

Kurzfassung

In der Automobilindustrie rücken Montagesysteme aufgrund des hohen Anteils an der Gesamtfertigungszeit und an den anfallenden Kosten in den Fokus. Dabei müssen die Systeme, neben dem steigenden Produkt- und Variantenspektrum, vor allem an die Volatilität in der Nachfrage anpassbar sein, um eine hohe Produktivität zu erreichen. Bestehende Montagesysteme sind jedoch nur für ein eingeschränktes Stückzahlenspektrum wirtschaftlich. Planung und Optimierung der Systeme sind dahin gehend ausgerichtet. In diesen Bereichen existieren Defizite, die die Motivation der vorliegenden Arbeit begründen. Nachfolgend wird das Robot Farming vorgestellt, das ein Verfahren zum Betreiben der Systeme, die Planung und die Optimierung für den Einsatz sensitiver Roboter in der flexiblen Montage beinhaltet. Das entwickelte Planungs- und Optimierungssystem (POS) berechnet die Ausbau- und Skalierungsstufen für Robot Farming, die lokale Optima der Produktivität für verschiedene Stückzahlenszenarien darstellen. Planung und Optimierung werden im Rahmen dieser Arbeit wie folgt dargelegt:

In den Kapiteln 1 und 2 wird das Ziel dieser Arbeit definiert und die Problemstellung analysiert. Dies erfolgt anhand einer Marktanalyse, die die Volatilität in der Nachfrage aufzeigt. Bestehende Montagesysteme und Lösungen zur Anpassung dieser Systeme, wie z.B. eine Modulstrategie, sind nicht ausreichend, um diese Herausforderung zu bewältigen. Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse wird in Kapitel 3 eine Anforderungsanalyse durchgeführt, welche die Basis zur Bewertung bestehender Lösungen aus dem Stand der Technik und der Forschung in Kapitel 4 darstellt.

In Kapitel 5 wird Robot Farming vorgestellt. Die Einbindung der Mitarbeiter in die Montagesysteme, die bidirektionale Skalierbarkeit, die Erstellung und Anpassung von Montageabläufen der sensitiven Roboter und die Planung der Ausbau- und Skalierungsstufen, die auf die optimale Austaktung der Mitarbeiter ausgerichtet ist, sind die Kernelemente dieses Konzeptes. Die Planung von Montagesystemen und einzelner Stationen wird dabei auf Robot Farming ausgerichtet.

Kapitel 6 umfasst Konzept und Systementwurf des POS. Die technische Realisierung des POS wird in Kapitel 7 beschrieben. Neben den grafischen Ein- und Ausgabeschnittstellen wird detailliert auf die notwendigen Schritte zur Berechnung der Ausbau- und Skalierungsstufen eingegangen. Nach der Analyse des vorliegenden Algorithmus werden Optimierungen integriert und die Leistungsfähigkeit des POS in Versuchsreihen ermittelt.

Anschließend werden in Kapitel 8, mithilfe eines Robot Farming Demonstrators in der Montage, die Ergebnisse des POS validiert. Anhand dieser Montagelinie werden die Ausbau- und Skalierungsstufen durch das POS berechnet. Der Abgleich mit einem Simulationsmodell dieser Stufen zeigt vergleichbare Ergebnisse, die auch durch empirisch ermittelte Daten des Demonstrators bestätigt werden.

Abstract

In the automotive industry assembly systems move into the spotlight due to the high proportion of the total production time and costs. The systems must be easily adaptable to the volatility in demand as well as to the growing range of products in order to achieve high productivity. Existing assembly systems are economical only for a limited range of quantities. Planning and optimization of the systems are aligned to that effect. Deficits in these areas are the motivation of this thesis. In the following, robot farming is presented, which contains, together with the method of operating the systems, planning and optimization for the use of sensitive robots in flexible assembly. The developed planning and optimization system (POS) determines expansion and scaling levels for Robot Farming, which represent a local optimum of productivity for different quantities. Planning and optimization are presented in this work as follows:

Chapters 1 and 2 describe the objectives and analyse the existing problem with a market analysis showing the volatility in demand. Existing assembly systems and solutions for the adaptation of these systems are not sufficient to meet the challenges of the market. Based on these results a requirement analysis is performed in chapter 3, which forms the basis for the evaluation of existing solutions of the state of research and technological development (see chapter 4).

Chapter 5 presents Robot Farming. The involvement of the employees in the assembly systems, the bidirectional scalability, the creation and adaptation of assembly processes of sensitive robots and the planning of the expansion and scaling levels are the key elements of this concept. The planning of assembly systems and single stations thereby focuses on Robot Farming.

Chapter 6 describes a concept and a system design for the POS. The technical implementation is described in Chapter 7. Besides the description of graphical input and output interfaces, the steps of calculating the expansion and scaling levels are discussed in detail. According to the analysis of this algorithm optimizations are identified and integrated. The performance of the POS is measured in series of tests.

After that the results of the POS are proofed with a Robot Farming demonstrator in an assembly line (see chapter 8). Based on this assembly line, the expansion and scaling levels are calculated with the POS. The comparison with a simulation model of these levels shows similar results, which are also confirmed by empirical data of the demonstrator.