

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/313880469>

Grammatik für Industrie 4.0-Komponenten

Conference Paper · November 2016

CITATIONS

2

READS

343

12 authors, including:



Florian Pethig

Fraunhofer Institute of Optronics, System Technologies and Image Exploitation IO...

39 PUBLICATIONS 130 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Christian Diedrich

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

194 PUBLICATIONS 1,389 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Alexander Belyaev

18 PUBLICATIONS 27 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Juergen Bock

40 PUBLICATIONS 374 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Intelligent Automation Technologies [View project](#)



Namur Open Architecture [View project](#)

Grammatik für Industrie 4.0-Komponenten

Grammar for “Industrie 4.0” Components

Prof. Christian Diedrich, ifak - Institut für Automation und Kommunikation e. V., Magdeburg, christian.diedrich@ifak.eu, Alexander Bieliaiev - Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, oleksandr.bieliaiev@ovgu.de, Dr. Jürgen Bock - KUKA Roboter GmbH, Augsburg, Juergen.Bock@kuka.com, Dr. Andreas Gössling - Festo AG, Esslingen, andreas.goessling@festo.com, Rolf Hänisch - Fraunhofer FOKUS, Berlin, rolf.haenisch@fokus.fraunhofer.de, Heiko Koziolk - ABB, Ladenburg, heiko.koziolk@de.abb.com, Andreas Kraft - Telekom AG, Berlin, a.kraft@telekom.de, Florian Pethig - Fraunhofer Anwendungszentrum Industrial Automation (IOSB-INA), Lemgo, florian.pethig@iosb-ina.fraunhofer.de, Prof. Oliver Niggemann - Fraunhofer Anwendungszentrum Industrial Automation (IOSB-INA), Lemgo, oliver.niggemann@iosb-ina.fraunhofer.de, Johannes Reich - SAP AG, Waldorf, johannes.reich@sap.com, Jens Vialkowitsch, Robert Bosch GmbH, Jens.Vialkowitsch@de.bosch.com, Friedrich Vollmar - Selbstständig, Frankfurt/Main, friedrich.vollmar@web.de, Jörg Wende - IBM Deutschland GmbH, Dresden joerg.wende@de.ibm.com

Kurzfassung

Industrie 4.0 sieht eine unternehmens- und bereichsübergreifende horizontale und vertikale Kommunikation und Kooperation aller Teilnehmer vor, die nur auf Basis vereinbarter gemeinsamer Standards gelingen kann. Das RAMI4.0 liegt als Referenzarchitektur und die I4.0-Komponente als Anforderungsbeschreibung vor. Die Arbeitsgruppe „Ontologie und Grammatik für I4.0-Komponenten“ der AG1 Referenzarchitektur, Standards und Normen“ der Plattform I4.0 erarbeitet ein Konzept für die Interaktion zwischen den I4.0-Komponenten.

Das prinzipielle Konzept sieht vor, dass I4.0-Komponenten Nachrichten austauschen. Die Nachrichteninhalte gehören für die I4.0-Komponenten-übergreifenden Aufgaben zu einer Basisontologie und für den operativen Betrieb zu Domänenontologien, die für die einzelnen Typen von I4.0-Komponenten existieren oder zu schaffen sind. Die Ontologien sind im I4.0-System bekannt und eindeutig. Ontologien können Merkmalskataloge sein, wie sie z.B. durch eCl@ss gegeben sind oder bei Notwendigkeit andere technologische Konzepte nutzen.

Die Sprache, mit deren Hilfe I4.0-Komponenten zusammenarbeiten, benötigt Modelldefinitionen für die Interaktionen, die aus der Definition der Struktur von interagierenden Partnern, den Nachrichteninhalten, den Sequenzen der Nachrichten und zusätzlichen Regeln für die Verarbeitung der Nachrichteninhalte bestehen. Im Beitrag wird der aktuelle Stand der Arbeiten zu diesen Themen vorgestellt.

