可能不可见。

具有 27,000 多边形的树

具有 27,000 多边形的树
(细节感觉不到)

1. 层次细节技术(LOD)

- LOD
  - 在不影响画面视觉效果情况下，逐步简化景物表面的细节来减少场景的几何复杂性；
  - 四类：
    - 简单取舍型
      - 设置阈值，小于则不绘
    - 平滑过渡型
      - 大于上限，正常绘制；小于，不绘；中间，线性过渡
    - 静态LOD型
      - 预计算同一物体的多个不同精度的版本，根据不同距离切换使用不同的物体
      - 跳跃：增加雾化效果

- 动态LOD型
  - 在场景漫游过程中动态地根据相机的位置和物体的重要性动态简化网格；
  - 简化算法：
    - ✓ 基于顶点的删除
    - ✓ 基于边的删除：定义代价函数，删除代价最小的边
    - ✓ 基于面的删除

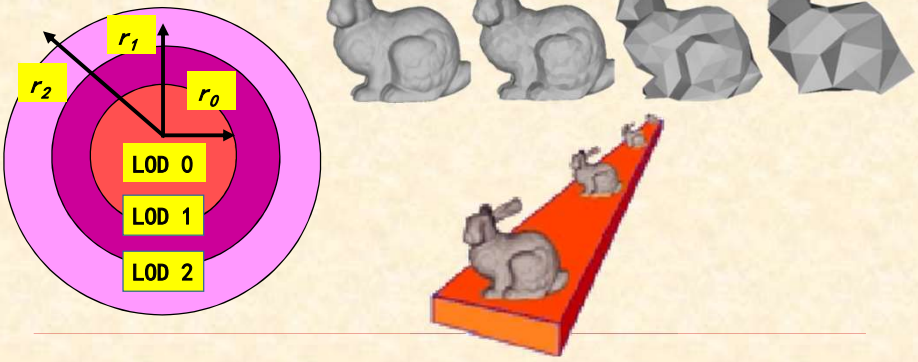
静态层次细节模型（LOD）

- 当绘制对象离虚拟摄像机较远，我们可以使用一个对象的简化版本（含较少多边形的模型）
- 有几种方法
  - 离散几何的LOD;
  - Alpha LOD;
  - 几何变形LOD（“geo-morph”）.

离散几何的LOD：

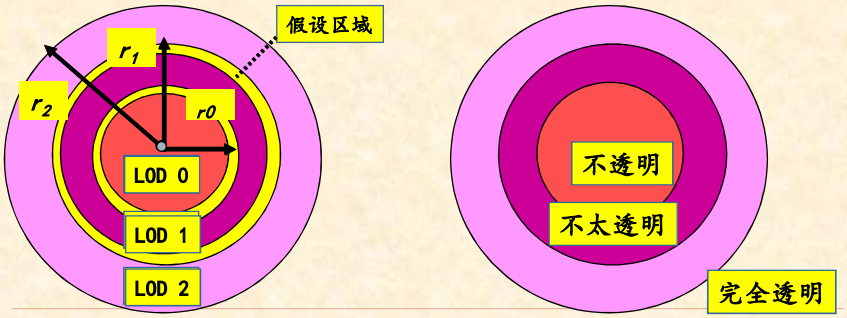
- 使用几个虚拟对象的离散模型;
- 依据它们离摄像机的距离决定用哪一个模型绘制

(r < r0; r0 < r < r1; r1 < r < r2; r2 < r)



Alpha 变形LOD

- 离散 LOD 当 r0 = r，r1 = r，r2 = r的圆出现时模型突跃“popping”现象，引起对象出现及消失很突然
- 一种解决方法是:距离假设，方法是模型融合 －圆附近的两个模型都画
- 另一种方法是alpha融合，改变对象的透明度，完全透明的对象不画

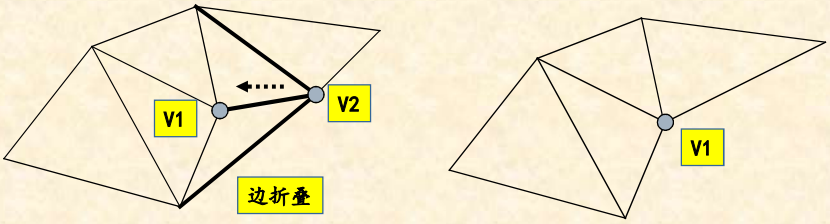


几何变形LOD

- 不像几何LOD是用相同物体的几个模型，几何变形仅使用一个复杂模型；
- 各种LOD是从基本模型通过几何模型简化得到；
- 三角形化的网格模型：n 顶点有 2n 面和 3n 边

