

Realidade Virtual e Interfaces Modernas

Prof. Carlos Henrique Q. Forster

IEC-ITA

Julho/2005

Grafos de cenas

Tópicos

- Elementos de gráficos sintéticos
- Elementos compostos
- Estrutura do grafo de cena
- Síntese gráfica de um grafo de cena
- Modos retido e imediato
- Ferramentas da computação gráfica

Efeitos de gráficos sintéticos

- Superfícies escondidas
- Perspectiva
- Textura
- Anti-aliasing
- Shading – sombreamento
- Lighting – iluminação
- Efeitos atmosféricos – neblina, atenuação
- Polígonos – Superfícies
- Raytracing

Elementos de gráficos sintéticos

- Forma
- Câmera / Viewport
- Fonte de luz
- Material
- Textura
- Efeitos atmosféricos

Elementos compostos

- Transformação geométrica
- Grupos e hierarquias
- Modificadores de aparência
- Eventos e efeitos - comportamentos
- Protótipos e instâncias

Estrutura de um grafo de cena

- DAG (grafo direcionado acíclico) de objetos
- Ordenação espacial de objetos
 - Facilita ordenação por profundidade
 - Importante para rendering múltiplos passos
- A estrutura da cena passa para uma estrutura de dados, saindo do código do programa
- A API fornece funções para gerenciar o grafo de cenas

Por que usar um grafo de cena?

- Objetos são naturalmente hierárquicos
- Gestão de detalhes
- Conveniência
- Desenvolvimento rápido de aplicações
- Reuso
- Aprendizado

Organização de um grafo de cenas

- Raiz
- Nós
- Relação de parentesco

Organização de um grafo de cenas

- Três tipos básicos de nós
 - Forma
 - Propriedade
 - Grupo
- Todos possuem atributos
- Alguns controlam outros nós

Forma / Geometria

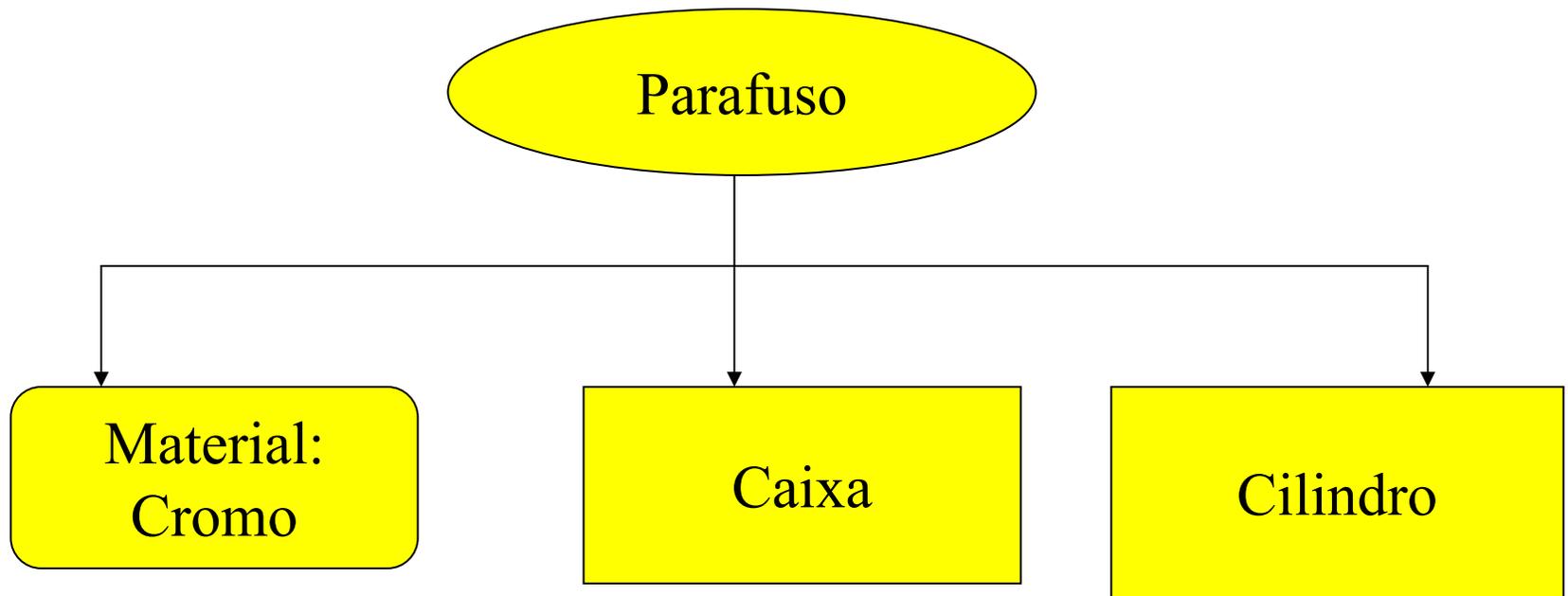
- Define uma entidade geométrica 3D
 - Ponto
 - Vetor
 - Polígono
 - Primitiva
 - Esfera
 - Cone
 - Cilindro
 - Caixa
 - Curvas e superfícies (NURBS)

