



Kontakt / Contact

Felix Borgmann M. Sc.
Produktionslogistik /
Production Logistics
Tel. +49 231 9743-458
felix.borgmann@
iml.fraunhofer.de

Nils Kalbe M. Sc.
Produktionslogistik /
Production Logistics
Tel. +49 231 9743-460
nils.kalbe@
iml.fraunhofer.de

Lucas Schreiber M. Sc.
Supply Chain Engineering
Tel. +49 231 9743-416
lucas.schreiber@
iml.fraunhofer.de

SE.MA.KI – Materialflusssimulation für eine Matrixproduktion

/ SE.MA.KI – Material Flow Simulation for Matrix Production

Wo Produkte variantenreicher und individualisierter werden, während die Losgröße sinkt, hat die flexible Matrixproduktion ihren Reiz. Hierzu fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) das Fraunhofer-institutsübergreifende Forschungsprojekt SE.MA.KI (Selbstlernende Steuerung einer technologieübergreifenden Matrixproduktion durch simulationsgestützte KI). Ein Materialflusssimulationsmodell des Fraunhofer IML beschreibt die dynamischen Abhängigkeiten zwischen Anlagen- und Auftragssteuerungsebene in einer Matrixproduktion.

Eine Matrixproduktion zeichnet sich im Vergleich zu traditionellen Produktionssystemen durch eine hohe Wandlungsfähigkeit, Skalierbarkeit und Resilienz aus. Dies beruht auf dem Einsatz von redundanten und wandlungsfähigen Fertigungs- und Montagezellen und einer intelligenten Materialflussteuerung, welche eine kurzfristige Anpassung an veränderte Bedarfsmengen, Produktvarianten oder Störungen ermöglicht. Jedoch führt die zunehmende Anzahl an Freiheitsgraden zu einer Steigerung der Komplexität in Planung und Betrieb. Die dynamischen Wirkungszusammenhänge der Auftragssteuerungsebene sowie der Anlagenebene modellierten die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen mit einem ereignisdiskreten Simulationsmodell. Auf einem entwickelten Use Case basiert außerdem eine digitale Sand-Box-Lösung, um dort KI-basierte Softwarekomponenten und Anlagenmodule in Form eines Digitalen Zwillings zu integrieren und zu testen. Implementierte Algorithmen sind u. a. Reinforcement Learning für die Auftragssteuerung sowie ein »Ameisenalgorithmus« zur Steuerung der Transporte. Die Rückführung der Simulationsergebnisse ermöglicht es schließlich, das Produktionssystem iterativ zu optimieren.

In situations where the number of product variants is growing and the degree of customization is increasing but the batch size is decreasing, matrix production is a flexible and appealing option. That is why the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) is funding the Fraunhofer corporate research project called SE.MA.KI, which stands for "Control of a multi-technology matrix production concept based on simulation-assisted AI". A material flow simulation model was created by Fraunhofer IML to describe the dynamic dependencies between the system and job control levels in a matrix production context.

Compared to traditional production systems, the distinguishing features of matrix production are that it offers high levels of adaptability, scalability and resilience. This is due to the use of redundant and adaptable production and assembly cells – along with an intelligent material flow control system that allows production to be quickly adjusted to cope with changes in the required quantities or product variants or with faults. However, an increase in the number of degrees of freedom makes planning and operation more complex. In order to model the dynamic interdependencies between the job control level and system level, the scientists used a discrete-event simulation model. A use case was developed and used as the basis for creating a digital twin sandbox for integrating and testing AI-based software components and system modules. The implemented algorithms include reinforcement learning for the job control system and an "ant algorithm" for controlling the transport operations. Finally, the fact that the simulation results get fed back means that the production system can be iteratively optimized.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung