AgAVE – Industry 4.0 communications for an assistance system, ML-based, that autonomously analyses connected production chains

Experimental setup to integrate local Industry 4.0 compliant assistance systems, which are based on machine learning (ML), into production chains. Photograph: IMMS.

© IMMS GmbH. All rights reserved. Reproduction and publication only with express permission of IMMS GmbH.

Objectives and overview

The problem: errors are detected in one place but the root cause is often elsewhere

Industrial production chains are organised to operate continuously and with high throughput. Breakdowns and downtime for machinery can lead to high financial losses. It is estimated that the costs of repair and maintenance amount to 15% to 40% of industrial companies' total indirect costs.

One reason for this is that modern production chains are increasingly complex and composed of many modules or individual machines. With this structure, trouble-shooting is very difficult as the location where the error is detected does not necessarily reflect the source location. Consequently, many manual, time-consuming checks are needed to find where the fault originated before resolving it. Intelligent assistance systems (assistants) can help shorten the investigation time and reduce costs.

AgAVE at www.imms.de

The solution: local and global ML-based assistants to diagnose root cause

Jointly, Fraunhofer IOSB-INA and IMMS have developed an assistance system for industrial plants. The system automatically detects risks, anomalies, and possible root causes like signs of wear and tear or sensor failures. It gives early warnings to the operator, who receives not only the details of the anomaly noted but also the suggested root cause. This requires a system working on more than one level, because each machine has access to its own data only. However, to identify the root cause of an error, data from other machines in the production chain is needed as well. Fraunhofer IOSB-INA has developed machine learning (ML) approaches by which each machine is monitored locally and global results, correlations and instructions are derived which the operator can interpret in relation to the complete chain.

Fraunhofer ISOB-INA's view on the project

The IMMS contribution: Industry 4.0 communications for the different diagnostic assistants

Data has to be exchanged between both monitoring levels. To enable this, we at IMMS developed appropriate communications systems conforming to Industry 4.0 protocols. The systems ensure reliable communication between the local assistants (at machine level) and the global assistants (at the higher analysis level). To achieve this, we defined mechanisms not only to convert data into relevant information but also to interact automatically with further modules in the processing chain. Without such communications, no analysis of the full process is possible. Using Industry 4.0 compliant protocols, ensures that the concept is applicable to any processing chain which applies these standards.

Together the partners implemented the system principles in an application-oriented demonstrator system, comprising communications and analysis components as well as sensor integration. With it, we have shown how the new ML-based assistance system is able to learn decision rules, recognize causal correlation, and identify potential error root causes within a distributed processing chain. It is installed in a production chain for packaging material which is part of the SmartFactoryOWL lab.

More on communicatons solutions at www.imms.de.

We have thus been able to demonstrate that novel applications for automation purposes are possible with using Industry 4.0 communications. The real-life example proves how this communications type opens up the full potential of the novel ML-based methods and the corresponding algorithms for operators of processing chains.

© IMMS GmbH. All rights reserved. Reproduction and publication only with express permission of IMMS GmbH.

(M-)Learning how the processing chain behaves

When there is a fault, successful diagnosis requires precise knowledge of each single state that the processing chain as a whole is able to assume. There are several methods in machine learning which allow the behavior or states of machines to be captured and then represented in models.

However, because processing chains are modular, a fault or its root cause cannot often be detected locally at a machine. This detection requires a global perspective. Therefore, the AgAVE assistant system consists of one global and many local diagnostic assistants to enable it to meet the challenge of global root cause analysis. While local assistants are directly in or at the modules or machines they are monitoring, the global assistant is located at a higher level.

The machine data, the lowest level of information, is transferred to the corresponding local modules, which check the data for local correlations within it. It is here that various machine learning methods, including Support Vector Machines or Neural Networks are employed by Fraunhofer ISOB-INA. The assistants then send the result of their local analysis to the global higher-level learning layer, which generates a structure from this output which is capable of human interpretation. Here the methodology is rule-based, as with CBR (case based reasoning).

This split of the diagnostic assistants into local low-level and global high-level learning is typical of actual production chains. The low-level diagnostic assistants are sited close to the modules or single machines to be monitored, while the high-level diagnostic assistant has an overview of the complete processing chain and can recognise causal relationships between individual plant modules. As input data depending on the actual application is needed to enable the machine learning method in question to manage individual analysis tasks, the data from single machines or machinery modules is supplied to local assistants and their analysis goes to the global assistant.

© IMMS GmbH. All rights reserved. Reproduction and publication only with express permission of IMMS GmbH.

› INPOS
› INSPECT
› ADMONT
› Ko²SiBus
› AgAVE
› Dig. Engineering
› IRIS
› Contents
* Funding

More on communicatons solutions at www.imms.de.

We evaluated different ways of getting the local and global assistants into communication with each other and of integrating them automatically into industrial communications environments. We focused for this on communications conforming to Industry 4.0, in order to design a system with high interoperability in the future.

Asset Administration Shell (AAS) with RAMI 4.0, OPC UA and Discovery Service enabling the data exchange

The local assistants process the scalar outputs of the different modules or single machines. The global assistant collects their results so that it can use decision rules to inform itself about the behaviour of the production chain. This hierarchical, algorithm-based structure requires careful and reliable management of the collected machine data. The data exchange between local and global assistants is therefore managed with concepts and protocols according to the specifications of the Industry 4.0 platform RAMI 4.0, i.e. the details and data for each assistant are organised in an Asset Administration Shell for each assistant which conforms to the structure defined by the Industry 4.0 platform. The diagnostic assistants communicate via the OPC UA client/server communications scheme, an Industry 4.0 compliant protocol for communication between machines. Besides these fundamental mechanisms, a Discovery Service has also been integrated into the system. This service helps the information from individual assistants to be found so that it can be incorporated automatically into the higher-level system. In total, these features allow flexible configuration of the assistant system.

Asset Administration Shell transforms diagnostic assistants into Industry 4.0 components

The Industry 4.0 communications technology enables not only exchange of analysis data between assistants but also (by means of appropriate OPC UA semantic content) the exchange of metadata like details of the algorithm applied, the data type or the units of measure of the transferred data. Using the AAS also ensures that each diagnostic assistant is an Industry 4.0 component. The structure of the AAS is compliant with both the results from the open source project "openAAS" and the specifications of the Industry 4.0 platform. The system is thus compatible with any other system using an AAS on these principles.

© IMMS GmbH. All rights reserved. Reproduction and publication only with express permission of IMMS GmbH.

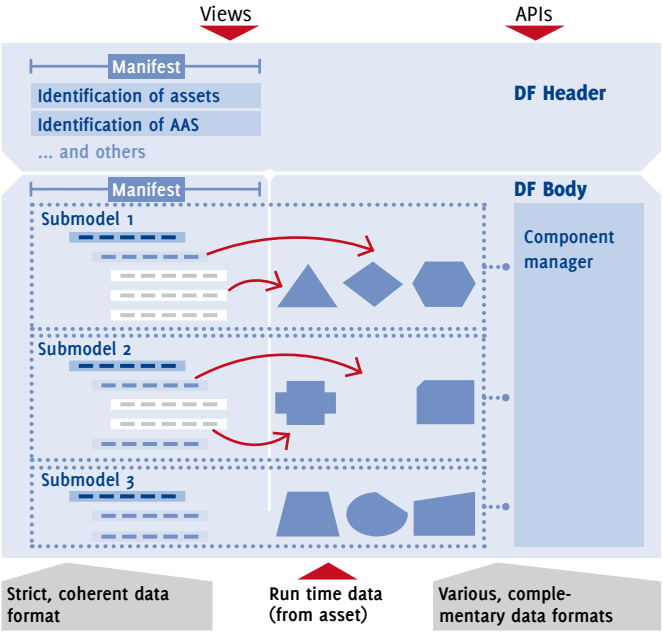

Figure 1:

General structure of the asset administrative shell.

Diagram: IMMS, source: Fraunhofer IOSB-INA.

Structure of the Industry 4.0 Asset Administration Shell for diagnostic assistants

Figure 1 shows the general structure of an Asset Administration Shell conforming to Industry 4.0. It basically consists of a header and a body part. The header contains all organisational features of the AAS and of the relevant asset, i.e. the physical or logical object which has a certain value for the organisation. Thus the AAS always has access to further details of the asset linked to it. For example, it is possible for other details besides those identifying the asset to be contained in the shell, even details like container size for parts input. The general AAS for diagnostic assistants is built upon this structure.

IMMS has adapted it to meet the demands of the two-level (local and global) assistants. What has resulted is an asset shell in which an OPC UA Companion Specification for the diagnostic assistants is implemented. The basic model has been extended by additional parameters which are relevant not only for all assistants in the AgAVE scheme but for assistants in general. To simplify the creation of the appropriate AAS, its structure is defined according to its OPC UA type, permitting simple and flexible case-by-case implementation of the concept for a variety of specific assistant systems.

More on communicatons solutions at www.imms.de.

© IMMS GmbH. All rights reserved. Reproduction and publication only with express permission of IMMS GmbH.

Structure

Figure 2 shows the implemented structure of the AAS implemented by IMMS. As described before, the organizational information are stored as header. The header consists of the following elements: ”AAS-ID“, ”Asset“ (Asset ID and Asset Description), ”Manufacturer ID“, and ”Serial number“. ”AAS-ID“ identifies the AAS itself and assigned to the corresponding real-world object of value via the object ”Asset“. Filling both objects results in a connection of the AAS to the module. The other elements allow a more precise description of the asset.

Information that is required to perform the individual analysis tasks are stored in the body-section. We structured the body with elements ”Algorithm“, ”Inputs“, and ”Outputs“. ”Algorithm“ collects further elements, detailing the employed analysis algorithm. ”Inputs“ structures all input parameters of the algorithm. The corresponding elements store the parameter values i.e. machine data. ”Outputs“ describes the structure of the analysis results of the assistant on the corresponding learning level. These results are accessible for further processing at different levels.

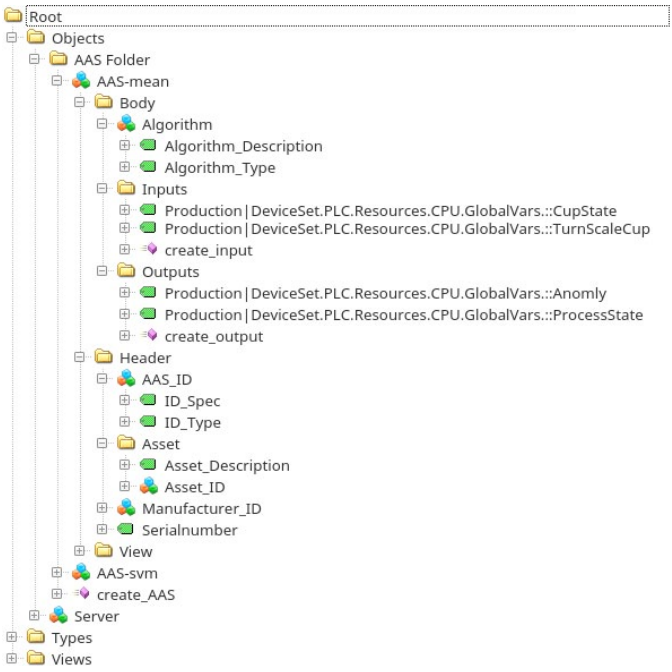

Figure 2:

Structure of the Asset Administration Shell for a diagnostic assistant.

Source: IMMS.

© IMMS GmbH. All rights reserved. Reproduction and publication only with express permission of IMMS GmbH.

Communications

The communication between the different learning levels and between the individual local diagnostic assistants and the modules they are monitoring takes place on the client-server principle with a request/response pattern. Each local assistant consists of a client component to request data from the server located at or in the machine module and a server component to pass data to the global assistant. The server on the module is effectively a field gateway that stores the sensor values from the machinery in OPC UA variables, enabling selective requests for specific values to be made by the client. The client has to be within the same network but not physically close to the module being monitored.

More on communicatons solutions at www.imms.de.

Integration

If a complete processing chain with multiple modules or machines is to be covered, every module must be integrated into the assistant system. To reduce the resulting integration effort, a Local Discovery Server (LDS) is employed. All local assistants register themselves on this server and are accessible thereafter via the LDS. The only thing the clients absolutely need to know is the endpoint address of the LDS. Using the services of the LDS simplifies the integration of further modules. At the same time, searches can be made with it to establish the names and characteristics of modules already available.

Future prospects

In AgAVE we installed the assistant system at a demo processing chain within the Industry 4.0 model plant "SmartFactoryOWL" of the Fraunhofer IOSB-INA in Lemgo and tested it. As hardware base for the local assistants, Raspberry Pi boards were used. They run the asset administrative shell implemented by IMMS and the analysis algorithms developed by Fraunhofer ISOB-INA. The assistants communicate via a local network using OPC UA. Tests on this demo processing chain showed that the AgAVE system is able to learn decision rules to identify causal associations across the distributed processing chain, and thus to provide a selection of possible root causes in the event that defects appear.[1]

AgAVE at www.imms.de.

1 *vgl. http://publica.fraunhofer.de/documents/N-540915.html*

© IMMS GmbH. All rights reserved. Reproduction and publication only with express permission of IMMS GmbH.

However, this analysis is not yet possible other than offline. It can be run in parallel to the active process, analyzing machine data, detecting anomalies, and proposing solutions for troubleshooting or failure avoidance but does not (yet) actively interact with the manufacturing processes to control or configure the processing chain. Also, despite the distribution of the analysis onto local and global assistants, there is sometimes transport of sensor data over long distances across the network to the local assistants, causing delays. The focus of future work will be interactive analyses, requirement-oriented configuration and real-time communications.

Contact person: Dr.-Ing. Tino Hutschenreuther, tino.hutschenreuther@imms.de

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

on the basis of a decision by the German Bundestag

Industrielle Gemeinschaftsforschung

The AgAVE project was funded by the German Federal Ministry of Economic Affairs and Energy as a project of the Industrial Community Research (IGF) under the reference 19341BG.

© IMMS GmbH. All rights reserved. Reproduction and publication only with express permission of IMMS GmbH.

AgAVE – Industrie-4.0-Kommunikation für ein ML-basiertes Assistenzsystem zur automatischen Analyse modularer Anlagen

Versuchsaufbau am IMMS für die Integration lokaler Industrie-4.0-konformer Assistenzsysteme in Fertigungsanlagen. Foto: IMMS.

© IMMS GmbH. Alle Rechte sind vorbehalten. Vervielfältigung und Veröffentlichung nur mit Genehmigung der IMMS GmbH.

Motivation und Überblick

Problem: Fehler treten oft woanders auf als dort, wo sie verursacht werden

Industrielle Produktionsanlagen sind auf einen kontinuierlichen Betrieb und hohen Durchsatz ausgelegt. Maschinenstillstände und -ausfälle führen zu hohen finanziellen Schäden. Die Kosten für die Wartung und Instandsetzung von Maschinen und Anlagen werden auf 15% bis 40% der indirekten Kosten in Industrieunternehmen geschätzt.

AgAVE auf www.imms.de

Das ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass moderne Produktionsanlagen immer komplexer werden und aus einer Vielzahl von Modulen oder Einzelmaschinen aufgebaut werden. Diese Struktur der Anlage erschwert die Fehleranalyse, weil der Ort der Fehlererkennung nicht mit dem der Ursache übereinstimmen muss. Deshalb ist weiterhin viel manueller Aufwand und somit auch viel Zeit erforderlich, um Fehlerursachen zu lokalisieren und anschließend zu beheben. Intelligente Assistenzsysteme können hier helfen, um die Fehlersuche zu verkürzen und somit die Kosten zu senken.

Lösung: Ursachenanalyse mit lokalen und globalen Diagnoseassistenten auf Basis von maschinellem Lernen (ML)

Das Fraunhofer IOSB-INA und das IMMS haben ein Assistenzsystem für Produktionsanlagen entwickelt. Es erkennt automatisch mögliche Fehlerquellen, Anomalien oder Risiken, wie zum Beispiel Verschleißerscheinungen oder Sensorausfälle, und teilt sie dem Betreiber frühzeitig mit. Neben der beobachteten Anomalie wird dem Anlagenbediener zusätzlich eine Einschätzung der Fehlerursache mitgeteilt. Dafür ist ein System mit mehreren Ebenen notwendig, weil jede einzelne Maschine in der Anlage nur eigene Daten sammeln kann. Um Fehlerursachen zu bestimmen, müssen aber auch die anderen Maschinen in der Verarbeitungskette betrachtet werden.

Vom Fraunhofer IOSB-INA wurden deshalb Verfahren zum maschinellen Lernen (ML) erarbeitet, um lokal die jeweilige Maschine zu überwachen und auf globaler Ebene vom Menschen interpretierbare Ergebnisse und Zusammenhänge für die gesamte Anlage abzuleiten.

Einschätzung des Fraunhofer ISOB-INA zum Projekt AgAVE.

