

Kurzfassung

Die Fahrzeugmontage bietet mit einem geringen Automatisierungsanteil vielversprechende Rationalisierungspotenziale. Ein wirtschaftliches Optimum wird dort durch eine geeignete Kombination aus menschlicher und maschineller Arbeit erreicht. Dabei entstehen hybride Montagesysteme, für die auch Technologien der Mensch-Roboter-Kollaboration eingesetzt werden. Die Planung von Montageprozessen ist herausfordernd. Der Planer muss bspw. eine Vielzahl von zur Verfügung stehenden Technologien berücksichtigen, welche eine ausreichende Reife für den Serieneinsatz besitzen müssen.

Im Rahmen dieser Arbeit wird ein Planungs- und Optimierungssystem (POS) entwickelt, das einen Beitrag zum wirtschaftlich sinnvollen Einsatz der Mensch-Roboter-Kollaboration in der Fahrzeugmontage leistet. Hierbei wird die Kollaborationsart der Leistungs- und Kraftbegrenzung verwendet. Auf Grund unterschiedlicher Organisationsformen der Fahrzeugmontage sowie den Bewegungsanforderungen innerhalb einer Montagestation entstehen Synchronisations- und Ortsflexibilitätsanforderungen, die berücksichtigt werden müssen.

Das Konzept des POS besteht aus zwei Teilmodellen. Mit dem ersten Modell werden Technologiedaten durch Experten generiert. Dabei entstehen Daten zu der Reife, zu den Zeiten und zu den Kosten von Technologien. Für das Schätzen von Daten und für die Technologiereifebestimmung ist ein Fragebogen entwickelt worden. Die generierten Technologiedaten werden an das zweite Teilmodell übergeben. Dieses ist als Expertensystem konzipiert und dient der Generierung und Bewertung von Prozessalternativen. Die Berechnungen werden mit einer Kombination aus Netzplantechnik und regelbasierten Systemen durchgeführt. Der Planer spezifiziert die Montageaufgabe. Dafür werden Eigenschaften der Montage, des Prozesses und der auszuführenden Operationen eingegeben. Die Problemlösungskomponente des POS greift auf die Daten einer Wissensbasis zu. Diese enthält Informationen zu den Technologiedaten, zu der Planungsaufgabe und die von Experten formulierten Regeln für die Berechnungen. Die Kostenbewertung erfolgt mit der Methode der Montagestückkostenkalkulation. Als Ergebnis gibt das System die günstigste Prozessalternative in Form eines Gantt-Diagramms aus. Zwangsvorränge und die Taktzeit der Montage werden dabei berücksichtigt.

Das Konzept ist in einen technischen Demonstrator implementiert. Damit werden experimentelle Untersuchungen an beispielhaften Anwendungsfällen durchgeführt. Die Zeitdaten konnten validiert und die prinzipielle Funktionsweise des POS bestätigt werden.

Abstract

Within the vehicle production, the vehicle assembly with a low level of automation offers potential for rationalization. An economic optimum can be achieved by a combination of human and mechanical work. A result are hybrid assembly systems. The technologies of the human-robot-collaboration belongs to them. For different reasons the planning of assembly processes is challenging. For example, the planner has to consider many innovative technologies, which have to meet the required maturity for series production.

Within this thesis a planning and optimisation system has been developed. It contributes an economic use of the human-robot-collaboration within the vehicle assembly, which focusses on the cooperation type of power and force limitation. Based on different organisation types of the vehicle assembly and movement requirements within one assembly station, synchronisation and mobility demands have to be considered.

The concept of the planning and optimisation system consists of two sub models. With the first model, experts generate the technology data. Therefore, suitable methods are used for the knowledge acquisition. Technology data for times, costs and maturity are generated. For the estimation of data and for the determination of the maturity of technologies a questionnaire is developed.

The generated technology data is transferred into the second sub model. This is designed as an expert system, which is used for generating and evaluating process alternatives. The calculations are performed by a combination of network planning and rule-based systems. The planner specifies the assembly task. Inputs are the parameters of assembly, processes and operations to be performed. The problem solving component of the planning and optimization system has access to a knowledge data base. This data base contains information to the technology data, to the planning tasks and to the formulated rules for the calculations. The evaluation of costs is done by the method of costs per piece for assembly. As a result the output of the system is the cost efficient alternative, which is presented in form of a gantt chart. The required sequence and the tact time of the assembly are considered.

The concept is implemented into a technical demonstrator. That allows experimental investigations to be performed based on use cases. The validation of time data and the principal functions of the planning and optimisation system could be confirmed.