

Schriftenreihe des Arbeitsbereichs
Werkzeugmaschinen und Automatisierungstechnik
der Technischen Universität Hamburg-Harburg

Band 17

Arne Schacht

**Anwendungsspezifische Auswahl und Optimierung
von seriellen Roboterstrukturen am Beispiel eines
Dentalroboters**

Shaker Verlag
Aachen 2007

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Hamburg-Harburg, Techn. Univ., Diss., 2006

Copyright Shaker Verlag 2007

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-6184-9

ISSN 1438-8529

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Anwendungsspezifische Auswahl und Optimierung von seriellen Roboterstrukturen am Beispiel eines Dentalroboters

Arne Schacht

In dieser Arbeit wurden Methoden zur Synthese von anwendungsspezifisch optimalen seriellen Roboterstrukturen entwickelt. Die Methoden wurden in eine interaktiv zu bedienende Software namens "Robkinopt" umgesetzt, die die wesentlichen Entwurfsparameter einer Roboterstruktur bestimmt. "Robkinopt" ist als Hilfsmittel zur Konzeption von Robotern für Konstrukteure im Konstruktionsprozess gedacht und wurde zur Synthese der besten Roboterstruktur eines Dentalroboters für einen Versuchsstand im Bereich der Dentalmedizin exemplarisch angewendet.

Zur Identifizierung einer optimalen Roboterstruktur bezüglich eines anwendungsspezifischen Anforderungsprofils wurden zunächst Kenngrößen von Robotern wie Arbeitsraum, Manipulierbarkeit, dynamische Eigenschaften und Genauigkeit untersucht. Diese wurden in Optimierungskriterien umgesetzt und werden dadurch einer objektiven Berechnung zugänglich. Zur Eingabe des spezifischen Anforderungsprofils in "Robkinopt" werden die Optimalitätskriterien entsprechend dem Anforderungsprofil vom Benutzer der Software gewichtet. "Robkinopt" ordnet nach dem Berechnungsdurchlauf jeder untersuchten Roboterstruktur einen Fitnesswert zu, der die anwendungsspezifische Leistungsfähigkeit der untersuchten Roboterstrukturen beschreibt.

Um Roboterstrukturen computerunterstützt analysieren zu können, muss die Generierung von beliebigen Roboterstrukturen ermöglicht werden. Dies ist mit einer neuen Transformationsvorschrift auf Basis der Roll-Pitch-Yaw Transformation gelungen. Durch den Einsatz dieser Transformationsvorschrift in "Robkinopt" können serielle Roboterstrukturen mit beliebigen Achsorientierungen anschaulich erzeugt und analysiert werden.

"Robkinopt" wurde zunächst verwendet, um fünffachsiges TR^4 - und R^5 -Roboterstrukturen zu untersuchen, deren Achsen sich senkrecht schneiden oder parallel sind (90° -Roboterstrukturen). Dabei stellt sich heraus, dass R^5 -Roboterstrukturen hauptsächlich in den Eigenschaften Arbeitsraum und Manipulierbarkeit Vorteile gegenüber TR^4 -Roboterstrukturen haben.

Vor der Fertigstellung der Software "Robkinopt" wurde eine fünffachsiges TR^4 -Roboterstruktur ausgewählt und konstruiert. "Robkinopt" konnte bestätigen, dass für den Einsatz als Dentalroboter die realisierte Roboterstruktur die beste von den TR^4 -Roboterstrukturen ist. Diese TR^4 -Roboterstruktur hat eine 36% höhere Leistungsfähigkeit als die nächstschlechtere TR^4 -Roboterstruktur.

Durch den Einsatz der neuen Transformationsvorschrift können mit "Robkinopt" auch schiefachsiges Roboterstrukturen systematisch untersucht werden. Die Eigenschaften solcher Roboterstrukturen wurden in der Literatur bisher wenig analysiert. Für den Dentalroboter wurden schiefachsiges R^5 -Roboterstrukturen untersucht. Ein Evolutionsverfahren wurde entworfen, um aus den unendlich vielen Roboterstrukturen mit beliebigen Achswinkeln die beste Roboterstruktur zu bestimmen.

Bei diesem Verfahren werden die Achsparameter mit genetischen Operationen so verändert, dass bezüglich der gewichteten Optimalitätskriterien die beste Roboterstruktur bestimmt wird. Das Ergebnis der Untersuchung der R^5 -Roboterstrukturen hat gezeigt, dass mit Hilfe von schiefachsigen Roboterstrukturen einige Eigenschaften besser erfüllt werden als mit 90° -Roboterstrukturen.