

Abgeschlossene Master-Thesis

Autor: Jonathan Lenz

Betreuer: Christopher Gehb, M.Sc.

Abgabe: 28.05.2018

Schlagworte: Passive/aktive Schwingungsisolierung, Monte-Carlo-Simulation, Quantifizierung von Unsicherheit, Modellvalidierung



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Analyse der Unsicherheit eines strukturdynamischen Modells zur Simulation der passiven und aktiven Schwingungsisolation

Uncertainty analysis of a structural dynamic model to simulate passive and active vibration isolation

Unsicherheit im Maschinenbau kann von suboptimalen Verhalten einer Struktur bis zu dessen Versagen führen. Quantifizierung und systematische Untersuchung von Unsicherheit kann zu einer Steigerung der Effizienz und Sicherheit von Systemen führen. In dieser Arbeit wurde die Datenunsicherheit der passiven und aktiven Schwingungsisolierung eines Einmassenschwingers in der numerischen Simulation quantifiziert und eine experimentelle Modellvalidierung zur Quantifizierung der Modellunsicherheit durchgeführt. Aktive Schwingungsisolierung ermöglicht größere und breitbandigere Reduktion von Schwingungen als die passive Schwingungsisolierung und wird vermehrt verwendet. Das Hauptziel dieser Arbeit ist es, die Unsicherheit der passiven und aktiven Schwingungsisolierung zu quantifizieren und beide untereinander zu vergleichen. Hierzu wurde ein Überblick über die Quantifizierung von Unsicherheit gegeben und zwei Regler für die aktive Schwingungsisolierung implementiert. Es wurde ein Konzept für die systematische Analyse der Unsicherheit von der numerischen Simulation über die experimentelle Versuchsdurchführung bis zur Modellvalidierung entworfen und vorgestellt. In der numerischen Simulation wurde stochastische Datenunsicherheit mit einer Monte-Carlo-Simulation und nicht-stochastische Datenunsicherheit mit einer Worst-Case-Simulation untersucht. Es wurde eine experimentelle Versuchsdurchführung nach einem vollständig randomisierten, vollfaktoriellen Versuchsplan durchgeführt. Die Messergebnisse wurden bei der Modellvalidierung zur Quantifizierung der Modellunsicherheit erstens mit der Area Validation Metric und zweitens mit einem Bayes Ansatz verwendet. Es wurden weder bei der Datenunsicherheit noch bei der Modellunsicherheit signifikante Unterschiede zwischen der passiven und aktiven Schwingungsisolierung festgestellt. Der Vergleich zwischen der Area Validation Metric und dem Bayes Ansatz zeigte, dass die Modellvalidierung nach Bayes Ansatz sensibler auf Modellunsicherheit reagiert.

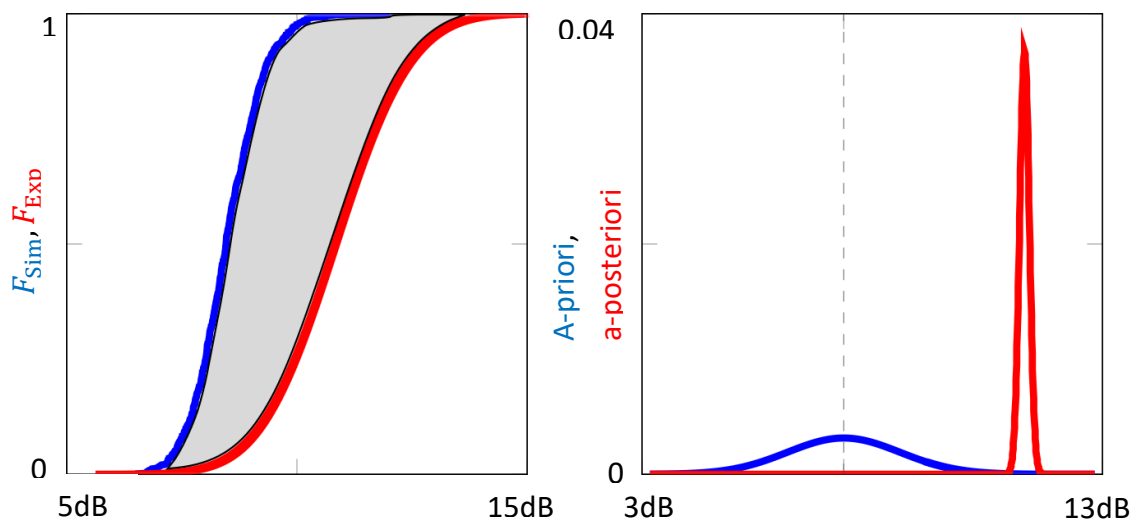


Abbildung 1: Modellvalidierung der maximalen Verstärkung bei der passiven Schwingungsisolierung. Links: Area Validation Metric (graue Fläche). Rechts: A-priori und a-posteriori Wahrscheinlichkeiten