

Realidade Aumentada -
Interfaces avançadas para geração de
conteúdos digitais

Prof. Dr. Antonio Carlos Sementille
Departamento de Computação/FC

Estruturação de Ambientes Virtuais – O Grafo de Cena

Uma característica comum das
ferramentas de criação de mundos
virtuais é a necessidade de
estruturação hierárquica da cena
virtual

Estruturação de Ambientes Virtuais

- **Grafo de Cena**
 - É uma montagem hierárquica de nós
 - Determina como a cena é renderizada no dispositivo de saída
 - Preserva toda a eficiência de estado
 - É uma arquitetura baseada em pilha

Estruturação de Ambientes Virtuais

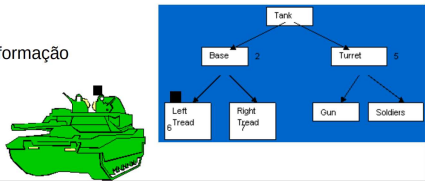
- **Grafo de Cena (cont)**
 - Cria uma base de dados visual eficiente
 - Permite o recorte hierárquico de objetos
 - Uso eficiente da informação de transformação
 - Permite múltiplas janelas, cada qual com seu próprio grafo de cena

Tipos de Nós

- Raiz
 - Primeiro nó do grafo e todos os outros nós estão ligados a ele direta ou indiretamente.
- Intermediários (internos ou de agrupamento)
 - Possuem várias propriedades, sendo o uso mais comum o de representar transformações 3D (rotação, translação e escala).
- Folha
 - Contêm, geralmente, a representação geométrica de um objeto.

Grafos de Cena

- ▶ Estrutura de Dados: Grafo Acíclico Direcionado (GAD)
 - Geralmente uma árvore (somente um pai por nó)
 - Representa a hierarquia baseada em objeto da geometria
- ▶ Os nós folhas contém a geometria (triângulos, etc.)
- ▶ Cada nó mantém ponteiros para os filhos
- ▶ Os filhos podem ser:
 - Grupo
 - Geometria
 - Matriz de transformação
 - Outros...

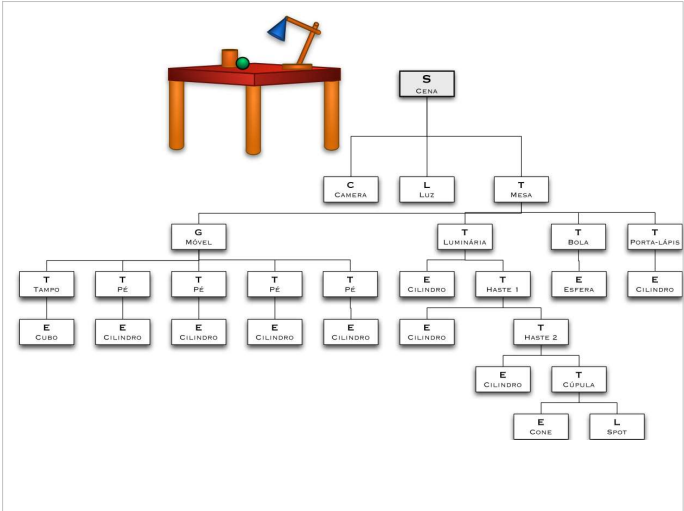
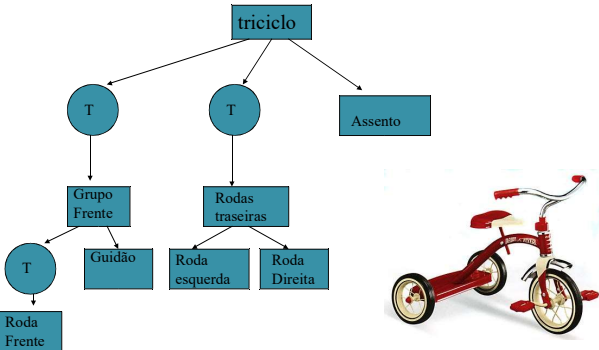


Herança de estado

- Os grafos de cena implementam um princípio chamado de herança de estado.
 - Nós internos armazenam o estado do sistema, onde estado significa a posição e a orientação dos objetos no ambiente virtual e seus atributos de aparência.
 - A herança de estado é uma propriedade dos grafos de cena que determina que cada nó deve herdar as propriedades de estado de todos os seus ancestrais no grafo até a raiz.

