



Sonderdruck

Agenten bringen Industrie 4.0 in Aktion
Sonderdruck aus Ausgabe Hannover Messe/2014
www.sps-magazin.de

Zeitschrift für Automatisierungstechnik

A photograph of a complex industrial automation setup, likely a robotic cell or assembly line, featuring various mechanical components, sensors, and wiring. The setup is mounted on a black metal frame. In the foreground, two clear plastic bowls are visible. The background shows a blurred industrial environment with people.

Agenten bringen Industrie 4.0 in Aktion

 **infoteam**
software AG

Am Bauhof 9
D-91088 Bubenreuth
Telefon: +49 (0) 9131 / 78 00-0
Telefax: +49 (0) 9131 / 78 00-50
info@infoteam.de
www.infoteam.de

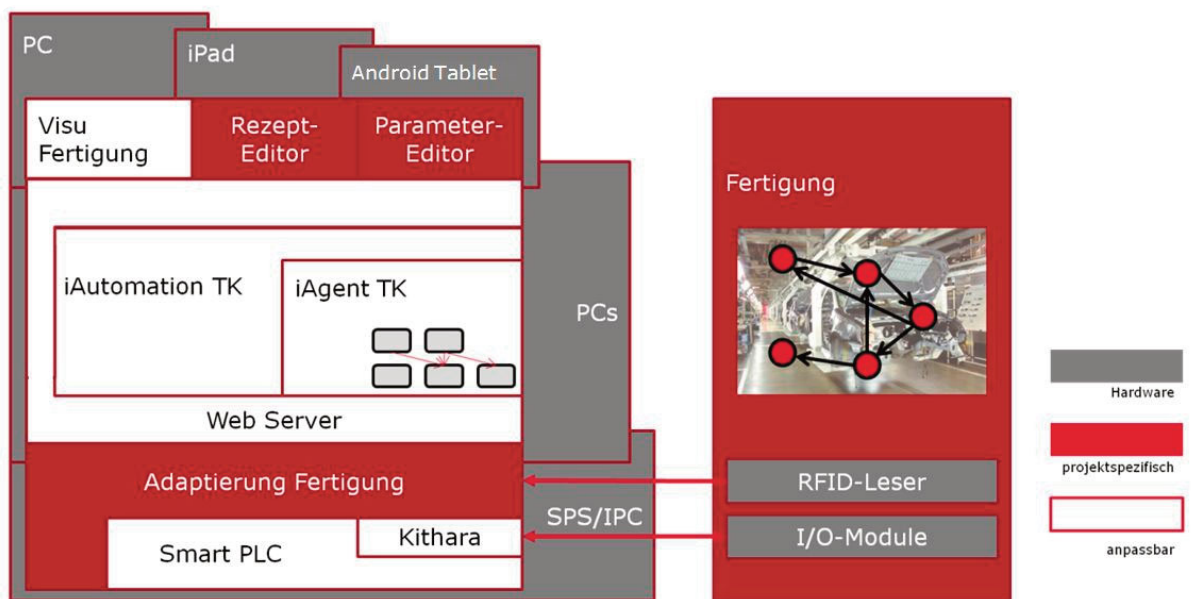


Bild 1: Verteilung der Hard- und Softwarekomponenten

Bild: infoteam Software AG

Agenten bringen Industrie 4.0 in Aktion

Agentengestütztes Softwarekonzept, um Werkstücke intelligent zu machen

Die Grundidee von Industrie 4.0 ist ein Paradigmenwechsel in der Fertigung, weg von der zentralen Steuerung der Fertigung, hin zur dezentralen Intelligenz. Aus der Fertigungs- und Wertschöpfungskette wird ein Fertigungs- und Wertschöpfungsnetz. Dazu gehört auch das sogenannte intelligente Werkstück, das Kenntnis über sich selbst hat und z.B. weiß, was es werden will und wie es gefertigt werden kann. Dadurch soll die Fertigung flexibler und auf Umwegen möglich werden.

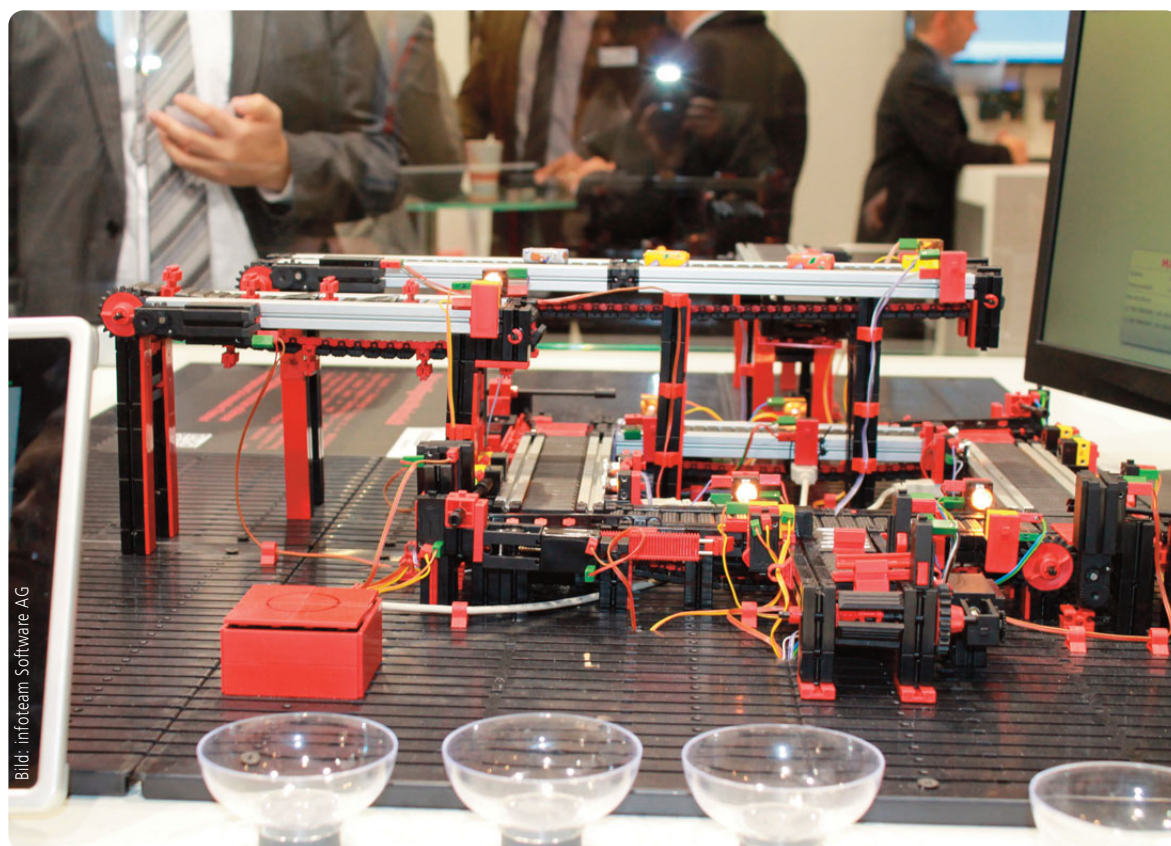
Die Realisierung von Industrie 4.0 ist eng verknüpft mit dem Begriff der cyber physical systems (CPS). CPS sind Systeme, die aus einer Menge von 'intelligenten' Komponenten, nämlich eingebetteten Systemen wie Industriesteuerungen, Sensoren und Aktoren, sowie aus einer Kommunikationsinfrastruktur wie Feldbus, Intra- oder Internet bestehen. Dort treten die intelligenten Komponenten als eigenständige Kommunikationsteilnehmer auf. So ergibt sich das 'Internet der Dinge' – ein dritter häufig genannter Begriff im Umfeld von Industrie 4.0. Der Mensch wird ein Bestandteil des

Kommunikationsnetzes, gemeinsam mit Dingen, die rechnen und kommunizieren können. Hier ergibt sich jedoch eine Lücke im Konzept. Das intelligente Werkstück kann nur dann intelligent sein, wenn es als intelligente Komponente im CPS auftritt. Für die wenigsten Werkstücke wird das aber zutreffen. Die Seifenflasche kann nicht rechnen. Sie mit Rechenleistung auszustatten, wäre unverhältnismäßig.

Der iAgent löst das Problem

Mithilfe eines dezentralen Multiagentensystems (MAS) werden intelligente

wie nicht-intelligente Komponenten des CPS repräsentiert. Damit erlangen die Werkstücke Intelligenz, in diesem Sinne über die Intelligenz ihrer Repräsentanten aus dem Agentensystem, den Software-Agenten. MAS sind eine seit ca. 15 Jahren bewährte Programmiermethodik der künstlichen Intelligenz. Software-Agenten haben Ziele, die sie verfolgen können und die Fähigkeit zur Introspektion. Sie können Aussagen über ihren eigenen Zustand machen, mit anderen Agenten kommunizieren und kooperieren. Die Verbindung mit dem durch sie repräsentierten Gegenstück in der physischen Realität



erfolgt über eindeutige Kennzeichnungen (RFID, QR-Code, Barcode o.a.). Der Mensch ist als aktiver Teilnehmer in das CPS mit eingebunden, z.B. durch webbasierte Informationssysteme für mobile Endgeräte, die per QR-Code-Scanner aktuelle Statusinformationen erhalten und Prozessparameter setzen können.

