

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. November 2008 (13.11.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/135459 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
Nicht klassifiziert

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/055247

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. April 2008 (29.04.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2007 021 412.1 4. Mai 2007 (04.05.2007) DE
10 2007 028 530.4 18. Juni 2007 (18.06.2007) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SCHNEIDER ELECTRIC GMBH [DE/DE]; Steinheimer Str. 117, 63500 Seligenstadt (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): COLOMBO, Armado

Walter [IT/DE]; Hanauer Landstr. 28 a, 63791 Karlstein (DE). BEPPERLING, Axel [DE/DE]; Niedwiesenstr. 60A, 60431 Frankfurt (DE). SCHOOP, Ronald [DE/DE]; Hauptstr. 125, 63512 Hainburg (DE). MILAGAIA, Riu [PT/PT]; 4.53.2 A 4° frente, Rua do Kuanza, P-1990-614 Lissabon (PT). MENDES, Marco [PT/PT]; Rua Detrás dos Palheiros, Arcozelo, P-4990-162 Ponte de Lima (PT).

(74) Anwalt: STOFFREGEN, Hans-Herbert; Friedrich-Ebert-Anlage 11b, 63450 Hanau (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: COLLABORATIVE AUTOMATION SYSTEM AND METHOD FOR THE CONTROL THEREOF

(54) Bezeichnung: KOLLABORATIVES AUTOMATIONSSYSTEM SOWIE VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINES SOLCHEN

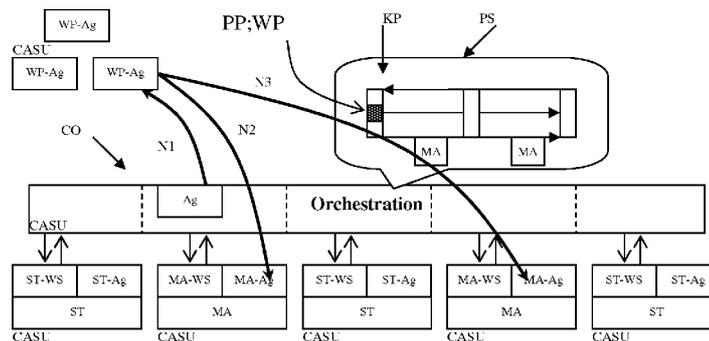


Fig. 5

(57) Abstract: The invention relates to a collaborative automation system (PS), comprising devices providing divided production and control services (D) such as transport and processing machines (M) with associated device agents (ST-AG, MA-AG), products with associated product agents (WP-AG), and a coordination unit (CO) providing a communication platform (SKP); the invention further relates to a method for the control of such a system. In order to obtain a dynamic detection and calling of processes in a loosely coupled production structure and infrastructure, the invention provides for devices (ST, MA, WP) providing the production and control services to be associated with a DPWS-based web service (ST-WS; MA-WS), wherein device functions are implemented into the DPWS-based web service as device service and agent functions. The communication platform (SKP) is designed as a uniform, DPWS-oriented SOA platform. The devices (ST, MA, WP) providing production and control services communicate via an integrated DPWS-based web service (ST-WS; MA-WS) and via a single communication platform (SKP), wherein device functions are implemented as device services (ST-WS; MA-WS) and agent functions describing device agents (ST-AG; MA-AG; WP-AG) as agent services in the DPWS-based web service. The communication platform is used as a uniform, DPWS-oriented SOA platform.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/135459 A2



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,

BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung bezieht sich auf ein Kollaboratives Automationssystem (PS) umfassend verteilte Produktions- und Steuerungsservice bereitstellende Geräte (D) wie Transport- und Bearbeitungsmaschinen (M) mit zugeordneten Geräte-Agenten (ST-AG, MA-AG), Produkte mit zugeordneten Produkt-Agenten (WP-AG) sowie eine eine Kommunikationsplattform (SKP) bereitstellende Koordinationseinheit (CO) sowie auf ein Verfahren zur Steuerung eines solchen. Um eine dynamische Ermittlung und einen Aufruf von Prozessen in einer lose gekoppelten Produktions- und Infrastruktur zu erreichen, ist vorgesehen, dass den Produktions- und Steuerungsservice bereitstellenden Geräten (ST, MA, WP) ein DPWS-basierter Web-Service (ST-WS; MA-WS) zugeordnet ist, wobei Gerätefunktionen als Geräte-Service und Agentenfunktionen beschreibende Geräte-Agenten als Agenten-Service in den DPWS-basierten Web-Service implementiert sind und wobei die Kommunikationsplattform (SKP) als einheitliche, DPWS-orientierte SOA-Plattform ausgebildet ist. Die Produktions- und Steuerungsservice bereitstellenden Geräte (ST, MA, WP) kommunizieren über einen integrierten DPWS-basierten Web-Service (ST-WS; MA-WS) und über eine einzige Kommunikationsplattform (SKP), wobei Gerätefunktionen als Geräte-Service (ST-WS; MA-WS) und Agentenfunktionen beschreibende Geräte-Agenten (ST-AG; MA-AG; WP-AG) als Agenten-Service in den DPWS-basierten Web-Service implementiert sind und wobei die Kommunikationsplattform als einheitliche, DPWS-orientierte SOA-Plattform betrieben wird.

Beschreibung

Kollaboratives Automationssystem sowie Verfahren zur Steuerung eines solchen

5

Die Erfindung bezieht sich auf ein kollaboratives Automationssystem umfassend verteilte Produktions- und Steuerungsservice bereitstellende Geräte wie Transport- und Bearbeitungsmaschinen mit zugeordneten Geräte-Agenten, Produkte mit zugeordneten Produkt-Agenten sowie eine Kommunikationsplattform bereitstellende Koordinationseinheit sowie auf ein Verfahren zur Steuerung eines kollaborativen Automationssystems.

10

In den letzten Jahren wurden Multi-Agenten-Systeme (MAS) öfters in industriellen Automationsinstallationen verwendet, ohne jedoch eine umfassende Annahme zu erreichen. Gegenwärtig ist deren Verwendung meist begrenzt auf die Planung von Produktionsprozessen. Beispiele für Agentenplattformen und Systeme, die entwickelt wurden durch wissenschaftliche Institute oder industrielle Projekte:

15

- Das Actor-Based Assembly System (ABAS®) behauptet die Ziele der Massenschlanken, agilen und flexiblen -produktion nicht nur zu erreichen, sondern sogar zu übertreffen. Es bietet eine hochgenaue kollaborative Automationsplattform, frei von der traditionellen starr gekoppelten Montagesystemstruktur. Es bietet eine hochdynamische, rekonfigurierbare Montagelösung in einer Pilotanwendung, die sich in Tampere, Finnland, befindet.

20

- Das ADACOR (ADaptive holonic COntrol aRchitecture für verteilte, dezentralisierte Produktionssysteme) ist eine Steuerungsarchitektur, entwickelt und implementiert am Polytechnic Institute of Bragança, Portugal. Das System zielt darauf ab flexibler Reaktionen auf Störungen des Betriebs bereit zu stellen um Agilität und Flexibilität des Unternehmens zu erhöhen, wenn es in Umgebungen arbeitet, die durch häufiges Auftreten von unerwarteten Störungen gekennzeichnet sind.

25

30

- P2000+, FactoryBroker™. Parallel zu der Initiative Intelligent Manufacturing System (IMS) Holonic Manufacturing System (HMS-Initiative) wurde die erste industrielle Agenten-kontrollierte Produktionslinie von Schneider Electric Automation

- entwickelt und erfolgreich in einer Produktionslinie für Kraftfahrzeuge in Betrieb
genommen. Diese Linie ist noch immer in Betrieb und beweist das Konzept von re-
konfigurierbaren Systemen in der Steuerung von Produktionssystemen. Facto-
5 ryBroker™ ist ein Beispiel für ein System, das die proprietäre COM/DCOM-
(Component Object Model/Distributed Component Object Model) -Technologie für
Agenteninteraktionen verwendet.
- J.L.M. Lastra: „Reference Mechatronic Architecture for Actor-Based Assembly
10 Systems“, Dissertation zur Erreichung des Doktor-Grades, Technische Universität,
Tampere, Finnland, 2004.
 - A.W. Colombo, R. Schoop; R. Neubert: “Collaborative (Agent-Based) Factory
Automation“, Kapitel 109 in: The Industrial Information Technology Handbook,
15 Richard Zurawski (Herausgeber), CRC Press LLC, Boca Raton, USA, November
2004.
 - A.W. Colombo; R. Schoop, R. Neubert: “An Agent-based Intelligent Control Plat-
form for Industrial Holonic Manufacturing Systems”, IEEE Transaction on Indus-
trial Electronics (IEEE-IES), Februar 2006.
 - R. Harrison, A.W. Colombo, A.A. West, S.M. Lee: “Reconfigurable Modular
20 Automation Systems for Automotive Power-Train Manufacture”, International
Journal of Flexible Manufacturing Systems, Springer-Verlag, London 2007.
- 25 Die auf Webservice-Technologie basierende SOA (Service-Orientierte-Architektur) findet
mehr und mehr Anwendung in der Welt der Automatisierungstechnologie und wird bereits
als Kommunikations- und Steuerplattform verwendet. Somit ist Webtechnologie grund-
sätzlich als Kommunikationsinfrastruktur für neue Produktionsplattformen in der flexiblen
Automation verfügbar. Einer der Gründe, warum agenten-basierte Systeme früher versagt
30 haben, ist, dass sie mit Kommunikationstechnologien implementiert wurden, die eine Re-
konfiguration des Produktionssteuerungssystems blockiert haben, wodurch sie dem ge-
wünschten Autonomiegrundsatz für intelligente Systeme entgegenwirkten.

- Das SIRENA-Projekt war ein europäisches Forschungs- und Weiterentwicklungsprojekt mit dem Ziel, eine Service-Infrastruktur für eingebettete Echtzeit (Realtime) Netzwerkanwendungen zu entwickeln. Das SIRENA-Projekt beabsichtigt die Entwicklung eines Service-orientierten Rahmens (Frameworks) zur Spezifikation und Entwicklung verteilter Anwendungen in verschiedenen unterlagerten Computerumgebungen, einschließlich industrieller Automatisierung, Fahrzeugelektronik, Hausautomatisierung und Telekommunikationssysteme (www.sirena-itea.org).
 - I.M.Delamer: „Event-Based Middleware for Reconfigurable Manufacturing Systems: A Semantic Web Services Approach; Dissertation zur Erreichung eines Doktorgrades, Technische Universität, Tampere, Finnland 2006.
 - In der *DE 10 2007 004 654* „Kommunikationsschnittstelle zwischen DPWS-basierten Diensten“ wird die Verwendung von Webservice-Technologien und des DPWS-Standards zum Erreichen höherer Agilität und Flexibilität im Produktionssystem beschrieben. Ein allgemeines Interface für jedes Gerät und standardisierte Interaktionsmuster werden zur Verhandlung zwischen Service-Anbietern und -Nachfragern verwendet.
- Es besteht eine stark konzeptionelle Synergie zwischen der SOA und den agentenbasierten Ansätzen. Grundlegende Merkmale der SOA sind die Bereitstellung dynamischer Anzeigen und das Aufrufen von Prozessen in einer lose gekoppelten Weise. Anstatt Services hart miteinander zu verknüpfen vereinfacht SOA die Reorganisation verteilter Systeme. Diese Dynamik und die echte Fähigkeit Strukturen zu rekonfigurieren sind Voraussetzungen um Multi-Agenten-Systeme zu implementieren.

Zur Zeit besteht der de facto Industriestandard für Agentenkommunikationen aus einer Zusammenstellung von Kommunikationsregeln und Interaktionen, festgelegt durch die Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA). Obwohl Spezifikationen zum Austausch von FIPA-Nachrichten unter XML und HTTP existieren, müssen diese mit dem DPWS (Device Profile for Web Services)-Stack harmonisiert werden, insbesondere WSDL-Nachrichtenbeschreibungen und die Verwendung von WS-Eventing. Beispielsweise enthalten DPWS-Spezifikationen eine Überlappung mit der FIPA-Message Spezifikation,

- welche in Einklang gebracht werden sollten, z. B. Header-Elemente der WS-Adressing Spezifikation. Zudem kann die Verwendung von DPWS und insbesondere WS-Discovery dazu dienen, eine verteilte Version der Verzeichnis-Services, wie in der FIPA abstrakten Architektur vorgeschlagen, zu implementieren, wodurch eine ad hoc-Auffindung von Agenten und Services zur Verfügung gestellt wird. Frühere Versuche FIPA und Web-Service zu integrieren wurden in Großsystemen durchgeführt und erfordern Anwendungs-Server und Datenbanken und sind daher zu schwerfällig, um in eingebetteten (embedded) Systemen verwendet zu werden.
- 10 Bei Betrachtung der verschiedenen Ebenen des Produktionssystems, wie die Ebenen der multiplen Agenten und der Low-Level-Services, wo ein Agent entweder eng mit einer Service-Komponente gekoppelt oder sogar mit mehreren variabel gekoppelt ist, bleibt die Frage, in welchem Umfang das System der Services durch die Service-Schicht selbst (autonom) koordiniert wird, oder beziehungsweise in welchem Umfang das Agentensystem den Arbeitsablauf des Produktionssystems beeinflusst. Z. B unter Berücksichtigung der FactoryBrokerTM-Lösung wird die Steuerung vollständig durch das Agentensystem zur Verfügung gestellt, d.h. die Agenten initiieren die Geräteservices und rufen diese auf. Jede Interaktion betreffend die Koordination zwischen Geräten findet über das Agentensystem statt.
- 20 Obigen Verfahren liegt der Nachteil zu Grunde, dass komplexe und simple Kontrollen auf gleicher Ebene stattfinden und miteinander verwoben sind, wodurch der Ansatz stark an eine Technologie gebunden ist.
- Davon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zu Grunde, ein kollaboratives Automationssystem der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, dass eine dynamische Ermittlung und Aufruf von Prozessen in einer lose gekoppelten Produktions- und Steuerungsservice-Infrastruktur erreicht wird.
- 25 Die Aufgabe wird erfindungsgemäß u. a. dadurch gelöst, dass den Produktions- und Steuerungsservice bereitstellenden Geräten ein DWPS-basierter Web-Service zugeordnet ist, wobei Gerätefunktionen als Geräteservice und Agentenfunktionen beschreibende Geräte-Agenten als Agenten-Service in dem DPWS-basierten Web-Service implementiert sind
- 30

und wobei die Kommunikationsplattform als einheitliche, DPWS-orientierte SOA-Plattform ausgebildet ist.

Der Erfindung liegt die Idee zu Grunde, logische und funktionale Trennung der Schichten
5 durch die Integration der Agentenfunktionalität in die bereits existierende Service-Plattform zu kompensieren. Vorzugsweise werden Web-Services als Vehicel genutzt, um Agenten auf der gleichen Plattform parallel zum Komponenten-Service zu integrieren.

Der Agenten-Kopf, wie er aus funktionalem Gesichtspunkt an oberste Stelle des Geräte-
10 Services gestellt wird, erweitert die Service-Plattform und die Gerätefunktionalitäten mit Agentenfunktionalitäten, wie Verhandlung über Service-Aufrufe, pro-aktive Entscheidungsfindung etc. Die funktionalen Interfaces des Geräts bleiben bestehen. Um diese Richtung einzuschlagen, muss der Service-Container mit zusätzlichen Innenschichten erweitert werden. Intern müssen die Möglichkeiten durch Agenten bei Implementierung von Geräte-
15 Services bedacht werden, so dass Verhandlung, Blockierungsvorkehrung etc. einen tatsächlichen Einfluss darauf haben, unter welchen Umständen und Voraussetzungen ein Service verfügbar ist und aufgerufen werden kann.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform bilden der DPWS-Service, der Agenten-
20 Service und der Geräte-Service zusammen mit der Geräte-Steuerung und ggfs. der Geräte-Mechanik eine kollaborative Automations-Service-Einheit.