Abstract

Industrie 4.0 intends a manufacturer independent, vertical and horizontal oriented communication and cooperation. This is only manageable using international standards. The so called RAMI4.0 reference architecture and the requirement specification of an I4.0 component are already available. The working group “Grammar for I4.0 components” assigned by the AG1 “Reference architecture and standards” of the German I4.0 platform has reached first results. The language which can be used for the interaction of I4.0 components needs model definition for the interaction consisting of the structure of the components, a syntax for the description of the messages and the means to assign the meaning to the language elements. The paper offers to discuss the results with a broader audience.

1 Ableitung des Interaktionsbedarfs in I4.0-Systemen

Der Fokus der auftragsgesteuerten Produktion liegt entsprechend (Forschungsunion und Acatech 2014) auf der autonomen und automatisierten Vernetzung der Produktionsfähigkeiten mit dem Ziel einer automatisierten Auftragsplanung, -Vergabe und -Steuerung, sodass alle notwendigen Produktionssysteme automatisch und in Echtzeit entsprechend der momentanen Situation in den Pro-

duktionsablauf eingebunden werden. Außerdem gehören die Beobachtung der operativen Produktion sowie der Maschinen und Anlagen dazu. Dazu sind Informationen über das Produkt, den Prozess, der das Produkt transformiert und die den Prozess realisierenden technischen Ressourcen notwendig. Diese Informationen werden im Rahmen der Arbeitsplanung entsprechend der aktuellen Situation evaluiert und es wird ein Arbeitsplan erstellt. Der Arbeitsplan stellt genau dar, welche Produkte durch welche Prozesse und unter Zuhilfenahme welcher technischen Ressourcen umgewandelt werden. Im Rahmen von

Industrie 4.0 sind nicht nur Produktionsplanungs- und Steuerungsaufgaben, sondern auch Arbeitsplanungsaufgaben zu automatisieren, um angemessen auf die steigende Umweltdynamik reagieren zu können.

Zur Ableitung des Interaktionsbedarfs bei der auftragsgesteuerten Produktion wird die Formalisierte Prozessbeschreibung als Mittel zur Beschreibung der Produktionsfähigkeit eingeführt. Die Formalisierte Prozessbeschreibung (FPB) (nach Richtlinie VDI/VDE 3682) ist ein Vorgehensmodell, um eine durchgängige informationstechnische Behandlung der Prozessbeschreibung und eine über den gesamten Lebenszyklus eindeutige, strukturierte, vollständige, technisch wie kognitiv wiedergewinnbare Abbildung von Informationen für bestimmungsgemäßen Betrieb und Planung der Anlage zu entwickeln. Dies wird unter anderem durch Formalisierung der Beschreibung erreicht, wobei formalisiert im Sinne der Richtlinie eine Reduktion auf eine bestimmte Menge von:

- Symbolen,
- Regeln für zulässige Kombinationen von Zeichen und
- Operationen mit Symbolen nach Maßgabe der Zeichenbedeutung sowie einem
- Informationsmodell für alle Objekte der FPB

bedeutet. Die grafische Beschreibung eines Produktionsprozesses nach (Richtlinie VDI/VDE 3682) ist dabei wie folgt aufgebaut. Ein Produktionsprozess wird durch ein Netz beschrieben, bei dem physikalisch, chemisch, biologisch oder verfahrens- oder fertigungstechnisch definierte Zustände durch Prozessoperatoren verbunden sind. Durch diese Verbindung wird ein Zustand ante in einen Zustand post überführt. Ein Zustand wird hierbei stets durch ein Produkt (Materialien, Stoffe, etc.), eine Energie und Informationen beschrieben. Der Prozessoperator wandelt somit Produkte in neue Produkte, Energien und Informationen um und nutzt dabei technische Ressourcen wie zum Beispiel Anlagen um die Umwandlung zu realisieren. Es können mehr als ein Produkt, Energien und Informationen als Ein- bzw. Ausgang des Prozessoperators existieren. Eine Abgrenzung des Systems zur Umwelt wird mit Hilfe des Bilanzraums sichergestellt, welcher das Netz an definierten Punkten umgibt. Eine Verknüpfung der einzelnen Symbole zur Beschreibung eines technischen Prozesses entsprechend obiger Beschreibung ist in Bild 1 zu erkennen. Die Strukturierung des Prozesses innerhalb der Bilanzgrenze mit Hilfe von Dekomposition und Komposition erfolgt ausschließlich an Prozessoperatoren. Darüber hinaus wird jedes Element des Graphen (Produkt, Prozess und technische Ressource) mit einem Satz an Merkmalen beschrieben, die in einem Informationsmodell gehalten werden. Die Verbindung aus Eingangsprodukt, transformierenden Prozess, Ausgangsprodukt und technische Ressource wird nachfolgend als PPR-Bindung (Produkt-, Prozess-, Ressource-Bindung) bezeichnet.

Soll z.B. eine Bohrung in ein Werkstück eingebracht werden, so werden die geometriebezogenen Merkmale des

Eingangsprodukts verändert. Es können aber auch weitere Merkmale des Produkts von Bedeutung sein, wie z.B. die Materialzähigkeit. Die Produktumwandlung wird durch den Prozessoperator, im Beispiel das Bohren, beschrieben. Eine Bohrmaschine, eine Laserschneidmaschine oder eine Fräsmaschine kann die technische Ressource sein, die die Produktumwandlung ausführt. Zu den Merkmalen des Prozesses gehören z.B. Qualitätsmerkmale wie Toleranzen der Bohrung, Oberflächenrauigkeit und die Dauer der Umwandlung. Die Technische Ressource hat Merkmale die die Fähigkeiten der Maschine beschreiben wie z.B. die möglichen Bohrdurchmesser, die Rotationsgeschwindigkeiten, den Bereich der Eingriffswinkel und die genannten Qualitätsmerkmale.

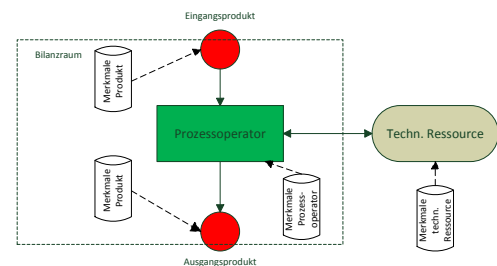


Bild 1 Grafische Repräsentation der formalisierten Prozessbeschreibung (ohne Energie und Information)

Um einen Produktionsschritt durchzuführen, muss die Umwandlung vom Eingangs- zum Ausgangsprodukt festgelegt und das dafür benötigte Produktionssystem (Technische Ressource) ausgewählt werden. In I4.0-Systemen sollen diese Zuordnung des Prozessschrittes zu den technischen Ressourcen und gegebenenfalls auch der Prozessschritt für die Produktumwandlung nicht manuell sondern durch Zuordnung während des operativen Betriebs erfolgen. Bild 2 stellt dies dar.

In I4.0 Systemen sind die Assets durch Verwaltungsschalen vertreten. Assets und Verwaltungsschalen bilden die I4.0-Komponenten. Die Zuordnung soll durch Verhandlung zwischen den I4.0-Komponenten erfolgen (Bild 2). Diese Verhandlung benötigt Interaktionen.

Weitere Interaktionen werden während des operativen Betriebs zur detaillierten Steuerung und Beobachtung der Produktionsprozesse sowie für Instandhaltungs-, Wartungs- und Diagnoseprozesse an den technischen Ressourcen benötigt.

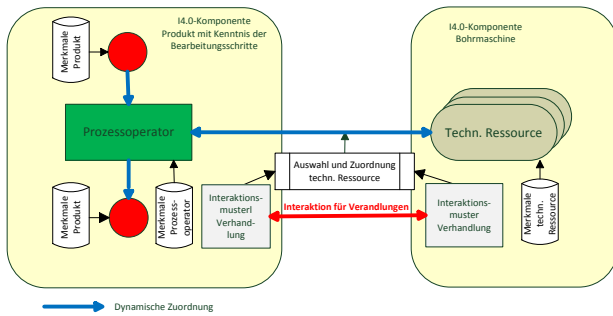


Bild 2 I4.0-Komponenten legen durch Verhandlung die Zuordnung von Prozessoperator und Technische Ressource fest

Die Verhandlungsinteraktionen und die Interaktionen im operativen und Instandhaltungsprozessen sind Gegenstand der folgenden Beschreibungen. Die Funktionen der Assets der I4.0-Komponente werden über das Interaktionsmodell zugreifbar gemacht (Bild 3). Die Assets werden durch entsprechende Funktionen in der Verwaltungsschale steuerbar. Das Interaktionsmodell verwendet Nachrichten zwischen mindestens zwei I4.0-Komponenten, die Zustandsübergänge in der I4.0-Komponente hervorrufen können. Das Verhaltensmodell beruht auf gekoppelten Automaten. Das Modell ist in [4] beschrieben.

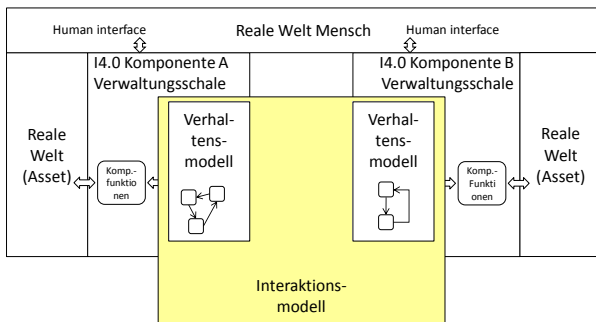


Bild 3 Einordnung der Interaktionen zwischen I4.0-Komponenten

2 Interaktionskonzept

Eine der wesentlichen Charakteristika von I4.0-Systemen ist, dass Assets ([3], Def. 3.3) als I4.0-Komponenten ([3], Kap. 6) repräsentiert werden und direkt miteinander in Kontakt treten, um Aufgaben in Wertschöpfungsketten auszuführen, um I4.0-Szenarien, die beispielhaft durch die AG2 der I4.0-Plattform [7] beschrieben sind, umsetzen zu können. Dazu bedarf es definierter Interaktionen zwischen den I4.0-Komponenten.

Das prinzipielle Konzept sieht vor, dass I4.0-Komponenten Nachrichten austauschen (Bild 4), die auf das Verhalten der I4.0-Komponenten einwirken können (Modell siehe [3], Kapitel 4). Die Nachrichtenelemente sind Teil einer, für Basisinteraktionen notwendigen Basis-

sonnologie und den Domänenontologien, die für die einzelnen Typen von I4.0-Komponenten existieren oder aus den Domänen entstehen [6]. Die Ontologieinhalte sind im Manifest verzeichnet. Die Ontologien sind im I4.0-System bekannt und eindeutig. Ontologien können auf Taxonomien, bzw. Merkmalskatalogen wie z.B. ecl@ss basieren [8] oder bei Notwendigkeit weitere technologische Konzepte nutzen.

Dazu bietet die Verwaltungsschale (Administration Shell, AS [3] Def. 3.12) von I4.0-Komponenten eine Reihe von Daten und Funktionalitäten an, die durch Teilmodelle für externe Kooperationspartner nutzbar gemacht werden. Die Funktionen der I4.0-Komponenten sind sogenannten Teilmodellen zugeordnet (Asset Administration Shell, AAS [3] Kap. 6.2.4). Beispiele für Teilmodelle sind Bohren oder Transportieren, Verhandeln und Vereinbarungen abschließen, eine Produktionsprozess steuern (z.B. durch PackML), Diagnostizieren, Gerätetausch, KPI-Abrufen und viele andere mehr. Die benannten Funktionen können aus mehreren Funktionen zusammengesetzt werden.

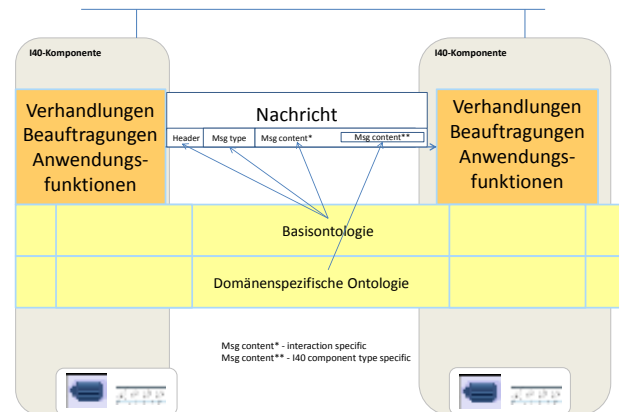


Bild 4 Konzept der Interaktion zwischen I4.0-Komponente

Die funktionalen und nicht-funktionalen Eigenschaften der I4.0-Komponenten, sind für Nutzer auslesbar bereitstellen. Dazu gibt es in jeder I4.0-Komponente ein sogenanntes Manifest, in dem die Beschreibungen der Funktionen und Daten (Administration Shell, AS [3] Kapitel 6.2.6.3) abrufbar bereitgestellt werden. Es wird favorisiert, dass das Manifest auf der Basis von Merkmalen, Merkmalsausprägungen, Parametern, Eigenschaften und ihre Beziehungen zueinander und anderen Komponenten oder deren logische Abstraktion (beispielsweise „Transportmittel“ oder „elektrischer Verbraucher“) aufgebaut wird. Merkmalbeschreibungen haben eine festgelegte Struktur und bieten für den Nutzer einen verlässlichen Informationsumfang (Tabelle 1). Die Struktur beruht auf der IEC 61360, in der die Attribute für Merkmale definiert sind. Dies führt zu einem Template für Merkmale, in dem die identifizierenden, beschreibenden und wertbezogenen Eigenschaften enthalten sind.

Außerdem gibt es weitere Eigenschaften, die sich beispielsweise der Zuordnung zu einer oder mehreren Sichten ([3], 6.2.4), Verweise auf Dokumente, Funktionen oder Standards und Ausprägungsaussagen (ob das Merkmal eine Anforderung, eine Zusicherung oder ein aktueller Wert ist) beziehen.

Tabelle 1 Attribute der Merkmale

Feld	Erläuterung	Unterstützungsmaß	Beispiel
Attribute nach IEC 61360-1 / ISO 13584-42			
ID	Identifikator nach ISO 29002-5 oder als URI	Verpflichtend	ACB723
Version	Version der Attributwerte eines Merkmals	Verpflichtend	V4.3.03.15
Name	Sprechender Name des Merkmals	Verpflichtend	Leistungsaufnahme max.
Definition	Genauerer Erläuterungstext zur Abgrenzung des Merkmals	Verpflichtend	Maximale Leistungsaufnahme des Gerätes an den Eingangsklemmen in Watt.
Kurzname	Fachspezifische Abkürzung	Optional	
Symbol	Fachspezifische Abkürzung	Optional	z.B. P für el. Leistung
SI-Einheit	Standard-SI-Einheit für das Merkmal	Verpflichtend/ n.a. zulässig	[W]
Datentyp	Mit welchem Datentyp sollte eine IT-Implementierung Werte dieses Merkmals repräsentieren	verpflichtend	Real-Wert
Wertformat	Angabe, welche Syntax für den Dateninhalt verwendet wurde,	Verpflichtend	ASCII, Hex, dezimal, ...
Gültiger Wertebereich	Typische, d.h. zulässige Werte oder der Wertebereich werden aufgezeigt	Verpflichtend	0..2000
Wert	Aktueller Wert des Merkmals	Optional	24,57
Zusätzliche I4.0-spezifische Attribute			
....			

Die Nachrichten haben eine definierte Struktur (Bild 5). Die Struktur folgt den Festlegungen, wie sie im Rahmen der Arbeiten der GMA 7.21 (Industrie 4.0) zur Dienstarchitektur erarbeitet wurden [5]. Die Nachricht enthält Steuerinformationen (Sender ID, Nachrichten Typ, die Adresse des Teils der Verwaltungsschale, die die Verhandlung durchführt (Teilmodell-ID) sowie Steuerflags, ob die Nachricht z.B. bestätigt werden muss und Security und Quality of Service (QoS) Kenngrößen. Wesentlicher Bestandteil sind natürlich die Merkmale. Die in den Nachrichten zugelassenen Merkmale sind auch im Manifest verzeichnet, sodass der Abgleich beim Eintreffen einer Nachricht damit erfolgen kann. In bilateraler Absprache können zwischen Partnern auch zusätzliche „private“ Merkmale vereinbart werden.

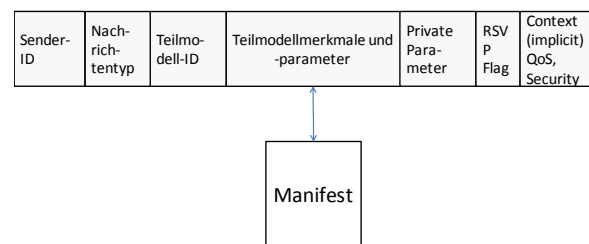


Bild 5 Prinzipieller Nachrichtenaufbau

Verallgemeinernd kann gesagt werden, dass das Modell aus der Definition von interagierenden Partnern (hier I4.0-Komponenten, Manifest, Teilmodell), den Nachrichteninhalten (z.B. Merkmale von Vereinbarungen und Aufträgen), den Abläufen (repräsentiert durch Sequenzdiagramme) und zusätzlichen Regeln, z.B. zur Überprüfung von Anforderung und Zusicherung besteht. Die im Sequenzdiagramm dargestellten Abläufe sind Ausschnitte der interagierenden Automaten [4]. Es entsteht eine Sprache in der Nachrichteninhalte, deren Abfolgen (Interaktionsmuster) und Regeln zur Steuerung von Alternativen im Ablauf definiert sind. Dafür werden formale und semi-formale Modelle und Methoden verwendet, wie z.B. Klassendiagramme, Sequenzdiagramme, Zustandsmaschinen, Klassifikationen sowie Merkmalkataloge und gegebenenfalls Ontologien.

3 Beispiel

Es wird angenommen, dass ein Produkt den nächsten Produktionsschritt initiieren will. Dazu muss es von einem Transportband in die Bearbeitungsstation transportiert werden. Dazu steht ein Roboter mit Greifer bereit. In der Produktionslinie werden unterschiedlichste Produkte gefertigt. Es ist deshalb erforderlich zu prüfen, ob das Betriebsmittel (hier der Roboter mit Greifer) das Produkt hantieren kann. Deshalb fragt die I4.0-Komponente des Produkts (so wie in Abschnitt 2 beschrieben) bei der I4.0-Komponente des Roboters mit Greifer an, ob die Merkmale des Produkts und die des gewünschten Bewegung des Handtieren erlauben. Merkmale sind z.B. die Masse, das Material und die Start- und Endpositionen.

Voraussetzung ist zunächst, ob ein Task zwischen dem Produkt und dem Roboter besteht, der eine Zusammenarbeit erlaubt. Dies muss überprüft werden, indem die Anfrage des Produkts die Vertragsnummer (TaskRefNo in Bild 6) mitliefert. Außerdem enthält die Nachricht die Merkmale mit den angeforderten Werten, die das Produkt und die angeforderte Hantierung charakterisieren (Merkmalliste in Bild 6).

In der Verwaltungsschale muss nun geprüft werden, ob (1) die Vertragsnummer gültig und aktiv ist (Vertrag aktiv? in Bild 6),

(2) ob die angeforderten Merkmale bekannt sind und unterstützt werden (Abgleich mit den Eintragungen in dem Manifest (CheckMerkmale in Bild 5) und

(3) ob die angeforderten Merkmalwerte vom Asset umgesetzt werden können (CheckMerkmale in Bild 6).

Die Überprüfungen von (1) bis (3) können jeweils positiv und negativ ausfallen. Ist die Vertragsnummer aktiv, wird gleich die Überprüfung der Merkmale begonnen. Ist dies nicht der Fall, wird eine Meldung abgesetzt, die den Fehlerfall beschreibt.

In ähnlicher Weise wird bei der Überprüfung der Merkmale verfahren. Nicht unterstützte Merkmale und Merkmalwerte werden zurückgemeldet.

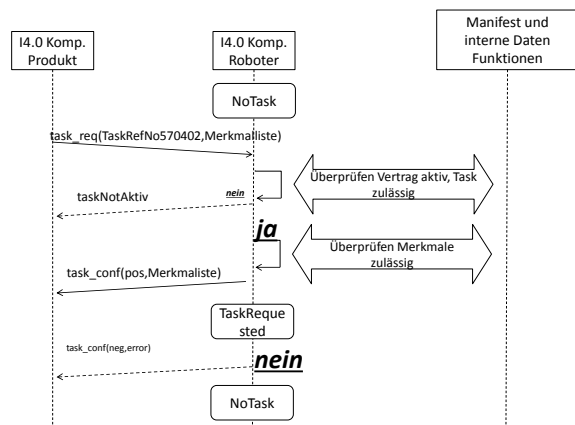


Bild 6 Interaktionsmuster: Anfrage unter Nutzung einer existierenden Vereinbarung (Ausschnitt)

Der beschriebene Ablauf zeigt das Beispiel eines Interaktionsmusters in einem Ausschnitt. Es sind für eine interoperable Zusammenarbeit noch mehr Details zu vereinbaren. Ein großer Teil davon lässt sich mit Automaten ausdrücken (Bild 7), die prinzipiell erlaubten Nachrichten, die damit initiierten Zustandsübergänge, mögliche Reaktionen nach Innen und Außen beschreiben. Spezielle Wechselwirkungen mit dem Asset oder anderen Funktionen in der Verwaltungsschale werden typischer Weise in begleitenden Aussagen und Regeln hinterlegt.

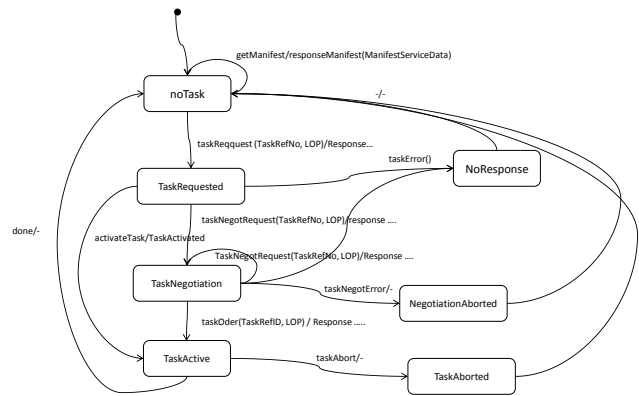


Bild 7 Verhaltensmodell der Verhandlung in der angefragten I4.0-Komponente

Tabelle 2 zeigt einige Merkmale mit ihren Attributen entsprechend IEC 61360.

Tabelle 2 Beispiel Definition von Merkmalen

Attribut	TaskRefNo	Merkmal „Masse“	Merkmal „Material der Spannfläche“
Attribute nach IEC 61360-1 / ISO 13584-42			
ID	http://plattform-i40.de/ag1/c ontract/Task RefNo	0173-1#02-BAB576#005	0173-1#02-AAG804#003
Version	V0.9	V9.1	V9.1
Name	TaskRefNo	Masse (Gewicht)	Material der Spannfläche
Definition	Alphanumerische Nummer, die einen abgeschlossenen Vertrag referenziert	Kraft ausgelöst durch die Masse eines Teiles	Beschreibung der Materialzusammensetzung der Spannvorrichtung
Kurzname	TaskRefNo	Masse	Material
Symbol	-	m	-
SI-Einheit	-	kg	-
Datentyp	String	Float	String
Wertformat	ASCII		ASCII
Gültiger Wertebereich	5-20 ASCII Zeichen	0 ... 100	Materialkennungen
Wert (Beispiel)	ABC_2457_DEF	15,4	0173-1#07-WAA113#003 - Kunststoff

Das erste Merkmal enthält eine Referenz auf einen Vertrag, in dem geregelt worden ist, dass der Produkttyp und der Roboter miteinander zusammenarbeiten dürfen. An dem Beispiel wird gezeigt, dass zur Identifikation URLs verwendet werden können. Der Namensraum „plattform-i40.de“ zeigt an, dass es sich um eine Festlegung der Plattform handelt und zwar der AG1 (Referenzarchitektur und Standards) zu dem Aufgabengebiet Vertrag (Contract) mit dem entsprechenden Merkmalnamen. Es ist dann erforderlich, dass eine Spezifikation existiert, die diese Referenznummer definiert.

Die Merkmale „Masse“ und „Material der Spannfläche“ sind Merkmale, die bei ecl@ss enthalten sind. Es wird im Beispiel angenommen, dass die Verwaltungsschale des Roboters mit dem Material des Spanners antwortet, um dem Produkt die Möglichkeit zu geben, ob es mit dem Material des Produkts kompatibel ist. Für diese beiden Merkmale sind die typischen ecl@ss IDs verwendbar. Was auffällt ist, dass auch Werte, vor allem wenn sie aus einer Menge von abzählbaren gültigen Werten eines Merkmals bestehen, auch IDs haben können.

Eine Anfragenachricht von der Verwaltungsschale des Produkts für einen Produktionsschritt an die Verwaltungsschale des Roboters mit Greifer könnte letztlich folgendermaßen aussehen:

“SID: I40_comp_Product_xyz; TID: http://plattform-i40.de/interaction_pattern/as/TaskNegotiation; MID: http://plattform-i40.de/interaction_pattern/message_type/TaskReq=req; PID: http://plattform-i40.de/interaction_pattern/contract/property_type/TaskRefNo; VALUE = ABC_2457_DEF; 0173-1#02-BAB576#005=21,2; “

Die Abkürzungen haben die folgende Bedeutungen: SID: Sender-ID; TID: Teilmodell-ID; MID: Nachrichten-typ; PID: Merkmale und Parameter; as – administration shell

4 Zusammenfassung

Der Beitrag zeigt die Grundzüge eines Interaktionsmodells wie Industrie 4.0-Komponenten, so wie sie im RAMI4.0 definiert wurden, in Wertschöpfungsketten zusammenarbeiten können. Die Industrie 4.0-Komponenten bilden zusammen mit dem Interaktionsmodell I4.0-Systeme. Im Beitrag wird der Interaktionsbedarf abgeleitet und die wesentlichen Elemente eines Interaktionsmodells beschrieben. Es wird beschrieben, dass das Modell aus der Definition von interagierenden Partnern, den Nachrichteninhalten, den Abläufen der Nachrichten für die Erfüllung einer speziellen Aufgabe und zusätzlichen Regeln besteht. An einem kleinen Beispiel werden einzelne Modellelemente aufgezeigt.

5 Literatur

- [1] Hermann, Pentek, and Otto, “Design principles for industrie 4.0 scenarios: A literature review”, Working Paper, Audi Stiftungslehrstuhl Supply Net Order Management, Technische Universität Dortmund, 2015
- [2] J. Jasperneite, “Was hinter begriffen wie Industrie 4.0 steckt”, Computer & Automation, 2012.
- [3] DIN SPEC 91345 „Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI4.0) April 2016. DIN ICS 03.100.01; 25.040.01; 35.240.50
- [4] Bangemann, F., Reich, J., Diedrich, Ch.: A Grammar for the Semantics of Component Interaction of Cyber-Physical Systems. IEEE International Symposium on Industrial Electronics, June 8-10. 2016 SF-006319 proceedings.
- [5] GMA 7.21: Industrie 4.0 Service Architecture – Basic Concepts for Interoperability. VDI/VDE 2016.
- [6] Busse J, Humm B, Lübbert C, Moelter F, Reibold A, Rewald M, Schlüter V, Seiler B, Tegtmeier E, Zeh T (2014) Was bedeutet eigentlich Ontologie? Informatik Spektrum 37 04.2014.
- [7] Plattform Industrie 4.0: Aspekte der Forschungsroadmap in den Anwendungsszenarien. Ergebnis-papier. Herausgeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Öffentlichkeitsarbeit 11019 Berlin. April 2016. (https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/anwendungsszenarien-auf-forschungsroadmap.pdf?__blob=publicationFile&v=14)
- [8] Christian Diedrich, Thomas Hadlich, Mario Thron: Semantik durch Merkmale für I40. Beitrag in in B. Vogel-Heuser et al. (Hrsg.), Handbuch Industrie 4.0, Springer NachschlageWissen, DOI 10.1007/978-3-662-45537-1_63-1. Online ISBN 978-3-662-45537-1.