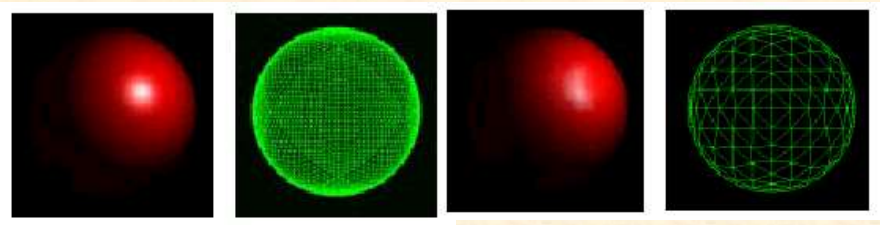
简化前网格

简化后网格



单对象自适应的 LOD

- 仅有一个高复杂度的模型（如在交互式科学可视化）.
- 静态 LOD 无效了，因为细节丢失了 ，例如简化后，失去阴影影子锐化性

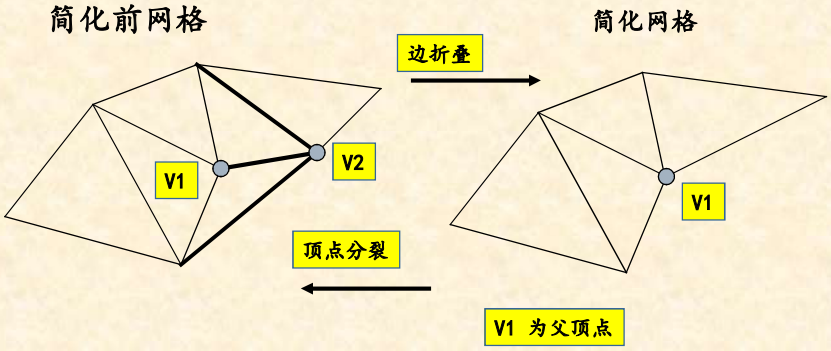


球 8192 三角形 – 均匀高密度

球 512 三角形 – 静态 LOD简化

单一物体的LOD

有时边折叠会出现问题，顶点需要分裂.



(adapted from Xia et al, 1997)

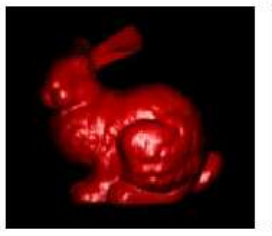
单一物体的自适应LOD

具有8192个三角形的球－均匀高密度，0.115 秒绘制

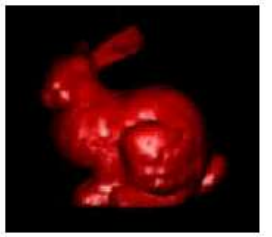
具有537个三角形的球－自适应 LOD，0.024秒绘制(SGI RE2，single R10000 workstation)

(from Xia et al，1997)

单一物体的自适应LOD



具有69,451个三角形的Bunny － 均匀高密度，0.420 秒绘制

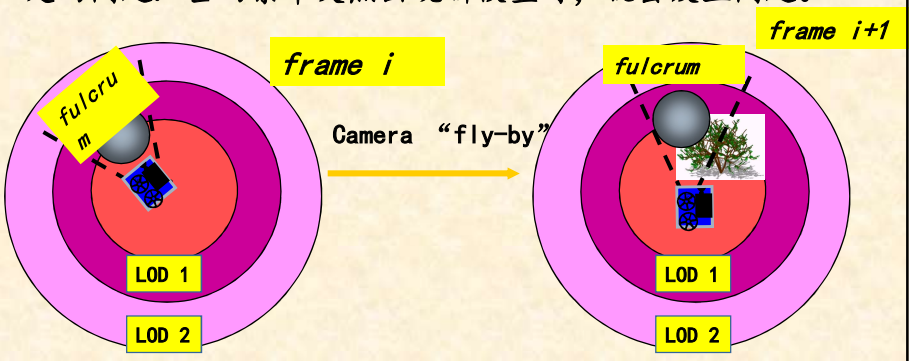


具有3615个三角形的Bunny － 自适应的LOD，0.110 秒绘制

(SGI RE2，single R10000 workstation)