Der iAgent macht das Werkstück intelligent

Durch die Vernetzung der Fertigungsanlagen ist es jetzt möglich, die ganze Fertigung als ein einziges intelligentes System aufzubauen. Die infoteam Software AG verwendet dazu ein Multiagentensystem (MAS), welches jedes Element der Fertigung als intelligentes und zielgerichtet handelndes Objekt (cyber physical object) einbindet. Dabei ist es egal, ob es sich um ein Werkstück, eine Fertigungslinie oder beliebige Sensoren handelt. Auch SPS-Steuerungen können als Objekte und somit Agenten betrachtet werden. Dieses Cybersystem aus Software-Agenten kann neben der Fertigungssteuerung weitere Aufgaben wie Logistik und Produktlebenslauf übernehmen.

Hier bietet das Agentensystem eine anpassbare Lösung für jeden Bereich.

Die Vorteile der Agenten

Jeder einzelne Agent wird durch seinen Zustand definiert. Der Zustand beschreibt in diesem Zusammenhang seinen internen Status (Wer bin ich, Wo bin ich, Was ist bereits mit mir passiert) und seine Ziele (Wo will ich hin, Was soll mit mir passieren). Um selbständig seine Ziele zu erreichen und den besten Weg zur Zielerreichung zu bestimmen, kommuniziert der Agent mit anderen Agenten. Es gibt häufig mehrere Möglichkeiten zur Zielerreichung. Der Agent kann daher mit verschiedenen Gewichtungsmöglichkeiten oder Optimierungsmethoden arbeiten, um für den aktuellen Zustand die geeignete zu finden. Dies kann z.B. die schnellste Zielerreichung sein, die Kostengünstigste oder die mit den geringsten Rüstzeiten. Je nach System kann dies auch dazu führen, dass die Zielfindung sehr aufwendig wird. Da alle Agenten über ein Netzwerk miteinander kommunizieren müssen, er-

möglicht dieses Agentensystem eine dezentrale IT-Struktur. Damit ist sie unabhängig von anderen Einflüssen oder Ausfällen und gleichermaßen unabhängig von der Intelligenz einer einzelnen Steuerung. Die Kombination aus Objekt, Zustand und Kommunikation sorgt für die Intelligenz der cyber-physikalischen Objekte. Um diese Intelligenz auf das Werkstück oder die Fertigungsanlage zu übertragen, gibt es mehrere Standardwege: Tagging, Datenhaltung auf dem Element oder Intelligenz auf dem Element. Tagging ist die einfachste Methode und erfordert nur eine Identifizierung des Werkstücks innerhalb der Anlage, z.B. durch RFID-Tags, die von Lesegeräten ausgelesen werden. Bei dieser Lösung liegen der gesamte Zustand und die Intelligenz nur im zugeordneten Agenten. Das Agentensystem wird vom Leser über das aktuelle Werkstück und dessen Standort informiert. Der interne Zustand des Agenten wird aktualisiert und kann eine weitere Kommunikation mit der Umwelt des Agenten auslösen. Neben der zur Zielfindung notwendigen Kommunikation können auch

andere Aktionen innerhalb des Gesamtsystems ausgelöst werden, z.B. eine Nachbestellung von notwendigen Zusatzteilen oder Informationen über anstehende Wartungszyklen. Nimmt man die Datenhaltung mit auf das Werkstück, z.B. durch beschreibbare RFID-Tags oder Flash-Speichermedien, kann der repräsentierende Agent an jeder Meldestation von selbst instanziiert werden, das heißt, es sind keine weiteren Daten notwendig. Er befindet sich dann automatisch wieder im Gesamtsystem und kann durch die Kommunikation mit anderen Agenten sofort seine Aufgaben weiter verfolgen. Da geänderte Zustände des Agenten auch sofort wieder auf dem Speichermedium abgelegt werden, hat dies einen ganz entscheidenden Vorteil: Es ist keine zentrale Sicherung des Systems notwendig. Darüber hinaus könnte man das Werkstück oder die Linie auch direkt mit eigenen Prozessoren und Speichern ausstatten. Voraussetzung dafür ist ein hoher technologischer Aufbau der einzelnen Werkstücke.

Konfiguration statt Programmierung

Sollten sich in der Fertigung neue Anforderungen ergeben, z.B. Änderungen von Prozessen oder bei Werkstücken, muss nicht mehr die bestehende IT-Struktur, sondern nur der einzelne Agent geändert oder neu konfiguriert werden. Ganz neue Werkstückarten oder Linienelemente müssen lediglich als Agent implementiert werden, können aber ohne Änderungen in bestehender Struktur ins Agentensystem eingefügt werden. Das ist problemorientiert, abstrakt und weniger aufwendig.

