

Entwicklung eines modularisierten mobilen Manipulatorsystems für die flexible automatisierte Montage

Im Automobilmarkt werden die Innovationszyklen immer kürzer und die Zukunftsprognosen immer schwieriger. Die maximale Flexibilität der Produktionsunternehmen und deren Fertigungssysteme ist immer eine große Herausforderung. Besonders in der Fließfertigung der Automobilindustrie ist die Flexibilität jedoch gering. Jede Änderung in der Fließfertigung kostet viel Zeit und Geld. Deshalb ist die Entwicklung flexibler Fertigungssysteme innerhalb der Fließlinienfertigung notwendig, um die Produktvielfalt zu steigern. Es gibt zwei Möglichkeiten, um diese zu entwickeln. Die Erste ist die Verbesserung der bestehenden Fließfertigung, um die Senkung der Herstellungskosten, die Erhöhung der Flexibilität sowie die Reduzierung der Taktzeit zu ermöglichen. Die zweite Möglichkeit ist das Ersetzen der Fließfertigung durch Modularisierung, um die Herstellungskosten und die Lieferzeiten zu senken, sowie eine neue Generation von wandlungsfähigen Produktionssystemen zu entwickeln. Um die beiden genannten Varianten zu ermöglichen, wurden in dieser Arbeit Lösungsansätze mit mobilen Manipulatoren entwickelt.

Bei den beiden oben genannten Möglichkeiten, der Fließfertigung oder Modularisierung sind die Montagesysteme mit mehreren Stationen sowie Rohbauzellen organisiert. An den Stationen und Rohbauzellen werden die Fertigungsschritte mit festmontierten Robotern ausgeführt. Die Produkte müssen zwischen ihnen transportiert werden. Während des Transportweges wird keine Bearbeitung durchgeführt. Basierend auf dieser Organisationsform wurden in dieser Arbeit neue industrielle Szenarien entwickelt. Das erste Szenario des Lösungsansatzes zum Einsatz eines mobilen Manipulators ist die „Synchronisation“. Während die Produkte zwischen den Stationen/ Rohbauzellen transportiert werden, kann der mobile Manipulator synchron zur Fertigungslinie fahren und gleichzeitig Aufgaben auszuführen. Ein weiteres Szenario des Lösungsansatzes zum Einsatz eines mobilen Manipulators ist die „Unterstützung“. Ein mobiler Manipulator kann an Stationen oder in Rohbauzellen zur Unterstützung hinzukommen.

Die Entwicklung des mobilen Manipulators bietet die folgenden Herausforderungen:

- Kalibrierung des internen mobilen Manipulators und der externen Umgebung
- Synchronisation des Manipulators mit sich bewegendem Produkt
- Erhöhung der Präzision für spezifische Aufgaben
- Roboterprogrammierung für verschiedene Aufgaben
- Umgebung- und Objekterkennung
- Roboterbahnplanung zur Vermeidung der Kollision zwischen Roboter und Hindernissen
- Entwicklung von Optimierungsverfahren für unterschiedliche Montageaufgaben

Das entwickelte Konzept wurde an einem Demonstrator zur Lösung einer industriellen Fertigungsaufgabe umgesetzt, um die Anwendbarkeit unter realen Rahmenbedingungen bewerten zu können. Das entwickelte Konzept wurde in einer Reihe von Experimenten implementiert. Anhand des Demonstratoraufbaus konnte gezeigt werden, dass das entwickelte Konzept für die avisierten Aufgaben grundsätzlich geeignet ist.

Development of a modular mobile manipulator system for flexible automated assembly operation

In the automotive market, the innovation cycles are becoming shorter and the future forecasts are becoming increasingly more difficult to predict. The maximum flexibility of the production companies and their production systems has always been a big challenge. This can be seen in the manufacturing line of the automobile industry, in which the flexibility is very low. Any change in the manufacturing line can as a result cost time and money. Therefore, a development of flexible manufacturing systems within the manufacturing line is necessary to increase product diversity. There are two ways to tackle this task. The first is to improve the existing flow production to reduce the production costs, increase flexibility as well as the reduction of the cycle time. The second option is to replace the manufacturing line by modularization to reduce production costs and delivery times, as well as to develop a new generation of transformable production systems. To enable these two variants, possible solution approaches with mobile manipulators have been developed and are presented in this work.

Currently, the manufacturing line and the modularization are organized in several stations. The production steps are carried out at the stations and car body cells with the help of fixed robots. Therefore, the products must be transported between the stations and the car body cells. During transportation, no processing is carried out. Based on this organizational form, new industrial scenarios were developed in this work. The first solution is using a mobile manipulator in "synchronization" to the products which are transported between the stations and cells where the mobile manipulator can synchronize with the moving product and at the same time carry out tasks. A further solution approach for the use of a mobile manipulator is "support". A mobile manipulator can move to the stations/ cells to support the fixed robots performing the tasks.

The development of the mobile manipulator offers the following challenges:

- Calibration of the internal mobile manipulator and the external environment
- Synchronization of the manipulator with the moving product
- Task specific precision requirements
- Task dependent robot programming
- Environment and object detection
- Robotic path planning to avoid the collision between robots and obstacles
- Development of optimization procedures for different assembly tasks

The developed concept was implemented on a demonstrator for the solution of an industrial production task to evaluate the applicability under real conditions and was tested by performing a series of experiments. Based on the demonstrator design it was shown that the developed concept is suitable for the indicated tasks.