



MULTIPOL: Die Fast-Multipol-Randelementemethode in der Raumakustik

01.09.2010 – 31.12.2011

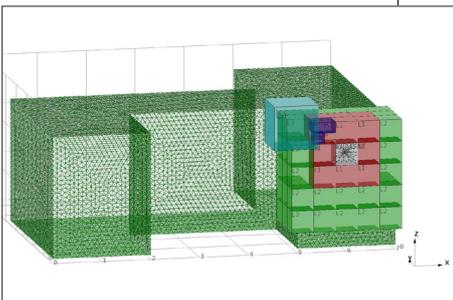
Prof. Dr. Martin Ochmann
Beuth Hochschule für Technik Berlin



Technische Universität Berlin
Institut für Strömungsmechanik und Technische Akustik

St. Petersburg State Electrotechnical University (ETU)
Department of Acoustics and Ultrasonic

Cairo University, Faculty of Engineering,
Engineering Mathematics and Physics Department



Beispiel der Interaktionslisten
eines MLFMM-Clusters (Box)

+ Abstract

Im Rahmen des Forschungsprojekts MULTIPOL wird eine neuartige Variante der Randelementemethode (BEM) für Innenraumprobleme in Kombination mit der Multi-Level Fast-Multipol-Methode (MLFMM) entwickelt, mit deren Hilfe sich Schallfelder in Außen- und Innenräumen auf numerische Weise vorausberechnen lassen.

+ Zielsetzung

Die numerische Berechnung bzw. Simulation der Schallausbreitung in Innenräumen im mittleren und höheren Frequenzbereich des Hörvermögens ist mit den gängigen konventionellen Methoden aufgrund der Größe der sich ergebenden Gleichungssysteme nur begrenzt möglich, da der Speicherbedarf für die Systemmatrix den verfügbaren Speicher gängiger Workstations schnell übersteigt.

Die Fast-Multipol-Methode stellt ein Verfahren zur beschleunigten Bildung eines Matrix-Vektor-Produktes (MVP) dar,

ohne dabei jemals die Matrix vollständig erstellen zu müssen. Sie eignet sich daher in Verbindung mit iterativen Lösern zum Einsatz bei großen Gleichungssystemen.

+ Methodik

Ein bereits vorhandener C++-Code für einen Multi-Level-Fast-Multipole-Algorithmus wird entsprechend erweitert und die damit erzielten Resultate werden mit den Ergebnissen von konventionellen matrixbasierenden BEM-Berechnungen und denen kommerzieller FEM-Software (z.B. COMSOL Multiphysics) verglichen.

Zusätzlich wird der Code nach MatLAB portiert, um Untersuchungen zur Optimierung des Algorithmus und des verwendeten iterativen Lösungsverfahrens zu erleichtern.

Randelementemethode

Die Randelementemethode (boundary element method, BEM) hat sich als gängiges Verfahren zur Lösung akustischer Problemstellungen etabliert, da für die numerische Berechnung

nur die Oberfläche der schwingenden Struktur berücksichtigt werden muss, die dafür in einzelne kleine Elemente zerlegt („diskretisiert“) wird. Das Volumen des Außen- oder Innenraums geht in die Berechnung nicht ein. Dies ist ein großer Vorteil der BEM und spiegelt sich in deutlich kleineren Gleichungssystemen wieder, als sie z. B. in der Finiten-Element-Methode (FEM) auftreten. Da jedes Element mit jedem anderen Element interagiert, ergeben sich voll besetzte komplexe Gleichungssysteme.

Fast-Multipol-Methode

Bei dieser Methode werden die Wirkungen einzelner Quellen zu einem sog. Multipol zusammengefasst. Dieser Vorgang erfolgt für alle Oberflächenelemente, so dass sich eine geometrische Aufteilung in einzelne Cluster ergibt.

+ Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, dass die MLFMM im Vergleich zur konventionellen BEM bei geringeren Rechenzeiten qualitativ vergleichbare Ergebnisse liefert. Dieser Performancevorteil zeigt sich insbesondere bei komplexeren Strukturen und unterschiedlichen Randbedingungen.

Bei höheren Frequenzen weist die MLFMM jedoch deutliche qualitative Abweichungen auf, da sich die methodenbasierenden Fehler in der Matrix-Vektor-Produktbildung stärker auswirken. Hier sind noch weitere Untersuchungen zur Optimierung des MLFMM-Codes notwendig.

+ Tagungen/Konferenzen

21. - 24.03.2011

37. Jahrestagung für Akustik (DAGA 2011), Düsseldorf, Burgschweiger, R. und Ochmann, M.: „Verwendung der BEM-basierten Fast Multipole Methode für Innenraumprobleme“

27.06. - 01.07.2011

Forum Acusticum 2011, Aalborg (Dänemark), Burgschweiger, R. und Ochmann, M.: “A Multi-Level Fast Multipole BEM-Method for computing the sound field in rooms”

20. - 21.10.2011

18. Workshop “Physikalische Akustik”, Bad Honnef, Burgschweiger, R., Steuck, C. und Ochmann, M., Titel: „Multipol-Schallquellen in der Multi-Level Fast-Multipol-Methode“

+ Projektwebsite

<http://projekt.beuth-hochschule.de/ca/forschungsprojekte/multipol>

+ Projekt Ansprechpartner

Beuth Hochschule für Technik Berlin
FB II, Projektgruppe Computational Acoustics

Prof. Dr.-Ing. Martin Ochmann
Telefon 030 4504 - 2931
E-Mail ochmann@beuth-hochschule.de

Ralf Burgschweiger
Telefon 030 4504 - 2719
E-Mail burgj@beuth-hochschule.de

+ Praxispartner

Technische Universität Berlin
Institut für Strömungsmechanik und Technische Akustik

St. Petersburg State Electrotechnical University (ETU)
Department of Acoustics and Ultrasonic

Cairo University, Faculty of Engineering,
Engineering Mathematics and Physics Department

+ IFAF Kontakt

Institut für angewandte Forschung Berlin e.V.
Telefon 030 4504 - 4010
E-Mail info@ifaf-berlin.de
www.ifaf-berlin.de

unterstützt von

