

Workshop “Optimal Damping of Vibrating Systems”

Vom 7. bis zum 10. Oktober 2014 fand in Osijek (Kroatien) ein Workshop zum Thema Optimale Dämpfung schwingender Systeme statt. Insgesamt 15 Teilnehmer der J. J. Strossmayer Universität in Osijek, Universität Zagreb, Technische Universität Berlin und dem Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme in Magdeburg diskutierten zu verschiedenen Aspekten der Dämpfung von schwingenden Systemen. Der Workshop wurde unterstützt durch den Fachbereich Mathematik der J. J. Strossmayer Universität in Osijek, dem Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD) und der Zeidler-Forschungs-Stiftung.



Abbildung 1: Teilnehmer des Workshops “Optimal Damping of Vibrating Systems”

Ziel des Workshops war es, Forscher aus verschiedenen Bereichen der Mathematik zusammenzubringen, um sich zum Thema der Dämpfungsoptimierung auszutauschen. Bei der Dämpfungsoptimierung geht es darum, Schwingungen zu reduzieren oder ein Aufschwingen bei Anregung von Resonanzfrequenzen in einem schwingenden System zu verhindern. Dieses kann sichergestellt werden, wenn an geeigneten Stellen Dämpfer mit einer bestimmten Viskosität angebracht werden. In der Praxis ist das Hinzufügen von Dämpfern kostspielig und daher werden Lösungen gesucht, die die Schwingungen reduzieren und möglichst geringe Kosten verursachen. Das bedeutet, dass die Lage und die Viskosität der Dämpfer bestimmt werden müssen. Im Allgemeinen ist das Problem sehr komplex, d.h. selbst für kleine Systeme führt es zu einer Komplexitätsexplosion von verschiedenen Positionsmöglichkeiten der Dämpfer.

Zoran Tomljanović (Osijek) und Ivica Nakić (Zagreb) stellten in ihren Vorträgen neue Kriterien vor, die sicherstellen, dass die Schwingungen reduziert

werden: die durchschnittliche Verschiebungsamplitude und die durchschnittliche Energieamplitude. Es konnte gezeigt werden, dass diese Minimierungskriterien die Erreichbarkeit, Eindeutigkeit und Passivität des Minimums gewährleisten. Des Weiteren wurde für den nicht-stationären Fall (d.h. bei zusätzlicher Anregung) gezeigt, dass die Betrachtung der \mathcal{H}_2 -Norm des Systems nicht ausreicht, da dieses zu einer „unendlichen“ Dämpfung (entspricht dem Fixieren der schwingenden Komponenten des Systems) führen würde. Als Ausweg wurde eine Gewichtung der durchschnittlichen Gesamtenergie des Systems und der \mathcal{H}_2 -Norm vorgestellt und die dazu entsprechende optimale Dämpfung gezeigt.

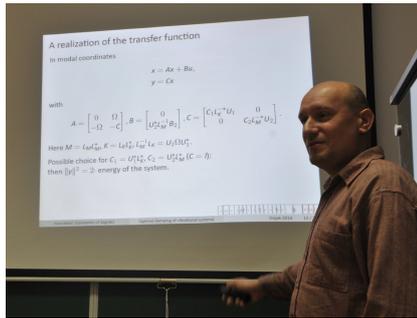


Abbildung 2: Ilica Nakić

Ein zentrales Thema des Workshops war die Interpretation der externen Dämpfer als Störung von niedrigem Rang an das System. Die Eigenwerte und Eigenvektoren eines quadratischen Eigenwertproblems beschreiben das Verhalten des schwingenden Systems. Zoran Tomljanović zeigte in seinem Vortrag absolute Schranken an die Eigenwerte anhand von Daten des Loma Prieta Erdbebens vom 17. Oktober 1989 in den Santa Cruz Mountains (Kalifornien, USA). Ninoslav Truhar (Osijek) und Suzana Miodragović (Osijek) stellten relative Schranken an die

Winkel zwischen den Eigenräumen (mit und ohne Störung) bei definiten Matrizenpaaren vor. In seinem Vortrag schlug Jonas Denißen (Magdeburg) eine angepasste Variante der Ehrlich-Aberth Iteration für Störungen mit niedrigem Rang zur Bestimmung der Eigenwerte vor. Hierbei erfolgt die Berechnung der Eigenwerte simultan und rekursiv, wobei die Konvergenz von den Startwerten abhängt. Numerische Beispiele zeigen, dass bei ähnlichen Konfigurationen von externen Dämpfern auch die Eigenwerte ähnlich sind und daher gute Startwerte für die Ehrlich-Aberth Iteration liefern.

Die Lösung und das Lösungsverhalten von Matrixgleichungen war ein weiterer Aspekt des Workshops. Patrick Kürschner (Magdeburg) zeigte Bedingungen für die Existenz von Lösungen mit niedrigem Rang der Lyapunov Gleichung $AX + XA^T + BB^T = 0$ und quantifizierte den Singularwertabfall der Lösung als Zusammenspiel zwischen Eigenvektoren und der Matrix B . Zvonimir Bujanović (Zagreb) stellte Algorithmen (Newton-ADI und basierend auf Projektionen) für die numerische Lösung von algebraischen Riccatigleichungen vor.

Ein weiterer Schwerpunkt des Workshops waren die differential-algebraischen Gleichungen (engl. *differential-algebraic equations*, DAEs). In seinem Vortrag diskutierte Jens Saak (Magdeburg) ein Modellreduktionsverfahren (Balanced Truncation) bei schwingenden Systemen mit linearen Nebenbedingungen (DAEs) und die dabei auftretenden Probleme für verschiedene Indizes. Matthias Voigt (Magdeburg) führte die Theorie der Matrixgleichungen und differential-algebraischen Gleichungen zusammen, indem die algebraische Riccatigleichung bei DAEs anhand einer Singularität zur Theorie von Lur'e Gleichungen verallgemeinert wurde. Er zeigte, dass Lösungen der Lur'e Gleichung anhand von geraden Matrixbüscheln konstruiert werden können.

Wir bedanken uns beim Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD) und der Zeidler-Forschungs-Stiftung, die diesen Workshop ermöglicht haben.