

Renderização Híbrida: Combinando o Melhor de Dois Mundos

MATA65 - Computação Gráfica



João Pedro Chaves
João Victor Leahy



Agenda

1. Introdução
2. Técnicas e Etapas da Renderização Híbrida
3. Aplicações da Renderização Híbrida
4. Otimização e Desafios
5. Conclusão
6. Referências

Introdução

- **O que é renderização híbrida?**

- Combinação de técnicas de rasterização, computação e ray tracing para otimizar a qualidade visual e o desempenho em tempo real.
- Utiliza as capacidades únicas de cada etapa do pipeline gráfico.

- **Por que usar a renderização híbrida?**

- Equilibra qualidade de imagem com performance em tempo real, aproximando a qualidade do path tracing offline.
- Permite modularidade e escalabilidade, adaptando-se às capacidades de hardware do usuário.
- Aumenta a qualidade visual ao usar ray tracing para efeitos que a rasterização não consegue gerar de forma precisa.
- Elimina a necessidade de soluções alternativas problemáticas (hacks) e algoritmos propensos a artefatos.

Visão Geral do Pipeline Híbrido

- Renderização em espaço de objeto (object-space rendering)
- Ray tracing para transparência e translucidez
- Iluminação global (interreflexões difusas)
- G-buffer
- Sombras diretas (ray tracing ou rasterização)
- Reflexos (ray tracing ou computação)
- Iluminação direta (computação)
- Mesclagem de reflexos e radiosidade
- Pós-processamento

Sombras

- Ray tracing para sombras precisas com tratamento de sombras duras e suaves.
- Utilização do G-buffer para reconstrução da posição da superfície no espaço do mundo.
- Suporte para sombras transparentes com ray tracing recursivo através de superfícies transparentes.

Reflexos

- Ray tracing para reflexos dinâmicos e complexos.
- Lançamento de raios a partir do G-buffer, evitando ray tracing da visibilidade primária.
- Reconstrução e filtragem multiestágio para escalar reflexos para resolução total.
- Uso de amostragem estocástica e filtragem espaço-temporal para resultados mais precisos e uniformes.

Oclusão Ambiente e Transparência

- **Oclusão Ambiente:**

- Ray tracing para oclusão ambiente de alta qualidade, livre das limitações das técnicas baseadas em rasterização.
- Amostragem estocástica da função de oclusão e filtragem para redução de ruído.

- **Transparência e Translucidez:**

- Ray tracing para calcular o transporte de luz em meios espessos.
- Rastreamento de transições de interface e refrações realistas.
- Parametrização em espaço de textura para estabilidade e previsibilidade.
- Acumulação temporal para efeitos de translucidez.

Iluminação Global

- Soluções de iluminação difusa indireta sem pré-computação ou parametrização.
- Uso de surfels distribuídos dinamicamente no espaço do mundo para acumulação ao longo do tempo.
- Integração com oclusão ambiente de espaço de tela para compensar a falta de detalhes de alta frequência.

Aplicações

- **Jogos:**

- Melhora a qualidade visual de sombras, reflexos, oclusão ambiente e outros efeitos.
- Permite o uso de ray tracing para efeitos de transparência e translucidez.
- Possibilita a renderização de iluminação global indireta em cenas dinâmicas.
- Aumenta a precisão de efeitos como profundidade de campo (DoF) com semitransparências mais realistas.

- **Outras aplicações:**

- Visualização arquitetônica, design de produtos, realidade virtual e aumentada.
- Renderização de cenas dinâmicas com objetos e iluminação em mudança.

Otimização e Desafios

- **Importância da amostragem estocástica e filtragem:**
 - Técnicas de acumulação temporal para melhorar a qualidade e estabilidade visual.
 - Utilização de mapas de amostragem adaptativos para direcionar mais amostras a regiões de maior complexidade visual.
 - Balanceamento entre qualidade e desempenho por meio do ajuste de orçamentos de raios e filtros.
- **Desafios:**
 - Gerenciamento de artefatos de ghosting devido à acumulação temporal.
 - Problemas de tiling (repetição) devido a máscaras de raio insuficientes.
 - Compensação para resultados enviesados de redes neurais em renderização estática.
 - Necessidade de mais pesquisa sobre gerenciamento de nível de detalhe para jogos de mundo aberto.

Conclusão

- A renderização híbrida é uma técnica poderosa para alcançar alta qualidade visual em tempo real.
- Permite a combinação flexível de diferentes técnicas de renderização para obter os melhores resultados.
- Continua a evoluir com avanços em hardware e algoritmos, abrindo novas possibilidades para jogos e outras aplicações.

Referências

- Colin Barré-Brisebois et al. «Hybrid Rendering for Real-Time Ray Tracing». Em: *Ray Tracing Gems*. Ed. por Eric Haines e Tomas Akenine-Möller. Apress, 2019. Cap. 25, pp. 465–492. URL: <https://raytracinggems.com>
- Yu Wei Tan et al. «Hybrid DoF: Ray-Traced and Post-Processed Hybrid Depth of Field Effect for Real-Time Rendering». Em: *ACM SIGGRAPH 2020 Posters*. SIGGRAPH '20. ACM, 2020
- Alexandr Kuznetsov et al. «Hybrid Rendering for Dynamic Scenes». Em: (2024). arXiv: 2406.07906 [cs.GR]