

# Terrain Rendering

Rodrigo Marques Almeida da Silva

# Apresentação

- Terrain Rendering
- Técnicas Básicas
- GPU Tessellation and Rendering
- Gerenciamento de Memórias
- On Demand Load
- Sincronismo
- Principais Problemas
- Artigos

# Terrain Rendering

- Área de Estudo Antiga
  - Diversos trabalhos com várias formas de acelerar a renderização.
  - A maioria dos artigos foca no forma de realizar a tecelagem de forma otimizada.
  - Recentemente os trabalhos vem utilizando as GPUs para realizar a etapa de tecelagem.
  - Os principais problemas são:
    - Grande quantidade de dados (texturas) - memória
    - Número alto de polígonos - geometria
    - Popping – interpolação
    - Barramento de dados - transferência

# Terrain Rendering

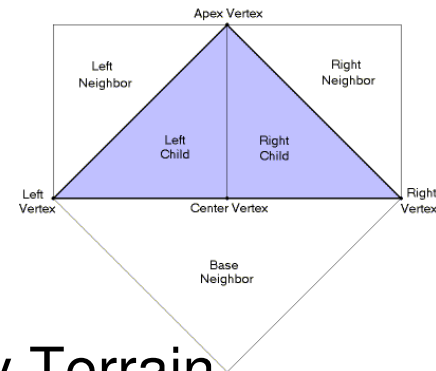
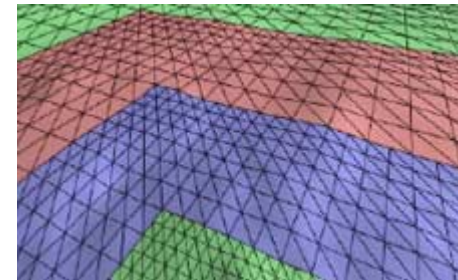
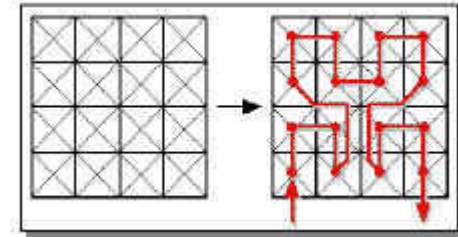
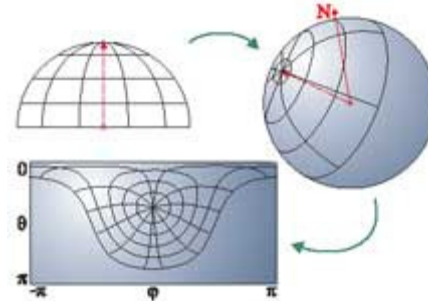
- Método Tradicional
  - 0 - Pré-processamento de dados
  - 1 – Carregar Mapa na memória
  - 2 – Determinar regiões visíveis
  - 3 – Realizar a tecelagem das regiões, dependendo da distância do observador e variação de altura da região. (opcionalmente usa-se dados de desempenho)
  - 4 – Montagem de Vertex Array
  - 5 – Renderização
  - 6 – Computar desempenho

# Terrain Rendering

- Método Utilizando GPUs
  - 0 - Pré-processamento de dados (menor)
  - 1 – Carregar Mapa na memória da Placa
  - 2 – Determinar regiões visíveis
  - 3 – Tecelagem realizada na Placa usando Vertex Fetch ou Shaders específicos para tecelagem (DX11)
  - 4 – Renderizar cada região, passam um buffer fixo, já na memória
  - 5 – Computar desempenho

