

Berichte aus der Robotik

Björn Kahl

Virtuelle Roboterprogrammierung

basierend auf einer Any-Time fähigen Simulation
deformierbarer linearer Objekte

Shaker Verlag
Aachen 2008

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.: Bayreuth, Univ., Diss., 2007

Copyright Shaker Verlag 2008

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

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-7386-6

ISSN 1434-8098

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

Zusammenfassung „Virtuelle Roboterprogrammierung“

Die „Virtuelle Roboterprogrammierung“ versucht die Programmierung von Montageaufgaben mit (linearen) flexiblen Objekten zu vereinfachen und damit die bisher weitgehend manuelle erfolgende Montage dieser Bauteile einer Automatisierung zu erschließen. Sie ist damit das Gegenstück und notwendige Ergänzung der roboter-gestützten Handhabung flexibler, linearer Gegenstände („RODEO“-Projekt Uni. Bayreuth, vergl. auch Schlechter 2007, Acker 2008)

Die „Virtuelle Roboterprogrammierung“ bedient sich des bekannten Konzeptes des „Programmieren durch Vormachen“ und erweitert dieses in zwei wesentlichen Richtungen. Zum einen arbeitet sie vollständig in der Virtuellen Realität ohne ein genaues Modell der Roboterzelle zu benötigen. Zum anderen bestimmt sie ein kontaktbasiertes, roboterunabhängiges Montageprogramm aus der Vorführung. Dieses Montageprogramm enthält nicht die vom Benutzer vorgeführten Werkstückbewegungen selbst, sondern das Ziel, die Intention eines jeden Montageschrittes. Dadurch kann das einmal erstellte Montageprogramm nicht nur auf unterschiedlichen Robotersystemen ausgeführt werden, sondern ist darüber hinaus robust gegenüber Form- und Positionsungenauigkeiten des Werkstücks und der Umwelt.

Zur Vorführung und Analyse einer Montageaufgabe wurde ein Softwaresystem entwickelt, welches dem Nutzer erlaubt, eine Montageaufgabe für Objekte wie Kabel, Schläuche, Blattfedern oder andere deformierbare, lineare Objekte („DLOs“) mittels eines haptischen Eingabegerätes mit 3D-Kraftrückkopplung in der Virtuellen Realität auszuführen, und sich dabei zusätzlich zur 3D-Grafik auch von seinem taktilen Sinn leiten zu lassen.

Sowohl für die taktile und visuelle Rückkopplung als auch für die nachfolgende Analyse der demonstrierten Montage wurde eine schnelle, kraftbasierte Werkstücksimulation zur Berechnung des statischen und zum Teil des dynamischen Verhaltens von DLOs entwickelt. Diese neue, „any-time“-fähige iterative Werkstücksimulation erlaubt auf üblicher PC-Hardware (Stand: 2003) die für eine haptische Rückkopplung benötigten 1000 Hz Aktualisierungsrate bei ausreichender Genauigkeit der berechneten Werkstück-Formen und auftretenden Kräfte. Die Simulation stellt den Hauptbeitrag der Arbeit dar.

Die demonstrierte Aufgabe wird vom System automatisch in wesentliche Montageschritte zerlegt und teilautomatisch vereinfacht. Die Montageanalyse arbeitet hierbei auf einem Kontaktmodell, welches die Kontaktsituation zwischen Werkstück und Umwelt nach topologischen Gesichtspunkten beschreibt. Ausgangspunkt sind so genannte elementare Kontakte zwischen einzelnen Werkstückpunkten und Umweltkanten oder -flächen. Basierend auf diesem Kontaktmodell kann die Montage als eine sukzessive Reduktion der Freiheitsgrade des Werkstücks, und der Montageablauf als eine Folge von Änderungen der Kontaktsituation zwischen Werkstück und Umwelt aufgefasst werden.

Nach Kontrolle und gegebenenfalls Nachbearbeitung der erkannten Montageschritte durch den Nutzer wird vom System automatisch ein kontaktbasiertes und sensorüberwachtes Montageprogramm in einer Robotersprache generiert. Während dieser Umsetzung der Folge von Kontaktsituationen in ein Roboterprogramm werden zusätzlich zur eigentlichen Greifertrajektorie die zur sensorüberwachten Ausführung des Roboterprogramms nötigen Parameter mittels der entwickelten Werkstücksimulation berechnet. Ferner werden die resultierenden Bewegungen automatisch auf ihre sichere Ausführung getestet und entsprechend begrenzt.

Die Demonstration einer Montageaufgabe, Ableitung eines Roboterprogramms und anschließende sensorüberwachte Ausführung des Roboterprogramms wurden experimentell untersucht und die sensorgestützten Reaktionen des System auf verschiedenen Modifikationen der Montageumgebung miteinander und mit den erwarteten Reaktionen verglichen.