

6 Conclusão

O objetivo principal desta dissertação foi o de investigar as técnicas envolvidas na implementação de um ambiente acústico virtual. Tendo completado com sucesso a implementação de um dos seus componentes mais complexos, acreditamos ter alcançado um bom entendimento do problema.

Em relação ao cálculo dos caminhos de propagação, nossos testes iniciais indicam que o programa implementado é apropriado para calcular, para fontes sonoras fixas, as reverberações iniciais da resposta ao impulso do ambiente em tempo real.

As técnicas introduzidas em [36] para permitir a utilização de fontes móveis dependem da existência de um servidor dedicado ao cálculo dos caminhos de propagação. Baseados nos resultados obtidos na construção de *beam trees* e no aumento de desempenho que as técnicas introduzidas em [36] apresentam, acreditamos que, ao calcular a propagação do som em duas dimensões, possamos eliminar a necessidade desse servidor, o que pode ser um fator determinante na adoção de técnicas mais realistas para a propagação de som em aplicações de tempo real.

Como verificamos em nossos testes, atualmente nosso programa calcula um número excessivo de caminhos de propagação. Alguns caminhos são desnecessários para um programa que se propõe a calcular apenas as reverberações iniciais. Implementando o *beam tracing* com funções de prioridade, podemos reduzir o número de caminhos calculados, pois este leva em consideração a posição do receptor na etapa de criação de feixes, o que permite um maior controle na criação dos feixes.

Como o exemplo ilustrado na Figura 4.14 indica, acreditamos que a solução por nós encontrada para criar a decomposição de um ambiente bidimensional em células convexas, baseada na construção de uma triangulação e em sua simplificação, seja uma melhor alternativa que a construção da decomposição utilizando um particionamento recursivo, como feito em [32] e [40]. Acreditamos que o mesmo seja válido para decomposições de ambientes tridimensionais. Por reduzir significativamente a fragmentação dos

feixes de propagação, a técnica proposta aqui merece ser melhor estudada.

Em nosso programa pudemos verificar os mesmos resultados obtidos em [60] em relação à importância da inclusão de feixes de difração ao modelo de propagação, como um aumento na área de cobertura dos ambientes e a obtenção de um campo sonoro mais suave, isto é, sem as lacunas que existem entre os feixes de reflexão.

A suavidade que pudemos observar no campo sonoro quando feixes de difração e de reflexão especular estão sobrepostos no ambiente, de certa forma válida, qualitativamente, a aproximação que propusemos para o cálculo dos coeficientes de difração. Desta forma, acreditamos que seja adequada para aplicações que não dependam de uma avaliação precisa dos coeficientes de difração.

Também pudemos verificar em nossos testes que a inclusão de feixes de difração acelera significativamente o crescimento do número de feixes traçados.

Finalizando, acreditamos que, ajustando os coeficientes de atenuação causados por reflexão e por difração, nosso programa possa se tornar uma ferramenta útil para análise, mesmo que qualitativa, de propriedades acústicas de ambientes. Em salões de concerto, por exemplo, sabemos que sua “impressão espacial” é determinada pelas reflexões laterais iniciais do som [49], que nosso programa é capaz de calcular.

6.1 Trabalhos Futuros

Podemos estender nosso sistema de diversas maneiras. Extensões como a adoção de diferentes materiais para as paredes do ambiente, fontes não isotrópicas e a transmissão de som através de paredes (ou portas) podem ser implementadas facilmente. As operações necessárias para implementar estas transmissões são as mesmas existentes para as transmissões de feixes através de arestas transparentes.

Também podemos estender nosso sistema para que este calcule a atenuação causada por reflexões levando em consideração o ângulo de incidência da onda sonora e sua frequência. Da mesma forma, no futuro podemos adotar soluções como a UTD [12, 18] e a DLSM [52] para o cálculo dos coeficientes de difração. Implementando os cálculos da UTD e da DLSM, poderemos realizar mais testes para avaliar a aproximação que adotamos para o cálculo da atenuação causada pela difração.

Uma importante modificação é levar em consideração a posição do receptor na etapa de traçado de feixes. Isto nos permitirá um maior controle sobre os feixes criados, o que pode reduzir o número de caminhos de propagação calculados e também o consumo de memória, que, devido ao rápido crescimento do número de feixes, é um fator limitante.

Outra extensão que devemos implementar no futuro é a inclusão de reverberações tardias nas respostas ao impulso e na reprodução de áudio, como mencionado na seção 4.5.

Podemos implementar também o traçado de feixes em três dimensões, ou, antes disso traçar feixes em ambientes “2.5D”, que é um problema mais fácil por não precisarmos resolver o problema de decompor ambientes tridimensionais em células convexas.

Também pretendemos continuar o trabalho na construção de decomposições de ambiente em células convexas. Criar novas heurísticas para seleção das arestas a serem removidas e uma comparação com as diversas heurísticas existentes para as decomposições criadas a partir de particionamentos recursivos são tarefas que também podem ser realizadas.