静态 LOD

- 几何LOD，alpha 融合和变形由于保持一定帧率，所以存在一定的问题. 当场景中突然出现新模型时，就会发生问题。



自适应LOD 管理

- 在指定的帧速率时，选择可见物体的LOD
- 该算法基于代价分析的，耗费是对于对象O ，层次细节L，绘制模式R时，整个场景花费的时间代价为

$$\Sigma \text{ Cost } (O,L,R) \leq \text{Target frame time}$$

- 其中对于一个物体的代价为：

Cost (O,L,R) = max (c1Polygons(O,L) + c2 Vertices(O,L), c3 Pixels(O,L))

c1, c2, c3 are experimental constants, depending on R and type of computer

自适应LOD 管理

- 类似地，整个场景的代价是可见物体的代价和

$$\Sigma\ \text{Benefit}(O,L,R)$$

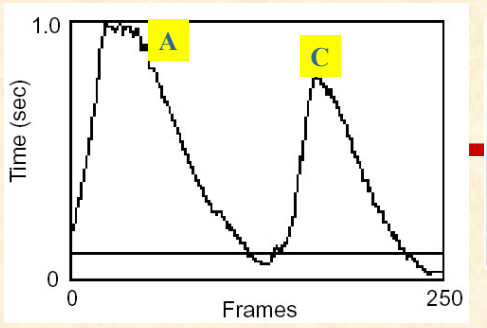
- 对于一个给定的物体，代价：

$$\text{Benefit}(O,L,R) = \text{size}(O) * \text{Accuracy}(O,L,R) * \text{Importance}(O) * \text{Focus}(O) * \text{Motion}(O) * \text{Hysteresis}(O,L,R)$$

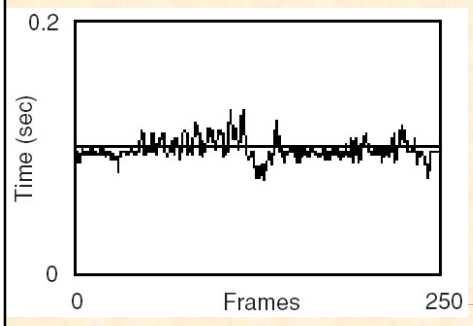
- 算法试图使得每个对象的值最大化

$$\text{Value} = \text{Benefit}(O,L,R)/\text{Cost}(O,L,R)$$

具有较高值的物体先被渲染



72,570多边形 没有LOD分割



优化算法, 5,300 多边形.
0.1 秒三角形目标帧时间 (10 fps)

层次细节分割的渲染模式

无细节损失，19,821多边形

优化，1,389多边形. 0.1秒目标帧时间

层次细节 – 灰黑表示更多的细节

单元分割

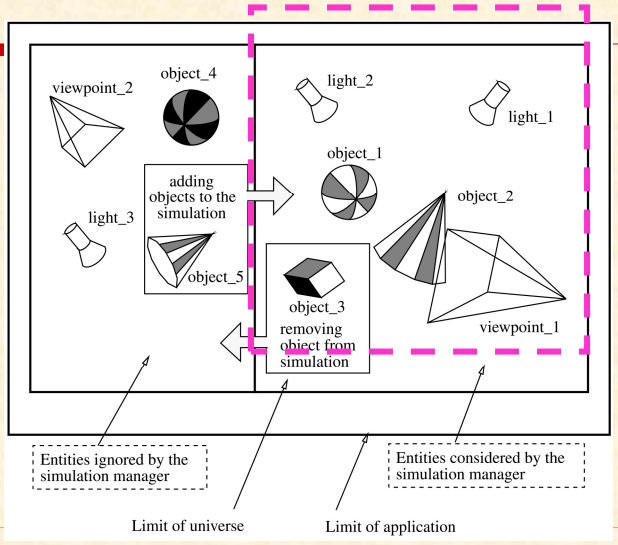
- 用于建筑漫游中
- 要保持“虚拟建筑”的连续感，需要至少6帧/秒
- 绘制复杂模型时需要交互性和常帧率

可见性问题

- 可见性问题
- 我们仅画可见的部分

模型管理

只有当前的 “空间” 需要绘制



单元及剖分

单元:

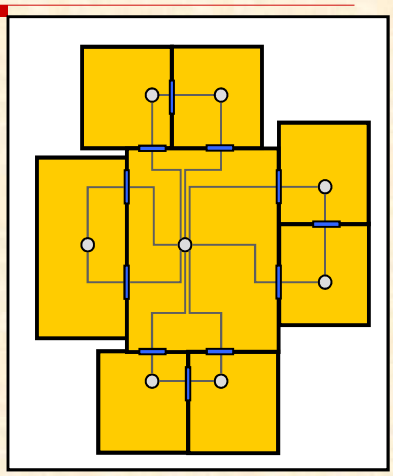
边界由一序列墙及门户形成的区域.