Die Technik

Das iAgent Toolkit ist ein Java-basierendes Multiagentensystem. In diesem kommunizieren alle Agenten über TCP-IP Nachrichten miteinander oder über Konnektoren auch mit ihrer Umwelt, z.B. einer SPS. Dieses lose gekoppelte System kann über mehrere Rechner verteilt werden. Erweiterungen und Änderungen des MAS erfolgen nur über Änderungen einzelner Agenten oder dem Hinzufügen neuer Agenten. Andere, bereits laufende Agenten sind davon nicht betroffen.

Die Zugriffs- und Ausfallsicherheit des Systems wird hier auf Agentenebene durchgeführt. Dazu gehört die Zustandspeicherung in Datenbanken, zur Ausfallsicherheit und die System-sicherheit innerhalb des Agenten oder der Sicherheitszone.

Szenario – Industrie 4.0 mit dem iAgent-Framework

Folgender Ablauf wurde bereits exemplarisch realisiert: Werkstücke wurden mit ID-Tags versehen, wodurch diese innerhalb der Fertigung identifizierbar sind. Für jedes ID-Tag ist ein Agent im Agentensystem angelegt. Dazu kamen weitere drei Agenten, welche die Linien repräsentierten und ein Agent für die Steuerung der Visualisierung. [BILD] Ziel ist, dass die Werkstücke selbst ihre Ziele erfüllen. Als mögliche Ziele sind dafür drei unabhängige Arbeitsschritte an ebenfalls drei Stationen vorgesehen. Neben der Fertigungsstraße kommen folgende Hardwarekomponenten zum Einsatz:

- RFID-Leser zur Zuordnung Teil-RFID-Agent
- E/A-Module zur Ansteuerung der Fertigung durch die Agenten
- PC mit Windows Kithara-Echtzeiterweiterung zur Verbindung zwischen Agentensystem und Fertigung
- PC für das Agentensystem
- PC als Webserver für die Visualisierung

Um den Zustand und die Kommunikation der Agenten zu visualisieren, wurde das gesamte Agentensystem auf einem normalen PC-Monitor visualisiert. Die Einspeisung der Werkstücke als intelligente Agenten wurde über einen Recepteditor realisiert, der auf einem iPad lief. Auch die Zustände der drei festen Stationen konnten über ein Android-Tablet, das als Parametereditor eingesetzt wurde, verändert werden. Über diese Konfiguration war es möglich, sowohl reguläres Verhalten als auch Störfälle darzustellen.

Flexibel anpassbar – Konfiguration statt Programmierung

Das iAgent-Toolkit ist ein Software-Framework, das den Aufbau eines kundenspezifischen Systems schnell und einfach macht. Nach einer Analyse der Kundenanforderungen werden die Agenten mit ihren Zuständen, Zielen und Aufgaben an das vorhandene System angepasst. Die Fertigungsprozesse

und Güter sind durch einzelne Agenten abgebildet und mit geeigneten Zielfindungsalgorithmen ausgestattet. Das Agentensystem kann überall eingesetzt werden, wo schnelle Änderungen, dezentrale Systeme oder komplexe Zielfindungen notwendig sind. Steuerungen, Sensoren und Aktoren können problemlos in das CPS integriert werden. Auch die Überwachung von Datenbanken oder die selbständige Datenanalyse kann von Agenten übernommen werden. Änderungen am System erfolgen durch die Änderung der Ziele von Komponenten im CPS, anstatt des Ausprogrammierens des Systemverhaltens. Demzufolge kann die Fertigung auf Störungen oder geänderte Abläufe selbständig flexibel reagieren und muss nicht aufwendig neu in Betrieb genommen werden. Durch verringerte Stillstandszeiten und geringerem Betreuungsaufwand läuft die Fertigung ökonomischer. Auch der Energieverbrauch und die -erzeugung, z.B. von Prozessabwärme, können so optimiert werden, indem natürliche Ressourcen geschont werden. In Summe ergibt sich eine Kostenreduzierung, mit der sich Investitionen schnell rechnen. Die iAgent-Lösung ist leicht erweiterbar um die Anbindung an HMI, Scada, MES, SAP, Logistik, Facility Management und Energieverwaltung. Der Automatisierungsgrad wird auf eine höhere Ebene bis hin zur Logistik gesteigert. Damit erschließt sich das volle Potenzial der Industrie 4.0. Die infoteam Software AG bietet für alle, die eine solche Lösung mit Visualisierung, HMI und der plattformunabhängigen Anbindung von mobilen Endgeräten suchen, die passende Lösung. ■



Autor: Michael Lierheimer, Senior Engineer, infoteam Software AG