Grafos de Cena

- ▶ As transformações espaciais são representadas como nós do grafo (rotação, translação, escala, etc.)



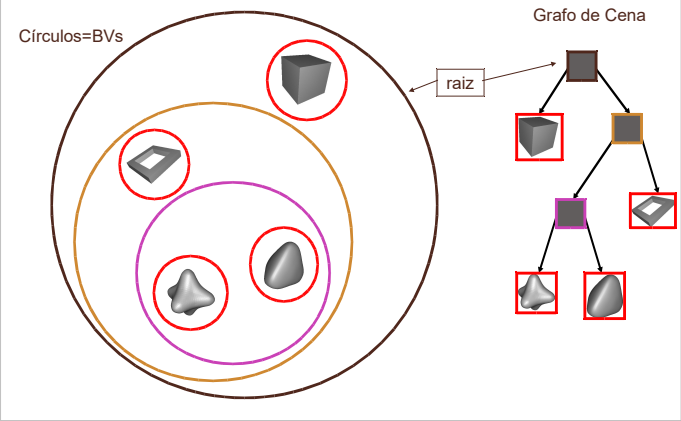
Grafos de Cena

- Organização hierárquica da cena
- Otimizações essenciais para visualização em tempo real em RV
 - Descartes (retirar da cena objetos que não aparecem na visualização)
 - LOD (Level of Detail)
- ▶ Melhoria no desempenho da aplicação!

Grafos de Cena e Volumes Envolventes

- ▶ Idéia Básica:
 - Os grafos de cena adicionam, a cada nó, um envoltório de volume da dados (blocos ou esferas)
 - Algumas vezes chamado de Hierarquia de Volumes Envolventes (Bounding Volume Hierarchy - BVH)
 - Pela aplicação de testes de recorte e descarte aos envoltórios de volume, pode-se eliminar ramos inteiros da árvore e, possivelmente, evitar o processamento de muitos triângulos

Exemplo de Grafo de Cena



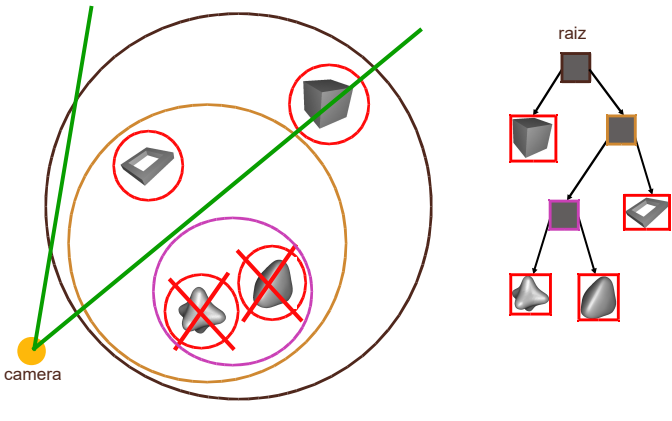
Recorte (Culling): Visão Geral

- Recorte Hierárquico Visão-Frustum
 - Uso de envoltórios de volume
- Recorte de Detalhe (*Detail culling*)
 - Escolha da resolução da renderização baseado na distância entre a câmera e o objeto

Recorte Visão-Frustum

- Se um envoltório de volume (bounding volume - BV) está fora do volume de visualização (view frustum), então o conteúdo inteiro daquele BV também está fora (não visível)
- Evita o processamento destes BVs e seus conteúdos geométricos