For example: rooms.

Portals:

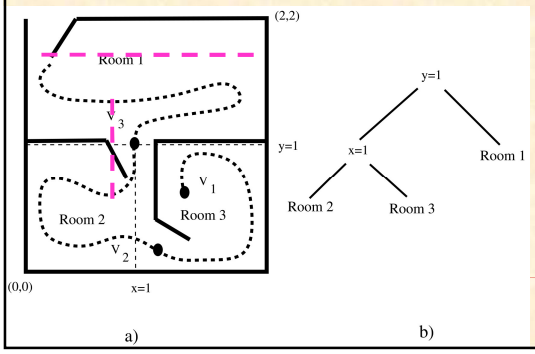
连接两个单元的透明的门道，填补了缺失的部分

For example: doors.



单元分割 - 增加帧率

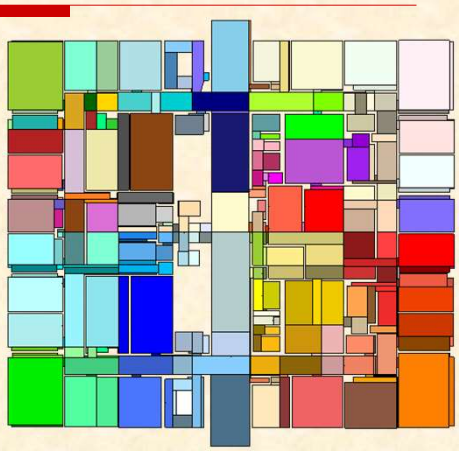
- 建筑是大模型，为了提高实时的仿真速度，可以自动或离线划分成“单元”
- 分割算法使用“优先”因素，有利于闭塞（分割沿墙壁）



二进制空间分割树（ BSP树 ）

BSP 树算法

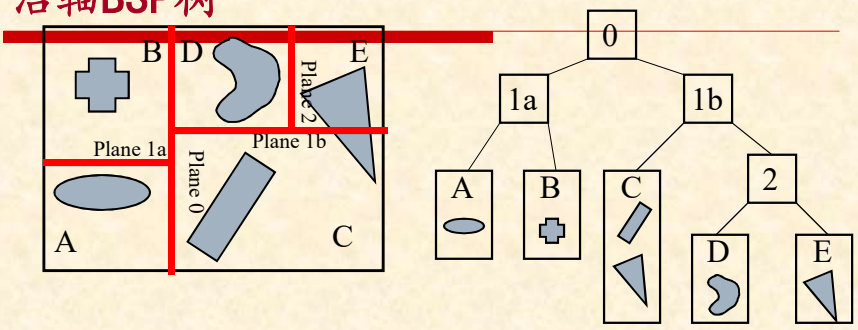
- 选择一个分裂的平面。使用平面空间一分为二
- 对于两个子空间再重复递归
- 最后的结果是二叉树，其叶片是凸空间 ，这是单元



BSP树（二叉空间平分树）

- 应用于深度排序，碰撞检测，绘制，节点裁减和可见性判断，加速三维场景的漫游；
- 空间中的任意平面把空间分成两部分：一分为二地空间剖分方法；
- 一直递归下去，结束的条件：
  - 空间中没有物体了；
  - 剖分的深度达到了指定的数值就停下