Um die verschiedenen Rollen von Agenten und Services innerhalb der Produktion und Steuerung Service-bereitstellender Einheiten hervorzuheben, werden einige Vergleiche
25 gezogen. Der Produktionsautomations- & Steueragent (PACA) baut auf einer SOA-basierten Produktionskomponente auf, in Kombination können diese als kollaborative Automationserviceeinheit (CASU) identifiziert werden. Betrachtet man PACA vom infrastrukturellen Standpunkt her, handelt es sich grundsätzlich um einen mit High-Order-Fähigkeiten erweiterten Service, wie Pro-Aktivität, Verhandlung, autonome Entscheidungsfindung. Die Einheit CASU hingegen, ohne Berücksichtigung des SIRENA Anteils,
30 kann als PACA betrachtet werden, die vom funktionalen Blickpunkt als Agent in Factory Broker bekannt ist.

Des Weiteren ist vorgesehen, dass in der Kommunikationseinheit eine Konfiguration (Layout) eines flexiblen Produktionssystems insbesondere Konfiguration und Layout der Transport- und Produktionsdienste sowie der Zustand der Produktion zur Laufzeit implementiert ist.

5

Die Modellierung des Produktionssystems und die Koordination können auf Basis geeigneter Modellierungssprachen, wie beispielsweise BPEL4WS, PN-Derivate, SFC-Derivate oder Flussdiagrammen erfolgen.

10 Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann die Koordinationseinheit extern, zentral, integriert und/oder verteilt implementiert angeordnet sein.

Ferner weist die Koordinationseinheit eine Support-Schnittstelle zur Ankopplung eines Agentensystems auf, welches die Auswahl von Diensten und das optimale Rooting von
15 Produkten unterstützt.

Dabei können die Geräte-Agenten lokal auf der kollaborativen Automations-Service-Einheit oder als separate Komponenten als Produkt-Agent implementiert sein.

20 Ferner bezieht sich die Erfindung auf Verfahren zu Steuerung eines kollaborativen Automationssystem umfassend verteilte Produktions- und Steuerungsservice bereitstellende Geräte wie Transport- und Bearbeitungsmaschinen mit zugeordneten Geräte-Agenten, Produkte mit zugeordneten Produkt-Agenten sowie eine eine Kommunikationsplattform bereitstellende Koordinationseinheit. Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die Produkti-
25 ons- und Steuerungsservice bereitstellenden Geräte über einen integrierten DPWS-basierten Web-Service über eine einzige Kommunikationsplattform kommunizieren, wobei Gerätefunktionen als Geräte-Service und Agentenfunktionen beschreibende Geräte-Agenten als Agenten-Service in den DPWS-basierten Web-Service implementiert sind und wobei die Kommunikationsplattform als einheitliche, DPWS-orientierte SOA-Plattform
30 betrieben wird.

Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich nicht nur aus den Ansprüchen, den diesen zu entnehmenden Merkmalen -für sich und/oder in Kombination-,

sondern auch aus der nachfolgenden Beschreibung von der Zeichnung zu entnehmenden bevorzugten Ausführungsbeispielen.

Es zeigen:

5

Fig. 1a ein Multi-Agenten-System und/oder Service-Beziehungen in Cross-Mapping

Fig. 1b ein Mult-Agentensystem und/oder Service-Beziehungen in 1:1-Mapping

10

Fig. 1c ein Multi-Agentensystem und/oder Service-Beziehungen in integrierter Weise bei Verwendung derselben Infrastruktur

Fig. 2a eine kollaborative Automations-Service-Einheit, wobei der physikalische Agent als eine separate Agentenschicht mit einer separaten Kommunikationsplattform implementiert ist

15

Fig. 2b eine kollaborative Automations-Service-Einheit, wobei der physikalische Agent als integrierter Service mit einziger Kommunikationsplattform implementiert ist

20

Fig. 3 die interne Struktur einer kollaborativen Automations-Service-Einheit

Fig. 4 ein Schema einer komplexen Konstellation mit Verschiebetischen, Werkstücken und Maschinen

25

Fig. 5 eine schematische Darstellung der Konfliktlösung und Orchestrierung von CASU-Komponenten

30

Fig. 6 eine schematische Darstellung des Austauschs von Operationen zwischen CASU-Komponenten sowie vereinfachtes sequentielles Flussdiagramm

- Fig. 7 eine Darstellung von Interaktionsmechanismen zwischen CASU-Komponenten
- Fig. 8 eine schematische Darstellung von Interaktionsmechanismen zwischen CASU-Komponenten unter Verwendung von DPWS-Merkmalen zur Agenten-Interaktion
- Fig. 9 eine schematische Darstellung einer Kommunikation im Anschluss an Hallo-Mitteilung oder LOOK-up
- Fig. 10 eine schematische Darstellung von Kommunikationsmechanismen zwischen CASU-Komponenten auf der CASU-Verschiebetischseite
- Fig. 11 eine schematische Darstellung von Kommunikationsmechanismen zwischen CASU-Komponenten auf der Werkstückseite.

In den Fig. 1a bis 1c sind Multi-Agenten-Systeme/Service-Beziehungen dargestellt. Die Fig. 1a zeigt dabei ein Cross-Mapping, wobei mehrere Agenten AG untereinander sowie mit einem oder mehreren Services S in Beziehung stehen. Fig. 1b zeigt ein 1:1-Mapping, wobei die Agenten AG miteinander kommunizieren und Services S aufrufen können. Bei dem in Fig. 1c dargestellten Multi-Agenten-System sind Agenten AG in die Services S integriert, bei Verwendung derselben Infrastruktur.

Fig. 2a zeigt eine Struktur, wobei die Agenten AG in einem Multi-Agentensystem MAS angeordnet sind, welche über eine Agenten-Kommunikationsplattform AKP wie FIPA über DCOM kommunizieren. Unabhängig davon existieren Service-aktivierbare Geräte SAD, welche über eine Service-Kommunikationsplattform SKP kommunizieren, wie beispielsweise mittels SOAP- und DPWS-Spezifikation verwendende Web-Technologien.

Im Gegensatz dazu ist in Fig. 2b der Agent AG und das Service-aktivierbare Gerät SAG als kollaborative Automations-Service-Einheit CASU dargestellt, welche über eine einzige Kommunikationsplattform SKP kommunizieren.

Fig. 3 zeigt interne Strukturen einer physischen CASU-Komponente. Diese umfasst die Mechatronik MT, die Gerätesteuerung DST sowie die DPWS-Services mit integriertem Agent-Service AS sowie Device-Service DS.

- 5 Fig. 4 zeigt eine Testimplementation eines flexiblen Produktionssystems PS, bestehend aus Produktionsmaschinen MA1, MA2, einem modularen Transportsystem mit Schiebetischen ST1, ST2 und auf dem Transportsystem verschiebbare Produktpaletten PP zum Transport von Produkten bzw. Werkstücken WP.
- 10 Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung von CASU-Komponenten zu dem in Fig. 4 dargestellten Produktionssystem PS.

In einer zentralen Instanz CO erfolgt die Orchestration der mit der Instanz CO gekoppelten CASU-Komponenten. In der Instanz CO ist das interne Modell des Produktionssystems PS
15 implementiert.

Die Hardware-/Software-Einheiten wie Schiebetisch, Maschine sowie Palette/Werkstück sind jeweils durch CASU-Komponenten dargestellt, die die in Fig. 3 dargestellte Struktur aufweisen. Die CASU-Komponenten, welche Geräte-Services ST-WS, MA-WS sowie die
20 zugehörigen Agenten-Services ST-AG sowie MA-AG. Ferner sind Produktagenten WP-AG ebenfalls als CASU-Komponenten dargestellt, die allerdings ein Geräte-Service DS nicht enthalten.

Wie in Fig. 5 dargestellt, wird die Steuerung und Koordination von einer zentralisiert oder
25 verteilt implementierten Instanz CO z. B. mittels der Methode der Orchestrierung durchgeführt. Diese Kontrollinstanz CO „kennt“ die Konfiguration (Layout) des flexiblen Produktionssystems PS, d. h. Konfiguration und Layout der Transport- und Produktionsdienste sowie den Zustand der Produktion zur Laufzeit. Die Modellierung des Produktionssystems PS und die Koordination erfolgt auf Basis geeigneter Modellierungssprachen wie
30 BPEL4WS, PN-Derivate, SFC-Derivate, Flussdiagramme. Physikalische Zwänge wie beispielsweise das Zeitverhalten und die konkurrierenden Ressourcenzugriffe und Reaktionen auf abnormales oder unvorhersehbares Verhalten sind (oder müssen) in dem Prozessmodell respektiert werden, was recht komplexe Ablaufmodelle erzeugen kann.

Die Instanz CO bzw. der Orchestrator (extern, zentral, integriert und/oder verteilt implementiert) koordiniert das Produktionssystem PS auf Basis eines Verhaltensmodells, welches das Layout und den aktuellen Zustand der Anlage widerspiegelt. Ein Agentensystem, umfassend Werkstückagenten WP-AG, Schiebetisch-Agenten ST-AG und Maschinen-Agenten MA-AG, welches die Auswahl von Services und das optimale Rooting von Produkten WP unterstützen soll, ist logisch außerhalb der Orchestrierung implementiert und durch eine Support-Schnittstelle SI mit der Orchestrierung verbunden. Konflikte, welche zur Laufzeit auf der Orchestrierungsebene auftauchen, werden über die Schnittstelle SI an das Agentensystem kommuniziert.

Erreicht beispielsweise ein Palette PP mit einem Werkstück WP mit unbekanntem Ziel einen Knotenpunkt KP, entsteht ein Konflikt: Durch welche Maschine MA soll der nächste Arbeitsschritt ausgeführt werden? In diesem Fall wird zunächst das Produkt WP auf der Palette PP durch einen Produktagenten WP-AG identifiziert, der die nächsten Arbeitsschritte lädt, dargestellt durch Pfeil N1 (Konfliktsituation anzeigen und dessen Lösung anfordern). Anschließend bieten mehrere Maschinen MA einen nächsten Arbeitsschritt als Dienst an. Die Ausschreibung mit Angebot und Auswahl der Maschine MA erfolgt durch Produkt-Agent WP-AG und Maschinen-Agent MA-AG, dargestellt durch Pfeile N2, N3 (Verhandlung durch Agenten). Die Maschinenagenten MA-AG und Schiebetisch-Agenten ST-AG können lokal auf der CASU-Komponente integriert sein bzw. als separate Komponente beispielsweise für einen Produktagenten WP-AG implementiert sein.

Verschiebetisch-Komponente als Service gemäß Fig. 6. Der Schiebetisch ST wird als ein Service ST-WS betrachtet, welcher elementare Operationen zur Verfügung stellt, welche Aktionen, wie z. B. „bewege Palette PP von einem bestimmten Eingangsband EP zu einem bestimmten Ausgangsband“ Ab- oder Ausgabe von Ereignissen zur Bekanntgabe momentaner Zustände wie „eine Palette PP an einem bestimmten Eingangsband EB ist bereit“ erlauben. Der Bereich der Operationen ist begrenzt auf die lokale Komponente. Die Service-Operationen und Ereignisse sind atomar genug, um eine Kombination von mehreren Verschiebetischen ST zu einem System zu erlauben, welches mittels des Koordinators CO koordiniert und kontrolliert werden kann, basierend auf dem vorhandenen Satz von Operationen. Es sind keine weiteren Interfaces vorhanden.

In diesem Zustand wird die Steuerung und Koordination von der zentralisierten Instanz CO, z. B. mittels der Methode der Orchestrierung gemäß Fig. 5 bereitgestellt. Die zentralisierte Instanz „kennt“ sozusagen die Topologie des Transportsystems, „kennt“ die Verteilung der Paletten PP und Produkte WP. Die Koordination erfolgt durch eine Art globaler Verfahrensbeschreibung, z. B. BPEL4WS, PN-Derivate, SFC-Derivate, Flussdiagramme oder jede geeignete bessere Darstellung. Physikalische Zwänge wie beispielsweise das Zeitverhalten und die konkurrierende Ressourcenzugriffe und Reaktionen auf abnormales oder unvorhergesehenes Verhalten sind (oder müssen) in dem Prozessmodell respektiert werden, was recht komplexe Abläufe erzeugen kann.

Ein Satz von detaillierten Operationen des Verschiebetisch-Services kann z. B. wie folgt lauten:

- 15 • *Operation* Move ($pellet_{id}$, in_{num} , out_{num}): Diese Operation erfragt den Transport einer Palette PP von einem Eingangsförderband EB zu einem Ausgangsförderband AB. Mehrere asynchrone Antworttypen sind möglich: Registered, Rejected, Started, Done, Cancel, etc. Eine untergeordnete Operation um eine Verschiebeoperation einer Palette PP zu einem Ausgang des Tisches ST anzufragen, wenn diese an einem bestimmten Eingangsort ankommt. Die Operation Move() könnte eine zusammengesetzte (sequentiell) Operation sein aus: $Move(p_{id}, in_{num}, out_{num}) := FetchIn(p_{id}, in_{num}) \oplus MoveOut(p_{id}, out_{num})$
- 20 • *event* InBufferReceived ($pallet_{id}$, in_{num})
 25 Dieses Ereignis wird gesendet, wenn der Verschiebetisch ST eine Palette PP an einem seiner Eingangsförderbänder erkennt. Dieses Ereignis kann eine Move()-Operation starten.
- *event* outBufferReceived ($pallet_{id}$, out_{id})
 30 Ein Ereignis nach einem Move() wurde ausgeführt und die Palette wurde auf den Förderband- oder Ausgangs-Port freigegeben. Der Empfänger des Ereignisses kann die nächsten Move() Operationen ausgeben.

- *event* OutBufferCriticalState (out_{id})

Ein Verschiebetisch ST ist in der Lage, den Status seines lokalen Förderbandes durch entsprechend platzierte Sensoren zu überwachen. Ein Ausgangsförderband kann Sensoren aufweisen, die detektieren, ob zumindest n-Paletten zu diesem be-
 5 bestimmten Band verschoben werden können. Wenn ein kritischer Pufferzustand erreicht wird, wird ein Ereignis gesendet.

- *event* InBufferTimeout ($pallet_{id}$, in_{num})

Nachdem eine Palette PP an einem Eingang angekommen ist, wird ein Ereignis
 10 ausgesendet, wie zuvor beschrieben. Eine Move() Operation wird die Palette PP zu einem Ausgang weiterbefördern oder nach einem vorgegebenen Timeout wird ein Ereignis ausgegeben, der das Problem anzeigt. Diese Situation kann vorkommen, wenn keine Move() Operation anhängig ist, oder wenn unerwartete Paletten an-
 15 kommen. Um Behinderungen zu vermeiden, können die Verschiebetische ST ebenfalls autonom solche Teile einem vorgegebenen Ausgabeband übergeben.

Ein Beispiel einer Kommunikation zwischen dem Koordinator CO und Verschiebetischen ST1-ST3 ist in Fig. 7 dargestellt. Der Koordinator CO managt den Prozessablauf zum
 20 Transport der Palette PX von dem Verschiebetisch ST1 zu dem Verschiebetisch ST3 und verwendet die dem Verschiebetisch ST3 zugeordnete Maschine M3. Die Palette folgt dem Pfad: Verschiebetisch ST1 ($in_1 \rightarrow out_3$) \rightarrow Verschiebetisch ST2 \rightarrow ($in_3 \rightarrow out_2$) \rightarrow Verschiebetisch ST3 ($in_2 \rightarrow out_1$) und ist fertig, um von Maschine M3 bearbeitet zu wer-
 25 den. Ein vereinfachtes sequentielles Flussdiagramm FD, das die Serviceaufrufe zum Transport einer Palette PP von Verschiebetisch ST1 und Verschiebetisch ST3 und den Start der Operation der Maschine M3 zeigt, ist in Fig. 6 dargestellt.

Verschiebetisch-Service erweitert zu CASU (= Service + PACA)

Die Erweiterung der Verschiebetisch-Komponente mit Agentenfunktionalität wird hier
 30 behandelt. In den vorhergehenden Paragraphen wurde beschrieben, wie der Koordinator CO verwendet werden kann, damit der Prozess des Transportes einer Palette PP von einem Punkt zu einem anderen Punkt gemanagt werden kann.

Ein entscheidendes Konzept von SOA ist die lose Kopplung von Services und in der Tat werden Verschiebetische ST, Paletten PP und Maschinen M als natürlich lose gekoppelte Services WS betrachtet und sie werden zur gleichen Zeit von verschiedenen Auftraggebern bzw. Anrufern benutzt. Darüberhinaus kann das System ebenfalls mit redundanten Ressourcen zu verhandeln haben (z. B. verschiedene Maschinen, die denselben Satz von Operationen bereitstellen). Anhand der Abbildung des Prozessablaufdiagramms ist es schwierig, eine bestimmte Abbildung von Service-Anfragen an physikalische Ressourcen zur Zeit des Entwurfs zu finden. Der Prozess wird in abstrakten, versetzten, unabhängigen Schritten geführt und enthält nur die notwendigen Typen von Services. Die Ressource muss zur
5
10 Echtzeit (runtime) bestimmt werden.

Das Verfahren zum Auffinden eines Service wird nicht unmittelbar ausgeführt, wie von Anfrage-Antwort-Mustern bekannt, wobei eine Operation direkt angesprochen wird. Der Service-Provider wird als eine gemeinsam genutzte Ressource angesehen, somit führt er
15 Service-Anfragen und die Service-Bereitstellung durch und führt die Operation aus.

Unter Bezugnahme auf die Abbildung des Prozessablaufdiagramms soll ein weiterer Aspekt der Bildung von Services höherer Ordnung anhand der Fig. 8 dargestellt werden. Zuvor beschreibt das Prozessdiagramm, wie eine Palette PP von einem Ort zu einem anderen
20 transportiert wird indem die Services WS der Verschiebetische in die entsprechende Reihenfolge gebracht werden. Jetzt werden die Verschiebetisch-Services ST-WS aufgrund ihnen innewohnender Fähigkeiten der Kollaboration zusammengesetzt, so dass die Service-Anfrage (Werkstück) den zusammengesetzten Service benutzt. Anstelle von move(1,2) + move(2,3) heißt die Anfrage move(1,3) und die zwei move-Services müssen kooperieren,
25 um den Service höherer Ordnung zu erfüllen.

Inbetriebnahme

Mit DPWS-Erkennung ist es unnötig, ein (CASU-) Gerät vor einem anderen zu starten. Startet der Verschiebetisch ST als Erster wird dies vom (CASU-) Werkstück entdeckt,
30 wenn dieses startet, startet das (CASU-)Werkstück als erstes, kündigt sich der (CASU-)Verschiebetisch an, wenn dieser startet. Ihre Namen sollten in dem Namens-Teil der Identifikation eingetragen sein. Wird ein (CASU-)Gerät erkannt, werden dessen Metadaten,

Services und Service-Metadaten abgefragt, so dass auf dieses (CASU-)Gerät zugegriffen werden kann.

5 Wann immer ein neues (CASU-) Gerät im Netzwerk erscheint, wird es eine Hallo-Nachricht an alle senden (multicast) und alle anderen (CASU-) Geräte werden diese neuen Gerätedaten, Services und Service-Metadaten abfragen, wie in Fig. 9 dargestellt.

Ein Einfacher Fall ist in Fig. 10 und 11 dargestellt, wobei Fig. 10 die CASU-Verschiebetisch-Seite und Fig. 11 die Werkstück-Seite darstellt. Das (CASU-) Werkstück
10 WP1 kommt auf dem unteren Förderer an und möchte zu dem oberen transportiert werden. Der Werkstückagent WP-AG meldet sich selbst an dem zuvor gefundenen (CASU-) Verschiebetisch ST1 an und verlangt, von dem unteren Förderer zu dem oberen verschoben zu werden. Diese Mitteilung wird der DPWS-Kommunikationsschicht zugeleitet, die eine Tabelle hat, die den gegebenen Verschiebetischnamen ST1 in den eigentlichen registrierten Endpunkt übersetzt, falls der Verschiebetisch entdeckt wurde. Mit diesem Endpunkt
15 ist die Nachricht nun bereit, um zu dem Verschiebetischagenten ST-AG gesandt zu werden. Die Nachricht wird gesendet und die Verschiebetischagenten-DPWS-Schicht empfängt die Nachricht und übersetzt den Senderendpunkt in einen Namen WP1, der vom anderen (CASU-) Agenten verstanden werden kann und der zuvor dem (CASU-) Verschiebetischagenten ST-AG bekannt gemacht worden ist. Der (CASU-) Agent empfängt schließlich die Werkstückankündigung vom Werkstück WP1.
20

Erreicht das Werkstück WP den Eingang des (CASU-) Verschiebetischs ST, kommuniziert die Hardware dies dem (CASU-)Agenten, der dann das Kommando gibt, wohin das Werkstück verschoben werden soll. Die Hardware verschiebt das Werkstück WP und teilt dem
25 (CASU-)Agenten das Ende des Ablaufs mit. Sodann fordert der (CASU-)Agent die DPWS-Kommunikationsschicht auf, an das Werkstück WP1 ein Ereignis zu schicken betreffend die Beendigung der gestellten Aufgabe. Das DPWS erhält den gespeicherten Endpunkt von der gegebenen ID und sendet ein „Werkstück abgeliefert“-Ereignis an die
30 Werkstückagent-DPWS-Schicht.

Nach Übersetzung des Endpunkts für ein CASU-agentenerkennbares ID gibt die DPWS-Schicht diese Nachricht an den (CASU-) Agenten weiter, der sodann über die nächste Aktion entscheidet.

5 Verfahrensdetails

Die DPWS-Schicht muss bezüglich der Anmelderichtlinien konfiguriert werden. Um Ereignisse zu erhalten, muss sich der Client für dieses Ereignis anmelden. Man kann sich immer für einen Typ von Ereignissen jedes Verschiebetisches anmelden, wobei die Anmeldung erneuert werden kann, wenn sie abläuft oder beim Durchführen einer Abfrage oder einer Abmeldung, wenn die Mitteilung eintrifft. Die internen Verfahren der DPWS-Schicht müssen definiert werden, um das Netzwerk oder die Entwicklungszeit zu optimieren.

Der Server

15 Das Service-Provider-DPWS-Interface ist einfach und verlangt für den korrekten Ablauf nur die Konfiguration des Servers und Verbindung zu dem (CASU-) Agenten.

Der Client

20 Das Client-DPWS-Interface erlaubt es dem Agenten Services aufzurufen und Ereignisse zu empfangen. Das Interface meldet sich für Ereignisse an, verwaltet Anmeldungen, so dass diese nicht ablaufen oder der Agent keine unnötigen Nachrichten erhält, indem die Anmeldung storniert wird, verwaltet das Eintreffen und Verlassen von Geräten in das Netzwerk und teilt diese dem Agenten mit.

25 Architektur

Ein Gerät hat eine Anzahl von Blöcken. Es setzt sich zusammen aus einem Agenten, einem Server, einen oder mehreren Clients und eventuell Hardware. Jedes Gerät hat seine Services, die vom Server verwaltet werden und in Abhängigkeit von der Implementierung eines oder mehrerer Clients. Sie kann nur einen Client aufweisen, der fähig ist, mit jedem Gerätetyp zu kommunizieren, oder mehrere Clients, meistens entsprechend der Anzahl der Gerätetypen, mit denen der Agent kommunizieren möchte. Wird ein Gerät gestartet, sendet der Server eine Hallo-Nachricht an alle Geräte des Netzwerks und jeder Client startet eine Vorschau, um andere Geräte zu entdecken.

Patentansprüche

Kollaboratives Automationssystem sowie Verfahren zur Steuerung eines solchen

5

1. Kollaboratives Automationssystem (PS) umfassend verteilte Produktions- und Steuerungsservice bereitstellende Geräte (D) wie Transport- und Bearbeitungsmaschinen (M) mit zugeordneten Geräte-Agenten (ST-AG, MA-AG), Produkte mit zugeordneten Produkt-Agenten (WP-AG) sowie eine eine Kommunikationsplattform (SKP) bereitstellende Koordinationseinheit (CO),
dadurch gekennzeichnet,
dass den Produktions- und Steuerungsservice bereitstellenden Geräten (ST, MA, WP) ein DPWS-basierter Web-Service (ST-WS; MA-WS) zugeordnet ist, dass Gerätefunktionen als Geräte-Service und Agentenfunktionen beschreibende Geräte-Agenten als Agenten-Service in den DPWS-basierten Web-Service implementiert sind und dass die Kommunikationsplattform (SKP) als einheitliche, DPWS-orientierte SOA-Plattform ausgebildet ist.
- 20 2. Kollaboratives Automationssystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass DPWS-Service, Agenten-Service, Geräte-Service zusammen mit der Geräte-Steuerung und ggfs. der Geräte-Mechanik eine kollaborative Automations-Service-Einheit (CASU) bilden.
- 25 3. Kollaboratives Automationssystem nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass in der Kommunikationseinheit (CO) eine Konfiguration (Layout) eines flexiblen Produktionssystems (PS) insbesondere Konfiguration und Layout der Transport- und
30 Produktionsdienste sowie der Zustand der Produktion zur Laufzeit implementiert ist.

4. Kollaboratives Automationssystem nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Modellierung des Produktionssystems und die Koordination auf Basis geeigneter Modellierungssprachen wie beispielsweise BPEL4WS, PN-Derivate, SFC-Derivate oder Flussdiagramme erfolgt.
- 5
5. Kollaboratives Automationssystem nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Koordinationseinheit (CO) extern, zentral, integriert und/oder verteilt implementiert angeordnet ist.
- 10
6. Kollaboratives Automationssystem nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Koordinationseinheit (CO) eine Support-Schnittstelle zur Ankopplung eines Agentensystems aufweist, welches die Auswahl von Diensten und das optimale Routing von Produkten unterstützt.
- 15
7. Kollaboratives Automationssystem nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Geräte-Agenten (ST-AG; MA-AG; WP-AG) lokal auf der kollaborativen Automations-Serviceeinheit (CASU) oder als separate Komponenten als Produkt-Agent (WP-AG) implementiert sind.
- 20
8. Verfahren zu Steuerung eines kollaborativen Automationssystem (PS) umfassend verteilte Produktions- und Steuerungsservice bereitstellende Geräte (D) wie Transport- und Bearbeitungsmaschinen (ST; PP; MA) mit zugeordneten Geräte-Agenten (ST-AG, MA-AG), Produkte mit zugeordneten Produkt-Agenten (WP-AG) sowie eine eine Kommunikationsplattform (SKP) bereitstellende Koordinationseinheit (CO),
dadurch gekennzeichnet,
- 25
- 30

dass die Produktions- und Steuerungsservice bereitstellenden Geräte (ST, MA, WP) über einen integrierten DPWS-basierten Web-Service (ST-WS; MA-WS) über eine einzige Kommunikationsplattform (SKP) kommunizieren, wobei Gerätefunktionen als Geräte-Service (ST-WS; MA-WS) und Agentenfunktionen beschreibende Geräte-
5 Agenten (ST-AG; MA-AG; WP-AG) als Agenten-Service in den DPWS-basierten Web-Service implementiert sind und wobei die Kommunikationsplattform als einheitliche, DPWS-orientierte SOA-Plattform betrieben wird.

9. Kollaboratives Automationssystem nach einem der Anspruch 8,
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass in der Kommunikationseinheit (CO) eine Konfiguration (Layout) eines flexiblen Produktionssystems (PS) insbesondere Konfiguration und Layout der Transport- und Produktionsdienste sowie der Zustand der Produktion zur Laufzeit implementiert wird.

15
10. Kollaboratives Automationssystem nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Modellierung des Produktionssystems und die Koordination auf Basis geeigneter Modellierungssprachen wie beispielsweise BPEL4WS, PN-Derivate, SFC-Derivate oder Flussdiagramme erfolgt.
20

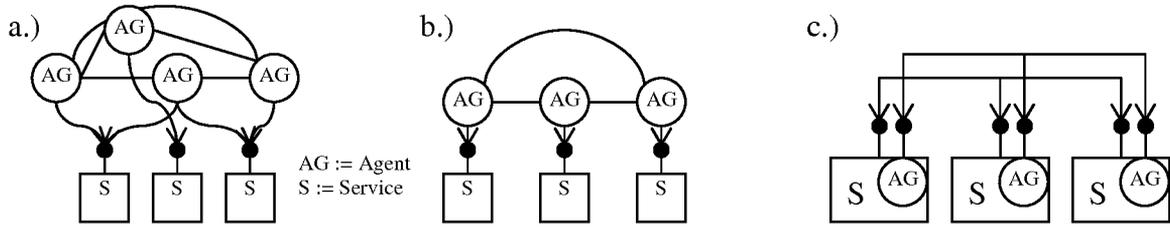


Fig. 1

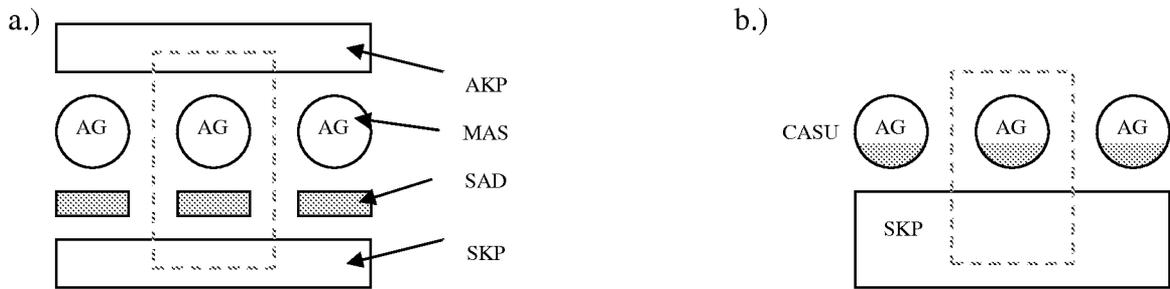


Fig. 2

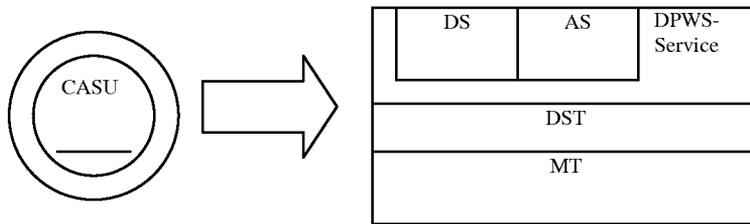


Fig. 3

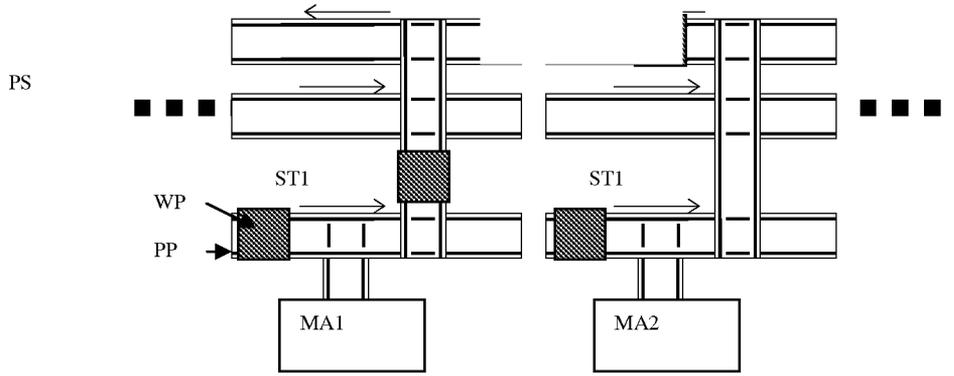


Fig. 4

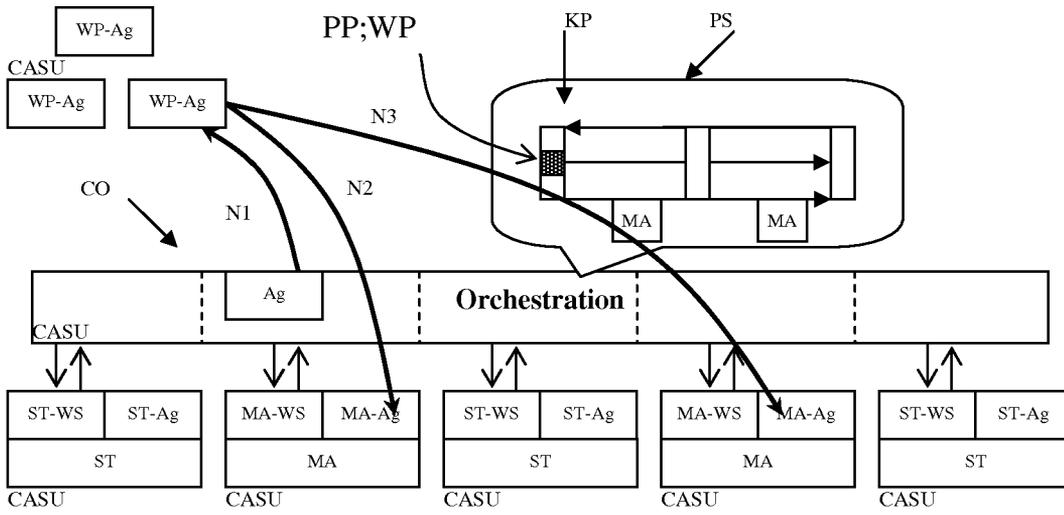
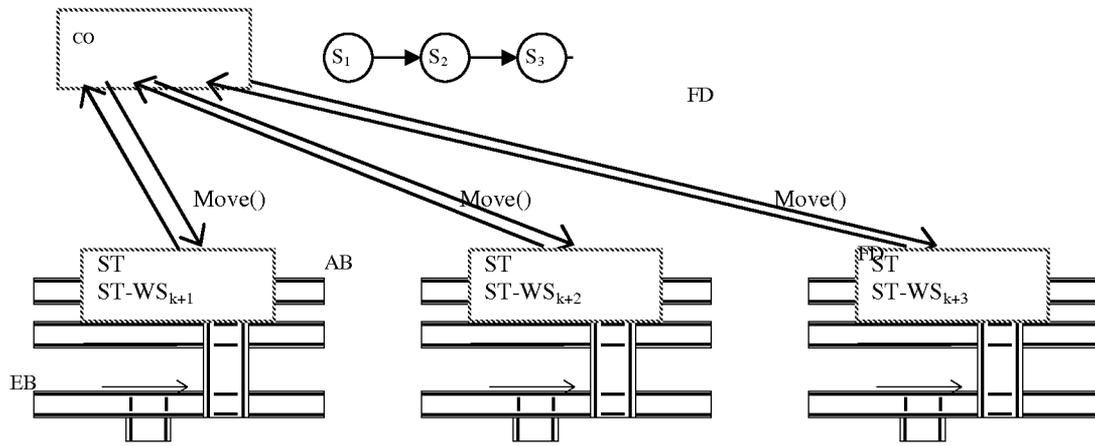
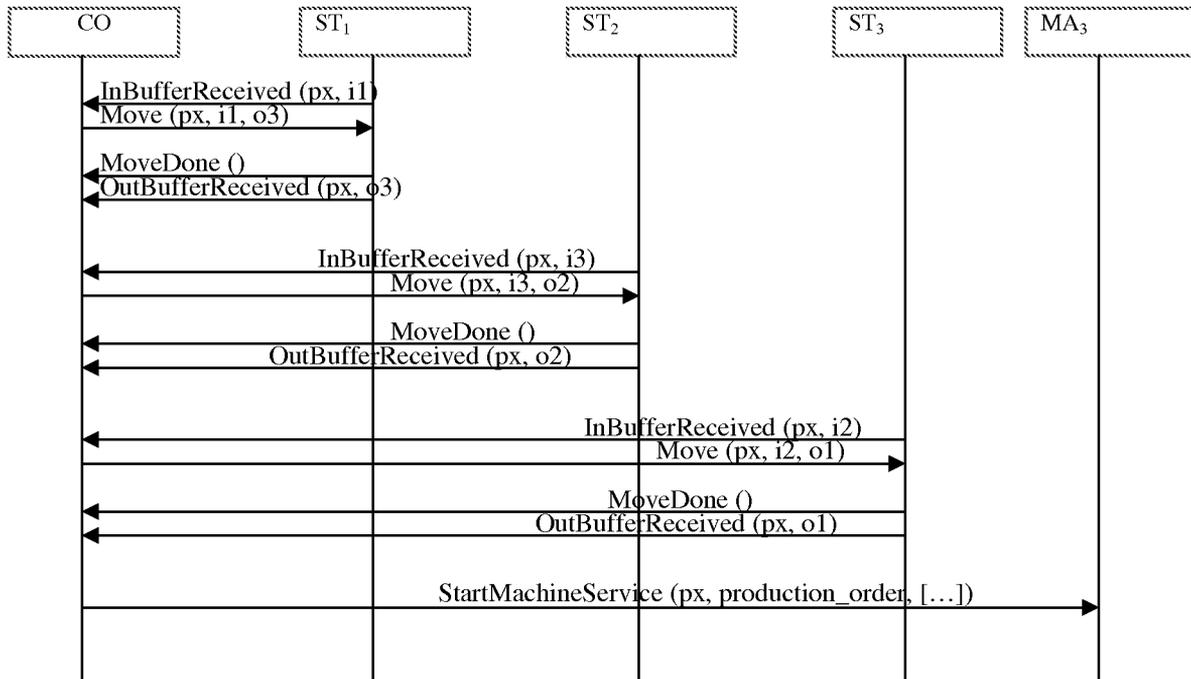


Fig. 5



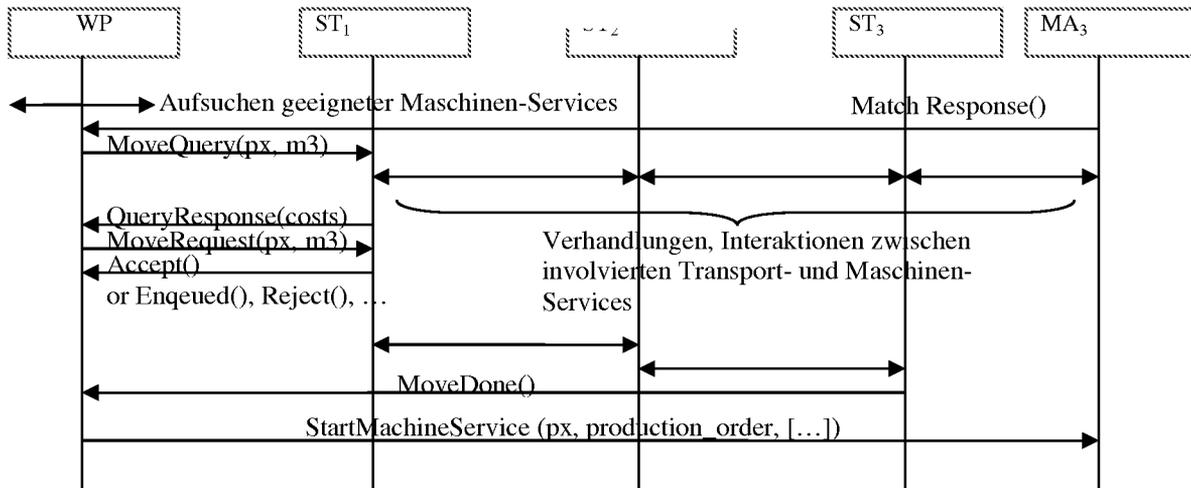
Move() = Bewege()