Beitrag des IMMS: Industrie-4.0-Kommunikation für die Diagnoseassistenten

Beide Analyseebenen müssen Daten austauschen. Das IMMS hat dafür eine entsprechende Industrie-4.0-konforme Kommunikationslösung entwickelt. Diese ermöglicht eine zuverlässige Kommunikation zwischen lokalen Assistenten auf Maschinenebene und dem globalen Assistenten auf Analyseebene. Dafür hat das IMMS sowohl Strukturen definiert, mit denen Daten zu relevanten Informationen für Assistenzsysteme ausgetauscht werden, als auch Mechanismen für die automatische Einbindung zusätzlicher Anlagenteile. Ohne diese Kommunikation lässt sich der Produktionsprozess nicht analysieren. Die Industrie-4.0-konformen Protokolle stellen dabei sicher, dass das Prinzip in jeder Anlage eingesetzt werden kann, die diese Standards verwendet.

Das gesamte Assistenzsystem aus Kommunikations- und Analysekomponenten wurde in einem anwendungsnahen Demonstrator inklusive Sensoranbindung realisiert, den das IMMS mit aufgebaut hat: An einer Anlage zur Herstellung von Verpackungsmaterialien im Reallabor SmartFactoryOWL konnte so gezeigt werden, wie das neuartige ML-basierte Assistenzsystem Entscheidungsregeln erlernt, kausale Zusammenhänge in der verteilten Anlage erkennt und potentielle Fehlerursachen identifiziert.

Das IMMS hat damit gezeigt, dass durch Industrie-4.0-konforme Kommunikation neue Anwendungen in der Automation ermöglicht werden. Im konkreten Fall entfalten neue Methoden des maschinellen Lernens und entsprechender Algorithmen erst mithilfe angepasster Kommunikationslösungen das volle Potential für die Anlagenbetreiber.

Mehr zu Kommunikationslösungen: www.imms.de.

© IMMS GmbH. Alle Rechte sind vorbehalten. Vervielfältigung und Veröffentlichung nur mit Genehmigung der IMMS GmbH.

Maschinelles Lernen des Anlagenverhaltens

Basis für die erfolgreiche Diagnose eines Fehlers ist die genaue Kenntnis über jeden einzelnen Zustand, den die gesamte Anlage annehmen kann. Im Bereich des maschinellen Lernens existiert eine Reihe von Verfahren, die das Verhalten oder die Zustände von Maschinen erlernen und in Modelle abbilden können.

Aufgrund der Modularität können viele Fehlerursachen aber nicht lokal an einer Maschine ermittelt werden. Dafür ist eine globale Sicht auf die Anlage notwendig. So setzt sich das AgAVE-Assistenzsystem aus lokalen und einem globalen Diagnoseassistenten zusammen, damit es die Aufgabe einer globalen Ursachenanalyse erfüllen kann. Die lokalen Assistenten sind direkt an den Modulen oder Maschinen verortet, während der globale Assistent an übergeordneter Stelle platziert wird.

Die Maschinendaten als unterste Ebene werden zunächst an die entsprechenden lokalen Module übergeben, die die Daten auf lokale Zusammenhänge untersuchen. An dieser Stelle setzt das Fraunhofer IOSB-INA verschiedene Verfahren des maschinellen Lernens ein, wie Support Vector Machines und Neuronale Netze. Die Ausgaben dieser Module werden dann an die globale, höherliegende Schicht weitergegeben, die aus diesen Ausgaben eine vom Menschen interpretierbare Struktur erzeugt. Hier werden regelbasierte Methoden verwendet, wie z.B. Case-based Reasoning.

Die Aufteilung der Diagnoseassistenten in Ebenen des lokalen Low-Level- und des übergeordneten High-Level-Learnings entspricht auch der typischen Struktur einer Produktionsanlage. So sind die Low-Level-Diagnoseassistenten räumlich den zu überprüfenden Anlagenmodulen bzw. Maschinen zugeordnet, während der übergeordnete High-Level-Diagnoseassistent einen Überblick über die gesamte Anlage hat und somit die kausalen Zusammenhänge zwischen einzelnen Anlagenteilen erkennt. Für individuelle Analyseaufgaben müssen den genannten maschinellen Lernmethoden die Anlagen- bzw. Analysedaten je nach Einsatzzweck zugeführt werden. Dafür werden den lokalen Assistenzsystemen die Anlagen- bzw. Maschinendaten zur Verfügung gestellt und dem globalen Assistenzsystem die Analyseergebnisse der lokalen Assistenzsysteme.

© IMMS GmbH. Alle Rechte sind vorbehalten. Vervielfältigung und Veröffentlichung nur mit Genehmigung der IMMS GmbH.

Beitrag des IMMS: Industrie-4.0-konforme Kommunikation für die Assistenzsysteme

Für die Kommunikation zwischen den lokalen und globalen Assistenten und deren automatisierte Einbindung in industrielle Kommunikationslandschaften wurden verschiedene Optionen für Umgebungen und Schnittstellen für die Analyseassistenten untersucht. Dabei hat das IMMS den Fokus auf Industrie-4.0-konforme Kommunikation gelegt, um das Assistenzsystem zukunftssicher anzubinden.

Verwaltungsschale mit RAMI 4.0, OPC UA und Discovery-Service für den Datenaustausch

Die lokalen Assistenten verarbeiten direkt die numerischen Ausgaben der verschiedenen Produktionsmodule bzw. einzelner Maschinen. Diese werden von den globalen Assistenten gesammelt, um mit Entscheidungsregeln Informationen über das Verhalten der Anlage abzuleiten. Diese algorithmische Struktur erfordert eine sorgfältige Verwaltung der Maschinendaten. Für den Datenaustausch zwischen lokalen und globalen Assistenten werden daher Protokolle und Konzepte nach dem „Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0“ (RAMI 4.0) eingesetzt und implementiert. Das bedeutet, dass die Daten und Informationen für die einzelnen Diagnoseassistenten in einer Verwaltungsschale entsprechend der von der Plattform Industrie 4.0 definierten Struktur organisiert werden. Die Diagnoseassistenten kommunizieren mittels OPC UA, einem Industrie-4.0-konformem industriellen Protokoll für die Kommunikation zwischen Maschinen, nach dem Client/Server-Prinzip. Zusätzlich zu diesen grundlegenden Techniken wurde ein Discovery-Service integriert. Er macht die Informationen der einzelnen Analyseassistenten auffindbar und damit möglich, diese anhand der Beschreibung automatisiert in das übergeordnete System zu integrieren. Dadurch ist eine flexible Konfiguration des Assistenzsystems möglich.

Verwaltungsschale macht Diagnoseassistenten zu Industrie-4.0-Komponenten

Durch die Industrie-4.0-Techniken lassen sich nicht nur die zu analysierenden Daten zwischen den Assistenzsystemen austauschen, sondern über eine entsprechende OPC-UA-Semantik auch Metadaten, wie z. B. Informationen zu den eingesetzten Algorithmen, Datentypen oder physikalischen Einheiten der übertragenen Daten. Dank der Verwaltungsschale werden die Diagnoseassistenten außerdem zu Industrie-4.0-Komponenten. Die Struktur der Verwaltungsschale ist mit den Ergebnissen des Open-Source-Projekts „openAAS“ und den Anforderungen der Plattform Industrie 4.0 abgeglichen. Somit ist die Kompatibilität zu Systemen sichergestellt, die nach diesem Schema eine Verwaltungsschale verwenden.

Mehr zu Kommunikationslösungen: www.imms.de.

© IMMS GmbH. Alle Rechte sind vorbehalten. Vervielfältigung und Veröffentlichung nur mit Genehmigung der IMMS GmbH.

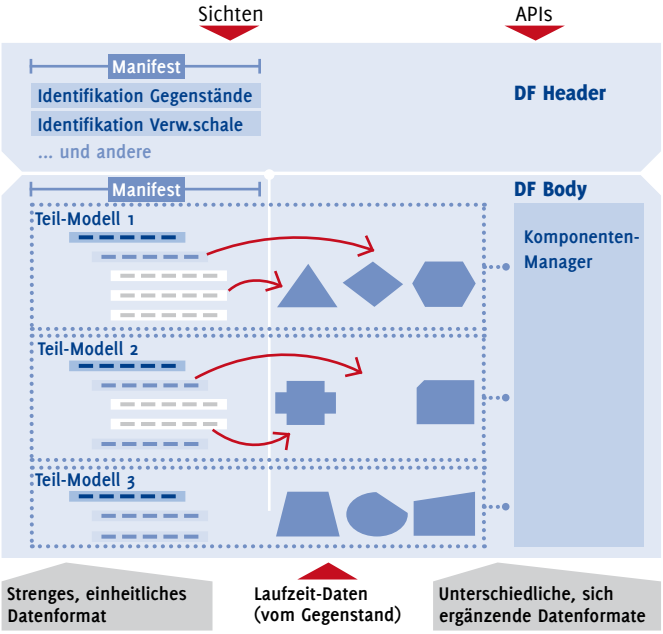

Abbildung 1:

Aufbau der Verwaltungsschale.

Grafik: IMMS, Quelle: Fraunhofer IOSB-INA.

Struktur der Industrie-4.0-Verwaltungsschale für Diagnoseassistenten

Die grundlegende Struktur einer Industrie-4.0-Verwaltungsschale ist in Abbildung 1 verdeutlicht. Sie setzt sich aus einem Header und einem Body zusammen. Im Header werden alle organisierenden Merkmale zur Verwaltungsschale und zum jeweiligen Asset gehalten, also zum physischen oder logischen Gegenstand, der einen Wert für die Organisation hat. Somit verfügt die Verwaltungsschale jederzeit über weiterführende Informationen zum verbundenen Asset. Als Beispiel können neben Informationen zur Identifikation der Verwaltungsschale selbst auch Informationen zum Asset verfügbar sein, wie z.B. eine Behältergröße für die Teilezufuhr. Die Verwaltungsschale für Diagnoseassistenten baut auf dieser Struktur auf.

Das IMMS hat sie jedoch für die Anforderungen der lokalen und globalen Analyseassistenten adaptiert. Ergebnis ist eine Verwaltungsschale, in der eine OPC UA Companion Specification für Diagnoseassistenten implementiert ist. Das grundlegende Modell ist hierbei mit Parametern erweitert, die nicht nur für alle Assistenten in AgAVE, sondern generell für Assistenten relevant sind. Um die Erzeugung der jeweiligen Verwaltungsschale zu vereinfachen, wird deren Struktur als OPC-UA-Typ definiert. Dies erlaubt eine einfache Instanziierung und damit eine flexible und einfache Implementierung in verschiedenen Assistenzsystemen.

Mehr zu Kommunikationslösungen: www.imms.de.

© IMMS GmbH. Alle Rechte sind vorbehalten. Vervielfältigung und Veröffentlichung nur mit Genehmigung der IMMS GmbH.

Struktur

Abbildung 2 zeigt die Verwaltungsschale, die das IMMS in AgAVE implementiert hat. Wie vorgesehen sind alle organisierenden Merkmale im Header hinterlegt. Dieser besitzt die strukturierenden Elemente: „AAS-ID“, „Asset (Asset-ID und Asset-Description)“, „Manufacturer-ID“ und „Serialnumber“. Die „AAS-ID“ ist dabei die Identifikationsmöglichkeit der Verwaltungsschale selbst. Sie wird durch das Objekt „Asset“ einem Gegenstand von Wert, dem Asset, zugeordnet. Somit ist die Verwaltungsschale mit dem Asset verbunden. Die „Asset-ID“, die „Asset-Description“ als auch die „Manufacturer-ID“ und die „Serialnumber“ sind Elemente, die das Asset genauer beschreiben.

Die Informationen, die für die Analyse in den einzelnen Diagnoseassistenten benötigt werden, sind im Body hinterlegt. Er ist durch die Elemente „Algorithm“, „Inputs“ und „Outputs“ strukturiert. Unter „Algorithm“ finden sich Elemente, die den eingesetzten Algorithmus für die Datenanalyse näher beschreiben. Das Objekt „Inputs“ strukturiert dabei alle Eingangsvariablen. Hier werden die zu analysierenden Parameter, wie Anlagen- bzw. Maschinendaten, platziert. Das Objekt „Outputs“ strukturiert die Analyseergebnisse der jeweiligen Lernschicht, die für weitere Verarbeitungsschritte auf einer anderen Ebene bereitgestellt werden können.

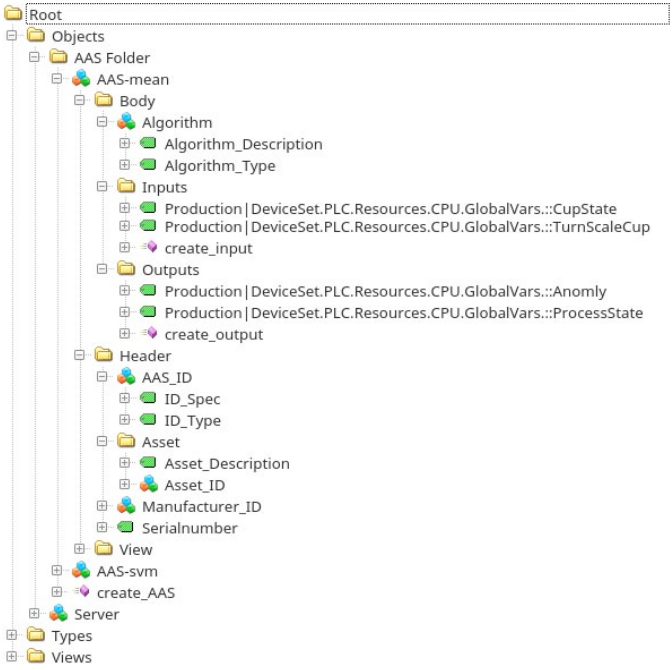

Abbildung 2:

Struktur der Verwaltungsschale eines Diagnoseassistenten.

