

KME – Kompetenzzentrum Mittelstand GmbH

Zukunft durch Innovation und Forschung

Adaptive Prozessplanung mittels mobiler Vormontage-Systeme

Die mobile Plattform mit zwei Roboterarmen nutzt die Fahrzeit zur Montagezelle für die Sequenzierung. Die eingesetzte KI kann flexibel auf Fehler und Lastspitzen reagieren sowie anhand der bisherigen Erfahrungen den Herstellungsprozess anpassen.

Problemstellung

Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF) übernehmen immer mehr Transportaufgaben und sind fester Bestandteil in automatisierten Intralogistiksystemen. Dabei können FTF insbesondere für den Transport von standardisierten Ladungsträgern effektiv eingesetzt werden. Sie sind allerdings nicht in der Lage, während des Transports weitere Tätigkeiten, wie das Handhaben der transportierten Objekte, durchzuführen, um den Transportprozess wertschöpfend zu gestalten.

Zielsetzung

Ziel des Projekts ist die Erweiterung des Aufgabenspektrums von FTF um komplexe Handhabungs- und Vormontageprozesse. Diese sollen zur Steigerung der Effizienz auch während der Fahrt ausgeführt werden können.

Zur Zielerreichung wird ein mobiler Roboter mit zwei kollaborativen Manipulatoren entwickelt, der den Transport mit der Manipulation von Gegenständen kombiniert und damit wertschöpfend gestaltet. Dadurch lassen sich insbesondere auch derzeit manuell durchgeführte Tätigkeiten auf mobilen Plattformen vermeiden und im Gegenzug kann eine ortsfeste Arbeit für Menschen auch in flexiblen Produktionsprozessen ermöglicht werden. Für einen robusten und effizienten Betrieb wird eine KI-basierte Steuerung entworfen, die flexibel auf Lastspitzen und Fehler reagieren kann sowie bisherige Erfahrungen in die zukünftige Entscheidungsfindung einfließen lässt.

Der Einsatz von zwei Roboterarmen ermöglicht die

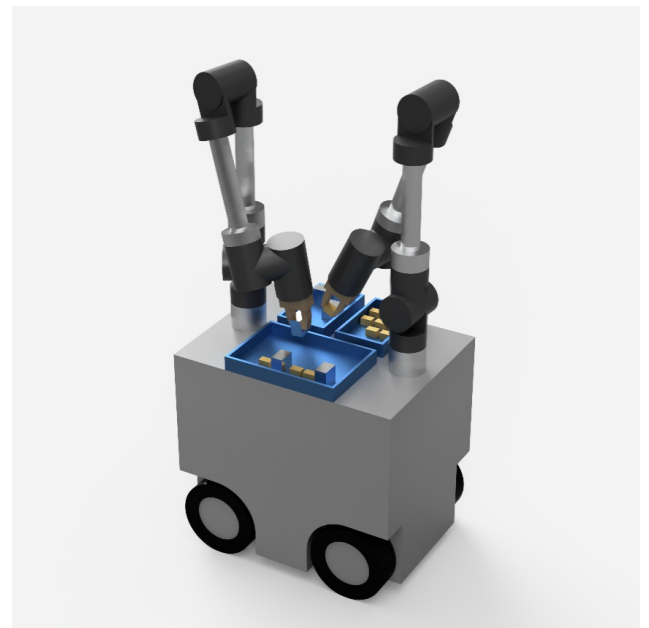
- Aufnahme und Abgabe von Bauteilen und Ladungsträgern,
- Durchführung von Montagetätigkeiten,
- Kommissionierung großer oder biegeschlaffer Bauteile,
- autonome Identifikation von Greifpunkten mittels Bilderverarbeitung und Objekterkennung.

Ein FTF wird verwendet für die

- automatisierte Durchführung von Transportprozessen,
- Lade- und Montagefläche der Roboterarme,
- Kommunikation mit den Roboterarmen.

Die Einbettung einer lernenden KI in die Plattform ermöglicht die

- Erkennung und autonome Behebung von Fehlerfällen,
- adaptive Planung der Vormontage abhängig von der aktuellen Auslastung und vergangenen Fehlerfällen.

