

Non-traditional procedure for the organization of information control systems for intelligent production machines

Nicht-traditionelles Verfahren zur Organisation von Informationssteuerungssysteme für Intelligente Produktionsmaschinen

Sasho Guergov*, Aleksandar Tsenov†

Technical University of Sofia, Bulgaria,

*Faculty of Mechanical Engineering, email: sguergov@tu-sofia.bg,

†FDIBA, email: aleksandar.tsenov@fdiba.tu-sofia.bg

Zusammenfassung — In den letzten Jahren der industrielle Fortschritt ist mit der, auf der Messe in Hannover im 2013 erwähnten Plattform „Industrie 4.0“. Das Konzept ist basierend auf führenden Lösungen von SIEMENS für digitale Produktentwicklung und Produkterstellung. Diese Lösungen sollen die Bedingungen sowie zur Automatisierung des gesamten Lebenszyklus eines Produkts, als auch zur Integrierung von Cyber-Physical Systemen, die eine virtuelle Darstellung der realen Welt abbilden um die physikalische Produktionsprozesse zu verwalten, um zu kommunizieren und um selbst verteilte Entscheidungen zu treffen.

Abstract — In recent years the industrial progress is with the platform "Industrie 4.0" mentioned at the trade fair in Hannover in 2013. The concept is based on leading solutions from SIEMENS for digital product development and production. These solutions are designed to address the conditions, as well as the automation of the entire life cycle of a product, as well as the integration of cyber-physical systems, which represent a virtual representation of the real world in order to manage physical production processes and to make distributed decisions itself.

I. EINFÜHRUNG

Es existieren mehrere charakteristische Besonderheiten der gegenwertigen Entwicklung der Wirtschaft. Einerseits das kurze Lebenszyklus der Produkte und die rasche technologische Entwicklung ändern das Verständnis, dass in einigen Sektoren die komplexe Verarbeitung sich nicht in einem stabilen Funktionszustand befindet, wenn diese geändert werden soll. Andererseits besteht das Trend in den großen Unternehmen, die Flexibilität als organisationale Lösung zu betrachten um der neuen Marktanforderungen schnell und effektiv entgegenkommen zu können. Eine schnelle Reaktion auf diese Anforderungen lohnt sich nur dann, wenn einen geprüften Produktionsprozess kurzfristig angewendet wird.

Dies erfordert die Entwicklung eines Konzepts, bei dem die Produktionssysteme mehr Intelligenz und Flexibilität umfassen, sowie bei der Erfüllung den technologischen Prozessen, als auch bei dem selbstständigen Entscheidungstreffen während einer kontinuierlichen Änderung des Produktionsprogramms [1], [2].

Bei diesen Voraussetzungen kann man die folgenden Charakteristiken der Produktionsmaschinen festlegen [3],[4]:

1. Modulare Struktur
2. Skalierbarkeit
3. Leichte und genaue Modulintegration
4. Optionen zur funktionale Transformation
5. Flexibilität und Anpassungsfähigkeit
6. Automatische on-line Diagnostik und Korrektion von Systemparameter

In diesem Kontext kann man die Produktion als Rechnerintegrierten Prozess, bei dem die Intelligenz alle Hardware- und Softwarekomponente umfasst.

Die Änderungen in der Systemkonfiguration führen zur Änderungen in den Parametern der Maschinen, und davon folgt, dass die Steuerung in der Lage sein muss sich selbst zu konfigurieren um sich an die neuen Bedingungen anzupassen.

II. REALISIERUNG VON INTELLIGENTEN PRODUKTIONSMASCHINEN

Um die Realisierung eines intelligenten, technologischen Prozesses der mechanischen Bearbeitung bei einer vollen Automatisierung zu gewährleisten, soll das Produktionssystem wie folgt enthalten:

1. Identifikation des zu bearbeitenden Objekt;
2. Zuordnung des Objekts zu einer Detailklasse;
3. Auswahl eines typischen Technologieprozesses;
4. Datenwahl und Anhäufung neuer Informationen;
5. Auswahl einer Route für die Reihenfolge technologischen Operationen;
6. Wahl zusätzlicher technologischen Ausrüstung;
7. Wahl eines technologischen Operationsprozesses;
8. Wahl eines Optimierungskriteriums zur Umstrukturierung/Rekonfigurierung der Maschine;
9. Wahl des Strukturmodells der Maschine;
10. Verwaltung des vorläufigen Strukturstandes der Maschine;
11. Wahl eines Steuermodells zur Umstrukturierung des Systems;
12. Steuerung der Maschine.