Propriedades

- Cor (material e fonte de luz)
- Material (componentes de reflexão)
- Brilho
- Transparência
- Texturas
- Transformações
 - Escala
 - Rotação
 - Translação

Grupo

- Nós para formar subgrafos



Síntese gráfica de um grafo de cena

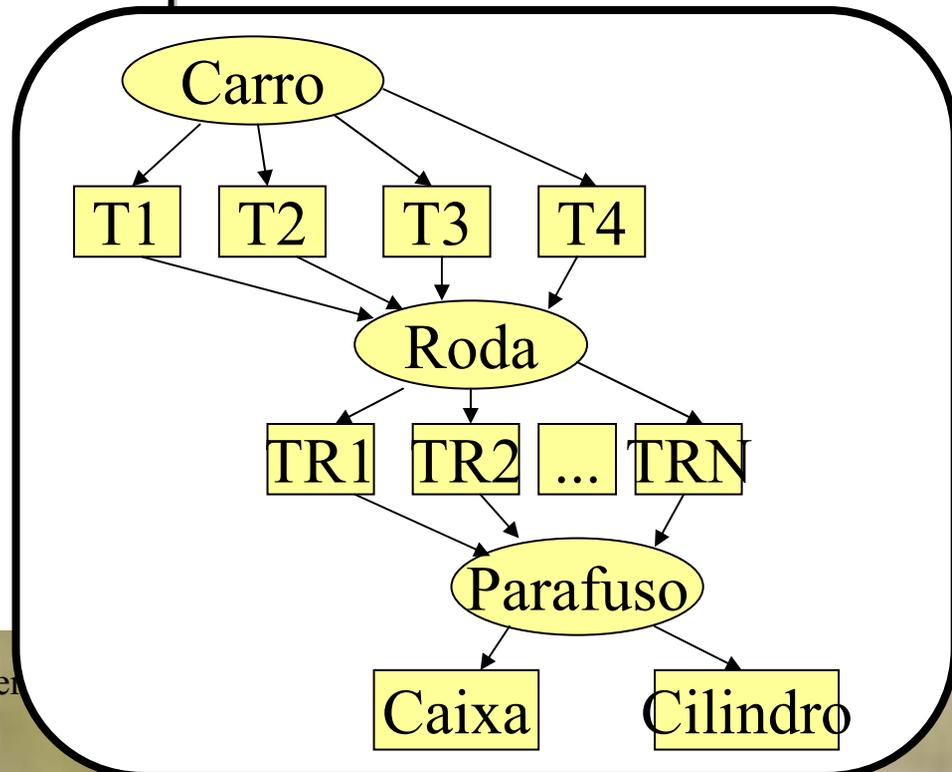
- Percorrer o grafo de cena
- Otimizar o grafo de cena para rendering
 - Gerar uma seqüência de instruções em memória
 - Explicitar onde na seqüência estão parâmetros que podem ser mudados durante o loop de rendering
 - Podem haver instruções com desvios (goto)
- Rendering pipeline