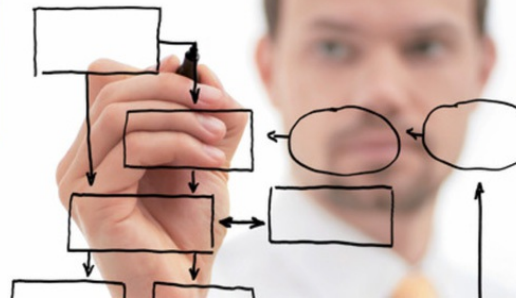
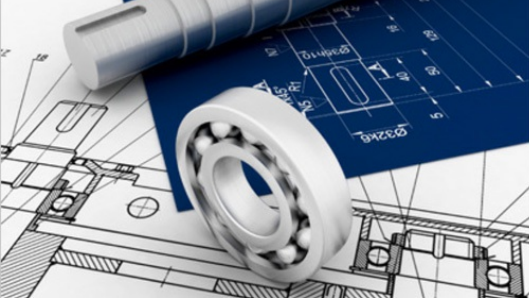


Die mobile Plattform mit zwei Roboterarmen führt während der Fahrt Sequenzierungs- und Montagearbeiten durch.

Vorgehensweise

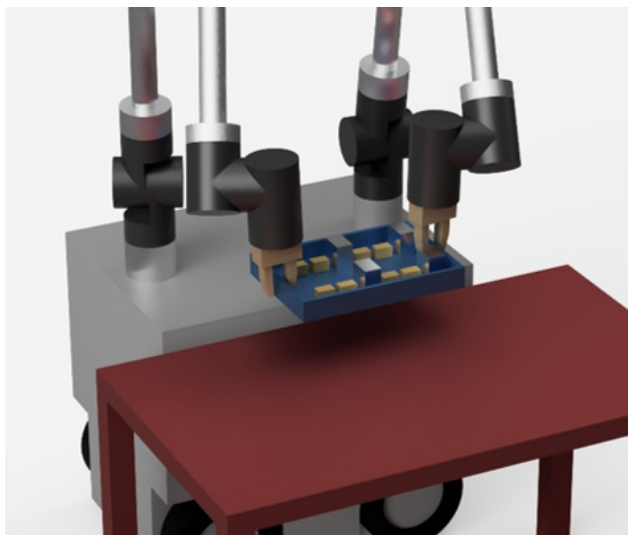
Zu Beginn soll eine Anforderungs- und Prozessanalyse durchgeführt werden, die als Basis für die weitergehenden Arbeiten dient. Dabei gilt es, Anwendungsszenarien aus der Industrie zu definieren und daraus Anforderungen an das zu entwickelnde System abzuleiten. Schließlich sollen die hierbei notwendigen Prozesse und Schnittstellen spezifiziert werden.

Im Anschluss wird zunächst eine koordinierte Manipulation von fest gegriffenen Objekten verfolgt, bei der beide Roboterarme unterschiedliche Teile handhaben. Für eine flexible Aufnahme und Abgabe von Objekten soll ein kommerzielles Bildverarbeitungssystem verwendet werden, das die Objekte-



kennung und Bestimmung der Greifposen ermöglicht. Für eine zeit- und energieoptimale Vorsequenzierung sollen Planungs- und Regelungsstrategien für eine entsprechend koordinierte Ansteuerung entwickelt werden. In Standardanwendungen erfolgen Kollisionsberechnungen zwischen Roboter und statischer Umgebung in einer Offline-Planung vor der eigentlichen Bewegung. Für die vorgesehene flexible und kollaborative Industrieanwendung müssen echtzeitfähige Methoden zur Kollisionsvermeidung implementiert werden, sodass neben den Selbstkollisionen eines Roboterarms auch Kollisionen zwischen den Roboterarmen ausgeschlossen werden können.