Abbildung 1 stellt eine Beispielsstruktur des Informationssteuersystems zur Verwaltung und Koordination aller Funktionen einer Intelligenen Produktionsmaschine (IPM) vor.

1. Datenbank zur formalen Beschreibung und Identifikation der Details (Di). Jedes Detail ist durch eine Menge

geometrischer Parameter dargestellt ($\{GP\}$), die durch Untermengen von Basisprimitiven ($\{BP\}$) und zusätzlichen Primitiven ($\{DP\}$) wie folgt formalisiert werden kann: $D_i \in \{BP\} \cup \{DP\}$;

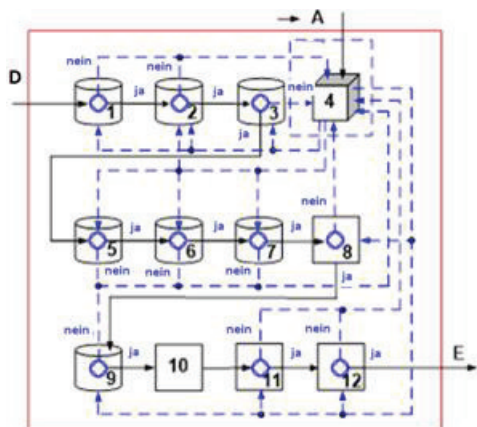


Abb. 1. Struktur des Informationssteuerungssystems

2. Datenbank für Detailklassen: KL_{ij} . Jedem parametrisierten Objekt von KL_{ij} wird einen entsprechenden Code zugeordnet $A_{KL_{ij}}$;

3. Datenbank typischer technologischer Prozessen (TP). Jeder TP wird als $t_j = (\{Ei\}_j, \{Ci\}_j)$, wo $\{Ei\}_j$ die Menge der Elementen TPt_j (Menge der Operationen, Übergängen und Zügen) und $\{Ci\}_j$ – Menge der Verbindungen zwischen den Elementen von TPt_j sind. Die Suchprozedur $P_x = P_2RP_1$, wo R eine Reichenprozedur ist; P_1 – Suchprozedur für die Produktmenge $\{D\}$, die identische TP haben; P_2 – Suche in der Menge $\{T_x\}$ von TP nach der Abbildung von P_2 , das heißt $\{D\} \Rightarrow \{T_x\}$.

4. Informationssuchsystem zur Datenwahl und Anhäufung neuer Informationen.

5. Datenbank, die Routen für die Reihenfolge technologischer Operationen auf dem Detail enthält. Jeder $t_j = (\{Ei\}_j, \{Ci\}_j)$ entspricht eine Route die Reihenfolge technologischer Operationen vom Typ M_n : $\{M_{ij}^{kl}\}$ mit zugeordneter Adresse

$$A_{KL_{ij} KL_{ij}}^{M_n} \text{ in Datenbank 5.}$$

6. Datenbank mit Informationen für die technologische Ausrüstung. Die Menge $\{TE\}$ von parametrisch dargestellten Untermengen von Werkzeugen: Gama-Futter ($\{T\}$), Greifer ($\{GR\}$), Satelliten ($\{S\}$) und andere, das heißt $\{TE\} \cup \{T\}, \{GR\}, \{S\}, \dots$. Jedem Objekt von der Menge $\{Di\}$ entspricht Menge vom Typ $\{Ti, GRi, Si\}$, das heißt

$$D_i \xrightarrow{TE} \{TTi, GRi, Si\} \quad (1)$$

7. Datenbank mit Informationen über technologischen Operationsprozesse und Steuerprogramme. Bei dieser Prozedur soll den passenden Operationsprozess gewählt werden

$$OT_i \in \{NJ, RJ, YJ\}_{j_i} \subset \{Q\},$$

wo $\{NJ\}$ ist die Menge der Schneidwerkzeugen; $\{RJ\}$ ist die Menge der Schneidregimen; $\{YJ\}$ ist die Menge der Schneidbedingungen; $\{Q\}$ ist eine indizierte Menge, die den Operationsprozess für den jeweiligen Detail entspricht.

8. Modul zur Wahl des Strukturmodells der Maschine. Die Strukturvariante (SV_i) wird durch die Menge der Module $\{Mod\}$ und Subsystemen $\{SS\}$, die eine intelligente

Produktionsmaschine zur Erfüllung konkreter technologischer Prozesse bei minimalen technologischen Wertes (TS_{min}) aufbauen., das heißt

$$SV_i \in \{Mod\} \cap \{SS\} \rightarrow TS_{min}. \quad (2)$$

9. Datenbank, die verschiedene strukturelle Konfigurationen/Varianten der IPM - $\{SV_i\}$.

10. Abspeicherung vorläufiger Maschinenstruktur. Diese Funktion ist im Falle Erfüllung einer Priorität-Funktion. Zu diesem Zweck ist die Option vorgesehen, den Maschinen- und den Programmstand abzuspeichern, so dass bei einer zukünftigen Umstrukturierung zu dem abgespeicherten Stand, das gestoppte Programm bis zum Ende zu erfüllen. Bei dem Übergang von einem vorigen Zustand zu einem gegenwärtigen, es gilt:

$$P_k^j: m_k(Q) \rightarrow m_j(Q) \quad (3)$$

wo Q ein Operator ist, der den ausgeführten Teil des Produktionsprogramms in % abspeichert.

11. Modul für Wahl/Synthese des Steuermodells der Maschine. Das Modell wird wie folgt dargestellt:

$$F_{UM}\{M, P_k^j, y(t), w(p), h(p)\} \quad (4)$$

wo M die Module repräsentiert, die in der jeweiligen konstruktive Variante beteiligt sind, P_k^j beschreibt den vorläufigen Zustand des Systems, $y(t)$ ist die Steuerfunktion, die die innere und die äußere Störungen in Echtzeit zählt, $w(p)$ ist die Übertragungsfunktion der elektrischen Antriebe der Module, $h(p)$ die jeweilige Übertragungsfunktion der Änderung der Eingangsparametern der endlichen Ausführungseinheiten.

12. CNC/PC Steuersystem der IPM.

Die Eingänge A und E beziehen sich auf die Möglichkeit interaktiver Betreiberinterventionen und Informationen über die technischen und wirtschaftlichen Indikatoren der Produktionsaufgabe. Ausgangsanschluss E ist ein Mehrkanal-Eingang für das Maschinen-System. In Abbildung 1 werden gestrichelte Linien die Links in der Verwendung von "vergangener Erfahrung" gegeben und mit unterbrochener "Akkumulation neuer Informationen".

III. NICHT-TRADITIONELLES VERFAHREN ZUR ORGANISIERUNG VON INFORMATIONSTEUERUNGSSYSTEME FÜR INTELLIGENTE PRODUKTIONSMASCHINEN

Die wichtigsten Herausforderungen an einer intelligenten Maschine können wie folgt festgelegt werden:

- Zuverlässige Produktion mit wenigem Ausschuss;
- Geringere Energiekosten;
- Vereinfachte Einrichtung und Wartung;
- Höhere Lebensdauer der Maschinen.

Diese Herausforderungen benötigen die Anwendung passenden intelligente Lern- und Funktionsmethoden in den Maschinen, so dass diese selbst den gesamten Produktionsprozess (oder einen großen Teil davon) ohne Anwesenheit und/oder Teilnahme an den Prozess eines Menschen notwendig wäre. Eine intelligente Maschine soll z.B.:

- Abweichungen in den Produktionsprozess und in den Werkstoffen erkennen und korrigieren können;
- Vernetzt mit anderen Maschinen arbeiten können;

- Den Energie- und den Werkzeugverbrauch durch Aufzeichnung und Auswertung von Daten optimieren können und andere.

Alle, bis hierher erwähnte Herausforderungen und Eigenschaften der intelligenten Maschinen, führen ganz einfach zur Entscheidung: die gegenwärtigen Informationstechnologien sollen breit in den Produktionsprozessen eingeführt werden.

Auf der Abbildung 1, sind sowie eine große Menge von Datenbanken, die Daten zur Vorbereitung und Ausführung des technologischen Prozesses enthalten, als auch einige Module vorgesehen, die die wichtigen Aufgaben zur Entscheidung treffen im Laufe des Produktionsprozesses dienen. Diese Entscheidungen können nur aufgrund komplexer Bewertung großer Menge von Parametern getroffen werden.

In einer vorigen Arbeit wird vorgeschlagen die Entscheidungen durch im Voraus erzeugten Routen für die technologischen Operationsprozesse zu nehmen [5]. Das erfolgt durch Anwendung von heuristischen Algorithmen (Genetic Algorithms), wobei von der immensen Menge möglicher Entscheidungen, die optimalen zur Produktion bestimmten Details selektiert werden und in einer Reinform von Operationen umgewandelt werden.

Gegenwärtig reicht dieser Vorgang zu erreichen hochintelligenten Prozessen nicht.

In dieser Arbeit ein integriertes Steuerungs- und Wartungsprozess zur Gewährleistung optimalen Produktion, aufgrund neusten Errungenschaften der M2M (Machine to Machine) Kommunikation und des IoT (Internet of Things) Managements ist vorgeschlagen.

Die, im vorigen Teil beschriebene Module 4, 8, 10, 11 und 12 werden, können als vernetzte Elemente betrachtet werden, wobei diese Vernetzung den Austausch wichtigen für die Funktionen der Module Informationen und Parameterwerten ermöglicht. Dafür braucht man eine Ausrüstung der Module mit passende Netzwerkschnittstellen ausgerüstet werden. In den IP basierten Netzwerke bedeutet das Netzwerkkarten, die sowie mit Kabelverbindungen als auch Wireless zueinander angekoppelt werden können, Die Controller der Netzwerkkarten sollen nicht sehr komplex sein, der Datenaustausch erfolge auf der Schicht 2 der OSI – Referenzmodels und deswegen benötigt man keine Adressierungsprotokolle der höherwertigen Schichten nicht. In den Controllern soll eine Funktionalität integriert werden die unten beschrieben ist.

Das Konzept ist basierend auf neue Managementarchitekturen für Internet of Things. Im standardisiertem Management in Internet verwendet man die Manager Agent Architektur, implementiert in dem Management Protokoll SNMP. Es handelt sich um einen intelligenten Manager, der vollständigen Kenntnisse über eine Netzwerkarchitektur hat und je nachdem Entscheidungen bezüglich Konfiguration und Verwaltung der Komponente der Architektur nehmen kann. Der Manager selbst kann aber keine Handlungen selbst ausführen, sondern nur entsprechende Befehle an einer Menge untergeordneten Agenten vergeben. Die Agenten sind die Tatsächlichen Ausführungselemente in der Managementarchitektur und üben die Auswirkung auf die zu menagierenden Komponenten (NE – Network Elements) aus. Die Agenten selbst haben keine „Intelligenz“ selbst zu entscheiden, was zu machen ist (Abb. 2).

Im IoT Managementkonzept sind sogenannte eingebettete Agenten (AA - Auxiliary Agents) vorgesehen, die die tatsächliche Funktion Agenten der Agenten unterstützen. (Abb 3).

In den eingebetteten Agenten sind die Modelle der Funktion der NE implementiert. Das bedeutet, die Strukturmodelle, die Funktionsweise und die zu steuernden Parameter sind den eingebetteten Agenten vollständig bekannt und sie können dann

selbst die richtige Entscheidung für den Prozessverlauf nehmen und ausführen.

