

1.

Introdução

A criação de imagens realísticas de cenas naturais é um dos maiores desafios para a área de computação gráfica, tanto para a computação científica, quanto para a indústria de jogos. A simulação correta dos fenômenos é, muitas vezes, necessária para gerar tais imagens.

De todos os elementos naturais, a água é sempre um elemento primordial para o realismo da cena. Antigamente, os jogos tratavam a superfície da água como uma textura aplicada sobre um plano, e, algumas vezes, com essa textura sendo deslocada. Dessa forma, a visualização não gera um resultado realístico. No entanto, com a evolução do *hardware* gráfico atual, a visualização de fenômenos naturais, como a água, atingiu um estágio de qualidade foto-realística e desempenho de tempo real.

Dessa forma, a iluminação da água difere significativamente daquela realizada em outros objetos, devido a diferentes propriedades que a mesma possui. Dentre elas, destacam-se:

- A natureza dinâmica da água. A cada instante a água apresenta uma modificação em sua configuração, sendo necessário utilizar um modelo que descreva tal comportamento com o tempo.
- A superfície pode ser extensa. Em situações como rios largos (e.g. Rio Amazonas), oceanos e grandes lagos, a extensão da superfície da água pode ultrapassar o horizonte de visualização.
- A iluminação da água depende de fenômenos como a reflexão e a refração, sendo que o resultado final é totalmente dependente do ângulo de visão.

Mesmo com o grande poder computacional do *hardware* gráfico atual, a visualização de cenas aquáticas é extremamente custosa, sendo necessário o uso correto das metodologias de simulação para um desempenho satisfatório. Esta dificuldade é comum a várias aplicações que simulam oceano. Alguns algoritmos recentes que usam Delta3D (um *game engine* de domínio público que canaliza experiências para uso em simuladores militares) apresentam qualidade de visualização apenas regular (Figura 1).



Figura 1: Imagem de simulador baseado em Delta3D e usando ondas de Gerstner computadas na GPU (McDowell, 2009) (cortesia MS&T Magazine)

Outras aplicações, como as baseadas em Hydrax/Ogre3D, apresentam cenas de boa qualidade (Figura 2), porém não há referências sobre as técnicas utilizadas e, além disso, essas possuem baixo desempenho.



Figura 2: Renderização de superfície de oceano usando Hydrax/Ogre3D (González, 2009)

Existem diversos trabalhos que focam no estudo e, às vezes, no aprimoramento de uma técnica específica. Contudo, não há nenhum trabalho que estabeleça, tanto para *CPU* quanto para *GPU*, uma comparação científica entre as técnicas, e que levante um perfil de cenários adequados a cada uma das técnicas.

Além disso, não há estudo que analise as técnicas de nível de detalhe específicas para oceano e, ainda, faça uma análise comparativa de desempenho, complexidade e cenário de aplicação.

Nesse sentido, este trabalho faz uma investigação das técnicas mais utilizadas para visualização e simulação de oceano na *GPU*, implementando e comparando os resultados de desempenho, complexidade e analisando os cenários úteis para cada uma das técnicas.

1.1. Objetivos

O objetivo principal do presente trabalho é investigar e analisar as principais técnicas de visualização e simulação de oceano em larga escala, aplicáveis a *GPU*, sendo realizado o estudo das formas de

simulação, iluminação e de nível de detalhe para a geração de imagens realísticas (Figura 3).



Figura 3: Visualização Realística de Oceano do sistema desenvolvido

Dessa forma, esse trabalho foca no estudo detalhado de três áreas de pesquisa de computação gráfica: a simulação de ondas, a iluminação de água e as técnicas de nível de detalhe específicas para oceano.

Mais ainda, cria-se o conceito de simulação de malha (que modifica a malha de um objeto) e a simulação de normal (que modifica as normais de um objeto), permitindo que combinações de técnicas sejam usadas para a visualização do oceano.

As principais contribuições desta pesquisa podem ser apresentadas como:

- Estudo de técnicas de nível de detalhe específicas para oceano.
- A adaptação da técnica de *GeoClipMap* para oceanos com redução das trocas de contexto.

- A adaptação da técnica de *Projected Grid* para uso na *GPU*.
- Estudo de técnicas de simulação de malha e normais para *GPU*.
- Separação da simulação de malha da simulação de normais.
- Estudo de técnicas de iluminação de oceano.
- Análise comparativa de desempenho entre as técnicas de simulação em *CPU* e *GPU*.
- Análise comparativa de desempenho entre as técnicas de nível de detalhe.

1.2. Estrutura da Dissertação

O presente trabalho está organizado na mesma seqüência de funcionamento das estruturas programáveis das placas de vídeo atuais, isto é: aplicação (com seleção de LoD), processamento de geometria (vertex shader), rasterização (fragment shader) e saída. O capítulo 2 aborda os trabalhos relacionados. O capítulo 3 concentra-se no estudo e detalhamento das técnicas de nível de detalhe necessárias para a visualização de um oceano em larga escala.

O capítulo 4 foca no estudo das técnicas de simulação de malha, ou seja, nas técnicas de alteração dos vértices da malha, que são responsáveis por produzir a movimentação do mar. As técnicas de iluminação do oceano são exploradas no capítulo 5, as quais se concentram na iluminação dos fragmentos gerados.

Já o capítulo 6 apresenta a arquitetura do sistema e a metodologia de simulação utilizada. No capítulo 7 são apresentados os resultados dos testes de desempenho das metodologias de simulação de malha, iluminação e nível de detalhe para cada técnica discutida. Finalmente, conclui-se a pesquisa e apontam-se os trabalhos futuros.