

Avaliação do Decaimento Espectral na Aproximação do Operador de Potência Sonora.

Nívea Oleques¹

Vera L. D. Ferreira²

Fernando L. Dias³

Valter A. Ferreira⁴

Universidade Federal do Pampa, Campus Bage, RS

1 Introdução e Metodologia

O estudo do fenômeno da radiação acústica de superfícies vibrantes é de fundamental importância em sistema de engenharias, e nos últimos anos tem atraído muitos pesquisadores, tais como os autores de [1,2]. Devido ao estabelecimento dos métodos de discretização de operadores integrais, em [1] é desenvolvida uma relevante técnica de resolução numérica da equação de Kirchoff-Helmholtz (IKH) no intuito de proceder a filtragem dos modos de radiação que efetivamente contribuem para a potência sonora radiada.

Valendo-se das propriedades espectrais das matrizes Hermitianas, neste trabalho é apresentada uma análise numérica da filtragem dos modos via o decaimento do espectro e truncamento da aproximação da matriz obtida a partir da discretização da equação IKH (ver [3] para maiores detalhes).

Uma variante do método de elemento de contorno baseada na velocidade média de cada elemento é utilizada na aproximação da equação integral IKH [2], produzindo a matriz Hermitiana Q que relaciona a potência sonora com a velocidade normal à superfície. Essa matriz pode ser representada por uma soma de matrizes de posto 1, como na equação (1)

$$Q = \sum_{i=1}^r \lambda_i v_i v_i^T, \quad (1)$$

onde $v_i \in \mathbb{C}^{r \times 1}$ e $\lambda_i \in \mathbb{R}$, para $i = 1, 2, \dots, r$, são, respectivamente, os autovetores e autovalores de $Q \in \mathbb{C}^{r \times r}$. A análise do decaimento espectral de Q visando estimar o número de autovalores significativos é apresentada, justificando a aproximação dada pela equação (2)

$$Q \approx \sum_{i=1}^{r_c} \lambda_i v_i v_i^T, \quad (2)$$

¹oleques@gmail.com

²veraferreira@unipampa.edu.br

³fernandodias@unipampa.edu.br

⁴valterferreira@unipampa.edu.br

2

com $r_c < r$, sendo r_c o número suficiente de autovalores retidos, ditos modos radiantes, necessários para remover as componentes não propagantes. O erro (e_{r_c}) de aproximação na equação (2) é calculado através da norma euclidiana dada pela equação (3):

$$e_{r_c} = \left\| Q - \sum_{i=1}^{r_c} \lambda_i v_i v_i^T \right\|_2. \quad (3)$$

2 Resultados Numéricos

A Figura 1 mostra a aproximação dada pela equação (2) para uma placa de alumínio quadrada de dimensão 2×2 (m), discretizada com 625 elementos e frequência de excitação de 429 Hz. Na Figura 1b, observa-se que o truncamento pode ser feito a partir do termo 60 devido ao decaimento espectral. Vale salientar que em ambos os casos a potência sonora radiada foi de 74 db.

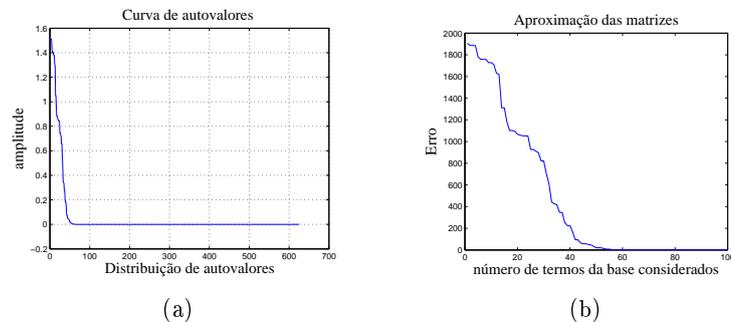


Figura 1: (a) Decaimento espectral. (b) Medida do Erro.

3 Conclusões

Os resultados numéricos mostram que uma quantidade significativa de autovalores pode ser suprimida, com a avaliação do decaimento espectral e a medida do erro entre o operador de potência sonora e sua aproximação.

Referências

- [1] C. A. Corrêa Jr., R. A. Tenenbaum, Useful intensity: A technique to identify radiating regions on arbitrarily shaped surfaces, *J. of Sound and Vibration*, 332:1567–1584, 2013.
- [2] F. X. Debiesme, Average Velocity Boundary Element Method For Sound Radiation From Vibrating Structures: On The Use Of Element Volume Velocities For Improving Computational Efficiency, Doctorate's Thesis, TU/e, 2009.
- [3] N. Halko, P. G. Martinsson, J. A. Tropp. Finding Structure with Randomness: Probabilistic Algorithms for Constructing Approximate Matrix Decompositions, *SIAM Rev.*, 53(2):217–288, 2010.