Dies erfolgt unter der Beobachtung seitens Managers, der schon nicht mit der Entscheidungsnahme belastet ist, sondern nur den gesamten Verlauf des Produktionsprozesses verfolgt. Dies passiert mittels von den Agenten generiert und zu ihm gesendeten Mitteilungen.

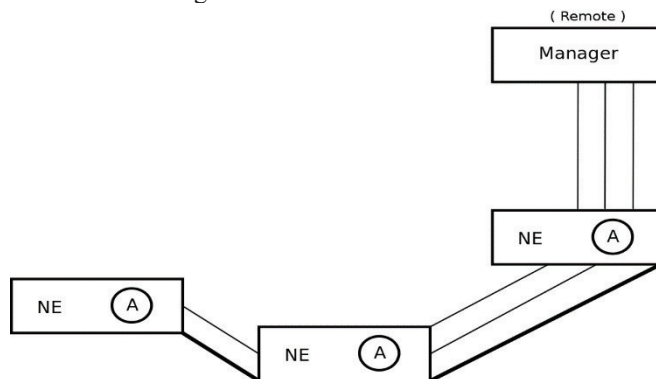


Abb. 2. Standardisierte Struktur des Managementsystems

Da es sich hier um eine Erweiterung einer bereits bestehenden Lösung handelt, ist im Voraus bekannt, welche Funktionalitäten der Manager den Agenten ausgesetzt ist (und umgekehrt), um eine Reihe von Aufgaben zu decken. Daher können diese Funktionalitäten in eine Schnittstelle (Quasi-Manager) abstrahiert und durch den eingebetteten Agenten belichtet werden, so dass die Befehlskette von (NE-A) -M auf (NE-A) -AA-M erweitert werden kann.

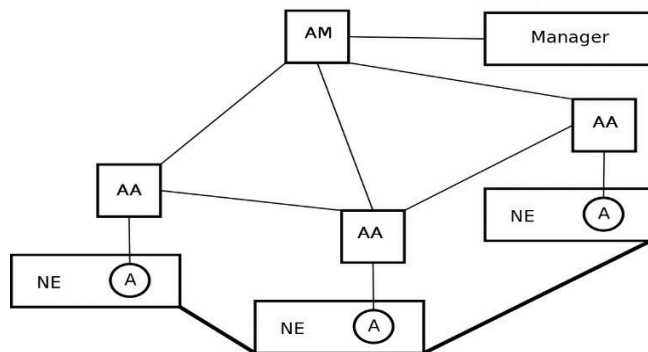


Abb. 3. Vorgeschlagene Struktur des Managementsystems

Ein Hilfsmanager (AM – Auxiliary Manager) kann verwendet werden, um komplexere Richtlinien zu berücksichtigen und AAs zu koordinieren.

Aus der Perspektive eines Agenten werden Nachrichten an einen AA gesendet und empfangen, der sich in der gleichen Weise wie der Manager verhält. Aus diesem Grunde sind keine Änderungen in der inneren Logik der Agenten notwendig. Dasselbe gilt für Fernmanager.

Dies beseitigt jedoch keineswegs die Koexistenz zwischen einer direkten A-M und einer A-AA-M-Kette. Abb. 4 zeigt eine weitere Möglichkeit zur Modifikation der Kette, wobei AAs als Alternativen zu Agenten verwendet werden können.

In diesem Fall ist eine Teilmenge der Funktionalitäten des Agenten in das AA eingebettet, so dass es unabhängig überwachen und mit den verwalteten Ressourcen interagieren kann.

Dies stellt das Modell aus einer Sicht dar, die auf dem Managementaspekt basiert. Allerdings sollten auch Bedenken in einer Weise verteilt werden, die für IoT natürlich ist, um einige wichtige Vorteile zu nutzen. Agenten können die Sensor- und

Aktor-Rollen verkörpern, da sie bereits äquivalente Funktionalitäten im traditionellen Manager-Agent-Paradigma enthalten. AAs wird die wichtigste Asset-Device-to-Device- ("agent-to-agent"), Konnektivität bereitstellen und eine Out-of-Band-Kommunikation zwischen lokalen Elementen ermöglichen