Gerência de Estado

- Mudanças de estado são as operações mais custosas
 - Alterar propriedades do ambiente
 - Alterar textura
 - Alterar material
 - Alterar transformação

Nós compartilhados

- Economia de espaço
- Economia de código
- Atualizações mais fáceis e rápidas



Outros nós

- Câmeras
- Fontes de Luz
- Nós de controle
- Manipuladores

Câmeras

- Ortográfica / perspectiva
- Posição
- Orientação (look at)
- Viewport
- Limites longe / perto

Fontes de Luz

- Tipos
 - Pontual
 - Direcional
 - Spot
- Campos
 - Posição
 - Direção
 - On/off
 - Cor
 - Intensidade

Nós de controle

- Comutador: escolhe um dos elementos filhos
- Piscador: baseado no tempo
- Seleção: quais objetos podem ser selecionados
- Nível de detalhe: escolhe modelo baseado no tamanho projetado sobre a imagem
- Billboard: objeto é rotacionado junto com ponto de vista

Interação e animação

- Manipuladores arrastáveis
- Sensores
 - Colisão
 - Tempo
 - Valores de campos

Modos retido e imediato

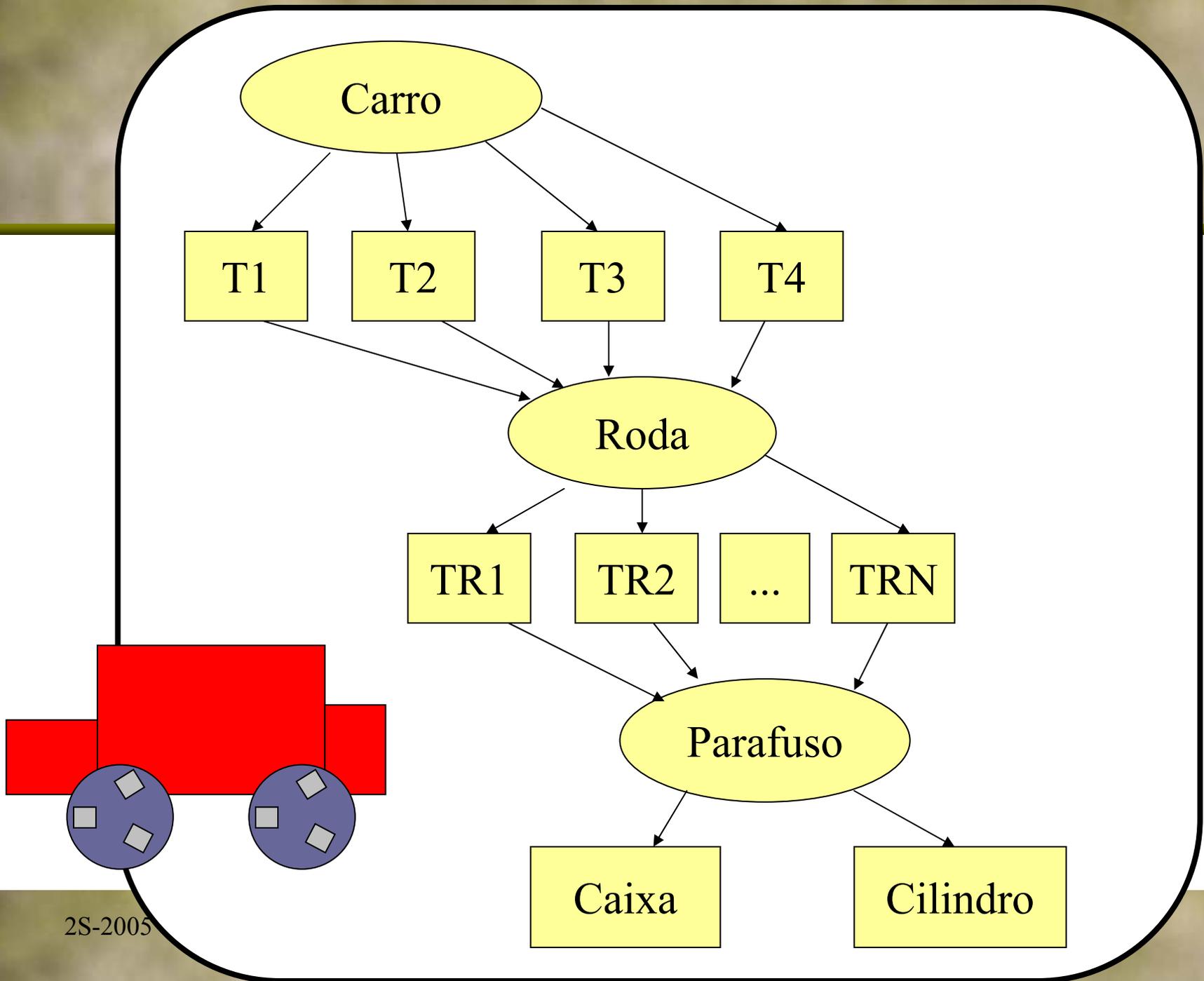
- Imediato: não armazena a geometria e as propriedades da cena. A aplicação deve refazer o desenho da cena a cada quadro.
- Retido: armazena as informações da cena e gera a seqüência de instruções para o modo imediato de forma automática.

