

## Samba

Self-Aware Monitoring and Bio-inspired coordination in scalable distributed Automation systems

<b>Programm / Ausschreibung</b>	IKT der Zukunft, IKT der Zukunft, IKT der Zukunft - 4. Ausschreibung (2015)	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.09.2016	<b>Projektende</b>	31.10.2017
<b>Zeitraum</b>	2016 - 2017	<b>Projektlaufzeit</b>	14 Monate
<b>Keywords</b>	2_Cyber-Physische_Produktionssysteme		

### Projektbeschreibung

Verteilte Cyber-Physische Produktionssysteme haben zahlreiche Vorteile wie Flexibilität und Skalierbarkeit. Ein verteilter Ansatz erleichtert die Anpassung an wechselnde Markterfordernisse wie die Einführung neuer Produkte oder Produktvarianten oder Losgröße-1-Fertigung. Auch kann schneller auf Störungen des Produktionsablaufs reagiert werden und Produktion kurzfristig umgeplant werden. Das erforderliche Zusammenspiel verteilter Komponenten erhöht die Komplexität des Gesamtsystems, von Steuerungskonzepten sowie der Verifikation und stellen Herausforderungen in solchen Systemen dar. Insbesondere sind ohne eine zentrale Steuerung Fehlerfortpflanzung und Fehlerbehandlung mit herkömmlichen Konzepten nur äußerst schwer zu handhaben.

Fehlerfortpflanzung zwischen vorwiegend autonom agierenden Komponenten kann einen verteilten Prozess erheblich beeinträchtigen. Es ist daher sinnvoll und notwendig, das Gesamtsystem um kognitive Funktionen zu erweitern, die durch Beobachtung relevanter Systemparameter, Datenfusion und semantische Abstraktion, relevante Informationen über den Systemzustand extrahieren und durch geeignete Analyseverfahren Fehler erkennen können. Das Ergebnis ist eine Form der „Selbsterkenntnis“ (self-awareness) innerhalb des verteilten Systems, mit deren Hilfe Probleme im Betrieb proaktiv erkannt und durch adaptives Verhalten gelöst werden können.

Um effiziente Fehlerdiagnose zu ermöglichen, sollten die Komponenten rasch die Eigenheiten der von ihnen beobachteten Teilprozesse lernen, um aus den Datenmustern den Normalzustand sowie in weiterer Folge Anomalien und Abweichungen zu erkennen. In heutigen Systemen wird die Definition der Normalität entweder im Zuge der Systemkonfiguration fix einprogrammiert oder während einer Inbetriebnahmephase erlernt. Gerade die permanente Flexibilität und Rekonfigurationsmöglichkeit von Cyber-Physischen Produktionssystemen erfordert, dass menschliche Eingriffe auf ein Minimum reduziert werden. Das System sollte sich autonom und zuverlässig an veränderte Rahmenbedingungen durch Prozessvariationen, Fehler oder Verschlechterungen der Performance anpassen. Zu diesem Zweck sollte eine skalierbare Architektur und Strategie gefunden werden, die in einem auch mehrstufigen Verfahren ein Clustering von Komponenten erlaubt, um Parameter zu erfassen und zu bewerten, die außerhalb der Sphäre einer einzelnen Komponente liegen und den Zustand des Gesamtsystems beschreiben.

Das Ziel von SAMBA ist zu sondieren, welche Methoden und Architekturen angewendet werden können, um ein verteiltes Cyber-Physisches Produktionssystem mit skalierbaren Fähigkeiten zum Lernen, automatischen Erkennen der Systemstruktur,

Selbstbeobachtung und kognitiver Entscheidungsfindung auszustatten, die die Planung, Inbetriebnahme und Wartung des Systems erleichtern. Eine wesentliche Rahmenbedingung dabei ist die Implementierbarkeit der Methoden mit Software-Werkzeugen und auf ressourcenlimitierten Plattformen, die für industrielle Automation typisch sind. Als Mittel der Wahl werden primär Function Blocks nach IEC 61499 betrachtet. Die untersuchten Methoden werden in ersten Simulationen hinsichtlich Effizienz sowie Vor- und Nachteilen evaluiert. Am Ende des Sondierungsprojekts soll zumindest ein Folgeprojekt definiert sein, in dem die in SAMBA evaluierten Themen weiter vertieft werden.

## **Abstract**

Distributed Cyber Physical Production Systems (DCPPS), have many promising advantages such as flexibility and scalability. A distributed approach facilitates adaptation of a production facility setup to changing market demands, such as the need for product variants, single lot production or new products. Moreover, it allows to better react to disturbances and changes during operation, like dynamic routing and short-term production re-scheduling.

In distributed systems, however, coordination and collaboration between individual components are a challenge. The interplay of distributed components increases complexity of the system, definition of control strategies, and verification in particular concerning, fault propagation and fault handling which arises in the absence of a central control unit.

Fault propagation can cripple decision making processes and can be the bottleneck in the overall system. Therefore, it is of paramount importance to create an architecture facilitating autonomous detection and countermeasures by using intelligent semantic abstractions, data fusion and integration techniques to enhance available data, advanced reasoning techniques for fault detection and tolerance, and functional testing for systems diagnostics and prognostics. As a result, such a self-aware system can proactively detect and mitigate problems related to its operation.

Moreover, in order to have an efficient fault diagnosis, components should rapidly learn the specifics of the monitored objects, find the regular patterns of normality and reliably identify anomalies and deviations. In current systems the definition of normality is either hard-coded at the design time or is acquired during a phase of supervised learning. However, with the permanent flexibility of a DCPPS this would require continuous re-engineering and it is increasingly desirable to keep human involvement to minimum for deploying and operating these DCPPSs efficiently. The system should adapt itself autonomously and reliably to compensate for certain variations, failures and performance deterioration in changing environments. Therefore, a scalable architecture and strategy should be applied in a multi-level approach to clusters of components to monitor system parameters and indicators that go beyond the realm of an individual component and reflect the status of the complex, large-size systems. Additionally for the reconfiguration, the main concept is that each component requires mainly the information within itself, and can then either find a solution by itself or negotiate with other components to find a solution or further information it requires to create a solution on a local base to mitigate faults until the original system state is re-established.

The goal of the SAMBA project is to explore various methodologies and architectures which can enhance distributed automation systems with scalable learning capabilities, self-discovery and self-aware monitoring and cognitive decision makings that will ease and reduce engineering and maintenance of the system. The advantage of such a solution is that engineering efforts can be focused on the normal operation and all the flexibility of distributed systems can be used to autonomously adjust the system and mitigate faults in order to avoid stoppage of the production process. Efficiency, advantages and disadvantages of each explored method will be evaluated in simulations based on IEC 61499 function blocks and data provided by the industrial partner. The outcome should provide the foundation of implementation of aforementioned self-discovery, self-aware data integration and semantic interpretation, and cognitive decision making methodologies in a real-world adaptive DCPPS.

## **Projektkoordinator**

- Universität für Weiterbildung Krems

## **Projektpartner**

- Technische Universität Wien
- nxtControl GmbH