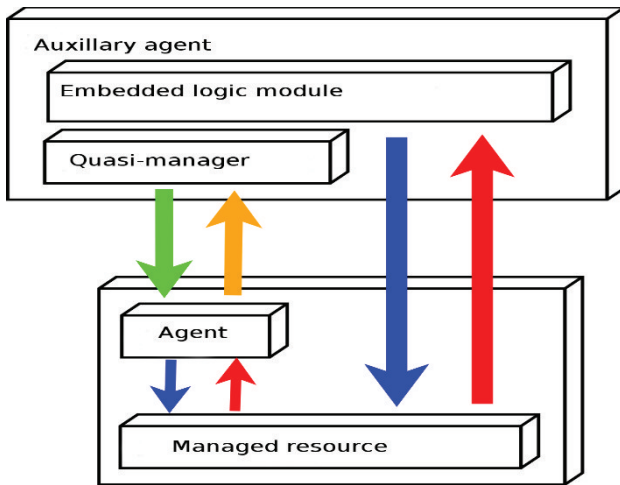


Abb. 4. Vorgeschlagene Struktur des Informationsaustauschsystems in den Modulen 4, 8, 10, 11 und 12.

Die zu menagierenden Ressourcen sind die Struktur der Module, die die vorgeschlagene Struktur unter denen Informationen austauschen lässt, die Funktionalität verwaltet und die Parameterwerte konfiguriert oder ändert.

IV. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND ZUKÜNFTIGE ARBEITEN

Die gegenwärtige Entwicklung der Informationstechnologien macht es möglich das Informationsmanagement in der Industrie ein rasches Eindringen in Gebiete, die auf erster Sicht nicht mit der Informationsverwaltung zu tun haben. Die Produktionsprozesse werden immer mehr komplexer und es

werden passende Methoden, Verfahren und Werkzeuge der Herausforderungen entgegenzukommen.

Diese Arbeit bietet ein integriertes Verfahren zur gemeinsamen Mitwirkung unterschiedlichen intelligente Techniken zu Erhöhung der Effizienz der Produktionsmaschinen. Der Vorschlag umfasst Erstellung neuer Maschinenstruktur, die selbst intelligente Funktionskomponente beinhaltet, Anwendung von Heuristiken um optimale Parameter zu bestimmen und am Ende – Ansatz einer Managementarchitektur, die gleichzeitig den Informationsaustausch und das Management der intelligenten Maschine ausführt.

Als weitere Aufgaben, die zu lösen geblieben sind, kann man die Erstellung geeigneten Datenstrukturen, Datenbehandlungsverfahren und Optimierung des Informationsaustauschprozesses in Richtung Echtzeitfunktion und durch maschinelles Lernen Erzeugung neuer Maschinenstrukturen, bezeichnen

REFERENZEN

- [1] Mehrabi, M., A. G. Ulsoy, Y. Koren, "Reconfigurable Manufacturing Systems and Their Enabling Technologies", *International Journal of Manufacturing Technologies and Management*, Vol. 1, № 1, 2000, pp. 113-130
- [2] Koren, Y., Heisel, U., Jovane, F., Moriwaki, T., Pritschow, G., Ulsoy, G., and Van Brussel, H., "Reconfigurable Manufacturing Systems", *Annals of the CIRP*, 1999, Vol. 48/2, pp. 527-540
- [3] Guergov, S., "Integriertes verteiltes selbstorganisierendes System für mechanische Bearbeitung," *IVth International Congress "Mechanical Engineering Technologies'04"*, September 23-25.2004, Varna, Proceedings, Volume 5, pp. 149-154
- [4] Guergov, S., "Multioperations technological System with complex functions, reconfigurable structure, high integrity and self-organizing elements," *Proceedings V International Congress "Computer Science for Design and Technology"*, 5-7 Oct., 2005, Stankin, Moscow, Russia, pp. 31-36
- [5] Guergov S., "Information System for Data Selection and New Information Acquisition for Reconfigurable Multifunctional Machine Tools," *International Journal Of Intelligent Technology*, Vol. 2, No 1, 2007, ISSN 1305-6417