Modos retido e imediato

- Implementação típica de uma aplicação em OpenGL + GLUT
- Desenhar um carro:
 - Desenhe o corpo
 - Para $i=1$ até 4
 - Empilhe a matriz de transformação
 - Aplique a transformação para a roda i
 - Desenhe a roda
 - Para $j=1$ até N
 - Empilhe a matriz de transformação
 - Transforme para o sistema de coordenadas do parafuso j
 - Desenhe o parafuso
 - Desempilhe a matriz
 - Desempilhe a matriz

Modos retido e imediato

- Implementação típica com grafo de cena
 - Carro.adicione (Corpo)
 - Para $i=1$ até 4
 - Carro.adicione (T[i])
 - T[i].defina_transformação (parâmetros)
 - T[i].adicione (Roda)
 - Para $j=1$ até N
 - Roda.adicione (TR[j])
 - TR[j].defina_transformação (parâmetros)
 - TR[j].adicione (Parafuso)
 - MundoVirtual.adicione (Carro)



Modos retido e imediato

- Modo imediato (OpenGL)
 - Primitivas básicas apenas
 - Transformações complexas
 - Interrelações pouco visíveis
 - Dificuldade de estabelecer interação
 - Dificuldade de gerenciar cenas complexas

Modos retido e imediato

- Modo retido (grafo de cena)
 - Elementos
 - Seleção ampla de primitivas
 - Seleção ampla de materiais
 - Muitos objetos para interação
 - Fontes de luz
 - Câmeras
 - Facilidades
 - Rendering de alta performance com menos esforço
 - Gerência fácil quando o número de objetos é grande
 - Gerência fácil da interação
 - Gerência fácil de modificação/atualização de cena

Modos retido e imediato

- Vantagens do modo retido
 - Possibilidade de otimizar a cena automaticamente
 - Facilita rendering em múltiplos passos (transparência)
 - Culling rápido e preciso
 - Objetos oclusos
 - Fora do campo de visão
 - Backface
 - Atualização rápida do conteúdo
 - Gerência da interação
 - Qual objeto 3D corresponde a uma posição 2D
 - Objetos de interação 3D

Modos retido e imediato

- Limitações de grafos de cenas
 - Não são necessários
 - Uma aplicação pode fazer sua própria síntese de imagens e implementar sua própria hierarquia.
 - Não são suficientes
 - Na maioria das aplicações, uma estrutura de dados com fins específicos é construída e equivale ao grafo de cenas
 - Duplicação
 - Sincronização
 - Alguns pacotes de grafos de cenas permitem manipulação generalizada de coordenadas sem considerar a estrutura.

Ferramentas da computação gráfica com grafos de cenas

- Traçado de raios
- Modelagem de sólidos e superfícies
- Animação
- Browser de VRML
- Motores / Engenhos de jogos
- Sistemas Gráficos de alta performance