Während viele Handhabungsprozesse in der Vormontage oder Kommissionierung biegeschlaffer Bauteile mit einem Einarm-System nicht bewerkstelligt werden können, soll im nächsten Schritt mittels des vorhandenen Zweiarm-Systems die Manipulation von gemeinsam gegriffenen Objekten umgesetzt werden. Da Standard-Industrieroboter nicht über die notwendigen Fähigkeiten zur kooperativen Multi-Arm-Anwendung verfügen bzw. das Erweitern mittels Kraftsensoren am End-Effektor kostspielig ist, sollen zwei kollaborative Roboterarme verwendet werden. Die mittels der integrierten Drehmomentsensoren geschätzten Interaktionskräfte werden zur Implementierung hybrider Kraft-/Positionsregelungsmethoden für die Steck-/Montagevorgänge verwendet. Durch die Verwendung von momentengeregelten Aktuatoren gilt es insbesondere, den Einfluss der dynamischen Kräfte durch die bewegte mobile Plattform auf die Regelung der Bewegung zu untersuchen.



Die mobile Plattform liefert die während der Fahrt vormontierten Gegenstände an der Montagezelle ab.

Um die Robustheit und Effizienz des mobilen Roboters in einer industriellen Umgebung zu erhöhen, sollen sowohl eine neuartige Aufgabenplanung als auch eine autonome Fehlerbehebung integriert werden, die jeweils auf KI-Methoden basieren. Die Aufgabenplanung sorgt für eine optimale Auslastung des mobilen Systems. Je nach Teilebedarf in den Montagezellen wird beispielsweise zwischen einer vollständigen Vormontage und einem schnellstmöglichen Transport abgewogen. Die Fehlerbehebung soll in der Lage sein, Störeffekte, die zu Ab-

weichungen im Soll-Prozess führen, zu erkennen und einen geeigneten Alternativplan zu berechnen. Beide Planungsebenen lernen in Echtzeit anhand der Erfahrungen, die sie zur Laufzeit machen, was wiederum dazu führt, dass sich ihr Verhalten kontinuierlich an den Prozess anpasst.

Anhand eines bereits vom Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik entwickelten autonomen Routenzugschleppers wird die mobile Plattform konstruktiv und steuerungstechnisch an die Bedürfnisse des in diesem Projekt definierten Anwendungsfalls angepasst. Dazu ist unter anderem ein Konzept zur Montage, Ansteuerung und Stromversorgung der beiden kollaborativen Roboterarme auf der Plattform zu entwickeln, das die fahrtparallele Durchführung von Handhabungsprozessen ermöglicht. Außerdem soll die Lade- und Montagefläche auf der mobilen Plattform für verschiedene Transportgüter und Handhabungsprozesse modifizierbar gestaltet werden.

Nach der Integration der Komponenten in einem Demonstrator werden exemplarische Anwendungsfälle umgesetzt und technisch sowie wirtschaftlich evaluiert. Um die Anwendbarkeit der erzielten Ergebnisse in der Praxis sicherzustellen, wird angestrebt, den Projektabschluss als Demonstration bei einem Industriepartner durchzuführen.

Ergebnisse / Nutzen

Die Koppelung der Bewegungsplanung von FTF und zwei Roboterarmen soll in die industrielle Praxis gebracht werden. Dabei kann vom Transport über die Montage bis zur Maschinenbestückung durch eine einzelne Plattform eine große Anzahl an Anwendungsfällen abgedeckt werden.

Die Durchführung von Montagetätigkeiten mit zwei Roboterarmen während des Transports erlaubt

- das Greifen einer Vielzahl an Objekten,
- die wertschöpfende Nutzung von Transportzeiten,
- eine Zeitersparnis gegenüber sequenzieller Bearbeitung,
- eine flexible Anpassung des Materialflusses und der Montagetätigkeiten,
- die Möglichkeit zur Auflösung starrer Vormontageplätze.

Forschungspartner

Prof. Dr.-Ing. Johannes Fottner
Lehrstuhl für Fördertechnik, Materialfluss und Logistik
Technische Universität München

Prof. Dr. Daniel Rixen
Lehrstuhl für Angewandte Mechanik
Technische Universität München

Projektpartner

Bei Interesse an dieser Projektidee nehmen Sie bitte Kontakt mit Herrn Dr. Liedl auf (Kontakt Daten s. unten!).