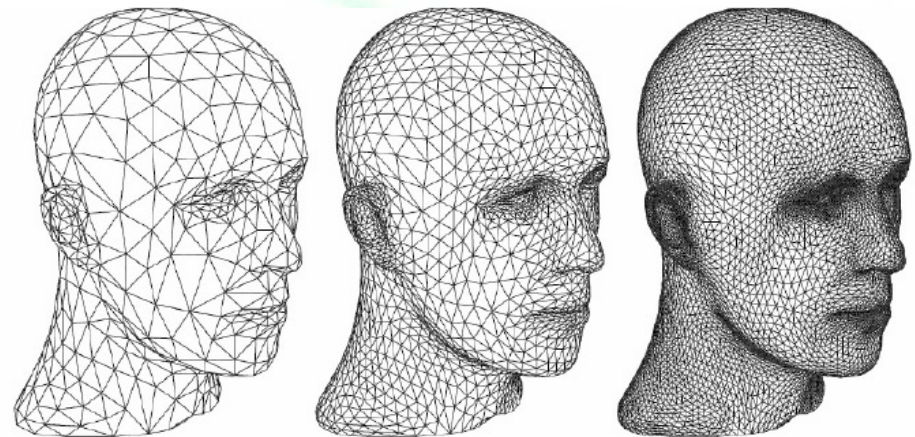
# Técnicas Básicas

- Lindstrom-Koller, 1996
- Renato Pajarola, Quadtree
- Willem H. de Boer, GeoMipMap
- Mark Duchaineau et al, ROAM
- Thatcher Ulrich, Adaptive Quadtrees
- Henri Hakl, Diamond Terrain Algorithm
- F. Losasso, H. Hoppe, Geometry clipmaps
- C. Dachsbacher, M. Stamminger, Procedural Terrain
- J. Schneider, R. Westermann, GPU-Friendly High-Quality Terrain Rendering
- Malte Clasen and Hans-Christian Hege, Terrain Rendering using Spherical Clipmaps



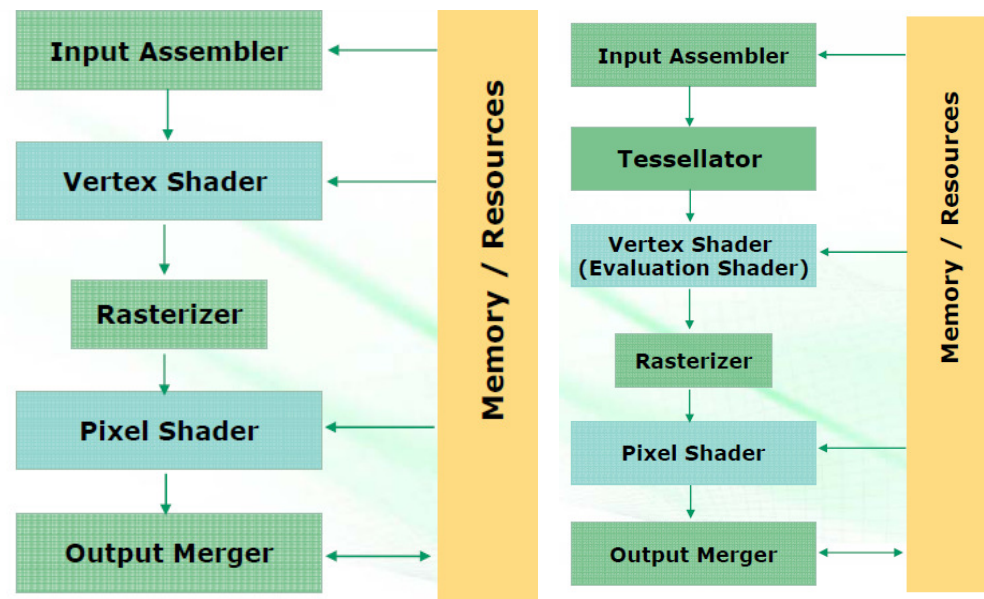
# GPU Tessellation and Rendering

- ATI (Eurographics 2007: Real-Time Tessellation on GPU)
  - Utilizou acesso direto ao hardware para realizar a tecelagem
  - Objetivo inicial de ser usado para tecelar malhas de modelos 3D
  - Ganhos em compressão de dados
  - Escalabilidade
  - Melhoria na qualidade de interpolação



