



A INFLUÊNCIA DA FREQUÊNCIA DO SINAL NA PROPAGAÇÃO ACÚSTICA USANDO GUIAS DIGITAIS DE ONDAS

Ana Paula Freitas Vilela Boaventura; Ricardo Fortes de Miranda.

O objetivo principal deste trabalho está na investigação sobre a influência da frequência do sinal na simulação de um ambiente virtual no qual uma onda acústica de múltiplas frequências propague e interaja com os obstáculos inseridos na análise. Dentre os métodos disponíveis na bibliografia, as “Guias Digitais de Ondas” se destacam por atenderem aos requisitos básicos das simulações a serem realizadas. A grande vantagem dessa metodologia está no fato de simular com facilidade as mais diferentes geometrias, pois a sua formulação parte da solução unidimensional da equação da onda e consegue simular o caminho percorrido pela onda. As juntas de dispersão (ponto em que as ondas se cruzam para formar a malha e onde são colhidas as informações sobre a impedância do meio) são simuladas usando apenas o delay, atraso temporal para que a informação que estava no ponto anterior chegue ao ponto atual. Dessa forma, diminui consideravelmente o custo computacional e contribui para a simulação de ambientes reverberantes, que requerem uma metodologia numérica eficaz, para representar com precisão o que ocorre em tempo real.

O esquema de propagação unidimensional é representado na figura 1, sendo que os sinais ‘+’ e ‘-’ representam os sinais de entrada e saída dos nós - juntas de dispersão (Moura 2005). A transferência é representada por Z_f , sendo M o atraso temporal e P a pressão sonora proveniente dos nós.

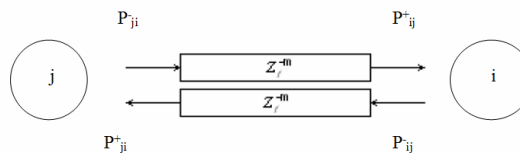


Figura1: Representação do esquema de guias digitais de ondas

As iterações das ondas com os obstáculos (reflexão, absorção e transmissão) são analisadas através de coeficientes que relacionam a pressão com os valores de impedância. Os sinais da pressão sonora incidente, refletidas e transmitidas serão representados, respectivamente, por p^+ , p^- e p^t . Após algumas manipulações algébricas os coeficientes de reflexão e transmissão podem ser representados de acordo com as impedâncias de cada meio, Dwyne e Smith (1993), como mostram as relações abaixo.

$$\eta = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_1 + Z_2} \quad (1)$$

$$\tau = \frac{2Z_2}{Z_2 + Z_1} \quad (2)$$

A pressão em cada junta de dispersão j pode ser expressa em termos dos nós vizinhos i , para cada passo de tempo n .

$$p_j = \sum_{i=1}^{2N} P_i^+ \psi_i \quad (3)$$

Onde ψ_i representa toda a vizinhança nas juntas de dispersão i . Esses valores são relacionados como a impedância característica da onda, R_j nas junções.

$$\psi_i = \frac{2R_i}{R_j + \sum_{i=1}^{2N} R_i} \quad (4)$$

Para a concepção deste artigo, foi gerado um sinal senoidal em várias frequências numa análise unidimensional. Como argumento do seno foi usado uma relação entre as frequências do sinal (f_a) e de atualização da malha (f_s). As respostas em frequência foram obtidas através de uma FFT (*Fast Fourier Transform*). Os resultados ilustram uma relação estreita entre uma “frequência mínima” de atualização do sinal e a frequência da malha, cujo valor foi fixado em 3200 Hz. A figura 2 exemplifica a situação em que o sensor está posicionado numa região antes da barreira, foram testadas duas frequências $f_a = 400\text{Hz}$ e $f_a = 500\text{Hz}$.

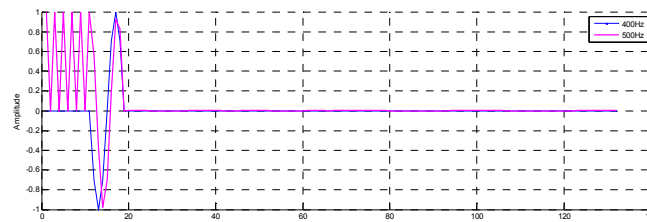


Figura 2: Resposta no domínio do tempo.

Para encontrar a resposta no domínio da frequência foi realizada uma transformada rápida de Fourier (FFT), assim como mostra a figura 3.

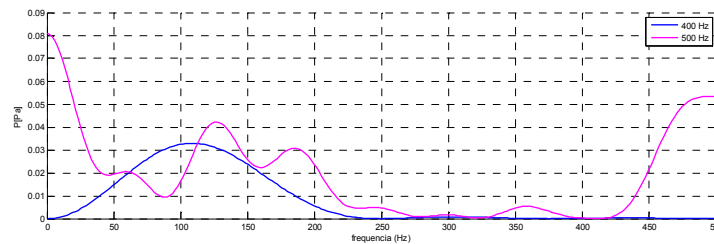


Figura 3: Resposta no domínio da frequência.

Podemos constatar que f_a e f_s devem ser relacionados de tal forma que seja possível amostrar ao menos quatro pontos por período, tal como previsto na teoria, ($f_a \leq 0.25f_s$). Nos pontos em que essa relação não aconteceu, representado pela frequência de 500 hz, houve um já esperado erro tanto no formato da onda, como no valor da resposta em frequência.

REFERÊNCIAS

MOURA, G. H. **Simulação da Propagação de Ondas Acústicas Através de Guias Digitais de Ondas**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia-MG, Brasil. 2005.

DUYNE, S. A. V.; SMITH, O. J. **Physical Modeling with 2-D Digital Waveguide Mesh**. International Computer Music Conference, Tokyo, pp 40. Disponível em: <http://ccrma.stanford.edu/~jos/pmudw/>. Data de acesso: 20/01/08.