Quelle: IMMS.

© IMMS GmbH. Alle Rechte sind vorbehalten. Vervielfältigung und Veröffentlichung nur mit Genehmigung der IMMS GmbH.

Kommunikation

Die Kommunikation zwischen den Ebenen und zwischen den lokalen Analyseassistenten und den von ihnen überwachten Modulen erfolgt nach dem Client/Server-Prinzip und folgt einem Request/Response-Schema. Das bedeutet, dass jeder lokale Assistent eine Client-Komponente zur Kommunikation mit dem Server auf dem entsprechenden Modul und eine Server-Komponente zur Kommunikation mit dem Client des globalen Assistenten aufweist. Der Server auf dem entsprechenden Modul agiert dabei als Fieldgateway, das die Sensordaten der Maschine als OPC-UA-Variable speichert. Diese Struktur ermöglicht eine gezielte Abfrage der Werte durch den Client, der sich im Netzwerk, jedoch nicht in unmittelbarer Nähe des überwachten Moduls befinden muss.

Mehr zu Kommunikationslösungen: www.imms.de.

Integration

Um eine komplette Anlage mit mehreren Modulen oder Maschinen abzudecken, muss jedes Modul in das Assistenzsystem integriert werden. Um den Integrationsaufwand zu reduzieren, wurde ein Local Discovery Server (LDS) verwendet. Die lokalen Assistenten registrieren sich bei diesem Server und sind anschließend über ihn erreichbar. Lediglich die Endpoint-Adresse des Servers muss den Clients bekannt sein. Das erleichtert zum einen die Integration weiterer Module, erlaubt aber gleichzeitig das gezielte Abfragen verfügbarer Module und deren Eigenschaften.

Ausblick

In der Industrie-4.0-Modellfabrik des Fraunhofer IOSB-INA in Lemgo SmartFactoryOWL wurden an einer Anlage die Assistenten installiert und getestet. Für die lokalen Assistenten dienten Raspberry Pis als Hardwarebasis, auf der das IMMS die Verwaltungsschale implementiert hatte und die Algorithmen ausgeführt wurden. Die Kommunikation erfolgte über das lokale Netz per OPC UA. Experimentelle Untersuchungen an dieser Anlage zeigten, wie das Assistenzsystem Entscheidungsregeln erlernt, kausale Zusammenhänge in der verteilten Anlage entdeckt und damit bei auftretenden Fehlern eine Auswahl potentieller Fehlerursachen ermöglicht.[1]

Die Verfahren sind allerdings aktuell nur für „Offline-Analysen“ geeignet. Sie können die Anlagendaten parallel zum Produktionsprozess analysieren, Anomalien erkennen und Lösungsvorschläge zur Fehlerbehebung oder -vermeidung geben. Sie greifen jedoch (noch) nicht aktiv in die Prozesse ein, um die Anlage entsprechend zu steuern oder zu konfigurieren.

AgAVE auf www.imms.de.

1 *vgl. http://publica.fraunhofer.de/documents/N-540915.html*

© IMMS GmbH. Alle Rechte sind vorbehalten. Vervielfältigung und Veröffentlichung nur mit Genehmigung der IMMS GmbH.

Weiterhin sind die Analysemethoden zwar schon auf lokale und globale Assistenten verteilt, doch die Sensordaten müssen zum Teil noch über weite Strecken entlang des Netzwerkes zu den lokalen Assistenzsystemen übertragen werden, was zu Verzögerungen führen kann. Interaktive Analysen, bedarfsgerechte Konfigurationen sowie echtzeitfähige Kommunikationsverfahren sind Gegenstand künftiger Arbeiten.

Kontakt: Dr.-Ing. Tino Hutschenreuther, tino.hutschenreuther@imms.de

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

iGF Industrielle Gemeinschaftsforschung

AgAVE wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie als Vorhaben der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) unter dem Kennzeichen 19341BG gefördert.

© IMMS GmbH. Alle Rechte sind vorbehalten. Vervielfältigung und Veröffentlichung nur mit Genehmigung der IMMS GmbH.