

Berichte des Fachgebiets für Strömungsmechanik

Thorsten Frank

**Zur Automatisierung des sanften Werfens und
Fangens von Objekten zum Zwecke des
innerbetrieblichen Transports**

Shaker Verlag
Aachen 2012

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.: Wuppertal, Univ., Diss., 2012

Copyright Shaker Verlag 2012

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

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-1439-6

ISSN 2195-4100

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

Diese Arbeit zielt auf die Flexibilisierung und Verkürzung von innerbetrieblichen Transportvorgängen ab, indem Werkstücke oder Betriebsmittel maschinell geworfen und gefangen werden. Es werden zwei prototypische Robotersysteme vorgestellt, die das sanfte Werfen und Fangen von zylinderförmigen Objekten ermöglichen. Während das sanfte Werfen durch eine gleichmäßige Beschleunigung mittels Linearachse leicht ermöglicht werden kann, besteht beim Fangen die Gefahr von Beschädigungen der Objekte durch Beschleunigungssprünge. Um dies zu vermeiden, wird der greifende Endeffektor des Fangroboters mit der Position, Orientierung und Geschwindigkeit des Zylinders im Fangpunkt synchronisiert.

Die Synchronisation wird erleichtert, wenn die Zylinder im Fangpunkt immer die gleiche, d. h. vorhersagbare Lage aufweisen. Dies erfordert ein zielgenaues Werfen stabil fliegender Zylinder. Hierfür werden Modelle vorgestellt, mit denen, unter Berücksichtigung der Aerodynamik, die Zylinderlage entlang der Flugbahn berechnet werden kann. Für folgsam, d. h. stets tangential zur Flugbahn ausgerichtet fliegende Zylinder können mit diesen Modellen somit die Abwurfbedingungen, also Abwurfwinkel und Abwurfgeschwindigkeit so bestimmt werden, dass die Zylinder mit einer definierten Lage in einen Fangpunkt fliegen. Für nicht folgsam fliegende Zylinder ist der Synchronisationsaufwand höher.

Für das sanfte Fangen werden zwei unterschiedliche Fangroboter eingesetzt, die die Fangbewegung durch eine Rotationsbewegung eines Dreharms mit einem greifenden Endeffektor realisieren. Der erste Fangroboter besitzt nur den einen Freiheitsgrad für den Dreharm. Die Steuerung der Fangbewegung erfolgt ausschließlich auf Basis eines Modells, mit dem die kinematischen Abläufe der Roboter sowie die ideale Flugbahn des Zylinders berechnet werden. Mit diesem Roboter können nur folgsam fliegende Zylinder gefangen werden.

Für das Fangen von Zylindern, die im Fangpunkt deutliche Streuungen in ihren Orientierungen aufweisen, wurde ein zweiter Fangroboter mit zwei Freiheitsgraden entwickelt. Zusätzlich zu dem Dreharm kann bei diesem Roboter auch noch der greifende Endeffektor im Tool Center Point gedreht und so an die Zylinderorientierung in der Flugbahnebene angepasst werden. Für die Steuerung der Fangbewegung wird, neben den Modellen für die Roboterkinematik und die Zylinderflugbahn, ein Sensorsystem eingesetzt, das mit zwei Laserabstandssensoren die Zylinderlage an einer Stelle der Flugbahn misst. Mit Hilfe dieser Messung wird die Zylinderorientierung im Fangpunkt online prädiktiert. Auf diese Weise kann die Fangbewegung des Roboters in Echtzeit kontextsensitiv adaptiert werden. Die Automatisierung des sanften Werfens und des zuverlässigen, sanften Fangens von Zylindern konnte somit erfolgreich realisiert werden.