

Masterarbeit

Thema: Numerische Simulation nichtlinearer Vibrationen mit Spektral- und Kollokationsmethoden
Betreuer: Lukas Woiwode
Kontakt: lukas.woiwode@ila.uni-stuttgart.de

Hintergrund

Damit die Luftfahrt noch ressourceneffizienter wird, baut man Strukturen deutlich leichter, wodurch sie schwingungsanfälliger werden. Um die Festigkeit gegenüber Vibrationen sicherzustellen, entwickeln wir wirkungsvollere Konzepte zur Schwingungsminderung, die Reibung und Stoßvorgänge ausnutzen. Eine große Herausforderung ist dabei die Simulation. Die Modellierung elastodynamischer Kontaktprobleme führt auf äußerst steife und nichtlineare Differentialgleichungssysteme. Von besonderem Interesse sind zeitlich periodische Lösungen. Damit ergibt sich ein Randwertproblem mit periodischen Randbedingungen, welches meist mit der Fourier-Galerkin-Methode (Harmonische Balance) gelöst wird. Verglichen mit der numerischen Integration des Anfangswertproblems reduziert sich damit der Rechenaufwand in der Regel um zwei bis vier Größenordnungen. Ein Nachteil des Verfahrens ist die aufwendigere Bestimmung der asymptotischen Stabilität der erhaltenen Lösung. Eine interessante Alternative stellt die Verwendung orthogonaler Polynome als Ansatzfunktionen in Verbindung mit einem Kollokationsverfahren dar. Dieses Verfahren ist gut geeignet für Stabilitäts- und Verzweigungsanalysen, wurde jedoch noch nicht auf elastodynamische Kontaktprobleme angewendet.

Ziel

In der Arbeit sollen die Vor- und Nachteile von Kollokationsverfahren gegenüber Spektralmethoden für elastodynamische Kontaktprobleme untersucht werden.

Vorgehensweise

Ausgangspunkt sind ein in MATLAB implementiertes Spektralverfahren (Harmonische Balance, Tool NLvib) und ein Kollokationsverfahren (orthogonale Kollokation, Tool MatCont). Weiterhin liegen einfache Modelle elastodynamischer Kontaktprobleme, mit einem oder mehreren Freiheitsgraden, mit regularisierten Modellen für trockene Reibung bzw. unilateralen Kontakt vor. Betrachtet werden erzwungene Schwingungen infolge harmonischer Anregung. Die Abhängigkeit der periodischen Lösungen von der Anregungsfrequenz wird mithilfe der numerischen Pfadverfolgung untersucht. Die asymptotische Stabilität wird auf Basis der Monodromie-Matrix bzw. dem Hill'schen Verfahren ermittelt und punktweise mit Ergebnissen der numerischen Zeitschrittintegration verglichen. Schließlich werden Rechenzeiten und die Qualität der Stabilitätsanalysen bewertet. Je nach Fortschritt der Arbeit wird eine Kombination der Verfahren untersucht.

Voraussetzungen

- Fähigkeit zum eigenständigen Arbeiten
- sehr gute Kenntnisse in Strukturmechanik und Numerik
- MATLAB-Erfahrung