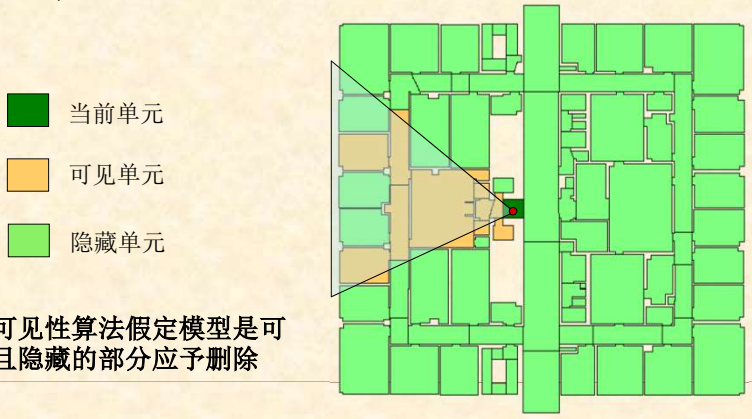
沿轴BSP树



- 每个内部节点拥有一个分割面 ；
- 叶子具有几何信息

绘制单元

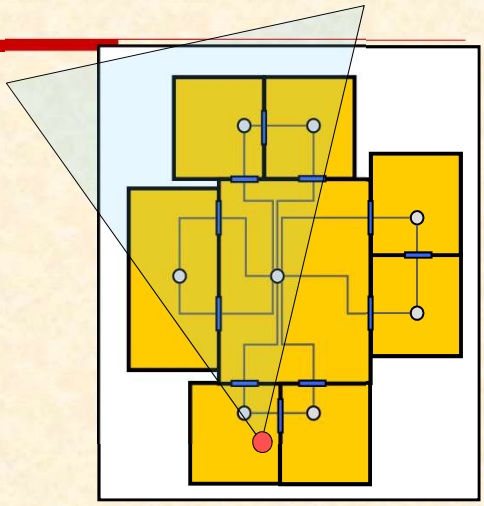
- 单元和门户是在下面的假设条件下工作的：模型是隐藏的，可见的部分是能够看得见的



通常，可见性算法假定模型是可见的并且隐藏的部分应予删除

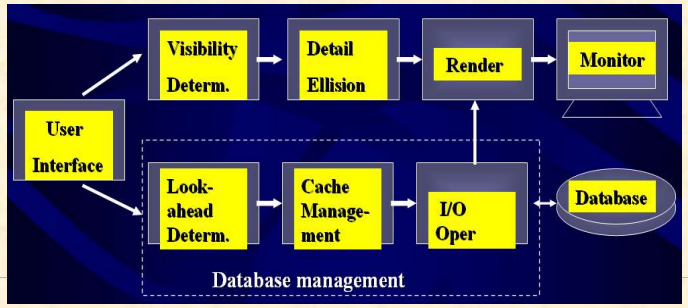
绘制单元

- 从当前单元格执行深度优先搜索算法
- 测试门户。如果一个门户，是看得见，剪辑，并移动到相邻单元格
- 绘制遍历过程中可见的单元



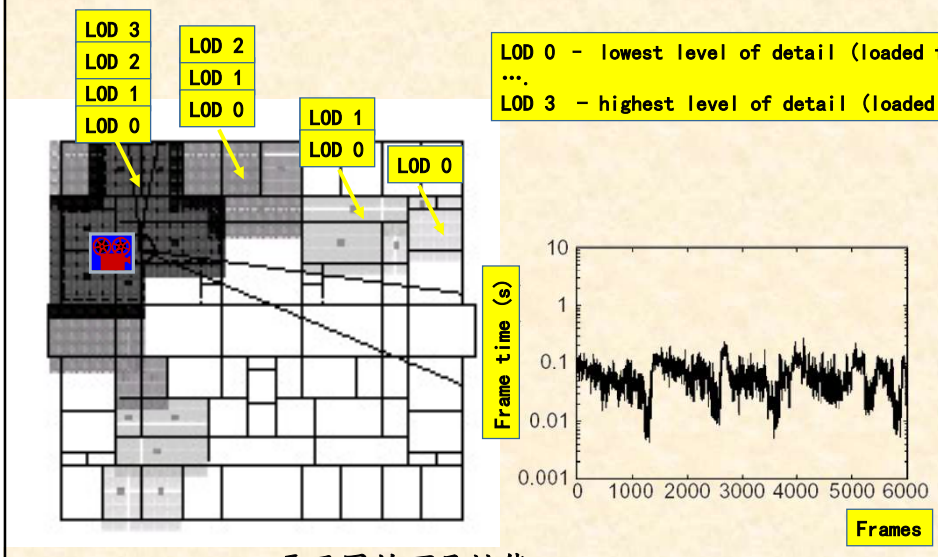
LOD 和数据库结合的方法

- 可以增加数据库管理技术，来防止缺页问题，保证漫游时产生均匀的帧率
- 可以估计下面 N 帧时摄像机的旋转和平移量，并提前预先从硬盘中取出模型



Floor plan partition

数据库管理



平面图的可见性能