

Bibliographische Beschreibung

Hensel, Sven:

Modellierung und Optimierung von Werkzeugmaschinen mit parallelkinematischen Strukturen

Dissertation an der Fakultät für Maschinenbau der Technischen Universität Chemnitz, Professur für Werkzeugmaschinen, Chemnitz 2006

136 Seiten
76 Abbildungen
5 Tabellen
52 Literaturzitate

Referat:

Parallelkinematiken bestehen aus geschlossenen kinematischen Ketten; im Allgemeinen trägt kein Antrieb den Anderen. Auf Grund dieser Eigenschaft können die bewegten Massen gering gehalten werden, was zu einer hohen Dynamik führt. Ihre stabwerkartige Konstruktion lässt außerdem eine hohe Steifigkeit zu. Diese Eigenschaften lassen sich jedoch nur bei optimaler Konstruktion erreichen. Zur Bewertung und Optimierung der kinematischen Aspekte von Parallelkinematiken wird die Übertragungsgüte (Transmission Quality) herangezogen, die auf der Auswertung der Jacobi-matrix sowie deren Inversen beruht. Es wird ein schneller und numerisch stabiler Weg dazu vorgestellt. Die Optimierung geschieht mit Hilfe des Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno-Verfahrens. Es kommt ohne die Berechnung der zweiten Ableitungen aus, ist aber in den sonstigen Eigenschaften dem Newtonverfahren ähnlich. Zum Finden einer guten Grundlage für eine Auskonstruktion einer Parallelkinematik, hat sich die Finite-Elemente-Methode bewährt. Dazu muss ein kinematisch funktionierendes und parametrisiertes FEM-Modell der Struktur erstellt und optimiert werden. Durch verschiedene Zielfunktions-typen kann das Optimieren bezüglich einer optimal-steifen oder optimal-dynamischen Parallelkinematik durchgeführt werden.

Schlagworte:

Parallelkinematiken, Optimierung, Übertragungsgüte, Werkzeugmaschinen, Finite-Elemente-Methode

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4
Inhaltsverzeichnis	5
Liste der verwendeten Symbole und Abkürzungen	7
1 Einleitung	10
1.1 Stand der Technik	10
1.2 Handlungsbedarf und Zielsetzung	18
2 Eigenschaften von Parallelkinematiken	21
2.1 Einführende Erläuterungen	21
2.2 Steifigkeit	21
2.3 Manipulierbarkeit	23
2.4 Verhältnis von Arbeitsraum zu Bauraum	24
2.5 Eigenfrequenzen	26
2.6 Thermische Stabilität	27
2.7 Linearisierung der Eigenschaften im Arbeitsraum	30
3 Kinematik von Parallelkinematiken	32
3.1 Modellierung	32
3.1.1 Einführende Erläuterungen	32
3.1.2 Begriffsbestimmung	32
3.1.3 Sollwerttransformation	36
3.1.4 Istwerttransformation	39
3.1.5 Berechnung und Eigenschaften der Jacobimatrix	40
3.2 Optimierung	48
3.2.1 Einführende Erläuterungen	48
3.2.2 Optimierungsverfahren	48
3.2.3 Aufbau der Zielfunktion	53
3.2.4 Normierung	55
3.2.5 Vorgehensweise	57
3.2.6 Probleme	61
4 FEM-Behandlung von Parallelkinematiken	66

4.1	Modellierung	66
4.1.1	Einführende Erläuterungen	66
4.1.2	Gelenke	67
4.1.3	Streben	73
4.1.4	Plattformen und Gestelle	76
4.1.5	Automatisierter Zusammenbau	77
4.2	Optimierung	80
4.2.1	Einführende Erläuterungen	80
4.2.2	Aufbau der Zielfunktion	81
4.2.3	Wichtung und Normierung	84
4.2.4	Vorgehensweise	84
4.2.5	Probleme	88
5	Anwendungsbeispiele	89
5.1	Einführende Erläuterungen	89
5.2	Deltakinematik nach Clavel	89
5.2.1	Startwert	89
5.2.2	Kinematische Optimierung	92
5.2.3	Nachbereitung	96
5.2.4	FEM Optimierung	100
5.3	StarragHeckert Kinematic SKM 400	108
5.3.1	Startwert	108
5.3.2	FEM Optimierung	109
6	Zusammenfassung und Ausblick	118
	Abbildungsverzeichnis	124
	Tabellenverzeichnis	127
	Literaturverzeichnis	128
	Index	134
	Lebenslauf	136