

Fortschritte in der Robotik

Band 13

Technische Universität Braunschweig
Institut für Robotik und Prozessinformatik
Prof. Dr.-Ing. Friedrich M. Wahl (Hrsg.)

Ulrike Thomas

**Automatisierte Programmierung
von Robotern für Montageaufgaben**

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.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 2008

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 978-3-8322-7101-5

ISSN 1431-7222

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

Kurzfassung

In der vorliegenden Dissertation werden Konzepte für die kostengünstige automatisierte Roboterprogrammierung entwickelt und an Hand von prototypischen Implementierungen evaluiert. Auf der Basis von CAD-Daten können Roboter automatisiert programmiert werden.

Zur Planung der Montagereihenfolge von Baugruppen wurde ein neues System entwickelt. Dieses berechnet unter Berücksichtigung verschiedener Bewertungskriterien optimale Montagereihenfolgen. Während der Planung wird eine „Assembly-by-Disassembly“-Strategie angewendet, die durch geeignete „Graph-Cut“-Algorithmen mögliche Montagereihenfolgen findet. Dabei kommen neuartige Algorithmen zur effizienten Berechnung der geometrischen Separierbarkeit zum Einsatz. Für das Berechnen eines Demontagepfades im 6d-Konfigurationsraum wurde ein neuer stochastischer Bahnplanungsalgorithmus entwickelt. Das Montageplanungssystem konnte mit zahlreichen industriellen Montagebaugruppen evaluiert werden.

Für das Montieren von Bauteilen stehen heute vielfältige Sensoren zur Verfügung. Kraft-/Momentensensoren stellen eine Möglichkeit dar, Montageaufgaben flexibel gegenüber Bauteil- und Lagetoleranzen zu programmieren. Aktionsprimitive dienen als Schnittstelle zu modernen Steuerungen mit hybriden Positions-, Geschwindigkeits- und Kraftreglern. Durch Aktionsprimitivnetze können komplexe Montageaufgaben fehlertolerant programmiert werden. Mit den in dieser Arbeit entwickelten Methoden lassen sich Aktionsprimitivnetze erstmals automatisiert erzeugen. Hierfür werden Dreiecksnetze von Bauteilen zunächst in topologische Elemente segmentiert. Aus diesen Segmenten und der berechneten Montagebahn lassen sich Kontaktformationsgraphen aufstellen. Unter Verwendung neuer Kontaktformationen ist es möglich, Aktionsprimitivnetze für komplexe Montageaufgaben automatisiert zu generieren. Dieses neue Konzept wird an Hand industrieller Montageaufgaben evaluiert.

Eine weitere Möglichkeit, Roboter automatisiert zu programmieren, stellen Kraft-/Momentenkarten dar. Diese Arbeit zeigt, wie Kraft-/Momentenkarten automatisch aus CAD-Daten gewonnen werden. Mit Hilfe eines Partikelfilters lassen sich Varianten von „Stift-in-Loch“-Aufgaben erfolgreich ausführen.

Schließlich ist im Rahmen dieser Arbeit eine vollständige Prozesskette von der Spezifikation der Montageaufgaben über die Planung der Montagereihenfolge bis hin zur Ausführung dieser durch serielle und parallele Roboter entstanden.