

## SAVE

Self-monitoring based process Adaptation for quality assurance in heterogeneous VErsatile manufacturing

|                                 |                                                                                                                                       |                        |               |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------|
| <b>Programm / Ausschreibung</b> | Produktion der Zukunft, Produktion der Zukunft, 24. AS PdZ nationale Projekte 2017                                                    | <b>Status</b>          | abgeschlossen |
| <b>Projektstart</b>             | 01.04.2018                                                                                                                            | <b>Projektende</b>     | 31.03.2021    |
| <b>Zeitraum</b>                 | 2018 - 2021                                                                                                                           | <b>Projektlaufzeit</b> | 36 Monate     |
| <b>Keywords</b>                 | cyber physical production systems; cognitive systems; context-awareness; health-monitoring; adaptive manufacturing; quality assurance |                        |               |

### Projektbeschreibung

Moderne Industrie 4.0 Konzepte erfordern flexible, hoch adaptive und autonome Automatisierungssysteme mit einfacher Wartbarkeit, geringen Stehzeiten und hoher Zuverlässigkeit. Modernen Produktionsanlagen werden immer komplexer und zukünftige Produktionsplanungssysteme (Manufacturing Execution Systems, MES) müssen sowohl räumlich als auch logisch verteilt eingesetzt werden können um der gesteigerten Komplexität und Dynamik der Produktionsabläufe gerecht zu werden. Solchen verteilten Systemen fehlt es jedoch an zentralen Eingriffsmöglichkeit zur Sicherung der Qualität von Produkten und/oder Prozessen.

Das Ziel des Projekts ist die Entwicklung neuer Methoden zur Sicherstellung der Qualität in veränderlichen, heterogenen Produktionssystemen. Der Fokus liegt dabei auf Prädiktiver Analyse, autonomer (Zustands-)Überwachung und dem Management von Prozessen zur Verringerung der Reaktionszeiten und des Engineering-Aufwands bei der Anpassung von Folgeprozessen zur Kompensation von Problemen im Produktionsablauf. Zu diesem Zweck entwickeln wir eine Simulationsumgebung zur Planung und Validierung von Produktionssystemen. Insbesondere werden folgende Aspekte untersucht:

Dynamische Clusterbildung zur Identifizierung der relevanten Umgebung: Wesentlich dabei sind neue Methoden zur kooperativen Abstimmung und Verteilung von Korrekturmaßnahmen an betroffene Einheiten sowie das Bilden einer Repräsentanz des Produktionsablaufes, die über die lokal verfügbare Information der einzelnen Einheiten hinausgeht. Autonome Wissensextraktion zur Steigerung von Adaptivität und Reduktion des Engineering-Aufwands: Eigen- und Kontextbewusstsein, Datenabstraktion, Datenfusion und maschinelles Lernen werden eingesetzt, um mit möglichst wenig a priori Wissen auszukommen. Dies erhöht die Adaptivität in sich rasch verändernden Systemen und verringert den Implementierungs- und Konfigurationsaufwand. Fehlerdiagnose und -prognose zur Qualitätssicherung und Verbesserung der Resilienz: Da in einem verteilten System kein Subsystem den Zustand des Gesamtsystems kennt, werden zusätzliche Maßnahmen getroffen, um Fehlerzustände zu erkennen, zu analysieren, vorherzusagen und zu entschärfen oder gar zu beheben. Der richtige Einsatz von Kommunikation, Datenfusion und Lernmethoden sind hierbei entscheidend. Kognitive Entscheidungsfindung: In komplexen Fertigungssysteme (Cyber-Physical Production Systems, CPPS) ist eine umfassende und genaue Modellierung des Systems und seiner Umgebung kaum möglich. Kognitive Systeme können auch mit

unvollständigen Modellen arbeiten und nutzen Wissen über die beteiligten Einheiten, Nachbarschaften, das Gesamtsystems und verfügbarer Handlungsmöglichkeiten zur effizienten re- oder proaktiven Anpassung des CPPS. Die daraus resultierende Entschärfung von Ausfällen, Anomalien oder Verschlechterungen des Systemzustands verbessert die Qualität von Produkten und Prozessen in heterogenen Fertigungssystemen.

Im Rahmen des Projekts werden die SAVE Methoden in einer, IEC 61499 konformen, Simulationsumgebung anhand eines realistischen Szenarios zur adaptiven Motorfertigung, bezüglich Funktionalität und Effizienz evaluiert.

## **Abstract**

In the context of Industry 4.0, constantly evolving production systems generate the need for a highly adaptive and autonomous automation system with lean maintenance, minimum downtime, maximum reliability, and resilience. Due to the high complexity of production environments future manufacturing execution systems (MES) will have to be distributed physically and logically to cope with the arisen complexity and dynamic enough to adapt to the changes in the production processes execution. However, such systems lack a global overview and the possibility to centrally intervene to assure the quality of the product and/or the process.

The goal of the project is to develop new methodologies for quality assurance in versatile heterogeneous production systems with the focus on predictive analysis, autonomous health monitoring, and management of the operation processes to reduce system reaction time and engineering efforts by adapting following production steps to compensate for the deviations. To this end, we develop a simulation framework, which enables digital production process planning and validation. In particular, we address the following aspects:

Dynamic clustering to the relevant environment discovery: Key elements in this area are new dynamic cluster building concepts and methods allowing effective negotiation and propagation of mitigation measures as well as representation of the overall production environment, beyond its locally accessible information. Autonomous knowledge extraction to increase adaptivity and reduce engineering effort: Semantic enhancement using minimum a priori knowledge requires intelligent data analysis, such as various integration and reduction techniques. Self- and context-awareness, data abstraction and scattered-data fusion, and machine learning techniques are the main methods considered for this task bringing added value by enhancing adaptivity and minimizing engineering-effort-heavy tasks of defining suitable abstraction and knowledge extraction methods. Fault diagnosis and prognosis for quality assurance and resilience enhancement: In a distributed system no single (sub)system knows the complete state of the overall system. Therefore, additional measures need to be taken to detect, analyze, predict, and/or mitigate errors, faults, and failures. Proper communication infrastructure, smart data fusion, and learning are key elements of this task. Cognitive decision-making for enhanced intelligence: In complex manufacturing systems (CPPS) thorough and precise modeling of the system and its environment is challenging. Cognitive systems are adept at taking decisions efficiently despite the lack of a complete or precise model. Cognitive decision-making improves the efficiency of the system in using extracted knowledge about each agent, neighbors in the cluster, the overall system, and possible courses of action, to re- or pro-actively change the CPPS. Especially by mitigation of failures, degraded health, or anomalies, it ensures the quality of the product and process in adaptive heterogeneous manufacturing systems.

We will test SAVE methodologies in an IEC 61499 based simulation environment and using an adaptive automobile motor production use case to evaluate them regarding their functionality and efficiency.

## **Projektkoordinator**

- Universität für Weiterbildung Krems

## **Projektpartner**

- AVL List GmbH
- nxtControl GmbH
- Technische Universität Wien