

**Schriftenreihe Industrielle Robotik  
und Produktionsautomatisierung**  
hrsg. von Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter

Band 1

**Matthias Bucker**

**Entwicklung eines mobilen Roboters für die auto-  
matisierte Instandhaltung von Materialflusssystemen**

D 290 (Diss. Technische Universität Dortmund)

Shaker Verlag  
Aachen 2011

**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.: Dortmund, Technische Univ., Diss., 2010

Copyright Shaker Verlag 2011

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

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-0225-6

ISSN 2192-5941

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

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

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

# Kurzfassung

## Entwicklung eines mobilen Roboters für die automatisierte Instandhaltung von Materialflusssystemen

Dissertation von Matthias Bucker

Aufgrund der hohen Anforderungen an die Verfügbarkeit von Materialflusssystemen ist die Instandhaltung der Systeme für die Anlagenbetreiber von großer Bedeutung. Eine zuverlässige Zustandsüberwachung der Anlagenkomponenten lässt sich bisher weder durch manuelle Prüfungen noch durch stationäres Condition Monitoring wirtschaftlich realisieren. Durch die Automatisierung von Instandhaltungen mit mobilen Robotern kann die Zustandsüberwachung verbessert und damit auch die Verfügbarkeit der Anlagen erhöht werden.

Ausgehend von dieser Vision wurde ein Gesamtkonzept für einen mobilen Instandhaltungsroboter entworfen, welches Hardware- und Steuerungsstrukturen definiert und auch den Betrieb sowie die Einrichtung des Robotersystems berücksichtigt. Aufbauend auf dem Gesamtkonzept wurden als Kern der Arbeit notwendige Verfahren für die Steuerung eines solchen Roboters entwickelt.

Als Teil der globalen Navigationsverfahren wurde eine Methode für die effiziente Erzeugung des topologischen Anlagenmodells vorgestellt. Den modularen Aufbau von Materialflusssystemen nutzend, werden für die realen Fördermodule strukturelle Modelle erstellt, die anschließend auf einfache Weise zu Modellen der Gesamtanlage zusammengestellt werden können. Um die Bestimmung der Position des Roboters in der Anlage zu ermöglichen, wurden Verfahren zur sensorbasierten Lokalisierung angepasst und in einer Simulation systematisch auf ihre Eignung für die vorliegende Aufgabenstellung untersucht. Damit die Lokalisierung auch in großen Anlagen mit der erforderlichen Genauigkeit und Geschwindigkeit ausführt werden kann, wurden zwei effiziente Ansätze zur Komplexitätsreduktion vorgestellt.

Für die lokale Bewegungsplanung des Instandhaltungsroboters wurde ein Verfahren zur Detektion der gültigen Fahrbahn auf dem Materialflusssystem entwickelt. Durch den Einsatz einer sensorbasierten Kartenerstellung und einer Kantenerkennung können zuverlässig die Fahrbahnen detektiert und, in Kombination mit den von der globalen Navigation vorgegebenen Fahrhinweisen, die genauen Bewegungspfade des Roboters geplant werden.

Zur Evaluierung der entwickelten Verfahren und zur Demonstration der neuen Technologien wurde der mobile Instandhaltungsroboter prototypisch aufgebaut. Bei der Evaluierung konnte die Funktionsfähigkeit aller entwickelten Verfahren unter Beweis gestellt werden.

## Abstract

# Development of a mobile robot for automated maintenance of material flow systems

Doctoral thesis of Matthias Bucker

Due to the high demands on the availability of material flow systems the maintenance of these systems is very important for the operator. Today a reliable and economical condition monitoring of plant components can be realised neither by manual checks nor by stationary condition monitoring. By automating the maintenance with mobile robots the condition monitoring and thus the availability of the material flow systems can be improved.

Based on this vision, first an overall concept for a mobile maintenance robot was designed, which defines hardware and control structures and also takes account of the initial and further operation of the robot system. Subsequent the required methods for the robot control were developed.

As a part of the global navigation system a method for the efficient modelling of the topological structure of material flow systems was presented. Taking advantage of the modular design of the systems, for each hardware module a small topological model is build up, which can easily be compiled to a model of the entire system. To enable the localisation of the robots in the system, methods for sensor based localisation were adapted and analysed within a simulation regarding their suitability for this task. To perform the localisation in large plants meeting the required accuracy and speed approaches have been introduced to reduce complexity.

For the local motion planning of the maintenance robot a method for detecting the current roadway on the material flow system was developed. Due to sensor based local mapping and edge detection the roadway can be detected reliable and, in combination with a set of instructions given by global navigation, accurate motion paths can be planned.

For the evaluation of the developed methods and to demonstrate the new technologies the mobile maintenance robot was built as a prototype. During evaluation the functional capability of all developed methods was demonstrated.