

De Eindige Elementen Methode voor akoestische toepassingen

E. Deckers^{1,2} (Elke.Deckers@kuleuven.be)

¹KU Leuven, Department of Mechanical Engineering, Campus Diepenbeek, Wetenschapspark 28, 3590 Diepenbeek, Belgium

²DMMS lab, Flanders Make, Belgium

De efficiëntie en geldigheid van de meeste numeriek strategieën voor het oplossen van de akoestische golfvergelijking of de Helmholtzvergelijking hangen sterk af van de beoogde toepassing. Als de akoestische golflengte in het beoogde frequentiebereik groot is i.v.m. de dimensies van het probleem, dan spreken we van een laag-frequente toepassing, in het andere uiterste van een hoog-frequente toepassing. Geen enkele strategie is geldig/nuttig voor het volledig akoestische bereik. Element-gebaseerde methodes worden vaak als standaard gezien voor laag-frequente domeinen [1].

De Eindige Elementen Methode (EEM) is een numerieke deterministische techniek die toelaat een partiële differentiaalvergelijking binnen een probleemdomen tezamen met gegeven randvoorwaarden benaderend op te lossen [2]. Het probleemdomen wordt gediscetiseerd met behulp van een groot aantal kleine elementen (een 'mesh') waarin het drukveld benaderend beschreven wordt d.m.v. veelterminterpolaties. Om het drukveld nauwkeurig voor te stellen, is een voldoende groot aantal van deze elementen nodig per akoestische golflengte. Hoger gaan in frequenties, vereist dus meer elementen [3] voor een gelijkaardige nauwkeurigheid om interpolatie en pollutiefouten beperkt te houden. Als gevolg hiervan stijgt ook de rekenkost, waardoor de methode niet bruikbaar is voor hoger-frequente problemen. Een van de grote voordelen van de EEM daarentegen is dat deze voor complexe geometrieën toegepast kan worden.

Vermits de eindige elementenmethode een volume discretiseert, zijn aanpassingen nodig om onbegrensde akoestische gebieden te beschouwen en de Sommerfeld afstralingsvoorwaarde in rekening te brengen. De gangbare technieken hiertoe maken gebruik van absorberende randvoorwaarden, oneindige elementen en zogenaamde gematchte lagen (PML – Perfectly Matched layer) [4]. Deze laatste zijn courant beschikbaar binnen commerciële software.

Een van de meest belovende recente uitbreiding is FEMA0 [5], waar de orde van benadering adaptief wordt aangepast naar gelang de grootte van het element en de beschouwde frequentie.

Literatuur

[1] Marburg, S., and Nolte, B. *Computation Acoustics of Noise Propagation in Fluids: Finite and Boundary Element Methods*. Springer, 2008.

[2] Zienckiewicz, O., Taylor, R., and Zhu, J. *The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals*. Elsevier Science, 2005.

[3] Marburg, S. Six boundary elements per wavelength: is that enough? *Journal of Computational Acoustics* 10 (2002), 25-51.

[4] Berenger, J.P. A perfectly matched layer for the absorption of electromagnetic waves. *Journal of Computational Physics* 114 (1994), pp. 185-200.

[5] Bériot, H., Prinn, A., Gabard, G., Efficient implementation of high-order finite elements for Helmholtz problems, *International journal for Numerical Methods in Engineering* (2015), pp. 213-240.