Exemplo de Recorte Hierárquico Visão- Frustum



Grafos de Cena e Controle de Detalhe

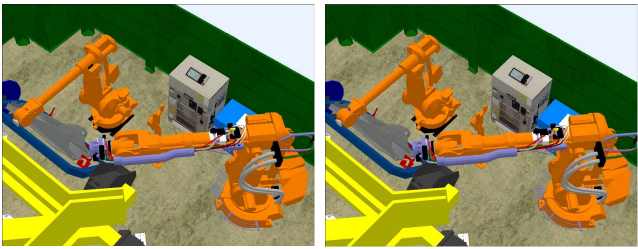
- Em cenas complexas, uma grande porcentagem de tempo é gasta desenhando pequenos triângulos
- O que acontece se um triângulo é projetado em um pixel ou menos?
- Objetivo: Usar o grafo de cena para reduzir a carga de trabalho de triângulos insignificantes

Recorte de Detalhe (*Detail Culling*)

- Idéia: Objetos cuja projeção do BV ocupa menos do que N pixels são descartados
- Este é um algoritmo de aproximação para determinar quais triângulos atualmente contribuem para a imagem final
- Vantagem: melhoria da relação qualidade/velocidade

Exemplo de Recorte de detalhe

Imagens courtesia de ABB Robotics Products, criado por Ulf Assarsson



detail culling OFF

detail culling ON

- Sem muita diferença visual, mas 80-400% mais rápido
- Bom quando há movimento

Organização espacial

- Se um nó for descartado, toda a sua subárvore será descartada. Por esse motivo, uma cena organizada espacialmente será muito mais eficiente do que uma cena que foi montada aleatoriamente.

Renderização de Nível de Detalhe (*Level-of-Detail Rendering - LOD*)

- ▶ Usa diferentes níveis de detalhe em diferentes distâncias do observador
- ▶ Mais triângulos quando perto do observador



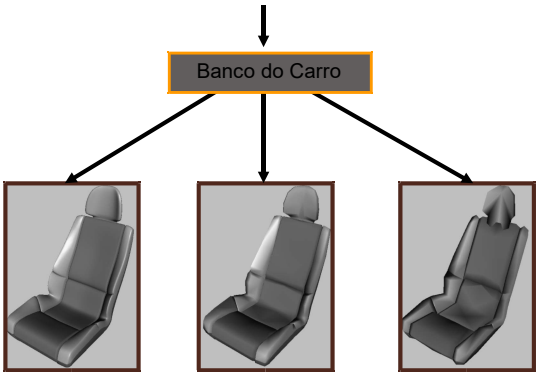
Renderização LOD

- ▶ Sem muita diferença visual, mas muito mais rápido



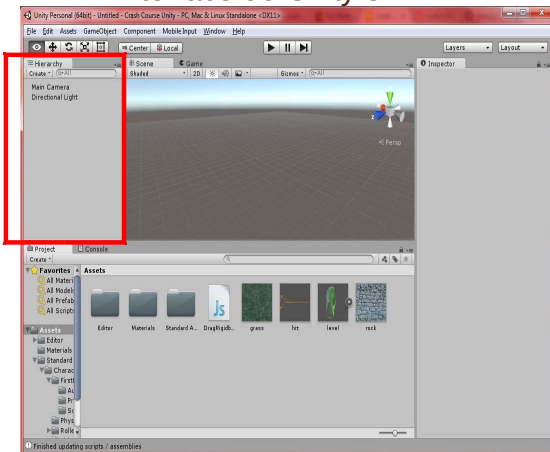
- Uso da área de projeção do BV para selecionar o LOD apropriado

Grafo de Cena com LODs



Grafo de Cena no Unity 3D
(Hierarchy)

A Interface do Unity 3D



Painel Hierarchy



- Exibe o conteúdo de uma cena em uma árvore hierárquica (grafo de cena).
- Tudo que é visto no painel Hierarchy é um GameObject
- Objetos selecionados no painel Hierarchy são também selecionados no painel Scene e vice-versa.
- Pode-se mudar a ordem dos objetos arrastando-os para cima e para baixo
- Arrastar um objeto para dentro de outro torna-o um nó filho do outro (como será visto mais tarde).