

Zusammenfassung

In der Werkzeugmaschinenentwicklung besteht ein großes Interesse daran, sowohl die positionsabhängigen strukturellen Veränderungen als auch die dynamischen Eigenschaften der gesamten Maschine zu berücksichtigen. Daher wurde ein Verfahren entwickelt, mit dem eine mechatronische Simulation unter Beachtung der komplexen Strukturodynamik und der Achsstellungen umsetzbar ist.

In der vorliegenden Arbeit werden die Themengebiete „Werkzeugmaschinenmodellierung“, „Modellordnungsreduktion“ und „Simulationsmodellkopplung“ für die Realisierung von Verfahrensbewegungen behandelt. Die Verbindung zwischen diesen Bereichen besteht darin, dass die Werkzeugmaschinenmodelle mittels Modellordnungsreduktionsverfahren in niedrigdimensionale Modelle überführt werden. Die reduzierten Teilmodelle werden dann für die Analyse der Werkzeugmaschine im kompletten Verfahrbereich gekoppelt. Da diese Modelle jedoch hochdimensionale Ein- und Ausgangsräume besitzen, können die bisherigen Verfahren der Modellordnungsreduktion nicht angewendet werden. In dieser Arbeit wird die Problematik der hochdimensionalen Ein- und Ausgangsräume gelöst.

Die vorliegende Arbeit fördert den Einsatz zeiteffiziente Simulationsverfahren in der Entwicklung, da Automatisierungsvarianten für die Erstellung niedrigdimensionaler Modelle mittels moderner Modellordnungsreduktionsverfahren zur Verfügung gestellt werden. Die bisherigen Restriktionen der Modellordnungsreduktionsverfahren bezüglich der Anzahl der Ein- und Ausgänge des Systems werden stark vermindert, sodass die praktische Durchführbarkeit gewährleistet wird. Durch dieses Zusammenspiel wird eine numerisch günstige, gemeinsame Simulation von Teilsystemen ohne die Restriktion der stationären Betrachtung der Achsenposition im Arbeitsraum ermöglicht.

Abstract

In machine tool development, there is a great interest in considering both the position-dependent structural changes and the dynamic characteristics of the entire machine. Therefore, a method was developed which allows for a mechatronic simulation considering the complex structural dynamics and the axis positions.

In the present study, the topics of "Machine Tool Modeling", "Model Order Reduction" and "Simulation Model Coupling" for the implementation of movements are discussed. The link between these domains is that the machine tool models can be transferred into low-dimensional models by means of model order reduction methods. These reduced part models are then coupled in the complete traversing range during the analysis of the machine tool. However, since these models have high-dimensional input and output spaces, the previous methods of model reduction cannot be applied. In this thesis, the problem of high-dimensional input and output spaces is solved.

The present doctoral thesis promotes the use of time-efficient simulation methods in the development process, because variants of automation for the creation of low-dimensional models are provided using modern model order reduction methods. The past restrictions of model order reduction methods regarding the number of inputs and outputs of the system are reduced considerably, so that the practical applicability is guaranteed. By this interaction, a numerically favorable, joint simulation of subsystems is made possible without the restriction of stationary consideration of the axis position in the workspace.