

6 Conclusão e trabalhos futuros

Neste trabalho, fizemos uma extensa análise dos dois problemas mais sérios associados a algoritmos de mapeamento de sombras: o chamuscamento (*self-shadowing*) e o serrilhamento (*aliasing*). Estudamos também várias técnicas que podem ser utilizadas para melhorar a qualidade das sombras, seja atuando em um mapa com amostragem definida, seja alterando essa amostragem para melhorar o aproveitamento da resolução disponível. Em particular, investigamos algoritmos de redução do chamuscamento, de filtragem das bordas das sombras, de reparametrização e de particionamento do mapa de sombras. Como contribuições próprias para o aprimoramento dos algoritmos, podemos citar:

- a técnica para obtenção de amostras virtuais baseada inteiramente em programas de fragmento. Esse método permite uma grande redução do efeito de chamuscamento com a utilização de filtro PCF, sem o uso de programas de vértice. Isso evita a necessidade de se reprogramar a funcionalidade básica do hardware gráfico para o processamento de geometria;

- a derivação do parâmetro n'_{LiSPSM} generalizado. Com esse parâmetro, a importante propriedade de erro de serrilhamento mínimo do algoritmo LiSPSM (*Light-Space Perspective Shadow Map*) é mantida mesmo para situações em que a luz não incide perpendicularmente à direção de visualização (até um certo limite);

- a proposta do particionamento em z adaptativo. Esse esquema é útil para minimizar os artefatos de costuras (*seams*) que ocorrem quando se utiliza o particionamento em z com a luz incidindo quase paralelamente à direção de visualização.

Diversos algoritmos foram ainda implementados e testados na visualização de modelos CAD. Após avaliarmos cada um em critérios de facilidade de implementação, qualidade visual e eficiência computacional, recomendamos para esse tipo de aplicação o uso de *bias* constante ou calculado com *dual-depth* na geração do mapa, com tratamento de reparametrização utilizando LiSPSM generalizado e particionamento em profundidade adaptativo com duas a quatro

partições. Durante a renderização final, recomendamos a realização de filtragem PCF, opcionalmente adaptativa, com núcleo de 3×3 a 5×5 baseado nos texels do mapa e amostras virtuais aproximadas pelo plano tangente. Mostramos que a combinação dessas técnicas é capaz de produzir sombras de alta qualidade em tempo real.

Como continuação deste trabalho, gostaríamos de verificar os resultados da pesquisa de Lloyd et al. [26] sobre a reparametrização logarítmica e, caso isso se torne viável, implementar a técnica em hardware para comparação. Outro tópico de pesquisa importante consiste em técnicas para se tentar eliminar o problema de vazamento de luz dos mapas de variância. Se isso puder ser feito, acreditamos que os VSMS possam se tornar a forma padrão de mapas de sombra em hardware gráfico capaz de filtrar texturas de 32 bits em ponto fixo ou flutuante. Finalmente, seria interessante ainda estender a pesquisa com técnicas de geração de sombras suaves, com penumbra realista, em tempo real.