Fig. 6



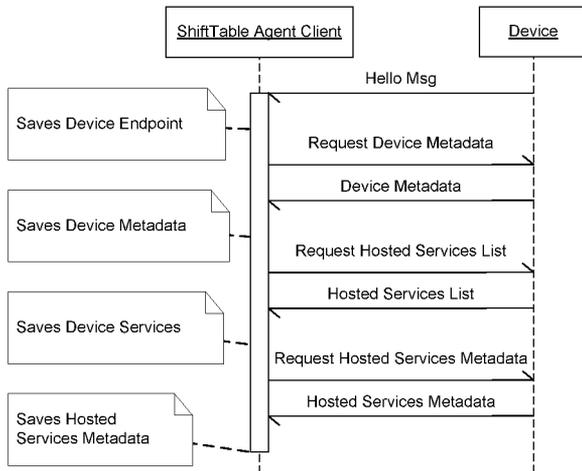
- InBufferReceived (px, i1) = EinBufferEmpfangen(px, i1)
- Move (px, i1, o3) = Bewege (px, i1, o3)
- MoveDone () = BewegeAusgefuehrt()
- OutBufferReceived (px, o3) = AusBufferEmpfangen(px, i3)
- InBufferReceived (px, i3) = EinBufferEmpfangen(px, i3)
- Move (px, i3, o2) = Bewege (px, i3, o2)
- MoveDone () = BewegeAusgefuehrt()
- OutBufferReceived (px, o2) = AusBufferEmpfangen(px, o2)
- InBufferReceived (px, i2) = EinBufferEmpfangen (px, i2)
- Move (px, i2, o1) = Bewege(px, i2, o1)
- MoveDone () = BewegeAusgefuehrt()
- OutBufferReceived (px, o1) = AusBufferEmpfangen (px, o1)
- StartMachineService (px, production_order, [...]) = StartMaschinenService (px, ProduktionsAuftrag, [...])

Fig. 7



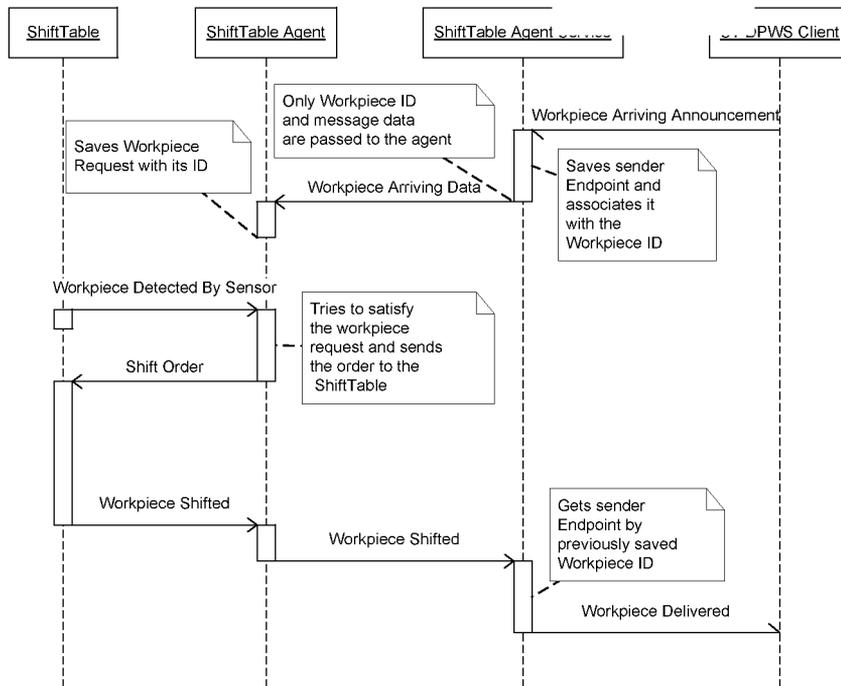
Match Response() = ÜbereinstimmungAntwort()
 MoveQuery(px, m3) = BewegeAnfrage(px, m3)
 QueryResponse(costs) = AnfrageAntwort (Kosten)
 MoveRequest(px, m3) = BewegeAufforderung(px, m3)
 Accept() or Enqueued(), Reject(), ... = Annahme() oder Einreihen(), Ablehnung(), ...
 MoveDone() = BewegeAusgeföhrt()
 StartMachineService (px, production_order, [...]) = StartMaschinenService (px, Produktionsauftrag, [...])

Fig. 8



- ShiftTable Agent Client = Verschiebetisch Agent Client
- Saves Device Endpoint = speichert Geräteendpoint
- Saves Device Metadata = speichert Gerätemetadaten
- Saves Device Services = speichert Geräte-Services
- Saves Hosted Services Metadata = speichert aufgenommene Service-Metadaten
- Device = Gerät
- Hello Msg = Hallo-Mitteilung
- Request Device Metadata = Abfrage Gerätemetadaten
- Device Metadata = Gerätemetadaten
- Request Hosted Services List = Abfrage aufgenommene Service-Listen
- Hosted Services List = aufgenommene Service-Listen
- Request Hosted Services Metadata = Abfrage aufgenommene Service-Metadaten
- Hosted Services Metadata = aufgenommene Service-Metadaten

Fig. 9



ShiftTable = Verschiebetisch

ShiftTable Agent = Verschiebetischagent

ShiftTable Agent Service = Verschiebetischagentenservice

ST DPWS Client = Verschiebetisch DPWS Client

Workpiece Arriving Announcement = Mitteilung der Werkstückankunft

Saves sender Endpoint and associates it with the Workpiece ID = speichert Senderendpoint und verbindet diesen mit der Werkstück-ID

Only Workpiece ID and message data are passed to the agent = nur Werkstück-ID und Mitteilungsdaten werden an den Agenten weitergeleitet

Workpiece Arriving Data = Werkstückankunftsdaten

Saves Workpiece Request with its ID = speichert Werkstückabfrage mit dessen ID

Workpiece Detected By Sensor = durch Sensor entdecktes Werkstück

Tries to satisfy the workpiece request and sends the order to the ShiftTable = versucht Werkstückabfrage zu erfüllen und sendet Auftrag an Verschiebetisch

Shift Order = Verschiebe-Auftrag

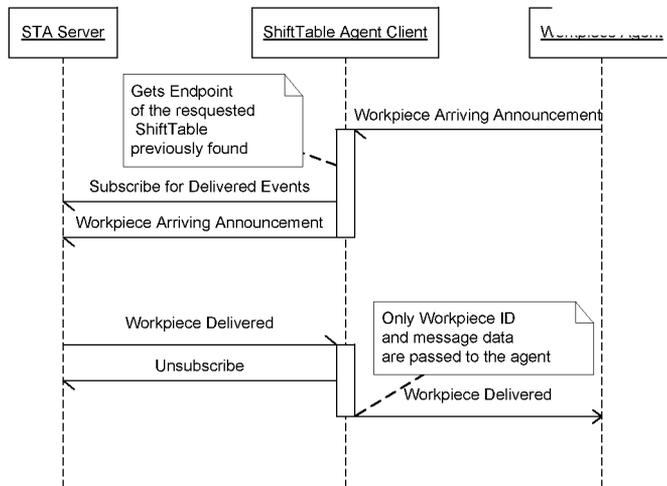
Workpiece Shifted = Werkstück verschoben

Workpiece Shifted = Werkstück verschoben

Gets sender Endpoint by previously saved Workpiece ID = erhält Senderendpoint durch zuvor gespeicherte Werkstück-ID

Workpiece Delivered = Werkstück ausgeliefert

Fig. 10



STA-Server = Verschiebetisch-Agent-Server

ShiftTable Agent Client = Verschiebetisch-Agent-Client

Workpiece Agent = Werkstück-Agent

Workpiece Arriving Announcement = Mitteilung der Werkstückankunft

Gets Endpoint of the requested ShiftTable previously found = erhält Endpunkt der zuvor entdeckten abgefragten Verschiebetischs

Subscribe for Delivered Events = subscribieren für gelieferte Ereignisse

Workpiece Arriving Announcement = Mitteilung der Werkstückankunft

Workpiece Delivered = Werkstück geliefert

Unsubscribe = abmelden

Only Workpiece ID and message data are passed to the agent = nur Werkstück-ID und Mitteilungsdaten werden an den Agenten weitergegeben

Workpiece Delivered = Werkstück geliefert

Fig. 11