# GPU Tessellation and Rendering

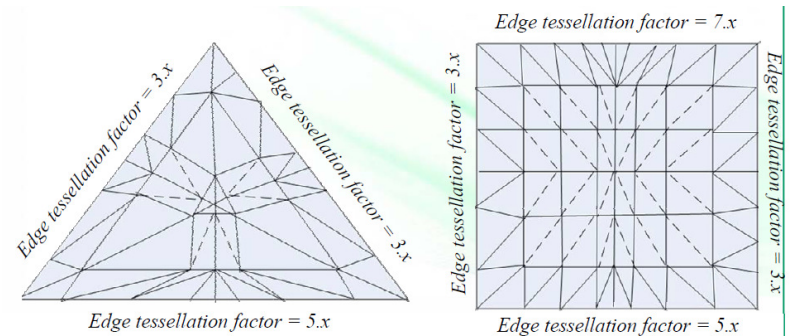
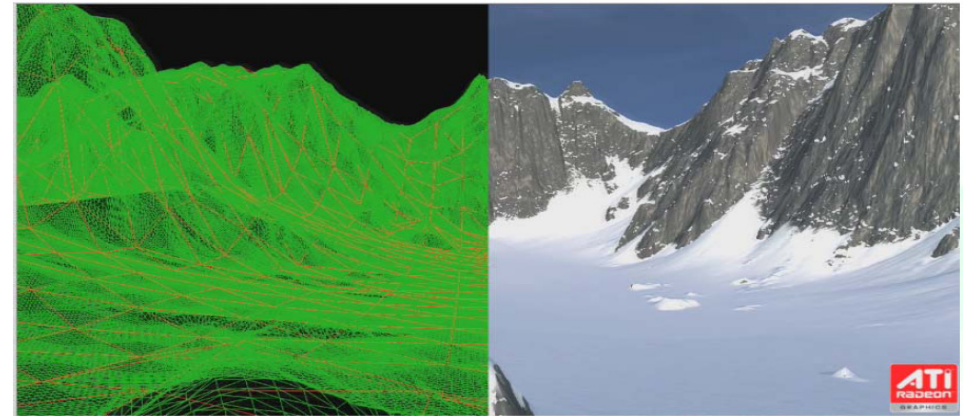
- Microsoft DirectX 11 (GDC 2007)
  - Especificação de Etapas Separadas para programação dos circuitos de tecelagem
    - ATI lança 1ª placa a suportar esses recursos
    - Nvidia lança o núcleo Fermi
  - Triangulações Básicas
    - Tri-patch
    - Quad-patch
    - Line-Patch
  - Tecelagem Contínua





# GPU Tessellation and Rendering

- Controle
  - Fatores de tecelagem
- Utilização em Terrenos
  - Battlefield 2 - 2006
  - Tecelagem “on the fly”
  - Adição de noise
  - Gerenciamento de Memória



# Gerenciamento de Memórias

- Mapas de altura podem ter tamanhos gigantescos, dependendo da precisão do terreno
  - Além do mapa de altura, existe, pelo menos, a textura (foto).
  - Carga dinâmica em Memória RAM e Memória da GPU
    - Métricas de carga e descarte
    - Gerenciamento de tempo de transferencia

# On Demand Load

- Thread separada para carga de dados
  - DX – Pode-se utilizar a mesma thread ou outra para realizar a carga na GPU
  - OGL – Deve-se utilizar a thread de render para realizar a carga
- Utilização de heurísticas para determinar quando carregar dados
- Requisição de Cargas Síncronas ou Assíncronas

# Artigos

- Real-Time, Continuous LOD Rendering of Height Fields, Lindstrom-Koller, 1996
- Large Scale Terrain Visualization Using The Restricted Quadtree Triangulation, Renato Pajarola
- Willem H. de Boer, GeoMipMap
- Mark Duchaineau et al, ROAM
- Thatcher Ulrich, Adaptive Quadtrees
- Henri Hakl, Diamond Terrain Algorithm
- F. Losasso, H. Hoppe, Geometry clipmaps
- C. Dachsbacher, M. Stamminger, Procedural Terrain
- J. Schneider, R. Westermann, GPU-Friendly High-Quality Terrain Rendering
- Malte Clasen and Hans-Christian Hege (Zuse Institute Berlin), Terrain Rendering using Spherical Clipmaps
- Tatarchuk N.: Dynamic Terrain Rendering on GPU Using Real-Time Tessellation. ShaderX7 (Dec. 2008).
- Tatarinov, A.: Instanced Tessellation in DirectX10. GDC 2008. February 2008.
- Gee, K.: Introduction to the Direct3D 11 Graphics Pipeline. Nvision 2008.
- Castano, I.: Tessellation of Displaced Subdivision Surfaces in DX11. Gamefest 2008